



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Andreia Rafaela Fernandes Nunes

**OSTRACODOS DA FORMAÇÃO LOUREDO
(BEROUNIANO, ORDOVÍCIO SUPERIOR)
DE PORTUGAL**

**Dissertação no âmbito do Mestrado em Geociências orientada pela
Doutora Sofia Raquel Cardoso Pereira e pela Professora Doutora
María José Salas e apresentada ao Departamento de Ciências da
Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de
Coimbra**

Setembro 2023



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de
Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

**OSTRACODOS DA FORMAÇÃO LOUREDO
(BEROUNIANO, ORDOVÍCIO SUPERIOR) DE
PORTUGAL**



Dissertação no âmbito do Mestrado em Geociências

Andreia Rafaela Fernandes Nunes

Coimbra, 2023

Ostracodos da Formação Louredo (Berouniano, Ordovícico Superior) de Portugal

Copyright © Andreia Nunes, 2023



A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade de Coimbra têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de adquirir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado o crédito ao autor e editor.

The Faculty of Science and Technology and the University of Coimbra have the right, in perpetuity and without geographical limits, to archive and publish this dissertation in printed copies reproduced on paper or digitally, or by any other means known or invented, and to disseminate it through scientific repositories and to allow its copying and distribution for educational or research purposes, not commercial, provided that credit is given to the author and publisher.

“Good ideas are always crazy until they’re not”
Larry Page

Agradecimentos

A realização desta dissertação teve diversos incentivos, e foi graças a eles que foi concluída com sucesso; desde já, agradeço todo o apoio que foi prestado.

À Doutora Sofia Pereira, pela orientação, por todo o apoio e disponibilidade, por todas as opiniões dadas ao longo deste percurso e por ter ajudado a solucionar os problemas que iam surgindo.

À Doutora María José Salas, pela coorientação e por toda a disponibilidade dada desde o primeiro email enviado, mesmo sendo do outro lado do planeta.

À Professora Doutora Maria Helena Henriques, por ter dado os melhores conselhos, o que foi fundamental.

Ao Doutor Pedro Correia, por me ajudar nesta dissertação com os seus conhecimentos de paleontologia, o que foi muito importante e motivador.

À Doutora Lílíana Póvoas, pelas campanhas de campo ao Geoparque Estrela e pelas longas conversas motivadoras ao telefone.

Aos colegas do Laboratório de Geologia Sedimentar e Registo Fóssil, por me terem acolhido ao longo desta jornada.

Aos docentes que me acompanharam ao longo de toda a Licenciatura e Mestrado, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Aos meus amigos e amigas. Não vou mencionar nomes porque eles vão saber quem são; sem o vosso apoio esta dissertação não seria concluída. Obrigada por estarem sempre lá para os bons, mas, também, para os maus momentos. Obrigada por vibrarem comigo ao longo das minhas conquistas.

À minha amiga Maria Milu, por todo o suporte emocional e pelas longas noites de estudo.

Um trabalho como este não seria possível de se realizar sem o apoio dos meus pais; é deles que vem esta minha garra. Agradeço o apoio dado, a paciência por me ouvirem, e todos os conselhos. Sem eles, era impossível. Também agradeço aos meus avós, que são um orgulho para mim.

Por fim, agradeço ao Rafael Marques, o meu namorado, por me aturar, por me ouvir a chorar e por me apoiar ao longo deste trabalho; sinceramente, foi o meu pilar. Obrigada, meu amor!

Obrigada a todos.

Resumo

Os ostracodos são artrópodes com dimensões milimétricas e são os crustáceos com o registo fóssilífero mais completo, conhecido desde o Tremadociano superior (Ordovícico Inferior). Em Portugal, o grupo tem recebido maior atenção no Mesozoico e Cenozoico, permanecendo amplamente por estudar no Paleozoico. Nesta dissertação, apresenta-se uma primeira contribuição para inverter esta situação, com o estudo sistemático de duas associações inéditas de ostracodos da Formação Louredo do Ordovícico Superior de Portugal, provenientes da Zona Centro-Ibérica. As associações estudadas são ambas do topo desta unidade – Membro Galhano, no Sinclinal de Buçaco e Membro Vaca no Sinclinal de Penha Garcia – de idade Berouniano médio-superior? e cuja correlação lateral nunca foi demonstrada.

O estudo sistemático das duas associações permitiu revelar uma diversidade considerável, tendo sido identificadas nove espécies, a maioria em nomenclatura aberta: *Ceratopsis* cf. *persicus* (Salas *in* Poursalehi et al, 2022), *Ceratopsis* sp., *Kinnekullea* sp., *Warthinia* ? sp., *Pseudulrichia* ? sp., *Vogdesella* ? sp., *Vannieria* cf. *kerfornei* (Vannier, 1986), *Lardeuxella* ? sp e Ostracoda indet. As espécies *Kinnekullea* sp., *Vogdesella* ? sp. e *Lardeuxella* ? sp. ocorrem apenas no Membro Vaca, do Sinclinal de Penha Garcia, enquanto as restantes espécies foram registadas tanto neste membro, como no Membro Galhano do Sinclinal de Buçaco. Esta é a associação de ostracodos mais diversa documentada até ao momento no Paleozoico português. De entre as espécies identificadas, apenas *Vannieria* cf. *kerfornei* tinha sido anteriormente reportada na Formação Louredo do Sinclinal de Buçaco, com as restantes espécies a constituírem primeiras ocorrências para a região. No que diz respeito ao Sinclinal de Penha Garcia, todos constituem primeiros registos, sendo que anteriormente nunca tinham sido descritos ou figurados quaisquer ostracodos na Formação Louredo da região. Este trabalho constitui o primeiro registo em Portugal dos géneros *Warthinia*, *Pseudulrichia*, *Vogdesella* e *Kinnekullea*, ainda que algumas identificações sejam tentativas. Também a espécie *Ceratopsis persicus* é identificada pela primeira vez em Portugal, ainda que em nomenclatura aberta (*C.* cf. *persicus*). Finalmente, o género *Lardeuxella*, frequente no Ordovícico Médio de Portugal (e da restante Iberoarmórica), é aqui identificado pela primeira vez no Ordovícico Superior. Embora não seja possível esclarecer a idade das unidades estudadas (Berouniano médio ou superior), os novos dados apoiam fortemente uma correlação lateral entre o Membro Vaca e o Membro Galhano, não demonstrada anteriormente. A análise paleogeográfica sugere uma afinidade clara com o domínio peri-gondwânico de alta-latitude, o que está de acordo com os dados de outros invertebrados (trilobites,

braquiópodes, equinodermes), denotando um certo endemismo e reforçando a já conhecida afinidade da Ibero-Armórica e da Boémia durante o Ordovícico Superior.

Palavras-chave: Ostracodos, Berouniano, Zona Centro-Ibérica, Sinclinal do Buçaco, Sinclinal de Penha Garcia.

Abstract

Ostracods are millimeter-sized arthropods and are the crustaceans with the most complete fossil record, known since the upper Tremadocian (Lower Ordovician). In Portugal, the group has received the most attention in the Mesozoic and Cenozoic, and remains largely unstudied in the Paleozoic. This dissertation presents a first contribution to reverse this situation, with the systematic study of two new ostracods assemblages from the Louredo Formation of the Upper Ordovician of Portugal, in the Central Iberian Zone. The assemblages are both from the top of this unit - the Galhano Member in the Buçaco Syncline and the Vaca Member in the Penha Garcia Syncline - of middle to upper Berounian age? and whose lateral correlation has never been demonstrated.

The systematic study of the two assemblages revealed considerable diversity, with nine species identified, most of them in open nomenclature: *Ceratopsis* cf. *persicus* (Salas in Poursalehi et al, 2022), *Ceratopsis* sp., *Kinnekullea* sp., *Warthinia* ? sp., *Pseudulrichia* ? sp., *Vogdesella* ? sp., *Vannieria* cf. *kerfornei* (Vannier, 1986), *Lardeuxella* ? sp and Ostracoda indet. The species *Kinnekullea* sp., *Vogdesella* ? sp. and *Lardeuxella* ? sp. occur only in the Vaca Member of the Penha Garcia Syncline, while the other species were recorded both in this member and in the Galhano Member of the Buçaco Syncline. This is the most diverse association of ostracods documented so far in the Portuguese Paleozoic. Of the species identified, only *Vannieria* cf. *kerfornei* had previously been reported in the Louredo Formation of the Buçaco Syncline, with the remaining species constituting first occurrences for the region. In the Penha Garcia syncline, these are all first records, as previously no ostracodes had ever been described or figured in the Louredo Formation there. This work is the first record in Portugal of the genera *Warthinia*, *Pseudulrichia*, *Vogdesella* and *Kinnekullea*, although some identifications are tentative. The species *Ceratopsis persicus* is also identified for the first time in Portugal, albeit in open nomenclature (*C.* cf. *persicus*). Finally, the genus *Lardeuxella*, common in the Middle Ordovician of Portugal (and the rest of Ibero-Armenia), is identified here for the first time in the Upper Ordovician. Although it is not possible to clarify the age of the units studied (middle or upper Berounian), the new data strongly supports a lateral correlation between the Vaca Member and the Galhano Member, not previously demonstrated. The paleogeographic analysis suggests a clear affinity with the high-latitude peri-Gondwanan domain, which is in line with the data from other invertebrates (trilobites, brachiopods, echinoderms), suggesting a certain endemism and reinforcing the already known affinity of Ibero-Armorica and Bohemia during the Upper Ordovician.

Keywords: Ostracods, Berounian, Central-Iberian Zone, Buçaco Syncline, Penha Garcia Syncline.

Índice

Índice de Figuras.....	ii
1. Introdução	1
Objetivos.....	2
2. Ostracodos.....	3
Sistemática.....	6
3. Enquadramento Geográfico, Geológico e Litoestratigráfico.....	9
3.1. Enquadramento Geográfico Geral.....	9
3.2. Enquadramento Geológico.....	10
3.2.1 Zona Centro-Ibérica.....	10
3.3. Áreas de estudo.....	11
3.3.1. Sinclinal do Buçaco.....	11
3.3.2. Sinclinal de Penha Garcia.....	14
3.4. Formação Louredo.....	16
4. Antecedentes Paleontológicos.....	20
5. Materiais e Métodos.....	24
5.1. Trabalho de campo.....	24
5.2. Trabalho laboratorial.....	24
6. Paleontologia Sistemática.....	27
7. Discussão e Conclusões.....	37
Referências Bibliográficas.....	41
Estampas.....	49

Índice de Figuras

Figura 1. Morfologia e estrutura geral de um ostracodo. A- Vista lateral esquerda da carapaça; B – Vista dorsal da carapaça. Modificado de Haslett (2002).....	3
Figura 2. Nomenclatura externa de um ostracodo do Paleozoico. Adaptado de Benson et al. (1961).	4
Figura 3. Representação tridimensional de uma carapaça de um ostracodo Binodicopa: principais caracteres morfológicos. Modificado de Vannier (1986b).	7
Figura 4. Representação esquemática de uma espécie de <i>Klimphores</i> , com a representação numérica dos nódulos. N1 nódulo anterior, N2 nódulo posterior, R protuberância e H - Altura da valva; L - largura da valva, adaptada de Vannier (1986b).	7
Figura 5. Nomenclatura das zonas da superfície lateral e características relativas à orientação e às dimensões dos ostracodos. Comprimento (L), altura (H); modificado de Chacón & Rivas (2009).....	8
Figura 6. Mapa de Portugal Continental com os afloramentos ordovícicos da Zona Centro-Ibérica a negrito, indicando a localização do Sinclinal de Buçaco (A) e do Sinclinal Penha Garcia (B). A.1-A.2, localização das jazidas fossilíferas de ostracodos da Formação Louredo, folhas 219 (A1) e 231 (A2) da Carta Militar de Portugal Continental na escala 1:25.000, (B) localização das jazidas fossilíferas de ostracodos do Sinclinal de Penha Garcia. Modificado de Pereira (2017).	9
Figura 7. Unidades estruturais e zonas tectonostratigráficas do Maciço Ibérico. Modificado de Quesada (1991, 1992). ZC, Zona Cantábrica; ZOAL, Zona Oeste astúrico-Leonesa; ZGTM, Zona Galiza Média Trás-os-Montes (B, Complexo de Bragança; M, Complexo de Morais; CO, Complexo do Cabo Ortegal; O, Complexo de Órdenes); ZCI, Zona Centro-Ibérica; ZOM, Zona Ossa Morena; ZSP, Zona sul Portuguesa; ZCBC, Zona de cisalhamento Badajoz-Córdoba; ZPL, Zona Pulo do Lobo. Modificado de Quesada (1991, 1992).	11
Figura 8. Esquema geológico simplificado do Sinclinal de Buçaco e sua localização num mapa dos afloramentos ordovícicos de Portugal continental. Modificado de Sá et al. (2011).	12
Figura 9. Coluna estratigráfica esquemática da sequência ordovícica do Sinclinal de Buçaco. a, xistos e grauvaques laminados; b, conglomerados poligénicos; c, conglomerados quartzosos; d, quartzitos; e, quartzitos impuros; f, metassiltitos e metarenitos; g, psamitos; h, xistos; i, xistos gresosos ricos em sericite; j, filitos com laminações areníticas; k, argilitos negros com nódulos piritosos; l, vulcanitos básicos; m, tufos ácidos; n, margas; o, calcários cristalinos; p, dolomitos; q, diamictitos; r, ferro oolítico. Modificado de Sá (2005).....	13

Figura 10. Esquema geológico simplificado do Sinclinal de Penha Garcia e sua localização num mapa dos afloramentos ordovícicos de Portugal continental. Baseado na Carta Geológica de Portugal na escala 1:500000 (folha sul, LNEG, 1992), em Perdigão (1976), Sequeira et al. (1999) e Pereira (2017).....	14
Figura 11. Coluna estratigráfica esquemática da sequência ordovícica do Sinclinal de Penha Garcia. a, xistos e grauvaques laminados; b, conglomerados; c, arenitos conglomeráticos; d, quartzitos; e, arenitos; f, argilitos; g, argilitos com intercalações siltíticas; h, ferro oolítico; i, conglomerados heterométricos. Adaptado de Pereira (2017).....	15
Figura 12. Mapa geológico de Pereira (2017) dos setores de Louredo-Cácemes, com a localização das jazidas estudadas. (A) e (B) - Coluna estratigráfica das jazidas estudadas.....	17
Figura 13. Folha 21-D – Vale Feitoso da Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50000 (Perdigão, 1975) e Folha 25-B – Salvaterra do Extremo Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50000 (Sequeira et al., 1996).	18
Figura 14. Correlação litostratigráfica dos 2 setores com a Formação Louredo na ZCI portuguesa. Adaptado de Pereira (2017).....	19
Figura 15. Lista de fósseis descritos por Carlos Ribeiro e Daniel Sharpe. (1856).	20
Figura 16. Etiquetas e espécimes originais de Nery Delgado, de ostracodos do Ordovícico Superior da região de Buçaco, depositados no Museu Geológico em Lisboa (MG2542 à esquerda, correspondente a uma glabela da trilobite <i>Actinopeltis spjeldnaesi</i> que foi mal interpretada e MG2476 à direita, com vários espécimes e sem distinção de qual corresponde a <i>Satiellina delgadoi</i>). Nota: Antes da publicação de Delgado (1908) o autor optou pelo epíteto <i>gigantea</i> para esta hipotética nova espécie, o qual foi alterado para major na publicação.....	21
Figura 17. Estampa 1, Vannier 1986a, ostracodos a Formação Louredo, Cécemes (corte Zuvinhal, amostras BU-D 29-30; cf. Paris 1981). Sinclinal do Buçaco.	22
Figura 18. Log estratigráfico da sequência ordovícica do Sinclinal do Buçaco, representando as formações Fonte da Horta, Cabril e Carregueira (25) e a Formação Louredo (26) e os ostracodos identificados por Vannier (1986a,b) nestas, (1) <i>Hastatellina ? normandiensis</i> (Přibyl 1975); (11) <i>Reuentalina ribeiriana</i> (Jones, 1855); (18) <i>Quadritia (Krutatia) tromelini</i> (Vannier e Schallreuter, 1983); (20) <i>Marquezina nobleorum</i> n.g. n. sp.; (26) <i>Quadrijugator marcoi</i> n. sp.; (27) <i>Lardeuxella bussacensis</i> (Jones, 1853); (28) <i>Satiellina delgadoi</i> (Vannier, 1983); (31) <i>Copelandia kerfornei</i> n.g. n. sp.; (47) <i>Conchoprimitia ? sp.</i> ; (53) <i>Medianella sp.</i> , Retirado de Vannier 1986a.	23
Figura 19. À esquerda: escurecimento das amostras mais claras com grafite; à direita: branqueamento dos moldes em latex com cloreto de amónio.....	25

Figura 20. Procedimento adotado para fotografia dos espécimes: copy-stand com câmara fotográfica conectada a um computador para disparo remoto, fundo negro opaco e controlo da luminosidade por meio de duas fontes de luz para o ajuste de sombras pretendido, imagem da direita, Adaptado, Pereira (2017).	26
Figura 21. Software ImageJ utilizado na medição dos ostracodos em estudo.	26
Figura 22. Tabela cronostratigráfica regional para o Ordovícico (Bergström et al., 2009).	40

1. INTRODUÇÃO

Os ostracodos são um grupo de crustáceos de pequenas dimensões que têm o registo mais completo e contínuo desde o Tremadociano superior (Ordovícico Inferior) até à atualidade (Williams et al. 2008; Salas et al. 2019). Há um único registo de um espécime no Câmbrico médio a superior (Harvey et al. 2012), sendo ainda obscura a diversificação inicial do grupo. Os ostracodos são um dos grupos de artrópodes mais abundante no registo fóssilífero. O seu exosqueleto, bivalve, de natureza quitino-carbonatada, tem um elevado potencial de fossilização. A carapaça, ao invés da dos bivalves, não apresenta linhas de crescimento, já que o seu crescimento é muito descontínuo, com exceção da subordem Eridostraca. Todas as estruturas morfológicas que a carapaça bivalve apresenta são resultado de sucessivas adaptações a diferentes modos de vida (substratos, alimentação, reprodução, etc). Estes crustáceos apresentam elevada diversidade, a qual foi aumentando ao longo do tempo, e também uma ampla distribuição geográfica.

Uma das vantagens dos ostracodos em relação a outros grupos fósseis é o facto de terem conseguido ocupar todos os ambientes aquáticos, tendo potencial biostratigráfico para diferentes fácies (e.g. Colin & Lethiers, 1988; Pais, 2018). Por outro lado, é um grupo com elevado potencial para reconstruções paleambientais.

Em Portugal, do ponto de vista paleontológico, o grupo tem sido estudado sobretudo no Mesozoico e Cenozoico (e.g. Meco et al., 2003; Cabral & Loureiro, 2013; Cabral et al., 2020; Pais, 2018), tendo o seu registo paleozoico recebido francamente menos atenção que o meso e o cenozoico. À exceção de breves menções de ocorrências em listas de fósseis de estudos de outras índoles (e.g. Delgado, 1908; Teixeira, 1981; Young, 1985; Sá et al., 2011), apenas Henry et al. (1974), Vannier (1983 a,b e 1986 a,b), Rebelo e Romano (1986), Gutiérrez-Marco et al. (1995), Romano et al. (1986), Sá (2005), Pereira et al. (2015) e Colmenar et al. (2018) descreveram ou figuraram ostracodos do Paleozoico português, maioritariamente ocorrências isoladas (e.g. associações de uma unidade litoestratigráfica em particular ou espécimes únicos em associações dominadas por outros grupos), não existindo até ao momento trabalhos a focar particularmente o grupo no Paleozoico.

Esta dissertação pretende contribuir para preencher a lacuna do conhecimento do registo português paleozoico de ostracodos, enfocando as associações do Ordovícico Superior da Zona Centro-Ibérica portuguesa (ZCI), nomeadamente as da Formação

Louredo, unidade onde as ocorrências e diversidade do grupo justificaram esta linha de investigação.

Objetivos

Este trabalho tem como objetivo o estudo das associações de ostracodos da Formação Louredo (Berouniano médio-superior?) do Ordovícico Superior da Zona Centro-Ibérica portuguesa (ZCI). A escolha desta unidade prende-se com o facto de apenas nela, para esta série, se conhecerem associações diversas de ostracodos. No Ordovícico Superior português, e excluindo a associação de ostracodos inédita mencionada por Sá et al. (2011) para a Formação Carregueira do Sinclinal de Amêndoa-Carvoeiro, apenas se conhecem adicionalmente um espécime isolado na Formação Cabeço do Peão deste mesmo sinclinal (Pereira et al., 2015) e outro na Formação Ribeira do Braçal do Sinclinal de Buçaco (Colmenar et al., 2018). Dada a diversidade e material disponível da Formação Louredo, optou-se por focar o estudo apenas nesta unidade e nas associações inéditas nela recolhidas e não incorporar as restantes ocorrências que, ou são de idade distinta (Berouniano inferior e Hirnantiano), ou estão restritas a um espécime e, por outro lado, já foram publicadas.

Para alcançar o objetivo central desta dissertação, foi necessário rever as ocorrências previamente identificadas e documentar as inéditas, de forma a determinar com exatidão a paleobiodiversidade das associações de ostracodos do Berouniano médio-superior? português, bem como estabelecer correlação paleobiogeográfica e biostratigráfica com outras regiões.

Os objetivos específicos são:

- Efetuar o estudo taxonómico dos ostracodos da Formação Louredo do Ordovícico Superior da ZCI portuguesa, identificando e descrevendo os taxa presentes e enquadrando-os nos estudos sistemáticos modernos do grupo;
- Determinar a paleobiodiversidade das associações de ostracodos da Formação Louredo, efetuando revisão dos taxa anteriormente documentados e cruzando-os com os novos dados;
- Enquadrar biostratigraficamente as associações estudadas, estabelecendo correlações com outras regiões do domínio peri-gondwânico de alta latitude;
- Determinar as afinidades paleobiogeográficas das associações de ostracodos estudadas e enquadrá-las nos esquemas paleogeográficos existentes.

2. OSTRACODOS

Os ostracodos são um grupo diverso de crustáceos que podem ser encontrados em todos os tipos de ambientes aquáticos, desde o mar, rios, lagos, charcos entre outros, o que os torna seres muito especializados. São muito sensíveis a fatores abióticos como a temperatura da água, a salinidade, a percentagem de oxigênio, mas também a profundidade, o que faz deles indicadores muito úteis para reconstrução de paleoambientes (Pereira, 2014). São abundantes desde o Ordovícico Inferior, concretamente desde o Tremadociano superior (Tr2) (Salas et al., 2019), conhecendo-se apenas uma ocorrência isolada no Câmbrio (Harvey et al.2012). Os ostracodos são um grupo importante do ponto de vista paleontológico, na medida em que permitem inferir as condições físico-químicas dos ambientes passados e têm um valor estratigráfico considerável.

A componente calcária das carapaças bivalves dos ostracodos é uma característica marcante, pois assemelha-os aos moluscos bivalves (**Fig.1**). Porém, é revestida por uma camada quitinosa, revestimento típico dos artrópodes. O tamanho dos ostracodos adultos varia entre 0,6 mm a 1 mm, contudo podem facilmente atingir 1,2 mm e até 2 mm. A forma das carapaças é muito variada, mas as formas mais comuns são a suboval e subelíptica.

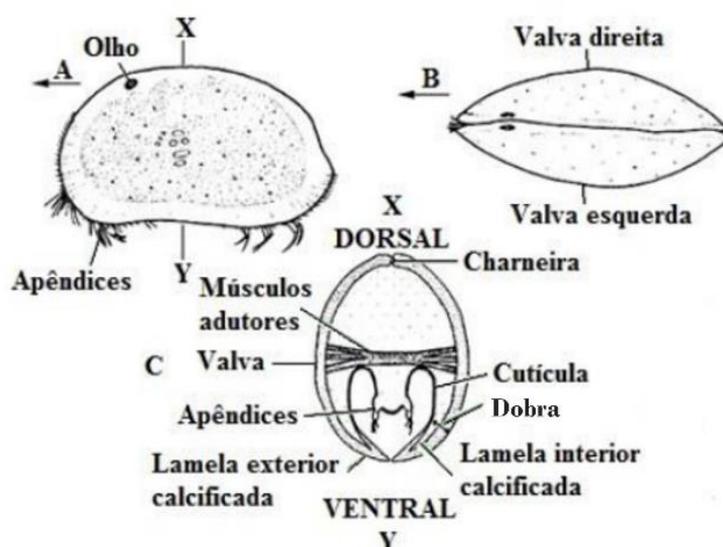


Figura 1. Morfologia e estrutura geral de um ostracodo. A- Vista lateral esquerda da carapaça; B – Vista dorsal da carapaça. Modificado de Haslett (2002).

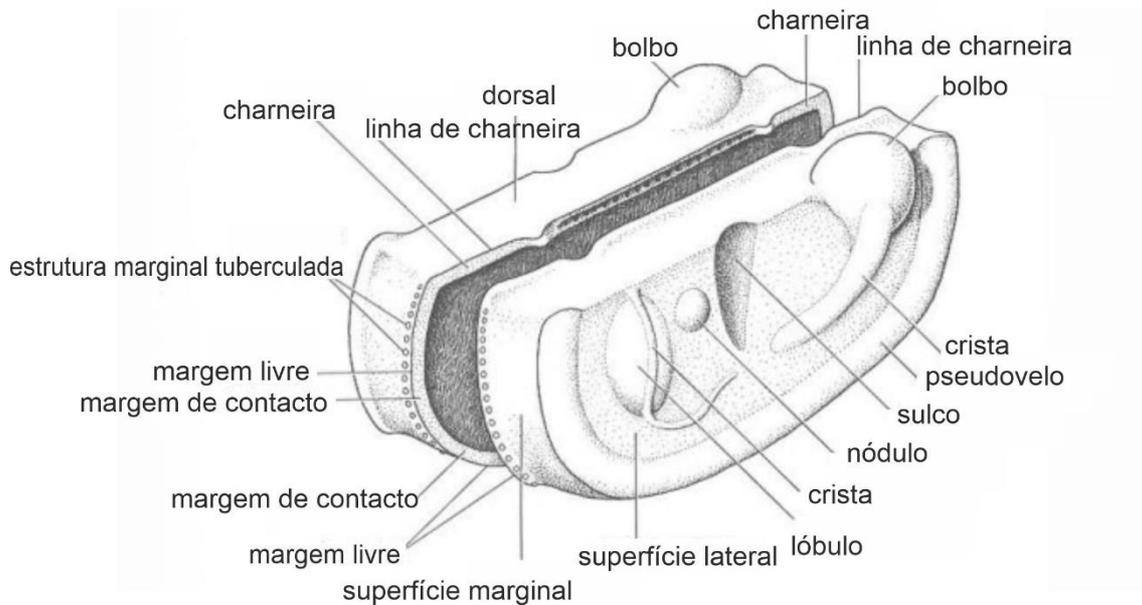


Figura 2. Nomenclatura externa de um ostracodo do Paleozoico. Adaptado de Benson et al. (1961).

A anatomia interna dos ostracodos é caracterizada por uma região cefálica e torácica pouco distintas e um abdômen rudimentar (Haslett, 2002). Possuem sete pares de apêndices (**Fig. 1**) que são importantes para a sua classificação, incluindo as antenas, anténulas, mandíbulas e maxilas que estão ligadas à região cefálica, e três pares de apêndices torácicos que estão ligados ao tórax. O último par, o maxilípede, é responsável pela alimentação, enquanto as anténulas desempenham funções sensoriais e de locomoção.

A carapaça é constituída por duas valvas (valva direita e valva esquerda) e tem como principal função formar o vestíbulo, no qual estão alojados os vários órgãos vitais e os pares de apêndices. Na paleontologia, apenas são relevantes as valvas, isto é as partes calcificadas que ficam preservadas e fossilizadas. As valvas unem-se na zona da charneira (Chacón & Rivas 2009). Possuem, na sua maioria, contorno oval, suboval, subelíptico e, menos frequentemente, subtrapezoidal, subretangular, subtriangular ou subcircular. Existem ostracodos que têm valvas completamente lisas (sobretudo os da ordem Podocopida), mas existem muitos cujas valvas são constituídas por elementos ornamentais (**Fig. 2**), como espinhos, tubérculos, sulcos, etc. Estes elementos estão relacionados, quer com o dimorfismo sexual, quer com fatores ambientais/ecológicos, mas constituem também estruturas de reforço (Chacón & Rivas, 2009). Algumas espécies manifestam forte dimorfismo sexual, que se pronuncia na morfologia da carapaça. Os machos tendem a apresentar uma carapaça mais baixa e alongada, enquanto a carapaça das fêmeas é mais alta e larga.

Não há muitos dados sobre o ciclo de vida dos ostracodos. Algumas espécies podem viver meses ou mesmo alcançar quatro anos de longevidade. Na sua grande maioria, os ostracodos podem produzir uma ou mais gerações durante um ano. Como é característico nos crustáceos, o crescimento dos ostracodos é descontínuo, efetuando-se por uma série de mudas. Estima-se que estes artrópodes passem por oito fases juvenis até alcançar a fase adulta. Alcançado o estágio adulto, param de crescer. A carapaça tem uma maior calcificação nos estágios ontogenéticos mais avançados, com alterações no perfil lateral assim como em elementos anatómicos, nomeadamente traços musculares ou aparecimento de manifestações dimórficas que, em alguns casos, pode ocorrer já nas últimas fases juvenis (Chacón & Rivas, 2009).

Os ostracodos reproduzem-se sexualmente por singamia. Porém, a reprodução assexuada, por partenogénese, ou mista, são também estratégias, perante condições ambientais adversas ou se for a única forma de reprodução disponível. De facto, em certas espécies da família Cyprididae, não se reconhecem machos. O dimorfismo sexual expressa-se a nível morfológico nas valvas de forma variável, desde casos onde é negligenciável até aos cujas diferenças entre o macho e fêmea são muito pronunciadas. Para as valvas que apresentam desigualdades dimórficas muito pronunciadas, podemos diferenciar o dimorfismo domiciliar – alterações no rebordo marginal anterior – e o dimorfismo extradomiciliar, em elementos que não fazem parte da margem. Dentro do tipo domiciliar, destacam-se o chamado dimorfismo kloedenellídeo e beyrichídeo. O extradomiciliar é também chamado de dimorfismo antral ou velar. O dimorfismo kloedenellídeo é muito caracterizado pela porção posterior da carapaça feminina ser mais inflada, por oposição à valva dos machos, uma vez que é o local de armazenamento dos ovos. Já o dimorfismo beyrichídeo, característico dos ostracodos da superfamília Beyrichiacea, é o mais representativo dos ostracodos do Paleozoico. Neste, as fêmeas apresentam na região anteroventral uma bolsa de incubação (crumina), a qual está, logicamente, ausente nos machos. O dimorfismo extradomiciliar ou antral verifica-se em muitos Paleocopa e manifesta-se na configuração adventral (protuberância) de ambos os dimorfos. As divergências entre sexos têm um carácter muito variado. Frequentemente, é apenas uma disparidade na largura ou na largura e curvatura dos elementos adventrais (cujas bordas distais num dos sexos se podem conectar, delimitando uma cavidade, uma pseudo-bolsa). Mas outras vezes, as diferenças são mais significativas, como por exemplo a presença de projeções dimórficas contínuas e laminares (esporões). Há ainda o dimorfismo locular, que se manifesta através de pequenas cavidades arredondadas e isoladas (lóculo). Os elementos dimórficos encontram-se geralmente localizados na região anteroventral da valva da fêmea. Existe casos onde este

elemento aparece na zona posterior da valva. Para a maioria dos ostracodos não se consegue corresponder os espécimes a machos ou fêmeas, sendo muito difícil determinar o dimorfismo sexual (se este existia).

Sistemática

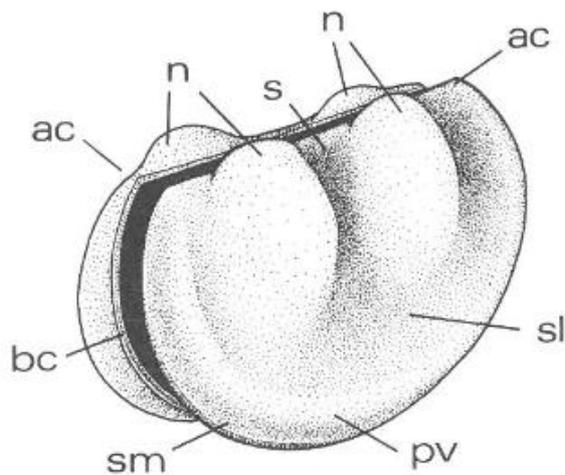
Não há consenso quanto às grandes divisões (alta taxonomia) da sistemática de ostracodos, sobretudo porque se trata de um grupo com representantes extintos e atuais e, nos atuais, a classificação baseia-se em caracteres (por exemplo, apêndices) não preservados nos ostracodos fósseis. Benson et al. (1961) distinguiram cinco categorias principais (ordens):

1. **Archaeocopida** Sylvester-Bradley, 1961;
2. **Leperditicopida** Scott, 1961;
3. **Paleocopida** Henningsmoen, 1953 (incluindo as subordens Beyrichicopina Scott, 1961 e Kloedenellocopina Scott 1961);
4. **Podocopida** Sars, 1866 (incluindo as subordens Podocopina Sars, 1866, Metacopina Sylvester-Bradley, 1961 e Platycopina Sars, 1866);
5. **Myodocopida** Sars, 1866 (incluindo as subordens Myodocopina Sars, 1866 e Cladocopina Sars, 1866).

Na década de 2000, Horne et al. (2002) optaram pela divisão da classe Ostracoda em duas subclasses, Myodocopa e Podocopa. Os Myodocopa não estão muito representados no registo fossilífero, consequência de possuírem valvas muito pouco calcificadas. No esquema destes autores, a subclasse Podocopa divide-se em três ordens: Paleocopida, Podocopida e Platycopida. A Paleocopida teve grande diversidade e distribuição no Paleozoico e está atualmente representada pela superfamília Puncioidea, exclusivamente marinha e rara; a Podocopida, a mais diversificada e a mais comum nos ostracodos atuais, está presente em águas marinhas, salobras e doces; já a Platycopida inclui ostracodos bentónicos marinhos, pós-paleozoicos (e. g. Horne et al., 2002).

Este trabalho segue a proposta taxonómica de Mohibullah et al. (2014), que é a mais consensual entre a comunidade científica. Estes autores dividiram a subclasse Podocopa em duas ordens, a Beyrichiocopida e a Podocopida.

As terminologias utilizadas para a descrição dos ostracodos ao longo desta dissertação seguem a proposta de Vannier (1986b; **Fig.3**), um trabalho que abordou os ostracodos Binodicopa do Ordovícico ibero-armoricano.



Ac - ângulo cardinal;
 Bc - bordo de contacto;
 Lc - linha de charneira;
 N - Nódulo, (N1 nódulo anterior, N2 nódulo posterior);
 Pv – pseudovelo;
 Sl – superfície lateral;
 Sm – superfície marginal.

Figura 3. Representação tridimensional de uma carapaça de um ostracodo Binodocopa: principais caracteres morfológicos. Modificado de Vannier (1986b).

Quanto à nomenclatura das áreas da superfície lateral, este trabalho segue a proposta do *Treatise on Invertebrate Paleontology* para o grupo, elaborado por Benson et al. (1961; **Fig.5**). As medições dos espécimes dizem respeito à altura (H) e comprimento (L) das valvas (**Fig.4**).

No que diz respeito a critérios de orientação da carapaça, para o reconhecimento das bordas dorsal e ventral (**Fig. 5**) o critério utilizado é a posição da dobra. Se esta não for visível utiliza-se outro tipo de critérios, como os sulcos e lóbulos, contudo também se recorre às formas das valvas, nas quais as larguras variam na região dorsal e ventral, sendo que na região ventral esta apresenta-se geralmente mais inchada.

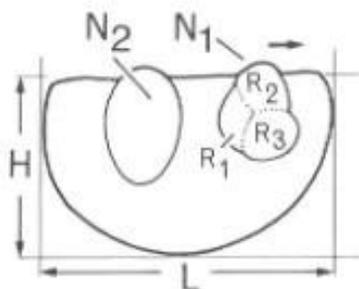


Figura 4. Representação esquemática de uma espécie de *Klimphores*, com a representação numérica dos nódulos. N1 nódulo anterior, N2 nódulo posterior, R protuberância e H - Altura da valva; L - largura da valva, adaptada de Vannier (1986b).

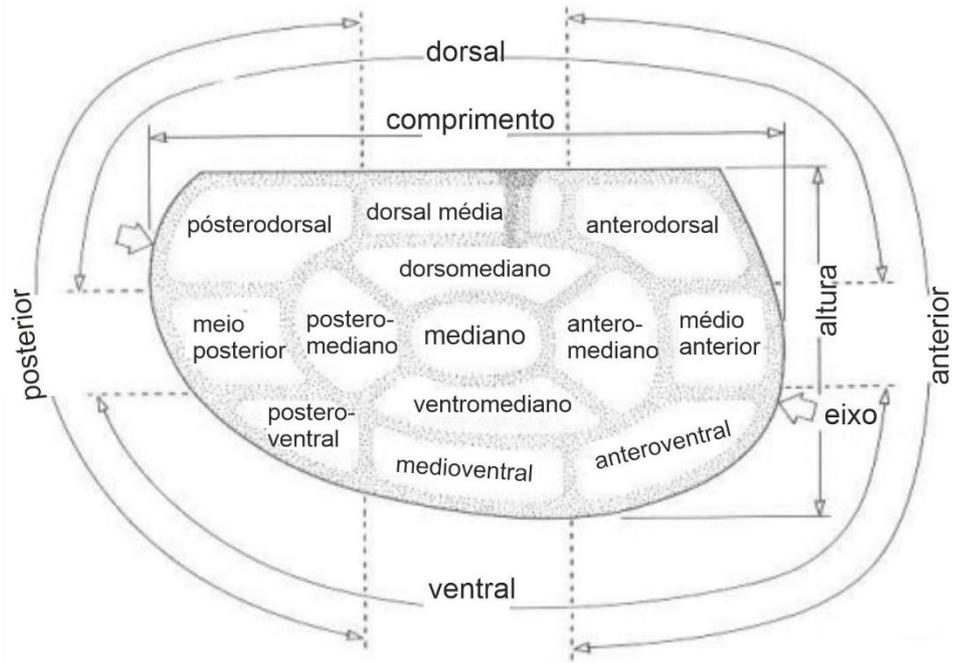


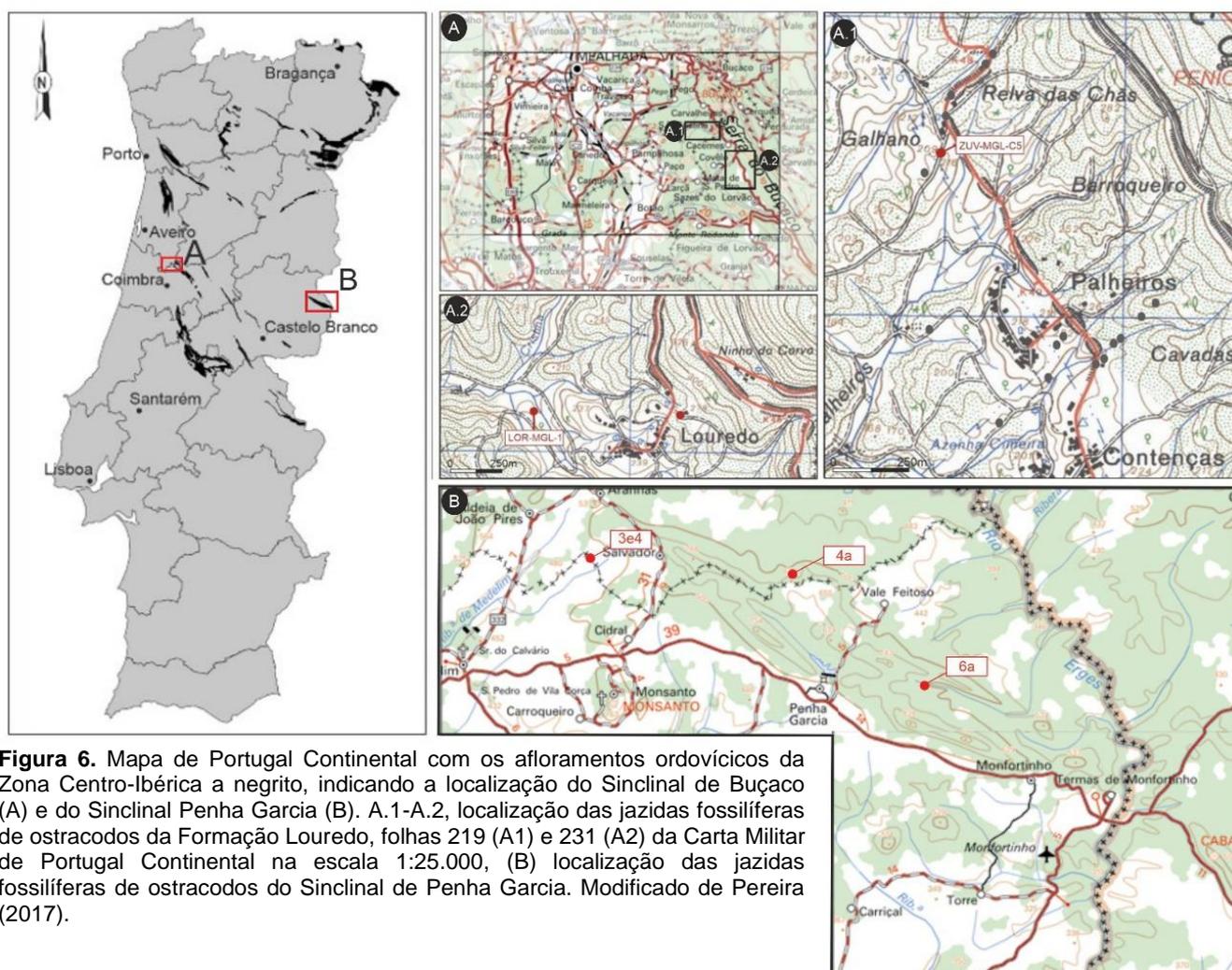
Figura 5. Nomenclatura das zonas da superfície lateral e características relativas à orientação e às dimensões dos ostracodos. Comprimento (L), altura (H); modificado de Chacón & Rivas (2009).

3. Enquadramento Geográfico, Geológico e Litoestratigráfico

Os afloramentos do Ordovício estudados neste trabalho enquadram-se na Zona Centro-Ibérica portuguesa. Até ao momento, são conhecidas associações mais diversas de ostracodos do Ordovício Superior apenas na Formação Louredo dos sinclinais de Buçaco e de Penha Garcia, pelo que detalharemos apenas estas estruturas e esta unidade.

3.1. Enquadramento geográfico geral

As áreas do presente estudo localizam-se na região centro de Portugal continental (**Fig. 6**), nos distritos de Aveiro (concelho da Mealhada), Coimbra (concelho de Penacova) e Castelo Branco (Idanha-a-Nova). Estão cobertas pelas folhas da Carta Militar de Portugal à escala 1:25.000, números 219 e 231 (Sinclinal de Buçaco) e 258, 259 e 271 (Sinclinal de Penha Garcia).



3.2. Enquadramento geológico

As áreas em estudo, os sinclinais de Buçaco e de Penha Garcia, enquadram-se geologicamente na unidade morfoestrutural Maciço Ibérico. Este maciço apresenta, na sua constituição, rochas com idades proterozoicas e paleozoicas. Esta unidade é caracterizada por apresentar uma zonalidade transversal, quer no que toca à natureza tectónica, mas também litológica, que permitem a distinção, de norte para sul, das seguintes zonas: Zona Cantábrica, Zona Asturo-Leonesa, Zona Galaico-Castelhana, Zona Lusitana Oriental-Alcudiana e Zona de Ossa-Morena (a Zona Sul Portuguesa tem sido mais recentemente tratada como independente, o Terreno Sul Português). De entre estas, a área de estudo está enquadrada na Zona Centro-Ibérica (**Fig. 7**).

3.2.1. Zona Centro-Ibérica

A Zona Centro-Ibérica localiza-se na parte central da Península Ibérica. Esta encontra-se limitada pela falha do Vivero a norte (Martínez Catalán, 1985) e a oeste e sul pela Zona de Ossa-Morena, através da zona de cisalhamento Tomar-Badajoz-Córdoba (Julivert & Martínez, 1983; Azor et al., 1994).

A natureza transgressiva do Ordovícico sobre as sequências infrajacentes do Supergrupo das Beiras (no caso do setor central de Portugal; Meireles et al., 2022) é o aspeto estrutural que mais caracteriza a ZCI, formando uma discordância angular significativa entre essas megassequências.

A sequência de rochas sobrepostas ao Supergrupo das Beiras inicia-se com níveis do Ordovícico Inferior que se depositaram sobre as unidades ante-ordovícicas. Durante a orogenia varisca, a ZCI foi significativamente afetada por três episódios de deformação dúctil: D1, D2 e D3 (Dias & Ribeiro, 1994). Durante a fase D1, as estruturas foram arqueadas, formando o Arco Iberoarmórico (Ribeiro et al., 1990). As estruturas sinformas e antiformas foram geradas durante esta fase, incluindo o Sinclinal do Buçaco e o Sinclinal de Penha Garcia. Estas estruturas apresentam uma direção tipicamente NNW-SSE, desde Apúlia até à região centro de Portugal. A fase D2 afetou apenas alguns setores da ZCI, enquanto a fase D3, coaxial com a fase D1, produziu dobras de grande amplitude com uma direção aproximada ESE-WNW (por exemplo, sinforma Amêndoa-Carvoeiro).

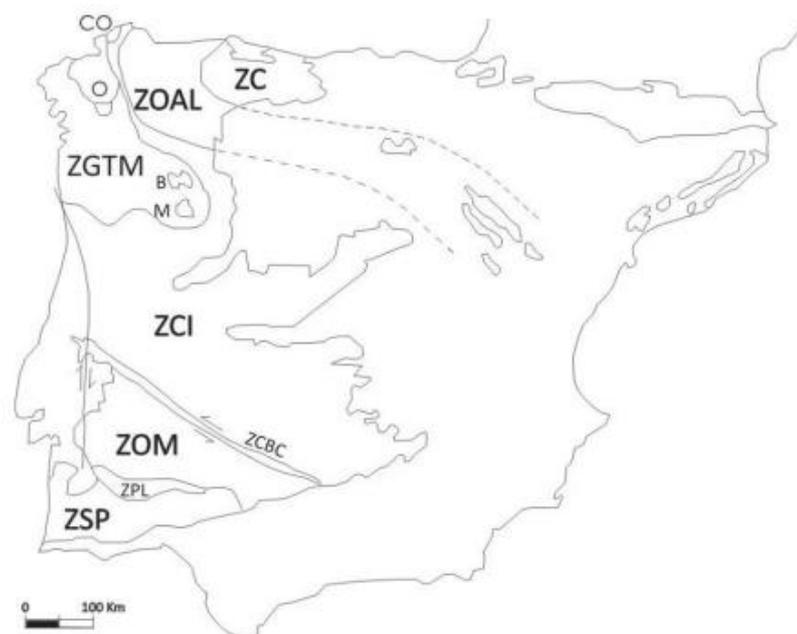


Figura 7. Unidades estruturais e zonas tectonostratigráficas do Maciço Ibérico. Modificado de Quesada (1991, 1992). ZC, Zona Cantábrica; ZOAL, Zona Oeste astúrico-Leonesa; ZGTM, Zona Galiza Média Trás-os-Montes (B, Complexo de Bragança; M, Complexo de Morais; CO, Complexo do Cabo Ortegal; O, Complexo de Órdenes); ZCI, Zona Centro-Ibérica; ZOM, Zona Ossa Morena; ZSP, Zona sul Portuguesa; ZCBC, Zona de cisalhamento Badajoz-Córdoba; ZPL, Zona Pulo do Lobo. Modificado de Quesada (1991, 1992).

3.3. Áreas de Estudo

Na Zona Centro-Ibérica portuguesa o Ordovícico Superior aflora em estruturas com extensões quilométricas. Este trabalho centra-se em duas grandes estruturas, o Sinclinal de Buçaco e o Sinclinal de Penha Garcia, devido à diversidade e novidade das associações de ostracodos da Formação Louredo que nelas aflora.

3.3.1. Sinclinal de Buçaco

Esta estrutura varisca, de orientação geral NNW-SSE, localiza-se no bordo oeste da ZCI portuguesa, apresentando cerca de 40 km de extensão (largura máxima de 4,5 km), entre as regiões do Luso, a noroeste, e Ponte de Sótão, a sudeste (**Fig.8**).

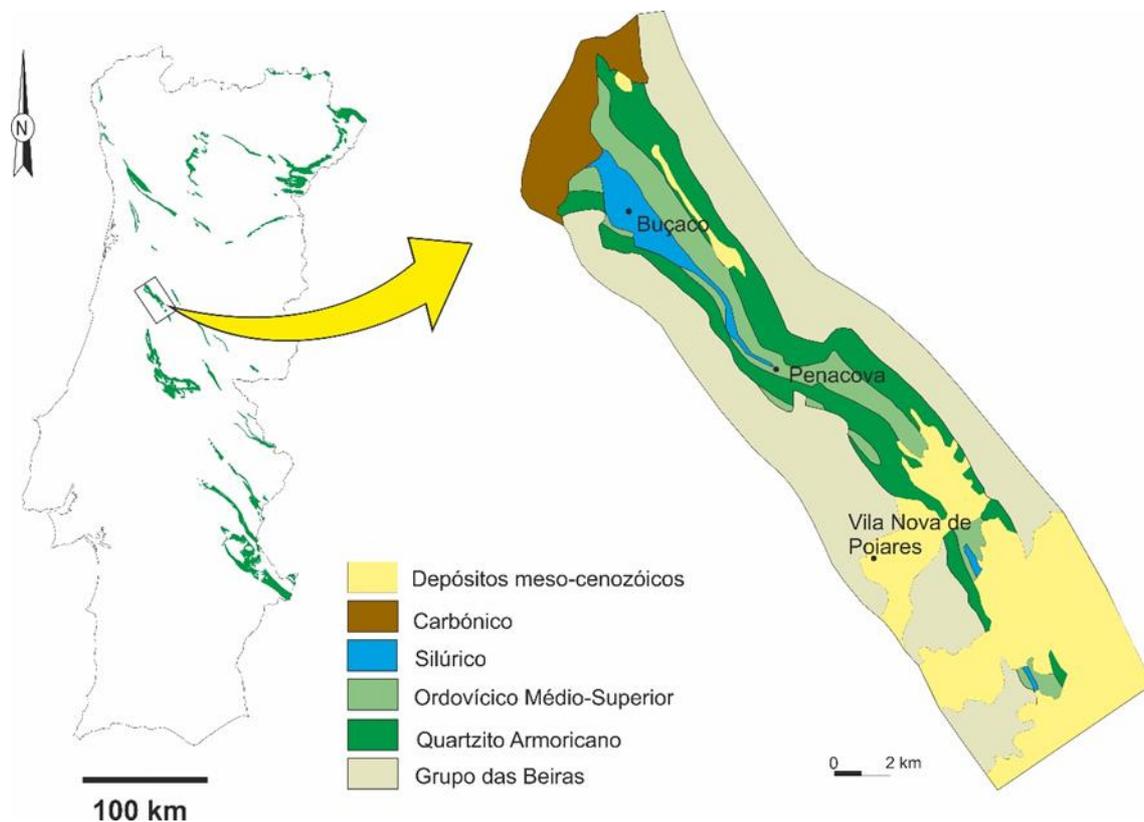


Figura 8. Esquema geológico simplificado do Sinclinal de Buçaco e sua localização num mapa dos afloramentos ordovícicos de Portugal continental. Modificado de Sá et al. (2011).

Nesta estrutura diferenciam-se duas sequências litoestratigráficas, separadas por uma discordância angular: o Supergrupo das Beiras, uma sucessão quilométrica de xistos e grauvaques, datada do Neoproterozoico (Tassinari et al., 1996; Medina et al., 1998; Pereira et al., 2012) e uma sequência metassedimentar paleozoica pós-câmbria, com idades compreendidas entre o Ordovícico Inferior e o Silúrico (Oliveira et al., 1992). No Sinclinal de Buçaco, a sequência ordovícica (**Fig. 9**) inicia-se pela Formação Sarnelha, constituída por xistos e quartzitos com base conglomerática. Segue-se a Formação Serra do Brejo (vulgo Quartzito Armoricano), composta por quartzitos resistentes intercalando níveis mais finos de arenitos micáceos e siltíticos. Sobrepõem-se o Grupo Cávemes (Young, 1988), que é constituído por cinco formações: a Formação Brejo Fundeiro, formada por argilitos negros, com intercalações de siltitos e arenitos finos e com nódulos siliciosos no seu topo; a Formação Monte da Sombadeira, constituída por dois pulsos areníticos com estratificação hummocky e intercalando siltitos; a Formação Fonte da Horta, caracterizada por argilitos fossilíferos com níveis de siltitos intercalados; a Formação Cabril, uma sucessão de siltitos e arenitos, que intercalam um membro argilítico fossilífero, com conglomerados fosfatados no

topo; e a Formação Carregueira (Ordovícico Superior), paraconforme sobre a unidade anterior, representada por argilitos escuros com pirite disseminada na sua constituição. Sobrepõe-se a esta, o Grupo Sanguinheira, que se inicia pela Formação Louredo, constituída essencialmente por arenitos na sua metade inferior

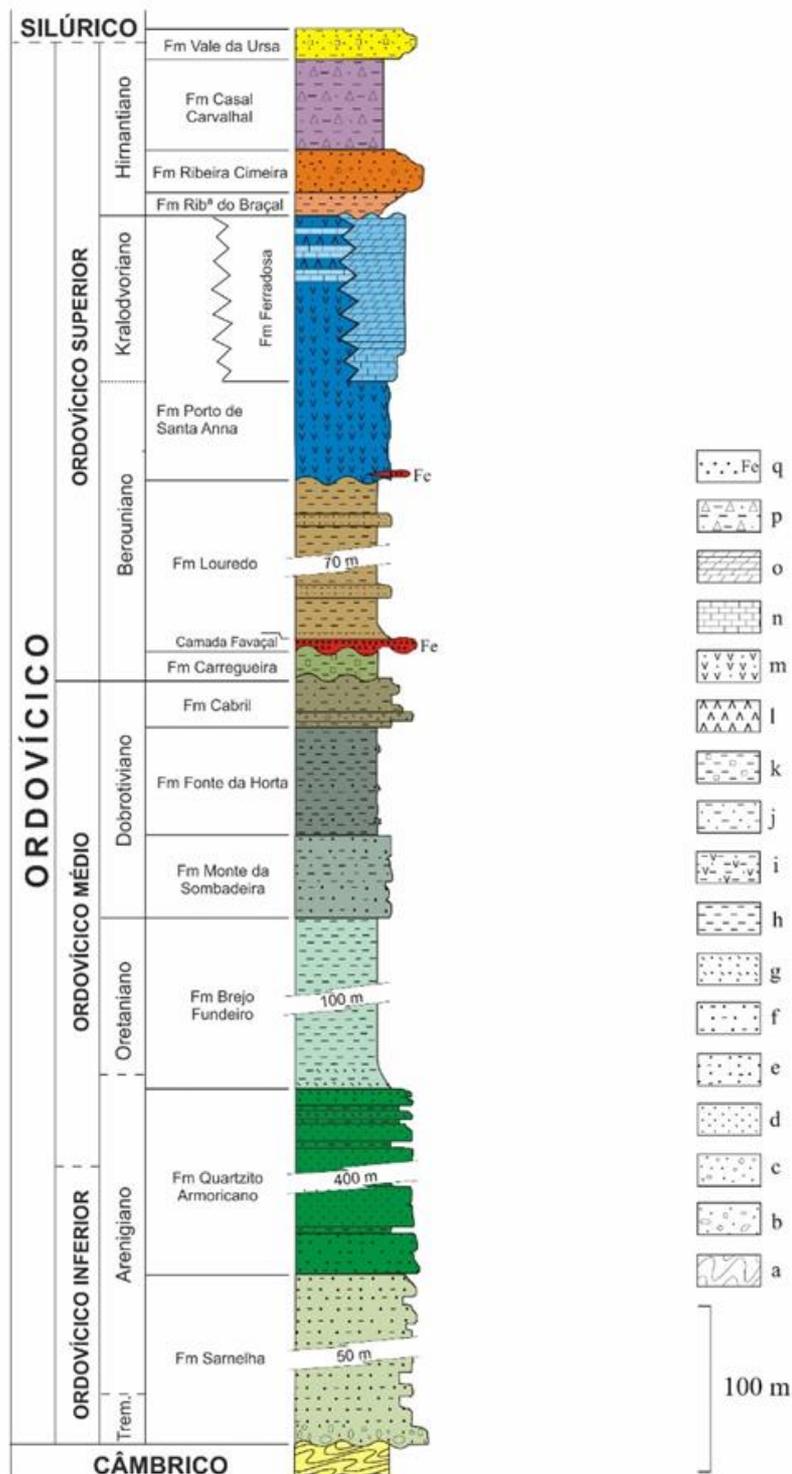


Figura 9. Coluna estratigráfica esquemática da sequência ordovícica do Sinclinal de Buçaco. a, xistos e grauvaques laminados; b, conglomerados poligénicos; c, conglomerados quartzosos; d, quartzitos; e, quartzitos impuros; f, metassiltitos e metarenitos; g, psamitos; h, xistos; i, xistos gresosos ricos em sericite; j, filitos com laminações areníticas; k, argilitos negros com nódulos piritosos; l, vulcanitos básicos; m, tufos ácidos; n, margas; o, calcários cristalinos; p, dolomitos; q, diamictitos; r, ferro oolítico. Modificado de Sá (2005).

(“Grés de Loredo” de Delgado, 1908), intercalando vários membros argilíticos para topo (“Schistos de Dalmanites dujardini” de Delgado, 1908). Na base desta formação ocorre um nível de ferro oolítico, a Camada Favaçal, um nível-guia com expressão em vários setores do domínio peri-gondwânico de alta-latitude. Em paraconformidade sobre a Formação Louredo, e novamente com um nível de ferro oolítico na base, sobrepõe-se a Formação Porto de Santa Anna, já do Grupo Venda Nova, uma unidade vulcanossedimentar que passa lateralmente a níveis carbonatados que representam a Formação Ferradosa. A sequência ordovícica termina com o Grupo Rio Ceira, paraconforme sobre as formações Porto de Santa Anna/Ferradosa, representado por uma sequência regressiva detrítica que inclui as formações Ribeira do Braçal, Ribeira Cimeira e Casal Carvalho (Young, 1988).

3.3.2. Sinclinal de Penha Garcia

O Sinclinal de Penha Garcia (**Fig. 10**) é uma estrutura varisca que se prolonga desde a localidade de Salvador no concelho de Penamacor até Monfortinho no concelho de Idanha-a-Nova, estendendo-se ao longo de 21,5 km de comprimento. Esta estrutura encontra-se representada nas folhas publicadas 21-D, Vale Feitoso (Perdigão, 1976) e 25-B, Salvaterra do Extremo (Sequeira et al., 1999) da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50.000. Prolonga-se para SW em Espanha, no designado Sinclinal de Cañaverál.

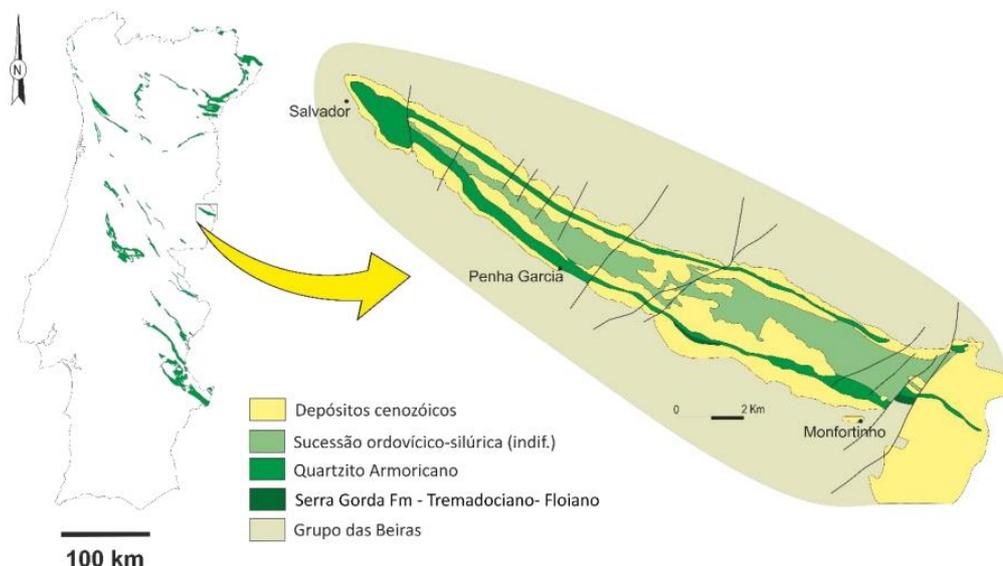


Figura 10. Esquema geológico simplificado do Sinclinal de Penha Garcia e sua localização num mapa dos afloramentos ordovícicos de Portugal continental. Baseado na Carta Geológica de Portugal na escala 1:500000 (folha sul, LNEG, 1992), em Perdigão (1976), Sequeira et al. (1999) e Pereira (2017).

O sinclinal é constituído por duas sequências litoestratigráficas, o Supergrupo das Beiras e uma sucessão metassedimentar paleozoica, separados por uma discordância angular. A sucessão ordovícica (**Fig.11**), que se assemelha bastante à do Sinclinal de Buçaco até ao topo do Grupo Sanguinheira, inicia-se pela Formação Serra Gorda aproximadamente 250 m, constituída por bancadas decimétricas a métricas de conglomerados, quartzitos e metapelitos. De acordo com Sequeira et al. (1999), esta unidade correlaciona-se com a Formação Sarnelha do Sinclinal de Buçaco. Segue-se a Formação Penha Garcia (Bayet-Goll & Neto de Carvalho, 2020), que corresponde ao “quartzito armoricano”, composta por quartzitos em bancadas espessas com intercalação de metapelitos. Estratigraficamente segue-se uma sucessão de metapelitos escuros com siltitos intercalados, que forma a Formação Brejo Fundeiro aproximadamente 110 m. Esta caracteriza-se por argilitos cinzentos escuros e

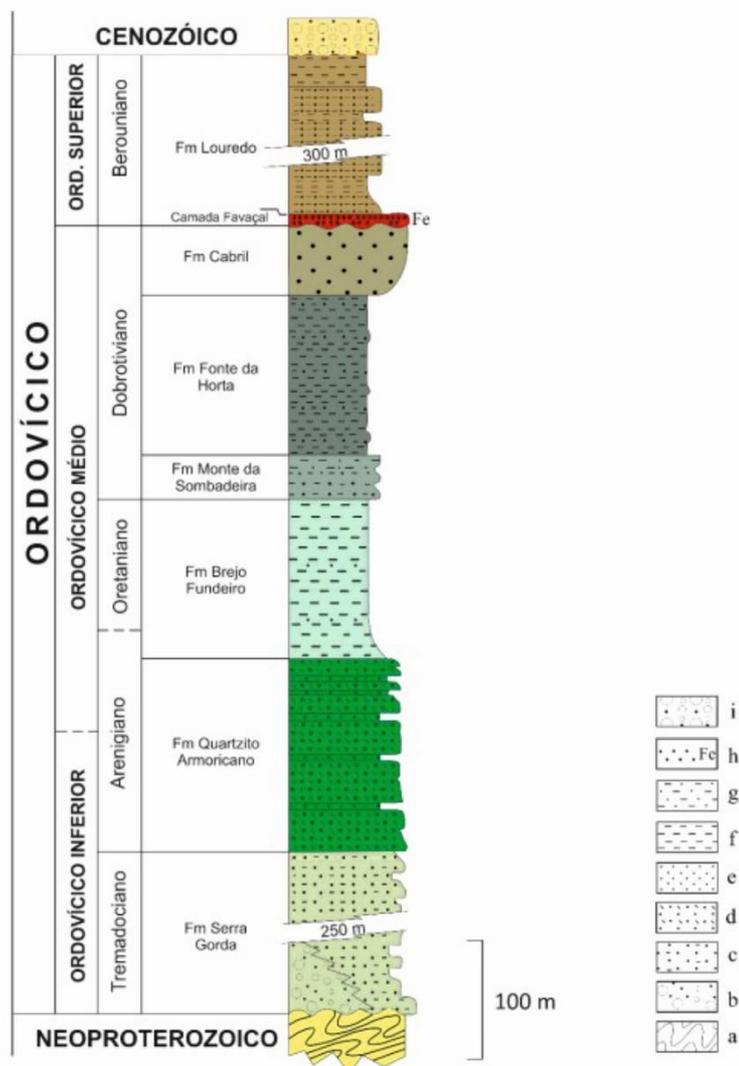


Figura 11. Coluna estratigráfica esquemática da sequência ordovícica do Sinclinal de Penha Garcia. a, xistos e grauvaques laminados; b, conglomerados; c, arenitos conglomeráticos; d, quartzitos; e, arenitos; f, argilitos; g, argilitos com intercalações siltíticas; h, ferro oolítico; i, conglomerados heterométricos. Adaptado de Pereira (2017).

violáceos. Em sucessão segue-se a Formação Monte da Sombadeira aproximadamente 40m, com estratificação cruzada hummocky e intercalações de argilitos a arenitos. Com aproximadamente 70m sobrepõe-se a Formação Fonte da Horta, constituída por argilitos cinzentos e intercalações de níveis com ferro e arenitos claros. A formação Cabril aproximadamente 50m apresenta-se constituída por arenitos e quartzitos de cor clara, e intercalação de siltitos laminados. Segue-se, paraconforme, a Formação Louredo aproximadamente 240m, cuja base está representada pela Camada Favaçal de ferro oolítico. Esta unidade está representada por argilitos azuis e violáceos, micáceos e bioturbados na parte inferior, aos quais se sobrepõem arenitos e siltitos e, a topo, uma sequência de argilitos verdes e arenitos que representam o Membro Vaca, selado a topo por uma brecha ferruginosa. Sobre esta unidade, foi recentemente descoberta a representação do Grupo Rio Ceira e do Silúrico inferior (Pereira et al., 2023).

3.4. Formação Louredo

A Formação Louredo, que corresponde às unidades “Grés de Loredo”+“Schistos de *Dalmanites Dujardini*” de Delgado (1908), foi originalmente proposta por Mitchell (1974) e formalizada por Young (1988), tendo como estratótipo a secção do Zuvinhal, no Galhano, Penacova (**Fig.12**; Young, 1988). A descrição detalhada do estratótipo pode ser encontrada em Delgado (1908, p. 31), Paris (1979, 1981; BU.D) e Young (1985, 1988). Esta formação tem expressão em várias estruturas de Portugal central, tais como os sinclinais de Buçaco, Fajão-Muradal, Vila Velha de Ródão e Penha Garcia (Pereira, 2017). Correlaciona-se lateralmente com a Formação Cabeço de Peão (sinclinais de Amêndoa-Carvoeiro e Portalegre) e com a Formação Chão do Amieiral (sinclinais de Moncorvo-Poiães e Anticlinal S. Martinho de Angueira na região de Trás-os-Montes; Meireles, 2013).

No Sinclinal de Buçaco, a Formação Louredo intercala três membros argilíticos: o Membro Vale Saido (27m), o Membro Zuvinhal (7m) e o Membro Galhano (3m). Destes, o presente trabalho focou-se no último, no qual foi recolhida uma associação inédita de ostracodos.

O Membro Galhano, uma sucessão de apenas 3 m de argilitos escuros, marca o topo da unidade (**Fig.12**). Foi definido no corte do Zuvinhal (*sensu* Delgado 1908), por Young (1988). A base deste membro é o contacto entre a última camada de arenito da parte superior da Formação Louredo e a sucessão argilítica que se lhe sobrepõe, sendo o topo marcado por um horizonte ferro oolítico que corresponde à base da Formação Porto de Santa Anna. O Membro Galhano corresponde à camada 5 do corte do Zuvinhal de Delgado (1908, p. 31), a qual foi descrita como um “*Schiste très fin, gris fonce taché de gris clair et blanc, se débitant en morceaux très irréguliers et*

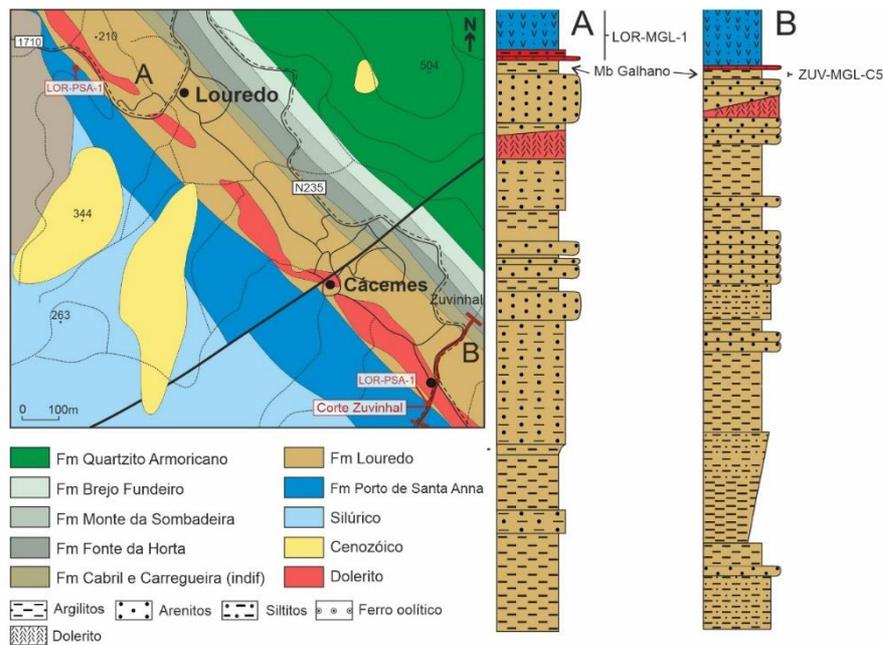


Figura 12. Mapa geológico de Pereira (2017) dos setores de Louredo-Cávemes, com a localização das jazidas estudadas. (A) e (B) - Coluna estratigráfica das jazidas estudadas.

contenant des moules de fossiles en petite quantité, en général déformés". O Membro Galhano tem continuidade lateral limitada, sendo que, a cerca de 250m a sul do estratótipo, não foi detetado, estando o topo da Formação Louredo representado por um siltito argilítico amarelo esbranquiçado (camada 5 do corte do Vale de S. Jorge de Delgado, 1908, p. 39). Já a norte do estratótipo, nos setores de Cávemes e Louredo, o membro ocorre com a mesma espessura aproximada (3m). Esta tendência de diminuição de espessura (e desaparecimento) do Membro Galhano para sul é transversal aos restantes membros argilíticos da Formação Louredo, que só foram reconhecidos no Sinclinal de Buçaco.

Até ao momento, a única associação fossilífera conhecida no Membro Galhano provinha do seu estratótipo (corte Zuvinhai; jazida ZUV-MGL-5; **Fig.12**), tendo sido documentados (Delgado, 1908; Young, 1985; Sá et al. 2011 e Pereira, 2017) gastrópodes [*Bellerophon (Tropidodiscus)*], *Pleurotomaria bussacensis?*], bivalves (*Praeleda ribeiroi*), braquiópodes (*Hedstroemina* cf. sp. aff. *mundae*), trilobites (*Dalmanitina philippoti*), graptólitos diplograptáceos, briozoários (*Disteichia reticulata* e *Synocladia* sp.), bem como uma associação microfossilífera de acritarcos e quitinozoários (Elaouad Debbaj, 1978; Paris, 1979, 1981). Os dados de quitinozoários permitiram atribuir a associação à biozona C17 de Paris (1979), definida pelo acme de *Conochitina homoclaviformis*. Nos últimos anos, foi descoberta uma nova associação fossilífera no Membro Galhano, a cerca de 5km a norte do seu estratótipo, na clássica localidade da "Vinha da Leira Má" (Louredo; LOR-MGL-1 de Pereira, 2017, **Fig. 12**). Esta associação é proveniente de um nível fino, mesmo a topo da unidade, e é um

pouco mais diversa do que a que era anteriormente conhecida no estratótipo do Membro Galhano. A nova associação está constituída por braquiópodes, briozoários, hyolithídeos, graptólitos, gastrópodes, trilobites e abundantes ostracodos, os quais foram estudados pela primeira vez no âmbito de um estágio de licenciatura da autora deste trabalho, que abriu continuidade à presente dissertação. Adicionalmente, foi recolhido um único espécime de ostracodo também no estratótipo da unidade (Galhano; ZUV-MGL-5 de Pereira, 2017, **Fig.12**), onde anteriormente o grupo não era conhecido.

No Sinclinal de Penha Garcia (**Fig.13**) foi apenas diferenciado um membro argílitico no topo da Formação Louredo, designado Membro Vaca (30m), o qual poderia ser um equivalente lateral do Membro Galhano (**Fig.14**) (Young, 1988; Pereira, 2017).

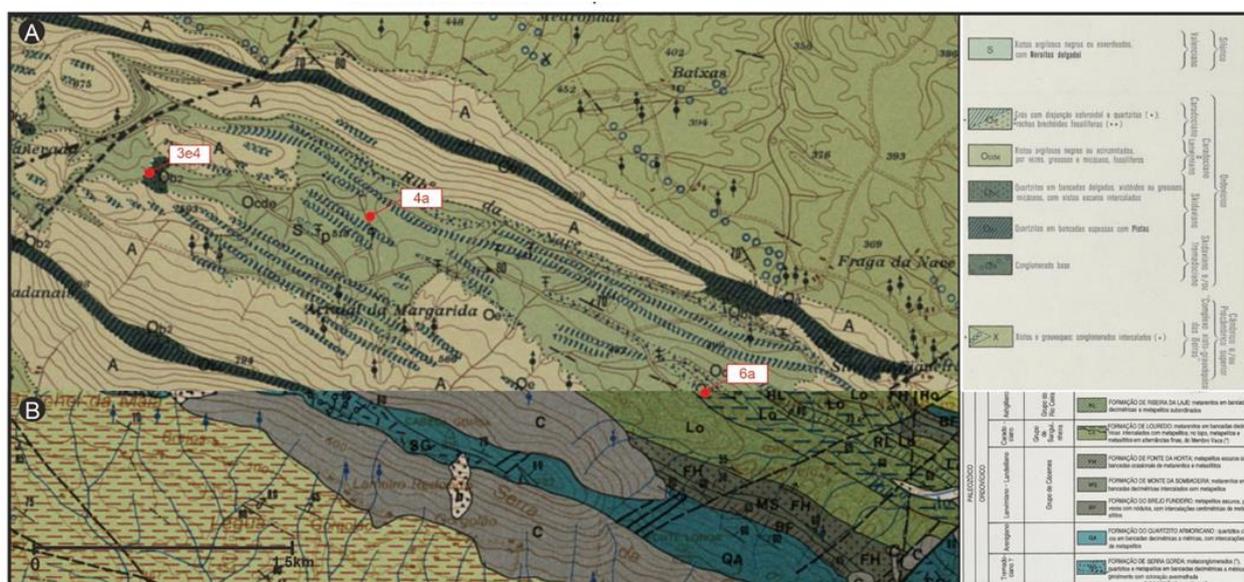


Figura 13. Folha 21-D – Vale Feitoso da Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50000 (Perdigão, 1975) e Folha 25-B – Salvaterra do Extremo Carta Geológica de Portugal, na escala 1:50000 (Sequeira et al., 1996).

4. Antecedentes paleontológicos

O registo de ostracodos no Paleozoico em Portugal foi raramente focado e o conhecimento da diversidade nacional do grupo neste eratema é extremamente reduzido. Porém, o grupo foi incluído logo nos trabalhos geológicos pioneiros do Paleozoico em Portugal. Os estudos geológicos do Ordovícico da ZCI de Portugal central iniciaram-se por Carlos Ribeiro, que fez uma primeira nota na revista “O Atheneu” em 1850. O desenvolvimento das suas pesquisas na região de Buçaco conduziu a um trabalho vanguardista por Ribeiro et al. (1853), em colaboração com o geólogo inglês Daniel Sharpe e outros paleontólogos britânicos, no qual descreveram a sequência ordovícica do Sinclinal de Buçaco, incluindo a sucessão que atualmente corresponde à Formação Louredo, em estudo neste trabalho. Estes autores descreveram vários fósseis para diferentes unidades ordovícicas, tendo definido duas espécies novas de ostracodos (**Fig.15**): “*Beyrichia Bussacensis*” e “*Beyrichia simplex*” (Jones in Ribeiro et al., 1853), provenientes do Ordovícico Médio (Grupo Cácemes) do Sinclinal de Buçaco. Porém, no Ordovícico Superior, não identificaram qualquer registo do grupo.

No virar do século, Nery Delgado (1908) publicou um trabalho muito importante sobre o Ordovícico e Silúrico portugueses e deixou listadas as associações de fósseis destes sistemas. Nestas, identificou pela primeira vez ostracodos no Ordovícico Superior de Portugal, num total de três espécies: “*Beyrichia Bussacensis*” e “*Beyrichia simplex*” nos “Schistes à *Dalmanites Dujardini*”, atual parte superior da Formação

* Organic Remains of the lower division of the Lower Silurian Rocks :—

<i>Illænus giganteus</i> , <i>Burm.</i> pl. 3. f. 10.	<i>Nucula</i> Ribeiro, n. s.
<i>I. Lusitanicus</i> , Sharpe, Journ. Geol. Soc. v. t. 6. f. 1.	— <i>Ezquerræ</i> , n. s.
<i>I. Desmaresti</i> , Rouault, Bull. Soc. Géol. Fr. 2 ser. vol. vi. t. 2. f. 2.	— <i>Eschwegii</i> , n. s.
<i>Phacops Dujardini</i> , Rouault, Bull. Soc. Géol. Fr. iv. t. 3. f. 5.	— <i>Maestri</i> , n. s.
— <i>prosevus</i> , <i>Emmerich</i> , <i>Burm.</i> t. 4. f. 3. <i>P. socialis</i> , Barrande.	— <i>Beirensis</i> , n. s.
<i>Phacoparia Zippei</i> , <i>Boek.</i>	— <i>Bussacensis</i> , n. s.
<i>Calymene Tristani</i> , <i>Brong.</i>	<i>Leda Escosuræ</i> , n. s.
— Arago, Rouault, Bull. Soc. Géol. Fr. vi. t. 2. f. 3.	<i>Dolabra</i> ? <i>Lusitanica</i> , n. s.
<i>Trinucleus Pongerardi</i> , Rouault, Bull. Soc. G. Fr. 2 ser. t. f.	<i>Cypricardia Beirensis</i> , n. s.
<i>Ogygia glabrata</i> , <i>Salter</i> , n. s.	<i>Modiolopsis elegantulus</i> , n. s.
<i>Beyrichia Bussacensis</i> , Jones, n. s.	<i>Orthis</i> Ribeiro, n. s.
— <i>simplex</i> , Jones, n. s.	— <i>Bussacensis</i> , n. s.
<i>Redonia Duvaliana</i> , Rouault.	— <i>fissicosta</i> ? <i>Hall</i> , t. 32. f. 7.
— <i>Deshayesiana</i> , Rouault.	— <i>basalis</i> , <i>Dalm.</i>
<i>Nucula Costæ</i> , n. s.	— <i>testudinaria</i> , <i>Dalm.</i>
— <i>Ciæ</i> , n. s.	— <i>parva</i> , <i>Pander.</i>
	<i>Pleurotomaria Bussacensis</i> , n. s.
	<i>Ribeiria pholadiformis</i> , n. s.
	<i>Bellerophon trilobatus</i> , Sil. Syst.
	— <i>carinatus</i> , Sil. Syst.
	<i>Theca Beirensis</i> , n. s.

Figura 15. Lista de fósseis descritos por Carlos Ribeiro e Daniel Sharpe. (1856).

Louredo, e uma espécie que considerou ser nova, "*Beyrichia major* sp. nov", nos "*Schistes culminantes et schistes diabásiques avec des calcaires subordonnés*", precisamente nos níveis que atualmente correspondem à parte inferior da Formação Porto de Santa Anna (**ver Fig. 16**). Porém, não descreveu nem figurou quaisquer fósseis e estes ostracodos registados nunca foram revistos. No âmbito deste trabalho, revimos este material, sendo que a nova espécie "*Beyrichia major* sp. n." de Delgado (1908) corresponde, na verdade, a uma glabela da trilobite *Actinopeltis spjeldnaesi* que foi mal interpretada por estar muito incompleta (**Fig. 16**). Os outros registos provenientes da Formação Louredo estão representados apenas por uma amostra isolada (**Fig. 16**) que, pela sua forma, aparenta ser *Satiellina delgadoi* (Vannier, 1983), descrita por Vannier (1986a) no trabalho que foi elaborado na sequência ordovícica do Sinclinal do Buçaco, representando as formações Fonte da Horta, Cabril e Carregueira.

O estudo dos ostracodos do Ordovícico português é apenas retomado na segunda metade do século XX. Primeiro por Henry et al. (1974), que descreveram e atualizaram o conhecimento da associação de ostracodos da Formação Fonte da Horta do Dobrotiviano (Ordovícico Médio) do Sinclinal de Buçaco, anteriormente (e parcialmente) documentada por Ribeiro et al. (1853). Na década seguinte, os trabalhos de doutoramento de Jean Vannier (e.g. 1983a,b; 1986a,b) permitiram o estudo sistemático dos ostracodos do Ordovícico da Iberoarmórica (**Fig.17**), ainda que

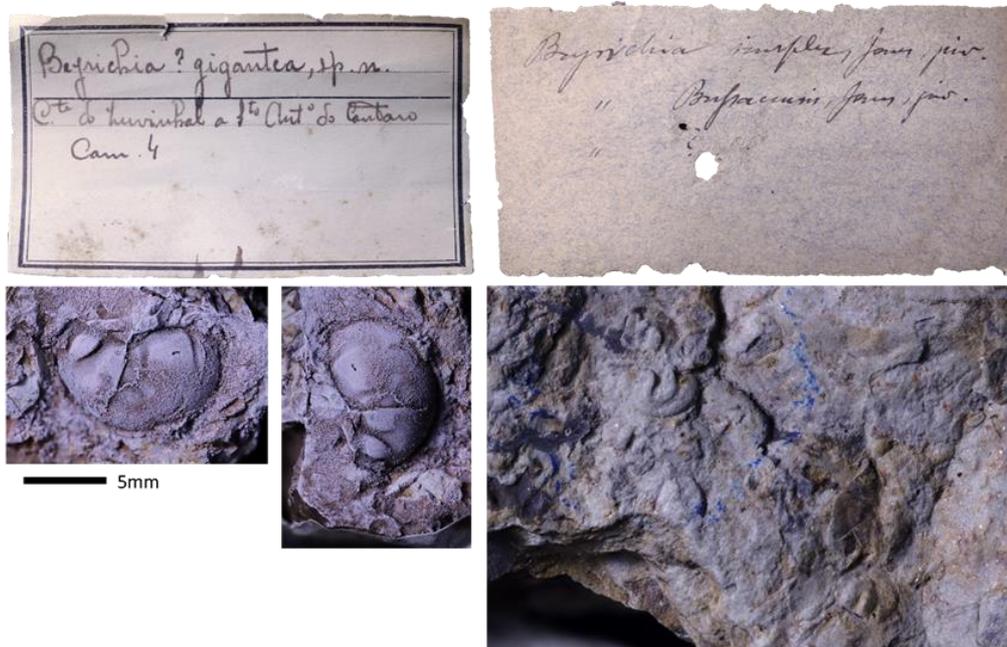


Figura 16. Etiquetas e espécimes originais de Nery Delgado, de ostracodos do Ordovícico Superior da região de Buçaco, depositados no Museu Geológico em Lisboa (MG2542 à esquerda, correspondente a uma glabela da trilobite *Actinopeltis spjeldnaesi* que foi mal interpretada e MG2476 à direita, com vários espécimes e sem distinção de qual corresponde a *Satiellina delgadoi*). Nota: Antes da publicação de Delgado (1908) o autor optou pelo epíteto gigantea para esta hipotética nova espécie, o qual foi alterado para major na publicação.

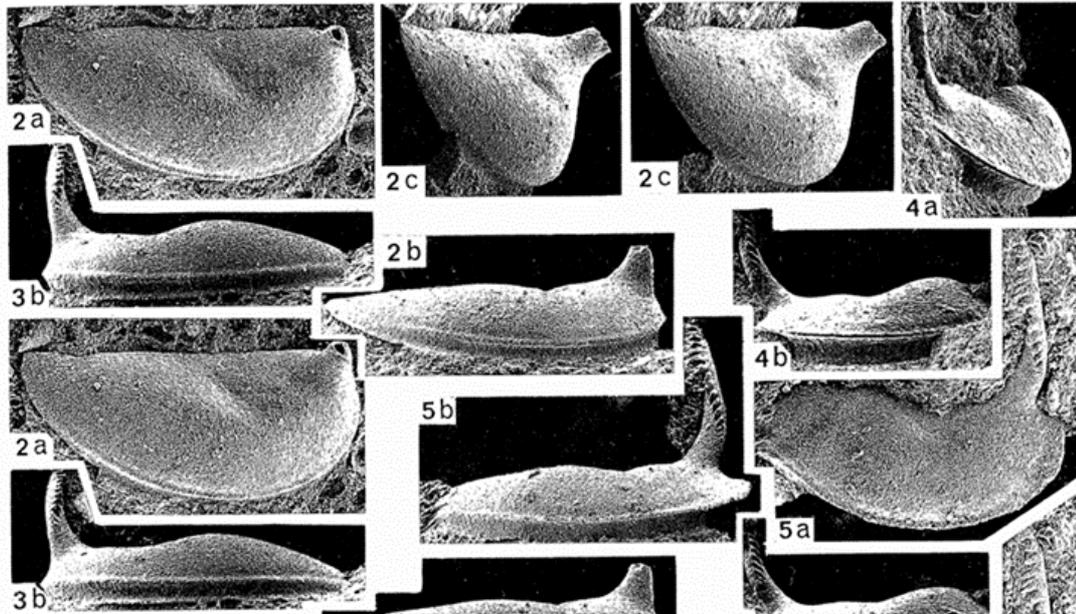


Figura 17. Estampa 1, Vannier 1986a, ostracodos a Formação Louredo, Cávemes (corte Zuvinhal, amostras BU-D 29-30; cf. Paris 1981). Sinclinal do Buçaco.

tenham sobretudo enfocado associações francesas. No que diz respeito a Portugal, o paleontólogo francês estudou uma coleção de fósseis recuperados durante campanhas de trabalho de campo para estudos palinológicos no Sinclinal de Buçaco (Paris, 1981), não tendo, portanto, efetuado uma amostragem intencional para recolha de espécimes do grupo. Vannier (1986a, 1986b) descreveu sete espécies provenientes do Grupo Cávemes (formações Fonte da Horta e Cabril) e três do Membro Zuvinhal da Formação Louredo (**Fig. 18**). É desta forma que descreve e figura pela primeira vez ostracodos do Ordovício Superior português, nomeadamente *Hastatellina? normandiensis* Přilýl, *Copelandia kerfornei* (Vannier, 1986a) (= *Vannieria kerfornei*) e *Satiellina delgadoi* (Vannier, 1983). Entre estas, destacam-se as duas últimas, que constituíram espécies novas descritas à data.

Os poucos registos do grupo no Paleozoico português que se seguiram, figurando ou não material, ocorreram em contexto de teses de doutoramento (e.g. Young, 1985; Romão, 2000; Sá, 2005) ou em pequenas notas de trabalhos dedicados a associações microfossilíferas onde há registo minoritário do grupo (e.g. Romano et al., 1986). Somente Sá et al. (2011), Pereira et al. (2015) e Colmenar et al. (2018) voltaram a documentar e/ou figurar ostracodos no Ordovício Superior da ZCI portuguesa: os primeiros identificaram os ostracodos *Vogdesella ngakoi*, *Ulrichia* sp., *Leperditella? sp.* e *Marquezina* sp. na Formação Carregueira do Sinclinal de Amêndoa-Carvoeiro, e os dois últimos trabalhos identificaram apenas uma espécie proveniente da Formação Cabeço do Peão do Sinclinal de Amêndoa-Carvoeiro (*Bollia? sp.*) e da Formação Ribeira do Braçal do Sinclinal do Buçaco (*Herrigia? sp.*), respetivamente.

Ao todo, anteriormente, foram apenas identificadas/listadas dez espécies de ostracodos nas sequências do Ordovícico Superior da ZCI portuguesa, das quais somente cinco foram descritas e figuradas em trabalhos de índole sistemática (Vannier, 1986a,b; Pereira et al., 2015 e Colmenar et al., 2018).

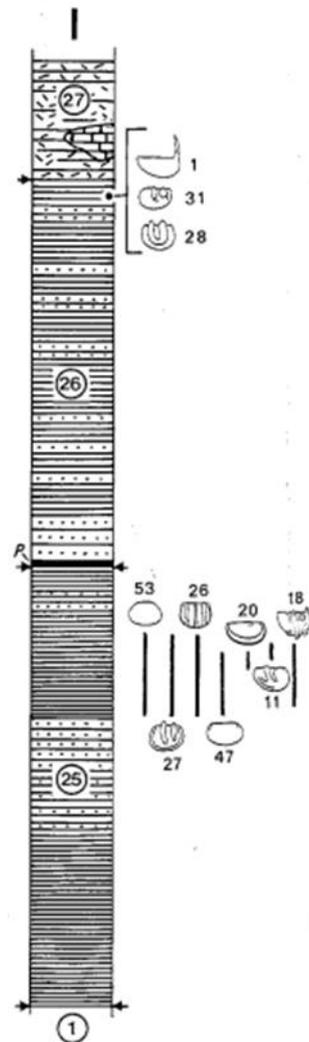


Figura 18. Log estratigráfico da sequência ordovícica do Sinclinal do Buçaco, representando as formações Fonte da Horta, Cabril e Carregueira (25) e a Formação Louredo (26) e os ostracodos identificados por Vannier (1986a,b) nestas, (1) *Hastatellina ? normandiensis* (Přibyl 1975); (11) *Reuentalina ribeiriana* (Jones, 1855); (18) *Quadritia (Krutatia) tromelini* (Vannier e Schallreuter, 1983); (20) *Marquezina nobleorum* n.g. n. sp.; (26) *Quadrijugator marcoi* n. sp.; (27) *Lardeuxella bussacensis* (Jones, 1853); (28) *Satiellina delgadoi* (Vannier, 1983); (31) *Copelandia kerfornei* n.g. n. sp.; (47) *Conchoprimitia ? sp.*; (53) *Medianella sp.*, Retirado de Vannier 1986a.

5. Material e Métodos

No presente capítulo apresentam-se o material e os métodos que foram aplicados neste trabalho, nomeadamente na prospeção e recolha de espécimes (5.1. Trabalho de Campo) e na preparação destes para estudo taxonómico e fotografia (5.2. Trabalho de Laboratório).

5.1. Trabalho de campo

As amostras estudadas neste trabalho foram coletadas em dois sinclinais diferentes da Zona Centro Ibérica, e em contextos distintos. Os materiais provenientes do Sinclinal de Buçaco provêm de duas jazidas e foram coletados em momentos distintos. A maioria do material foi recolhido pelo mestrando Miguel Pires (Departamento de Ciências da Terra da Universidade Nova de Lisboa) em 2018, numa campanha de prospeção da jazida da Vinha da Leira Má (LOR-MGL-1). Do material recolhido, foram selecionadas catorze amostras contendo espécimes de ostracodos e foram estas que motivaram o trabalho de estágio de licenciatura precursor desta dissertação. Posteriormente, já durante a realização do estágio de licenciatura pela autora, esta jazida foi novamente prospectada, mas estava já coberta pela vegetação. Alternativamente, prospectou-se o topo do Membro Galhano no seu estratótipo, tendo-se recolhido um único espécime que representa, assim, o primeiro registo do grupo naquela jazida (LOR-MGL-5).

Os materiais provenientes do Sinclinal de Penha Garcia foram recolhidos numa campanha de cartografia geológica para a Câmara de Idanha-a-Nova, realizada no ano de 2021 pela orientadora (S. Pereira). Foram selecionadas 19 amostras de rocha provenientes de três jazidas do Membro Vaca da Formação Louredo, nas quais se encontraram espécimes do grupo.

5.2. Trabalho de laboratório

As amostras foram reduzidas com um martelo para tentar individualizar as porções onde se reconheceram ostracodos. Após este procedimento, fez-se uma lavagem com água com a utilização de um pincel muito suave, de maneira a retirar qualquer tipo de vegetação e sedimento solto das amostras. Estas foram numeradas com o auxílio de um marcador preto permanente e observadas em lupa binocular BMS-141, de maneira a fazer uma primeira avaliação quantitativa do número de espécimes presentes em

cada fração de amostra. Procedeu-se a uma limpeza mais profunda, com a utilização de uma tina de ultrassom *JP selecta* s.a., para retirar grãos e óxidos que dificultassem o estudo sistemático. Por fim, procedeu-se a uma limpeza mecânica com a utilização de agulhas e um percutor (Dremel Engraver modelo 290 JM). Para estudar a morfologia da superfície externa das valvas de ostracodos foram realizados moldes em látex dos moldes naturais externos (**Fig. 19**).

Para fotografia, os espécimes estudados foram branqueados com cloreto de amónio (**Fig. 19**), uma substância que se decompõe devido ao aquecimento e combustão, emitindo vapores esbranquiçados que permitem aumentar o contraste do fóssil. Já nas amostras com uma matriz mais clara (**Fig. 19**), como é o caso das provenientes do Membro Vaca (Sinclinal de Penha Garcia), procedeu-se primeiro ao seu escurecimento, com a utilização de grafite diluída em água, para posteriormente o branqueamento poder gerar contraste (**Fig. 19**).

As fotografias foram feitas com uma lente macro Canon MPE 65mm f/2.8 1-5x e uma máquina fotográfica Canon EOS 77D (**Fig. 20**). Cada espécime foi fotografado com diferentes profundidades de campo, sendo que a imagem final foi obtida através da sobreposição destas fotografias (*stacking*) com o software Helicon Focus 6.4.3 (Helicon Soft Ltd., Ucrânia).

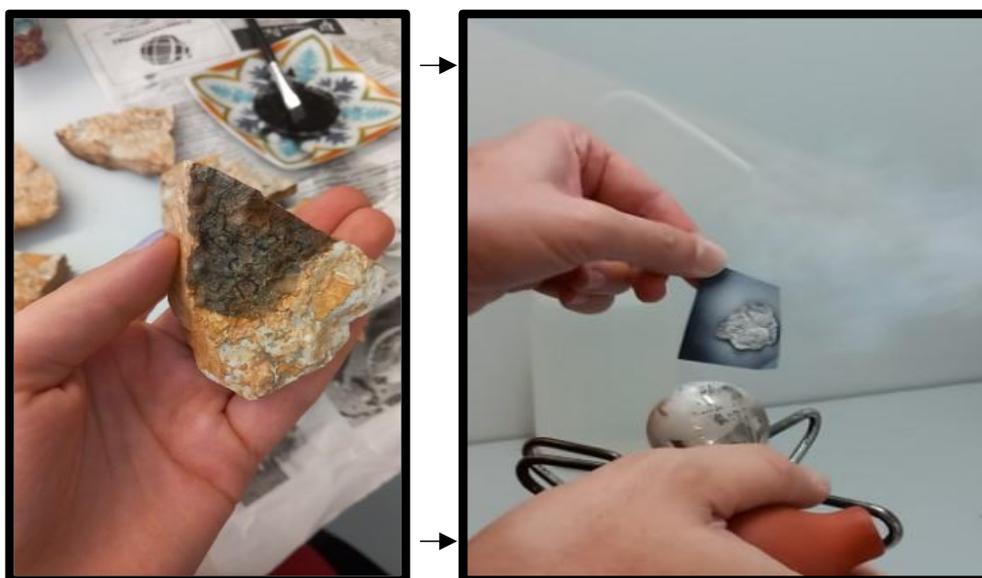


Figura 19. À esquerda: escurecimento das amostras mais claras com grafite; à direita: branqueamento dos moldes em latex com cloreto de amónio.

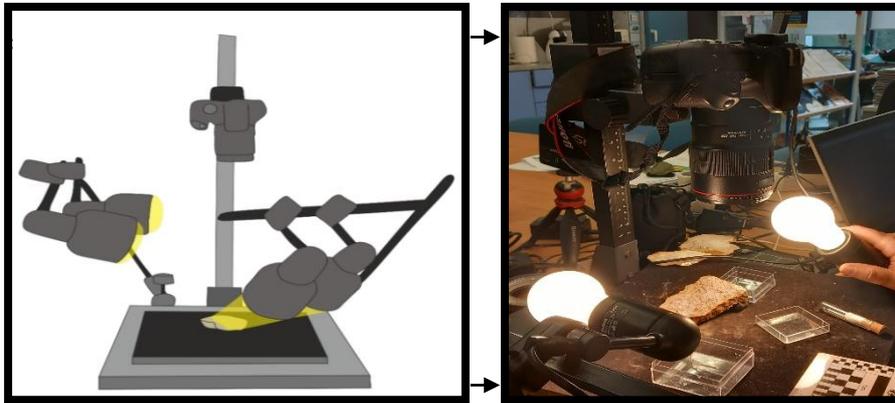


Figura 20. Procedimento adotado para fotografia dos espécimes: copy-stand com câmara fotográfica conectada a um computador para disparo remoto, fundo negro opaco e controlo da luminosidade por meio de duas fontes de luz para ajuste de sombras pretendido, imagem da direita, Adaptado, Pereira (2017).

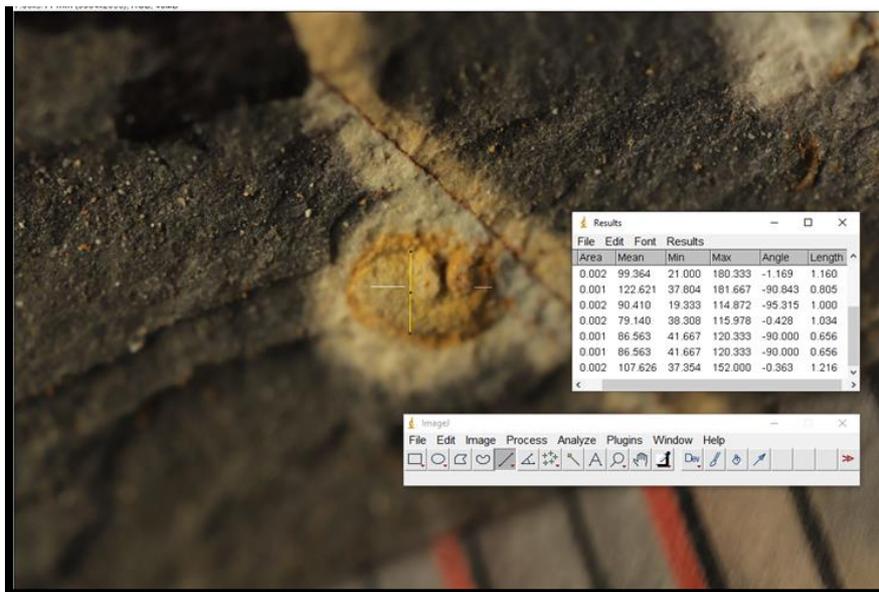


Figura 21. Software ImageJ utilizado na medição dos ostracodos em estudo.

Os espécimes foram medidos com o auxílio do software ImageJ (**Fig. 21**) e a escala utilizada foi a milimétrica. O ImageJ é um programa de processamento de imagens de código aberto desenvolvido em Java. Foi criado pelo National Institutes of Health e oferece recursos para editar, analisar e processar vários formatos de imagem. A funcionalidade do seu uso neste trabalho é a de definição de uma escala. Esta função permitiu medir com precisão as dimensões dos ostracodos através das fotografias, utilizando-se uma escala conhecida. Isso possibilitou a conversão de um comprimento em pixels para milímetros. Para realizar a medição, primeiro foi necessário usar a ferramenta de desenho de linhas para traçar uma linha que corresponde a uma distância conhecida. Em seguida, definiu-se a escala e preencheram-se os campos solicitados com o valor da distância conhecida e a unidade métrica correspondente. Dessa forma, a escala definida pôde ser aplicada para medir outros objetos na imagem.

6. Paleontologia Sistemática

O material estudado encontra-se atualmente localizado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e será posteriormente depositado no Centro Paleontológico Nery Delgado (Vales de Cima, Torres Novas) – material do Sinclinal de Buçaco – e no futuro Centro Interpretativo de Paleobiologia de Trilobites (Penha Garcia) – material do Sinclinal de Penha Garcia. A terminologia morfológica utilizada segue as propostas de Vannier (1986a,b), sendo que os termos portugueses específicos para o grupo seguem Cabral et al. (2015). As dimensões das carapaças são indicadas quanto ao seu comprimento (L) e largura (H) (**Fig.4**).

Classe **Ostracoda** Latreille, 1806

Subclasse **Podocopa** Sars, 1866

Ordem **Beyrichiocopida** Pokorný, 1954

Subordem **Palaeocopina** Henningsmoen, 1953

Superfamília **Hollinoidea** Swartz, 1936

Família **Tetradellidae** Swartz, 1936

Subfamília **Tetradellinae** Swartz, 1936

Género **Ceratopsis** Ulrich, 1894

Espécie-tipo. *Beyrichia chambersi* Miller, 1874, designada por Ulrich (1894).

***Ceratopsis cf. persicus* Salas in Poursalehi et al, 2022**

(Est. 1, Fig.A-C; Est. 5, Fig.A-E)

Material. Dez valvas, moldes internos e moldes externos (amostras 805, 809, 3e4_2b-1, 3e4_11)

Ocorrência. Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovício Superior) do Sinclinal de Buçaco (jazida LOR-MGL-1).

Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazida 3e4).

Descrição. Diversas valvas com um comprimento médio de L: 1,999mm e uma altura média de H: 1.00 mm. Apresenta ângulo cardinal anterior obtuso e posterior reto a ligeiramente obtuso. A valva tem uma forma subelíptica em vista lateral. A margem anterior é curvada e a posterior é acuminada em direção à metade dorsal da valva (**Est.1, Fig. A.1., A.2.**). A margem ventral apresenta-se ligeiramente curvada a reta. L1 apresenta-se com forma semicircular e localiza-se no ângulo cardinal anterior, ultrapassando a margem dorsal. L2 apresenta-se com uma inclinação posterodorsal e com uma forma retilínea. Na parte posterior da valva, e separado de L2 por um sulco bem definido e inclinado (S2), encontram-se L3+L4 num único lóbulo. Os espécimes mostram dimorfismo velar, sendo que os exemplares heteromorfos têm um velo bem definido que se estende desde o ângulo cardinal anterior até à margem postero-ventral. Os espécimes tecnomorfos só apresentam uma crista marginal.

Observações. O material estudado é atribuído ao género *Ceratopsis* por apresentar uma superfície lateral quadrilobada, pela morfologia dos lóbulos e, particularmente, do processo anterodorsal e pela presença de dimorfismo velar. De entre as espécies definidas para o género, o material português apresenta mais semelhanças com *C. persicus* do Ordovícico Superior (Katiano-Hirnantiano?) do Irão (Poursalehi et al, 2022) pela ausência de S3, fusão de L3 e L4, pelo dimorfismo velar evidente e pela presença de um L1 (processo anterodorsal) arredondado. No que diz respeito a outras espécies do género, a lobação das valvas recorda também as espécies *C. hastata* (Barrande, 1872) do Ordovícico Superior (Sandbiano) da República Checa e de *C. normandiensis* (Příbyl, 1975) do Ordovícico Superior (Sandbiano superior – Katiano inferior) da Iberoarmórica, mas nestas duas últimas espécies o processo anterodorsal é longo e vertical, definindo um espinho (e.g. ver Vannier, 1986a, est. 1, fig. 3b) e a lobação está francamente menos definida. Anteriormente, Vannier (1986a) identificou a espécie *C. normandiensis* na Formação Louredo, no Membro Zuvinhal, que se localiza a algumas dezenas de metros estratigraficamente abaixo do Membro Galhano, de onde provém o material agora estudado. Porém, não há quaisquer evidências de que os espécimes sejam conspecíficos. Dada a morfologia frágil do processo anterodorsal de *C. normandiensis*, poder-se-ia equacionar que poderia estar ausente no material estudado por questões tafonómicas. Porém, a sua superfície arredondada e a boa preservação de alguns moldes externos não sugerem que os espécimes do Membro Galhano tivessem um processo longo. De entre outras espécies descritas no

Ordovícico Superior do domínio peri-gondwânico de alta latitude, o material português apresenta alguma semelhança também com *C. krutai* Vannier, 1987 mas, uma vez mais, o processo anterodorsal parece estar mais desenvolvido na espécie checa (e.g. Vannier, 1987, est. 3, fig. 1). Porém, alguns dos espécimes (**e.g. Est. 5, Fig D; Est.1, Fig.C.1, C.2**) parecem ter processos equivalentes em termos de desenvolvimento e, ainda que não preservem o aspeto espinhoso observado no processo de *C. krutai*, tal pode dever-se ao mau estado de preservação.

O género *Ceratopsis* tem registos desde o Ordovícico Médio até ao Superior, com distribuição paleogeográfica na Laurentia (América do Norte), Avalónia (Reino Unido) e peri-Gondwana de alta latitude (Portugal, Espanha, França e República Checa), sendo que a maioria das 16 espécies descritas (Poursalehi et al, 2022) são do Ordovícico Superior.

***Ceratopsis* sp.**

(Est.1, Fig.D-E ; Est.2, Fig. A-C; Est.5, Fig.F-G ; Est.6 Fig. A-D)

Material. Dezenas de valvas isoladas, incluindo moldes externos e internos (amostras números 806, 809, 807, 3e4_09a-2, 3e4_10a-1, 3e4_11b, 6a-13 e 6a-06.).

Ocorrência. Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco (jazida LOR-MGL-1).

Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazidas 3e4 e 6a).

Observações. Optou-se por identificar em nomenclatura aberta um conjunto de espécimes de *Ceratopsis*, provenientes das mesmas jazidas de *C. cf. persicus*, uma vez que a má preservação não permite determinar se a ausência de velo é aparente, por causas tafonómicas, ou se é real. Tendo em conta que o material provém todo das mesmas jazidas, é provável que seja conspecífico dos espécimes identificados como *C. cf. persicus*. Porém, não é de excluir que possam estar representadas duas espécies distintas de *Ceratopsis* uma vez que *C. normandiensis*, descrita no Membro Zuvinhal da Formação Louredo, carece de velo e é morfologicamente semelhante nos caracteres que, pela má preservação, não permitem um maior detalhe.

Subordem **Binodicopa** Schallreuter, 1972

Superfamília **Drepanelloidea** Ulrich & Bassler, 1923

Família **Drepanellidae** Ulrich & Bassler, 1923

Género **Kinnekullea** Henningsmoen, 1948

Espécie-tipo. *Kinnekullea waerni* Henningsmoen, 1948, “*Tretaspis* Shale”, Kinnekulle, Västergötland, Suécia.

***Kinnekullea* sp.
(Est. 6, Fig. E)**

Material. Um espécime mal preservado, molde interno (amostra número 3e4_10b-2).

Ocorrência. Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazidas 3e4).

Observações. O único espécime encontrado apresenta um comprimento aproximado de L=1,103 mm e altura de H=0,629 mm. O estado de preservação e a raridade do material dificultam a avaliação dos caracteres desta forma. Porém, a presença de dois nódulos com forte relevo, L1 com contorno subcircular e L2 aparentemente com contorno elíptico (**Est.6, Fig. E**), sugerem o género *Kinnekullea*. De entre as espécies definidas para este género (ver Vannier, 1986a, p. 135), o espécime português recorda *K. morzadeci* Vannier, 1986 da Formação Sangsurière do Berouniano médio (Sandbiano superior-Katiano inferior) do Maciço Armoricano, pela posição de L1 e L2 centrados na valva, com dimensões semelhantes, quase tocando-se (comparar com Vannier, 1986a, pl. 12, figs. 1-2). Porém, nos espécimes portugueses os lóbulos parecem mais próximos entre si e não se distingue claramente um rebordo ventral a conectá-los. Será necessário recolher mais espécimes para uma designação mais precisa, sendo aqui identificado em nomenclatura aberta. *Kinnekullea* é um género com registos restritos ao Ordovícico Superior e, embora a sua diversidade seja relativamente baixa, tem ampla distribuição paleogeográfica, tendo sido documentado no domínio peri-gondwânico de alta latitude (Iberoarmórica), Báltica (escandinávia), Avalónia (Reino Unido) e Laurentia (Escócia) (e.g. Henningsmoen 1948; Gailite 1970, 1975; Schallreuter, 1971a, 1986; Vannier, 1986a; Meidla, 1996; Williams et al., 2000).

Família **Bolliidae** Bouček, 1936

Gênero **Warthinia** Spivey, 1939

Espécie-tipo. *Primitia nodosa* Ulrich, 1890 do Ordovícico Superior de Ohio, EUA.

***Warthinia* ? sp.**

(Est. 2, Figs. D-F: Est. 6, Fig.F)

Material. Quatro valvas, moldes internos (amostras números 802, 805, 809, e 3e4_18-2).

Ocorrência. Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco (jazida LOR-MGL-1).

Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazida 3e4).

Descrição. Valvas com uma dimensão média de L: 0,753 mm e H: 0,469mm. Contém uma margem dorsal retilínea. Os ângulos cardinais anterior e posterior são obtusos. Valvas com três nódulos distintos (**Est. 2, Fig. F**). Nódulo posterior (N3) maior, N2 ligeiramente mais pequeno, mas com contorno semelhante, ambos posicionados centralmente. N1 mais pequeno, posicionado mais ventralmente e claramente individualizado. Não se observa ornamentação na superfície externa das valvas, com exceção de um único espécime (**Est.6, Fig. F**), que parece apresentar uma superfície perfurada na parte ventral central da valva.

Observações. As formas descritas têm uma forma e lobação idênticas a espécies definidas no Ordovícico do domínio peri-gondwânico de alta latitude sob o nome de *Ulrichia* Jones, 1890 (atribuição durante muito tempo aceite para a espécie *Warthinia paupera* Spivey, 1939 da Formação Bohdalec da República Checa). A má preservação do material disponível não permite uma melhor comparação do material português, que recorda as espécies da República Checa *W. paupera* (ver Schallreuter & Hinz-Schallreuter, 1998) e *W. trinoda* Lajblová & Kraft, 2018 das formações Letná e Kraluv Dvur, nomeadamente pelo facto de não se observar qualquer evidência da característica ornamentação do género: a superfície da valva aplanada ou pseudovelum. Porém, o posicionalmente dos nódulos é diagnóstico do género, pelo

que se atribui tentativamente a *Warthinia*. Alternativamente, e dada a reduzida dimensão dos espécimes, poder-se-iam tratar de juvenis de *Vannieria*, mas não dispomos de mais dados que nos permitam avaliar esta possibilidade.

Superfamília **Aechminoidea** Bouček, 1936

Família **Circulinidae** Neckaja, 1966

Género ***Pseudulrichia*** Schmidt, 1941

Espécie tipo. *Leperditia bivertex* Ulrich, 1879.

***Pseudulrichia* ? sp.**

(Est.2, Fig.G-I; Est.6, Fig.G-H)

Material. Diversas valvas, moldes internos e externos (amostras número 806, 802, 3e4_09a-01, 3e4_09a-1)

Ocorrência. Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco (jazida LOR-MGL-1).

Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazida 3e4).

Descrição. Valvas com uma dimensão média de comprimento L: 0,900 mm e uma altura de H: 0,560 mm. Valvas de contorno elíptico, com margem dorsal ampla. Dois nódulos, ligeiramente mais próximos do bordo dorsal do que do ventral e mais próximos da margem anterior do que da margem posterior; N1 ligeiramente mais desenvolvido que N2.

Observações. A identificação é apenas tentativa, ainda que a disposição dos dois nódulos, contorno da valva e morfologia do bordo dorsal aproxime os espécimes estudados de *Pseudulrichia*, frequente no Ordovícico Superior da República Checa (e.g. Přibyl, 1975) e com distribuição geográfica ampla. O estado de preservação do material não permite mais considerações, sendo que estes espécimes poderiam também ser conspecíficos de *Vogdesella* ? sp. identificada na mesma jazida. Optámos, porém, por diferenciar os dois conjuntos de espécimes pela aparente posição distinta dos nódulos e contorno das valvas. O género *Pseudulrichia* apresenta

uma vasta distribuição, com registos no Ordovícico Médio da Avalónia (Jones, 1986), Maciço Ibero-Armoricano (Vannier, 1986), Checoslováquia (Pribyl, 1979), Precordilheira Argentina (Salas, 2002) e Ordovícico Médio e Superior da Báltica (Schallreuter, 1968, 1981) da Rússia (Gailite, 1970; Neckaja, 1966; Sidaraviciene, 1975) e Laurentia (Copeland, 1973).

Género **Vogdesella** Baker, 1924

Espécie tipo. *Jonesella obscura* Ulrich, 1894.

***Vogdesella* ? sp.**

(Est.6, Fig.I-J)

Material. Duas valvas, moldes internos e externos (amostras número 3e4_09b2, 3e4_09a-5)

Ocorrência. Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazida 3e4).

Descrição. Valvas com uma dimensão média de comprimento L: 0,995 mm e uma altura de H: 0,711 mm. Valvas de contorno subcircular, com margem dorsal curta. Dois nódulos, simétricos, arredondados, aproximadamente centrados na valva, com um sulco ténue entre eles, perpendicular ao bordo dorsal.

Observações. O contorno subcircular das valvas, com margem dorsal curta, e a morfologia dos nódulos N1 e N2, centrados, sugere o género *Vogdesella*, sobretudo tendo em conta as características presentes na espécie *V. ngakoi* Vannier, 1986 da Formação Andouillé do Berouniano de França. Porém, os espécimes portugueses parecem ter os nódulos mais desenvolvidos, mais semelhantes aos de *Pseudulrichia*. Por este motivo, a atribuição é feita com dúvida, pelos mesmos motivos anteriormente expressado nas observações de *Pseudulrichia* ? sp.

Género **Vannieria** Schallreuter, 1999

(=*Rogerella* Vannier, 1984; *Copelandia* Vannier, 1986)

Espécie-tipo. *Copelandia kerfornei* da Formação Louredo, Berouniano (Sandbiano superior-Katiano inferior) do Sinclinal de Buçaco (Portugal).

***Vannieria cf. kerfornei* (Vannier, 1986)**
(Est. 2, Fig. J-M; Est. 3, Fig. A-G; Est.7, Fig. A)

Material. Várias dezenas de espécimes, incluindo moldes internos e externos (amostras números 801, 802, 805, 806, 809, e 4a–02a).

Ocorrência. Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco (jazidas LOR-MGL-1 e ZUV-MGL-5).

Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazida 4a).

Descrição. Valvas estudadas com dimensão média de L: 1.302mm e H: 0.856mm. Contorno subelíptico, ângulo cardinal anterior e posterior obtusos (**Est. 2, Fig. J-K**). Bordo dorsal reto e perpendicular ao bordo anterior da valva. Bordo ventral curvo ou arredondado. Altura máxima da valva alinhada com o eixo central de N2. Dois nódulos, N1 e N2, alongados, com contornos muito bem definidos, perpendiculares ao bordo dorsal; nódulo anterior (N1) com um contorno mais arredondado e menos alto do que o nódulo posterior. N2, o nódulo posterior, apresenta-se mais alongado na maioria dos espécimes; quanto à sua forma, esta é elíptica e alongada. Alguns espécimes apresentam N1 e N2 mais desiguais e afastados (**Est. 1, Figs. A-G**), outros apresentam N1 e N2 mais próximos, com dimensões menos distintas e N2 menos alongado (Est.2 Fig.M.). Pseudovelum incompleto, limitado à parte anterior da valva. Superfície externa aparentemente lisa. O bordo ventral apresenta um rebordo com alguma espessura, estendendo-se paralelo a N2, com um relevo que vai diminuindo à medida que se aproxima da terminação ventral de N2. O rebordo está separado de N1 por uma depressão estreita.

Discussão. Vannier (1986a) definiu a espécie *Copelandia kerfornei* na Formação Louredo, no Membro Zuvinhal, a apenas 20m abaixo do Membro Galhano. Porém, dispunha de poucos espécimes (apenas três) com preservação intermédia. A espécie tipo *C. kerfornei* foi posteriormente atribuída ao novo género *Vannieria* Schallreuter, 1999, por Schallreuter (1999: 56). *Vannieria cf. kerfornei* é a espécie mais abundante na associação do Sinclinal de Buçaco e alguns espécimes apresentam uma preservação melhor do que a do material-tipo de *V. kerfornei*. Porém, algumas diferenças não permitem, para já, verificar a conspecificidade do material dos

membros Zuvinhal, Galhano e Vaca. Além da variabilidade intra-específica que é observada entre os espécimes estudados, o material estudado ora apresenta N1 e N2 mais próximos do que em *V. kerfornei* (e.g. comparar Est. 1, Figs. E.1. e F.2 com Vannier, 1986a, pl. 5, figs. 3, 4), ora, quando os apresenta a uma distância similar, N2 é mais estreito e longo e curva em direção anterior ao aproximar-se do bordo ventral. Este poderá ser um problema de preservação, ou então poderá dever-se à distinta deformação do material nas diferentes localidades. Recolha de espécimes adicionais de *V. kerfornei* na sua localidade-tipo poderá permitir diagnosticar melhor a variabilidade da espécie e concluir se o material do Membro Galhano é conspecífico ou se representa uma espécie distinta.

O género *Vannieria* alcançou uma distribuição geográfica ampla durante o Ordovícico, particularmente o Ordovícico Superior, tendo sido registado no Gondwana (quer de alta-latitude, como na Iberoarmórica e República Checa, quer na Argentina) e também Laurentia (EUA).

Família incerta

Género *Lardeuxella* Vannier, 1986

Espécie-tipo. *Beyrichia bussacensis* Jones in Ribeiro et al., 1853 do Grupo Cássemes do Ordovícico Médio do Buçaco, Portugal.

***Lardeuxella* ? sp.**

(Est. 7, Fig.B)

Material. Uma valva incompleta, molde interno (amostra número 4a_03a).

Ocorrência. Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazida 4a).

Observações. Uma única valva incompleta é tentativamente atribuída ao género *Lardeuxella*, morfológicamente muito característico. A presença de dois lóbulos, L1 e L2 muito longos, finos e arqueados, que se prolongam até à margem ventral da valva, bem como o rebordo lateral de morfologia semelhante, sustentam a atribuição. Porém, o facto de a valva estar incompleta, de não se conhecerem mais espécimes e deste género ser típico do Ordovícico Médio, não se conhecendo registos no Ordovícico Superior, levaram-nos a manter a atribuição em nomenclatura aberta.

Ostracoda indet.

(Est. 4, Fig. A-F; Est.7 , Fig. C-F)

Material. Várias dezenas de espécimes, moldes internos e externos (amostras número 805, 806, 809, 810, 4a-03, 6a_05a e 6a-06-2).

Ocorrência. Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco (jazidas LOR-MGL-1 e ZUV-MGL-5).

Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia (jazidas 4a, 6a).

Descrição e observações. Valvas com uma dimensão média de L: 1.264 mm e de H:0.564 mm. Contorno subelíptico, alongado anteroposteriormente. Carapaça lisa (Est.9, Fig.H), sem existência de mais detalhes morfológicos. Possivelmente, representam ostracodos lisos Podocopa ou, eventualmente, Metocopa. Em raros espécimes, poderia estar presente um sulco central, localizado ventralmente, que recorda *Eocytherella* Bonnema 1933. De facto, a espécie *Eocytherella nioni* Vannier, 1986 foi anteriormente documentada na Formação Louredo, no Membro Zuvinhal. Porém, não foi possível verificar as características superfícies lateral e marginal mutuamente perpendiculares e a superfície lateral delimitada por uma crista arredondada. Posto isto, conjuntamente com o mau estado de preservação, optou-se por identificar apenas como Ostracoda indet.

7. Discussão e Conclusões

O estudo sistemático das duas associações inéditas de ostracodos da Formação Louredo do Ordovícico Superior de Portugal permitiu revelar uma diversidade considerável, tendo sido identificadas nove espécies, a maioria em nomenclatura aberta: *Ceratopsis* cf. *persicus* (Salas *in* Poursalehi et al. 2022), *Ceratopsis* sp., *Kinnekullea* sp., *Warthinia* ? sp., *Pseudulrichia* ? sp., *Vogdesella* ? sp., *Vannieria* cf. *kerfornei* (Vannier, 1986), *Lardeuxella* ? sp. e Ostracoda indet. As espécies *Kinnekullea* sp., *Vogdesella* ? sp. e *Lardeuxella* ? sp. ocorrem apenas no Membro Vaca do Sinclinal de Penha Garcia, enquanto as restantes espécies foram registadas tanto neste membro, como no Membro Galhano do Sinclinal de Buçaco.

De entre as espécies identificadas, apenas *Vannieria* cf. *kerfornei* foi reportada na Formação Louredo do Sinclinal de Buçaco (Vannier, 1986a,b), ainda que em níveis estratigraficamente inferiores aos agora estudados (Membro Zuvinhã da Formação Louredo). No que diz respeito aos restantes géneros agora identificados no Sinclinal de Buçaco, apenas *Ceratopsis* tinha sido reportado (Vannier, 1986), porém representado por uma espécie distinta das agora identificadas (*Ceratopsis normandiensis* no Membro Zuvinhã da Formação Louredo). Já no Sinclinal de Penha Garcia, cuja ocorrência do grupo se conhecia apenas devido a uma menção ('ostracodes') na tese de doutoramento de Young (1985, p. 33), não tinham ainda sido identificados nem documentados (descrição/figuras) quaisquer espécimes nas unidades do Ordovícico Superior.

Este trabalho constitui, assim, o primeiro registo em Portugal de representantes dos géneros *Warthinia*, *Pseudulrichia*, *Vogdesella* e *Kinnekullea*, ainda que os três primeiros tenham sido identificados com reservas, dado o mau estado de preservação do material. Também a espécie *Ceratopsis persicus* é identificada pela primeira vez em Portugal, ainda que em nomenclatura aberta (*C.* cf. *persicus*). Finalmente, o género *Lardeuxella*, frequente no Ordovícico Médio de Portugal (e da restante Iberoarmórica), é aqui identificado pela primeira vez no Ordovícico Superior. Embora a sua morfologia seja muito característica, optámos por identificá-lo com reservas por termos recolhido apenas um espécime incompleto e pelo facto de se julgar que este táxon estava restrito à série intermédia do Ordovícico.

As associações de ostracodos agora descritas são as mais diversas conhecidas até ao momento no Paleozoico português (nove espécies no Sinclinal de Penha Garcia e seis no Sinclinal de Buçaco), ultrapassando a diversidade de sete espécies anteriormente reportada para a Formação Fonte da Horta do Ordovícico Médio do

Sinclinal de Buçaco (ver Sá et al., 2011, p. 29). Isto põe em evidência a pertinência deste trabalho mas, demonstra sobretudo, a pouca atenção que o grupo tem recebido neste Eratema em Portugal e o muito que permanece por fazer nas sequências paleozoicas nacionais no que diz respeito à paleontologia de ostracodos.

Em termos biostratigráficos, é importante, numa primeira fase, comparar a associação agora estudada com aquela que foi documentada por Vannier (1986a, 1986b, 1987; Vannier et al., 1989) no Membro Zuvinhal da mesma unidade, cerca de vinte metros estratigraficamente abaixo do Membro Galhano. Ambas partilham uma única espécie em comum, *Vannieria kerfornei*, mas no Membro Zuvinhal ocorre uma espécie distinta de *Ceratopsis*, e as espécies *Satiellina delgadoi* e *Rivillina?* sp., as quais não foram encontradas no Membro Galhano. Por outro lado, são aqui reportados no Membro Galhano vários ostracodos que não foram documentados no Membro Zuvinhal. Os dados micropaleontológicos de Paris (1981, 1990) sugeriram que a parte superior da Formação Louredo (Membro Galhano) poderia ser já ‘post-Actonian’ (~Onnian), contrariamente à maior parte da unidade (que inclui o Membro Zuvinhal) que foi considerada “Actonian”, ambas divisões do Andar regional britânico “Streffordian”, escala à data utilizada nas sequências portuguesas. Atualmente, a escala em uso é a Ibero-boémica (Gutiérrez-Marco et al., 2016) e, embora a correlação entre ambas nem sempre seja exata, estes dados poderiam sugerir que o Membro Zuvinhal e o Membro Galhano teriam idades distintas, respetivamente Berouniano médio e Berouniano superior. Porém, os dados macropaleontológicos (Young, 1985; Pereira, 2017) sugerem que ambas as unidades poderiam ser Berouniano médio. Esta problemática tornou-se mais evidente com a recente descoberta de uma macroassociação tipicamente Berouniano médio (incluindo as espécies índice) no Membro Vaca da Formação Louredo no Sinclinal de Penha Garcia (Pereira et al., 2021).

Os dados obtidos neste trabalho permitem efetuar algumas considerações pertinentes, uma vez que os resultados sugerem que o Membro Galhano e o Membro Vaca podem ser contemporâneos, com seis espécies em comum (e com a totalidade de espécies – seis – identificadas no Membro Galhano a serem identificadas no Membro Vaca). Assim sendo, é expectável que ambos sejam Berouniano médio, sendo que as diferenças observadas entre a associação de ostracodos do Membro Zuvinhal e do Membro Galhano do Sinclinal de Buçaco poderiam apenas espelhar diferentes condições ecológicas. Embora não consigamos com os dados obtidos indicar uma idade (Berouniano médio ou superior (**Fig. 22**)) para as associações estudadas, estes apoiam fortemente uma correlação lateral entre o Membro Vaca e o Membro Galhano, o que sugeriria uma idade Berouniano médio para este último.

Em termos de correlação com outras regiões do domínio peri-gondwânico de alta latitude, as associações estudadas apresentam, particularmente, espécies em comum com França (Formações de Grés de Kermeur, Postlonnec, Raguenez, Pont-de-Caen, e Andouillé), e República Checa (Příbyl, 1977) nas Formações de Vinice e Zahofany do Berouniano médio e a Formação Bohdalec do Berouniano superior.

Dentro dos taxa identificados, *Ceratopsis* apresenta uma distribuição geográfica, no Ordovícico Médio a Superior, que se reparte por diversas regiões da Laurentia (América do Norte), Avalónia (Reino Unido) e peri-Gondwana de alta latitude (Portugal, Espanha, França e República Checa) (Poursalehi et al, 2022). Porém, há uma diferença morfológica clara entre as espécies registadas na Laurentia e as da região peri-gondwânica. *Ceratopsis persicus*, morfológicamente semelhante, foi anteriormente registada na Formação Katkoyeh do Ordovícico Superior (Katiano-Hirnantiano?) do Irão, também do domínio peri-gondwânico. *Warthinia* é um género típico dos domínios peri-gondwânicos de alta latitude, com várias espécies definidas no Ordovícico Superior da República Checa: *W. paupera* na Formação Letná, *Warthinia paupera* da Formação Bohdalec e *W. trinoda* na Formação Králův Dvůr, do Berouniano inferior, Berouniano superior e Kralodvoriano, respetivamente. *Vogdesella*, abundante no Ordovícico Europeu, quer no peri-Gondwana (Iberoarmórica e Arábia Saudita; Vannier & Vaslet, 1987), Báltica e Avalónia. O género *Vannieria*, particularmente abundante no Ordovícico Superior do domínio peri-gondwânico de alta latitude (Iberoarmórica e República Checa), foi também registado na Argentina (Laurentia). Tanto *Kinekullea* como *Pseudulrichia* são géneros cosmopolitas: o primeiro, com registo no Ordovícico Superior, apresenta baixa diversidade específica e foi registado no peri-Gondwana (Iberoarmórica), Báltica (Escandinávia), Avalónia (Reino Unido) e Laurentia (Escócia) (e.g. Henningsmoen 1948; Gailite 1970, 1975; Schallreuter, 1971a, 1986; Vannier, 1986a; Meidla, 1996; Williams et al., 2000). Já *Pseudulrichia* foi registado na Iberoarmórica (Vannier, 1986), República Checa (Příbyl, 1979), Pré-cordilheira Argentina (Salas, 2002) e Ordovícico Médio e Superior da Báltica (Schallreuter, 1968, 1981), da Rússia (Gailite, 1970; Neckaja, 1966; Sidaraviciene, 1975) e da Laurentia (Copeland, 1973).

A identificação tentativa de *Ceratopsis persicus*, do Ordovícico Superior (possivelmente Katiano superior/Hirnantiano) do Irão, é um detalhe interessante, uma vez que têm sido descritas nos últimos anos vários taxa em comum entre este setor e outras regiões perigondwânicas, nomeadamente a Iberoarmórica, a República Checa e a Sardenha (e.g. Gutiérrez-Marco et al., 2016 com referências). No entanto, em termos de esclarecimento cronostratigráfico (Berouniano médio *versus* superior), não permite a datação (até porque não são conhecidas associações de ostracodos no Berouniano superior de França). Embora a análise paleogeográfica seja preliminar,

uma vez que neste estudo muito do material é mantido em nomenclatura aberta, as formas encontradas mostram uma clara afinidade com a fauna peri-gondwânica, o que está de acordo com os dados de outros invertebrados (trilobites, braquiópodes, equinodermes), denotando um certo endemismo e reforçando a já conhecida afinidade da Iberoarmórica e da Boémia durante o Ordovícico Superior (e.g. Gutiérrez-Marco et al., 2016).

Não obstante a pouca atenção de que têm sido alvo, sobretudo se compararmos com o registo Mesozoico e Cenozoico, os ostracodos do Paleozoico de Portugal têm permanecido amplamente por prosperar, explorar e estudar. Este trabalho constitui uma contribuição para inverter esta situação, com o estudo de duas associações inéditas de ostracodos. Os novos dados demonstraram o potencial do grupo para a correlação local (e.g. a correlação entre o Membro Vaca e o Membro Galhano), bem como para correlação à escala regional, no contexto do domínio peri-gondwânico de alta latitude (e.g. França e República Checa).

ORDOVICIAN CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART
International Subcommittee on Ordovician Stratigraphy



	GLOBAL	UNITED KINGDOM	NORTH AMERICA	BALTOSCANDIA	AUSTRALIA	CHINA	SIBERIA	MEDITERRANEAN & N.GONDWANA	Stage Slices (SS)						
SYSTEM	SERIES	STAGE	SERIES	STAGE	SERIES	STAGE	SERIES	STAGE							
ORDOVICIAN	UPPER ORDOVICIAN	HIRNANTIAN	CINCINNATIAN	GAMACHIAN	HARJU	PORKUNI	UPPER	BOLINDIAN	UPPER	HIRNANTIAN	Not distinguished	HIRNANTIAN (=KOSOVIAN)	Hi2		
		RAWTHEYAN CAUTLEYAN PUSGILLIAN		RICHMONDIAN MAYSVILLIAN EDENIAN		PIRGU WORME NABALA RAKYERE ONDOU KELA							CHIENTANGKIANGIAN	BURIAN NIRUNDIAN DOLBORIAN	KRALODVORIAN
		STREFFORDIAN CHENEYAN		MOHAWKIAN	CHATFIELDIAN	VIRU	HALJALA	UPPER		GISBORNIAN	NEICHIASHANIAN	UPPER	BAKSIAN	BERTOUNIAN	U M Sa2
		BURRELLIAN		TURINIAN	KUKRUSE		KIMBERLYAN								CHERTOVSKIAN
		AURELUCIAN		WHITEROCKIAN	CHAZYAN	GSSP	UJAKU LASHNAMAGI ASERI KUNDA	MIDDLE		DARRIWILIAN	MIDDLE	DARRIWILIAN	KORENSKO-KLORNIAN VOLGINIAN MUKTEIAN VIKHOREVIAN	ORETANIAN	U Dw3 Dw2 Dw1
		LLANDEILIAN ABEREIDDIAN					Not distinguished								VOLKHOV
	FENNIAN	IBEXIAN	RANGERIAN	OELAND	BILLINGEN	LOWER	CASTLEMANNIAN	MIDDLE	DAPINGIAN	GSSP	ARENIGIAN	Dp1			
	WHITLANDIAN		BLACK HILLSIAN		HUNNEBERG							CHEWTONIAN BENDIGONIAN	FLOJIAN	UGORIAN	M F3 F2 F1
	MORIDUNIAN	TULEAN	STAIRSIAN	GSSP	VARANGU	LOWER	LANCEFELDIAN	LOWER	FLOJIAN	NYAIAN	TREMADOCIAN	U Tr3 Tr2 Tr1			
	MIGNEINTIAN	SKULLROCKIAN	PAKERORT		TREMADOCIAN										
	LOWER ORDOVICIAN	FLOJIAN	CRESSAGIAN	GSSP											

Figura 22. Tabela cronostratigráfica regional para o Ordovícico (Bergström et al., 2009).

Referências Bibliográficas

AZOR, A., GONZÁLEZ LODEIRO, F., SIMANCAS, J. (1994). Tectonic evolution of the boundary between the Central Iberian and Ossa-Morena zones (Variscan belt, southwest Spain), *Tectonics*, 13, 45–61.

<https://doi.org/10.1029/93TC02724>

BAYET-GOLL, A., DE CARVALHO, C. N. (2020). Architectural evolution of a mixed-influenced deltaic succession: Lower-to-Middle Ordovician Armorican Quartzite in the southwest Central Iberian Zone, Penha Garcia Formation (Portugal), *International Journal of Earth Sciences*, 109(7), 2495-2526.

<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2020.109754>

BENSON, R. H., BERDAN, J. M., VAN DEN BOLS, W. A., HANAI, TETSURO, HESSLAND, IVAR, HOWE, H. V., KESLING, R. V., LEVINSON, S. A., REYMENT, R. A., MOORE, R. C., SCOTT, H. W., SHAVER, R. H., SOHN, I. G., STOVER L. E., SWAIN, F. M., SYLVESTER, B. (1961). Ostracoda. En: Treatise on invertebrate paleontology. Parte Q Arthropoda 3, Crustacea, (R. C. Moore ed.) *Geological Society of America and University of Kansas Press*, 1-442.

CABRAL, M. C., COLIN, J.P., AZERÊDO, A. C., SILVA, R. L., DUARTE, L. V. (2015). Brackish and marine ostracode assemblages from the Sinemurian of western Portugal, with descriptions of new species, *Micropaleontology*, 61(1/2), 3–24.

<http://www.jstor.org/stable/24413744>

CABRAL, M. C., LORD, A. R., PINTO, S., DUARTE, L. V., AZEREDO, A. C. (2020). Ostracods of the Toarcian (Jurassic) of Peniche, Portugal: taxonomy and evolution across and beyond the GSSP interval, *Bulletin of Geosciences*, 95(3).

<https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1778>

CABRAL, M.C., LOUREIRO, IM. (2013). Visão geral dos ostracodes (Crustáceos) Recentes e Holocênicos de ambientes salobros e marinhos de Portugal, *Journal of Micropalaeontology*, 32 (2), 135-159.

<https://doi.org/10.1144/jmpaleo2012-019>

CHACÓN, M. L. M., RIVAS, P. (EDS.) (2009). Paleontología de invertebrados, Sociedade Espanhola de Paleontologia, Instituto Geológico e Mineiro de Espanha, Universidade de Oviedo, Universidade de Granada, 524.

COLMENAR, J., RASMUSSEN, C. M. (2018). A Gondwanan perspective on the Ordovician radiation constrains its temporal duration and suggests first wave of speciation, fuelled by Cambrian clades, *Lethaia*, 51(2), 286-295.

<https://doi.org/10.1111/let.12238>

COLIN, J.P., LETHIER, F. (1988). The importance of ostracodes in Biostratigraphicanalysis- In: Dekker, P., Colin, J. P. and Peypouquet, J.P.(eds.): *Ostracoda in the Earth Science*, Elsevier, Amestrdam, Oxford, New Yourk, Tokyo, 27-45.

DELGADO, J.F.N. (1908). Système Silurien du Portugal. Etude stratigraphique paléontologique: Commission du Service géologique du Portugal, *Mémoires*, Lisboa, 245 p.

DIAS, R., RIBEIRO, A. (1994). Constriction in a transpressive regime: an example in the Ibero-Armoricain Arc. *J. Struct. Geol.*, 16/11, 1543-1554.

[https://doi.org/10.1016/0191-8141\(94\)90032-9](https://doi.org/10.1016/0191-8141(94)90032-9)

ELAOUAD-DEBBAJ, Z. (1978). Acritarches de l'Ordovicien Supérieur du Synclinal do Buçaco (Portugal). Systématique – Biostratigraphie – Intérêt paléogéographique, *Bulletin de la Société Géologique et Mineralogique de Bretagne, série C*, 10(2), 1-101.

GUTIÉRREZ-MARCO, J.C., RÁBANO, I., SAN JOSÉ, M.A. HERRANZ, P. & SARMIENTO, G.N. (1995). Oretanian and Dobrotivian stages vs. 'Llanvirn-Llandeilo' Series in the Ordovician of the Iberian Peninsula. In Cooper, J.D., Droser, M.L. & Finney, S.C. (eds): Ordovician Odyssey: Short papers for the 7th Symposium on the Ordovician System, Las Vegas, *Pacific Section of Society of Sedimentary Geology (SEPM)*, Fullerton, California, 77, 55– 59.

Gutiérrez-Marco, Juan Carlos, Sá, Artur, A., García-Bellido, Diego C., Rábano, Isabel. (2016). The Bohemo-Iberian regional chronostratigraphical scale for the Ordovician System and palaeontological correlations within South Gondwana, *Lethaia*, 50, 258-295.

<https://doi.org/10.1111/let.12216>

HARVEY, T.H., VÉLEZ, M.I., BUTTERFIELD NJ. (2012). Exceptionally preserved crustaceans from western Canada reveal a cryptic Cambrian radiation, *Proc Natl Acad Sci U S A*. Jan 31,109(5), 1589-94.

<https://doi.org/10.1007/BF03043974>

HASLETT, S. K. (2002). Quaternary Environmental Micropalaeontology. *Oxford University Press Inc.*, New York, 340 p.

[https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(02\)00197-X](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(02)00197-X)

HENRY, J.L., NION, J., PARIS, F. & THADEU, D. (1974). Chitinozoaires, Ostracodes et Trilobites de l'Ordovicien du Portugal (serra do Bucaco) et du massif Armoricaín: essai de comparaison et signification paleogeographique, *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 57, 303- 345.

HORNE, D.J, COHEN, A., & MARTENS, K. (2002). Taxonomia, morfologia e biologia de ostracodos quaternários e vivos, *Série de Monografias Geofísicas*, 5–36.

<https://doi.org/10.1029/131GM02>

JONES, (1889). On some Palaeozoic Ostracoda from North America, Wales, and Ireland, *Geological Society of London Quarterly Journal*, 46, p. 1-31, 4 pis.

JULIVERT, M., MARTÍNEZ, F. (1983). Estructura de conjunto e visión global de la Cordillera Herciniana. In: Comba, J. A. (Coord.), *Geología de España, Libro Jubilar de J.M. Ríos*, IGME, 612-630.

LAJBLOVÁ, K., E. KRAFT, P. (2018). Middle Katian/lowermost Hirnantian ostracods from the Prague Basin (Czech Republic): Diversity responses to the climatic changes: *Bulletin of Geosciences*, v. 93(2), 205–245.

<https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1676>

MARTÍNEZ CATALÁN, J. (1985). Estratigrafía y estructura del Domo de Lugo (sector W da zona Asturoccidental-Leonesa), *Corpus Geol. Gallaeciae* (2º serie), 2, 1-291.

MECO, I., LEGOINHA, P., ANTUNES, M.T. (2003). Ostracoda: database for the Neogene of Portugal, *Ciências da Terra*, 15, 249-252

MEDINA, J., RODRIGUEZ ALONSO, MD. & ALONSO GAVILÁN, G. (1998a). Sedimentação em plataforma siliciclástica do Grupo das Beiras (CXG) na região do Caramulo – Buçaco (Portugal Central), *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, 85, 39-71.

MEIRELES, C. A. P. D., CASTRO, P. F., VAZ, N., ÂNGELO, C., FERREIRA, N., SEQUEIRA, A. J., & SÁ, A. A. (2022). Lithostratigraphy of the “Schist-Greywacke Domain” in Portugal: a reappraisal, *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe, Revista de Xeoloxía Galega e do Hercínico Peninsular*, 44, 1-32.
<https://doi.org/10.17979/cadlaxe.2022.44.0.9281>

MOHIBULLAH, M., WILLIAMS, M., & ZALASIEWICZ, J. (2013). Late Ordovician ostracods of the Girvan district, south-west Scotland, *Monographs of the Palaeontographical Society*, 167(640), 1-40.
<https://doi.org/10.1080/02693445.2013.11963951>

OLIVEIRA, J.T., PEREIRA, E., PIÇARRA, J.M., YOUNG, T. & ROMANO, M. (1992). O Paleozóico Inferior de Portugal: síntese da estratigrafia e da evolução paleogeográfica, 359-375, In J. C. GUTIÉRREZ-MARCO, J. SAAVEDRA, I. RÁBANO (Eds.), *Paleozóico Inferior de Ibero-América, Universidade de Extremadura*.

PARIS, F., (1979). Les chitinozoaires de la Formation de Louredo, Ordovicien Supérieur du synclinal do Buçaco (Portugal). *Palaeontographica Abteilung A*, 164 (1-3), 24-51.

PARIS, F., (1981). Les chitinozoaires dans le Paléozoïque du sudouest de l'Europe. *Mémoire de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 26, 1-496.

PARIS, F., (1990). The Ordovician biozones of the North Gondwana Domain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 66, 181-209.

PAIS, V.S. (2018). Ostracodos da passagem Jurássico médio-superior da Bacia Lusitânica, praia de Pedrogão (Leiria), *Doctoral dissertation. Universidade de Lisboa*, 99 p.

PEREIRA, S., SILVA, C.M. DA & SÁ, A.A. (2012). Trilobites do Ordovícico Superior de Portugal: estado da arte, *Livro de actas II CJIG, LEG 2012*.

PEREIRA, M. J. S. (2014). *Ostracodos da Sondagem de Belverde (Miocénico da Bacia do Baixo Tejo)*, Doctoral dissertation, Universidade de Évora, Portugal, 111 p.

PEREIRA, S., PIRES, M., MARQUES GUEDES, A., SILVA, C. M., & SÁ, A. A. (2015). Sheltered preservation of Upper Ordovician harpetid trilobites from Portugal, XXXI *Jornadas de Paleontologia. Sociedad Española de Paleontología*, 231-232.

PEREIRA, S., 2017, Trilobites do Ordovícico Superior da Zona Centro-ibérica portuguesa [*PhD thesis*]: Lisboa, Universidade de Lisboa, 714p.

PEREIRA, S., DIAS DA SILVA, I., COLMENAR, J., PIRES, M., YOUNG, T., & NETO DE CARVALHO, C. (2022). The Penha Garcia Syncline in the Naturtejo Geopark (Portugal): mapping the intricate Ordovician palaeogeography in the Variscan fold chain, *Ossa Morena and beyond: a tribute to Teodoro Palacios, Abstract Book* (ed. S. Jensen), 33-34.

PEREIRA, S., DIAS DA SILVA, I., COLMENAR, J., PIRES, M., YOUNG T. E NETO DE CARVALHO, C. (2023). Sinclinal de Penha Garcia: cartografia, litoestratigrafia e bioestratigrafia. In Lopes, F. C., Dinis, P. A., Duarte, L. V. e Cunha, P. P. (Coords.). XI Congresso Nacional de Geologia: Geociências e Desafios Globais, *Livro de Resumos*, Coimbra, 16- 20 julho de 2023, Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra (eds.), 747-748, ISBN: 978-989-98914-8-7

PERDIGÃO, J.C. (1976). Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50.000. *Notícia explicativa da folha 21-D (Vale Feitoso)*, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 11 pp.

PŘIBYL, A. (1975). *Hastatellina* gen. n., eine neue Ostracoden-Gattung und ihre Vertreter aus dem böhmischen und nichtböhmischen Ordovizium. *Palaont. Z.* 49, 11–23

<https://doi.org/10.1007/BF02988062>

REBELO, J. A. & ROMANO, M. (1986). A contribution to the lithostratigraphy and palaeontology of the Lower Palaeozoic rocks of the Moncorvo region, Northeast Portugal, *Comun. Servo Geol. de Portugal*, Lisboa, 72 (1/2): 45-58, 3 est.

RIBEIRO, C. (1853). On the Carboniferous and Silurian Formations of the neighbourhood of Bussaco in Portugal, *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 9, 135-161.

RIBEIRO, ROMANO, M., BRENCHLEY, P.J. & MCDUGAL, MD. (1986). New information concerning the age of the beds immediately overlying the Armorican Quartzite in central Portugal, *Géobios*, 34, 329-355.

ROMÃO, J.M.C. (2000). Estudo tectono-estratigráfico de um segmento do bordo SW da Zona Centro-Ibérica, e as suas relações com a Zona Ossa Morena, *PhD thesis, Universidade de Lisboa*. Portugal. 322 p.

ROMANO, M., BRENCHLEY, P.J. & MCDUGAL, N.D. (1986). New information concerning the age of the beds immediately overlying the Armorican Quartzite in central Portugal, *Géobios*, 19, 421-355

SÁ, A.A. (2005). Bioestratigrafia do Ordovícico do nordeste de Portugal, *PhD thesis, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro*, Portugal, Inédito. 571 p.

SÁ, A.A., PIÇARRA, J., VAZ, N., SEQUEIRA, A. & GUTIÉRREZ-MARCO, J.C. (2011). Ordovician of Portugal, 11th International Symposium on the Ordovician System, *Pre-Conference Field Trip Guide*, 79 pp. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, CSIC, Museo Geominero, Alcalá de Henares.

SALAS, M. J., WAISFELD, B. G., & MUÑOZ, D. F. (2019). Radiation, diversity and environmental expansion of Early Ordovician ostracods: a view from the Southern Hemisphere, *Lethaia*, 52(1), 107-122.
<https://doi.org/10.1111/let.12293>

SCHALLREUTER, R. (1968). Zur taxonomie und phylogenie der Eridostraca (Ostracoda), *Paläontologische Zeitschrift*, 42, 105-119.

SCHALLREUTER, R., & HINZ-SCHALLREUTER. (1998). Ein Geschiebe aus Armorica im Thüringer Lederschiefer [A Geschiebe from Armorica in the Thuringian Lederschiefer (Ordovician)] - *Archiv für Geschiebekunde* 2 (5): 323-360, 4 Taf., 4 Abb., 3 Tab., Hamburg 7.4.1998.

SCHALLREUTER, R., & KRŮTA, M. (1988). Ordovician ostracodes of Bohemia, *Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg*, 67, 99-119.

SEQUEIRA, A.J.D., PROENÇA CUNHA, P. & RIBEIRO, M.L. (1999). Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50.000, *Notícia explicativa da folha 25-B* (Salvaterra do Extremo), 47 pp. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

SCHMIDT, E. A. (1941). Studien im böhmischen Caradoc (Zahorän-Stufe), I. Ostrakoden aus den Bohdalecschichten und über die Taxonomie der Beyrichiacea, *Senckenberg Naturforschenden Gesellschaft*, 454, 96 p.

SPIVEY, R. C. (1939). Ostracodes from the Maquoketa shale, Upper Ordovician, of Iowa: *Journal of Paleontology*, 13, 2, 163-175, 1 pl.

TASSINARI, C. C. G., MEDINA, J., & PINTO, M. S. (1996). 'RB'-'SR'and'SM'-'ND'geochronology and isotope geochemistry of central iberian metasedimentary rocks (Portugal). *Geologie en Mijnbouw*, 75(1), 69-79.

TEIXEIRA, C. (1981). O Eodevónico da região entre a fronteira de Barrancos e a vila de Serpa, *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, Classe de Ciências*, 24: 105-125.

VANNIER, J. (1983). *Rivillina*, a new ostracode (*Bradoriida?*) genus from the Armorican Massif, France, *Alcheringa*, 7, 1–8.

VANNIER, J. & SCHALLREUTER, R. (1983). *Quadritia* (*Krutatia*) *tromelini* nov. sp., ostracode du Llandeilo Ibéro-Armoricain Intérêt paléogéographique, *Géobios* 16 (5): 583–599, 1 pl., 10 figos., Lyon.

VANNIER, J. (1986a). Ostracodes Binodicopa de l'Ordovicien (Arenig-Caradoc) Ibero-Armoricain, *Palaeontographica Abteilung A*, 193(1-4), 77-143.

VANNIER, J. (1986b). Ostracodes Palaeocopa de l'Ordovicien (Arenig-Caradoc) Ibero-Armoricain, *Palaeontographica Abteilung A*, 193(5-6), 145-218.

VANNIER, J.M.C. (1987). Le genre *Ceratopsis* (ostracoda, Palaeocopa) dans l'Ordovicien de l'Europe et de l'Amérique du Nord: phylogénèse, paléoécologie et implications paléobiogéographiques, *Geobios* 20(6), 725–755.

[https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(87\)80002-5](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(87)80002-5)

VANNIER, J., VASLET, D. (1987). Ostracodes from the Early Ordovician of Central Saudi Arabia, *Saudi Arabian Directorate General of Mineral Resources Open-File Report* BRGM-OF-07-31: 20 pp., 2 pls., 4 figs., Jiddah.

VANNIER, J.M.C., SIVETER, D.J., SCHALLREUTER, R. (1989). The composition and palaeogeographical significance of the Ordovician ostracode faunas of Southern Britain, Baltoscandia and Ibero-Armorica, *Paleontology*, 32, (1), 163–222.

WILLIAMS, M., FLOYD, J.D., MILLER, C.G., SIVETER, D.J. & STONE, P. (2000). *Kinnekullea comma* (Jones, 1879), a trans-lapetus ostracod locum for the late Ordovician *Dicellograptus anceps* graptolite Biozone, *Journal of Micropalaeontology*, 19(2), 163–164.

<https://doi.org/10.1144/jm.19.2.163>

WILLIAMS, M., SIVETER, D.J., SALAS, M.J. (2008). The earliest ostracods: the geological evidence, *Senckenbergiana lethaea* 88, 11–21.

<https://doi.org/10.1007/BF03043974>

YOUNG T.P. (1985). The Stratigraphy of the Upper Ordovician of Central Portugal. *Tesis doctoral, University of Sheffield*, 441p.

YOUNG, T.P. (1988). The lithostratigraphy of the upper Ordovician of central Portugal. *Journal of the Geological Society*, 145(3), 377–392.

Estampas

Estampa 1

Fig. A- C. *Ceratopsis cf. persicus* (Salas *in* Poursalehi et al, 2022), LOR-MGL-1, Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco.

A (805-1) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva esquerda; A.1: vista lateral; A.2: vista anterior oblíqua; A.3: vista ventral; A.4: vista ventral oblíqua.

B (809-3) Molde externo em vista lateral da valva esquerda; B.1: vista lateral; B.2: vista postero ventral.

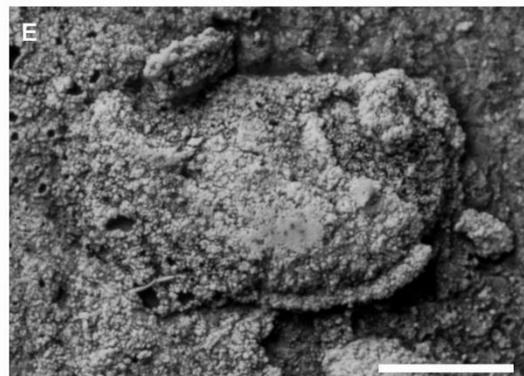
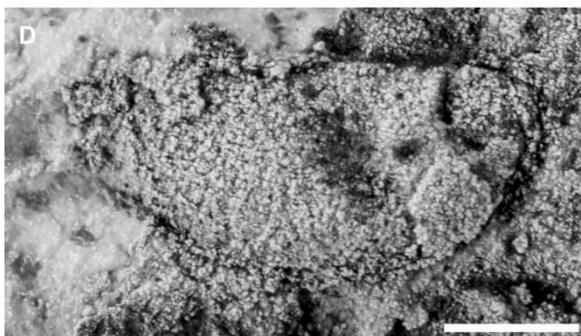
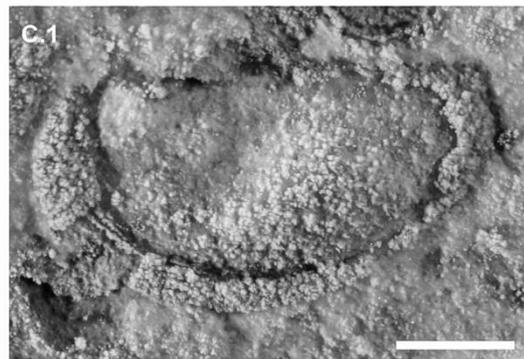
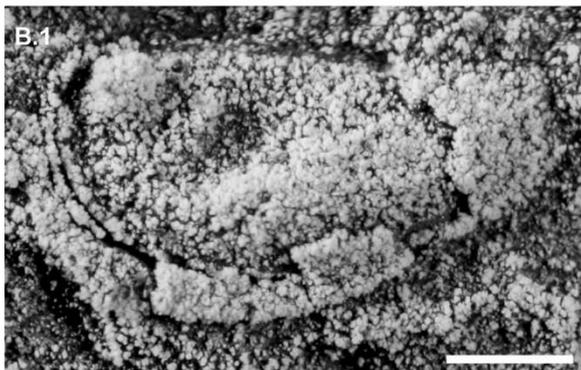
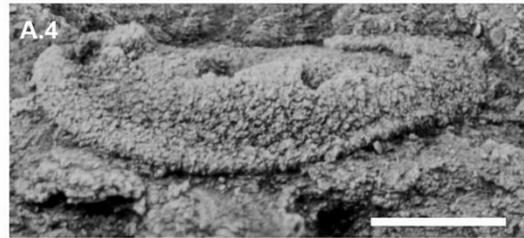
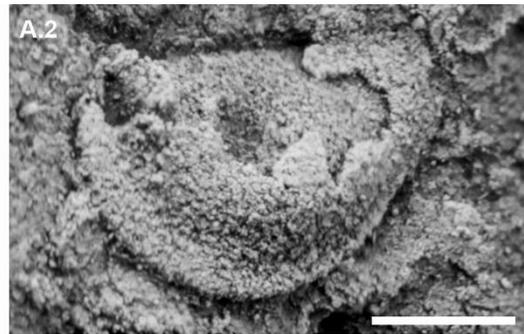
C (809-5) Molde externo em vista lateral da valva esquerda; C.1: vista lateral; C.2: vista ventral oblíqua.

Fig. D- E. *Ceratopsis* sp. (jazida LOR-MGL-1), Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco.

D (806-3) Molde externo em vista lateral da valva direita.

E (809-1) Molde em latex de molde em vista lateral da valva direita.

Estampa 1



Estampa 2

Fig. A- C. *Ceratopsis* sp., LOR-MGL-1, Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco.

A (807-2) Molde externo em vista lateral da valva direita

B (809-4) Molde externo em vista lateral da valva direita.

C (806-3) Molde externo em vista lateral da valva direita.

Fig. D-F. *Warthinia* ? sp., LOR-MGL-1, Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco.

D (802-2) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva direita.

E (805-1) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva esquerda.

F (805-1) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva direita.

Fig. G-I. *Pseudulrichia* ? sp., LOR-MGL-1, Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco.

G (806-3) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva direita.

H (802) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva direita.

I (806) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva esquerda.

Fig. J-M. *Vannieria* cf. *kerfornei* (Vannier, 1986), LOR-MGL-1, Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco.

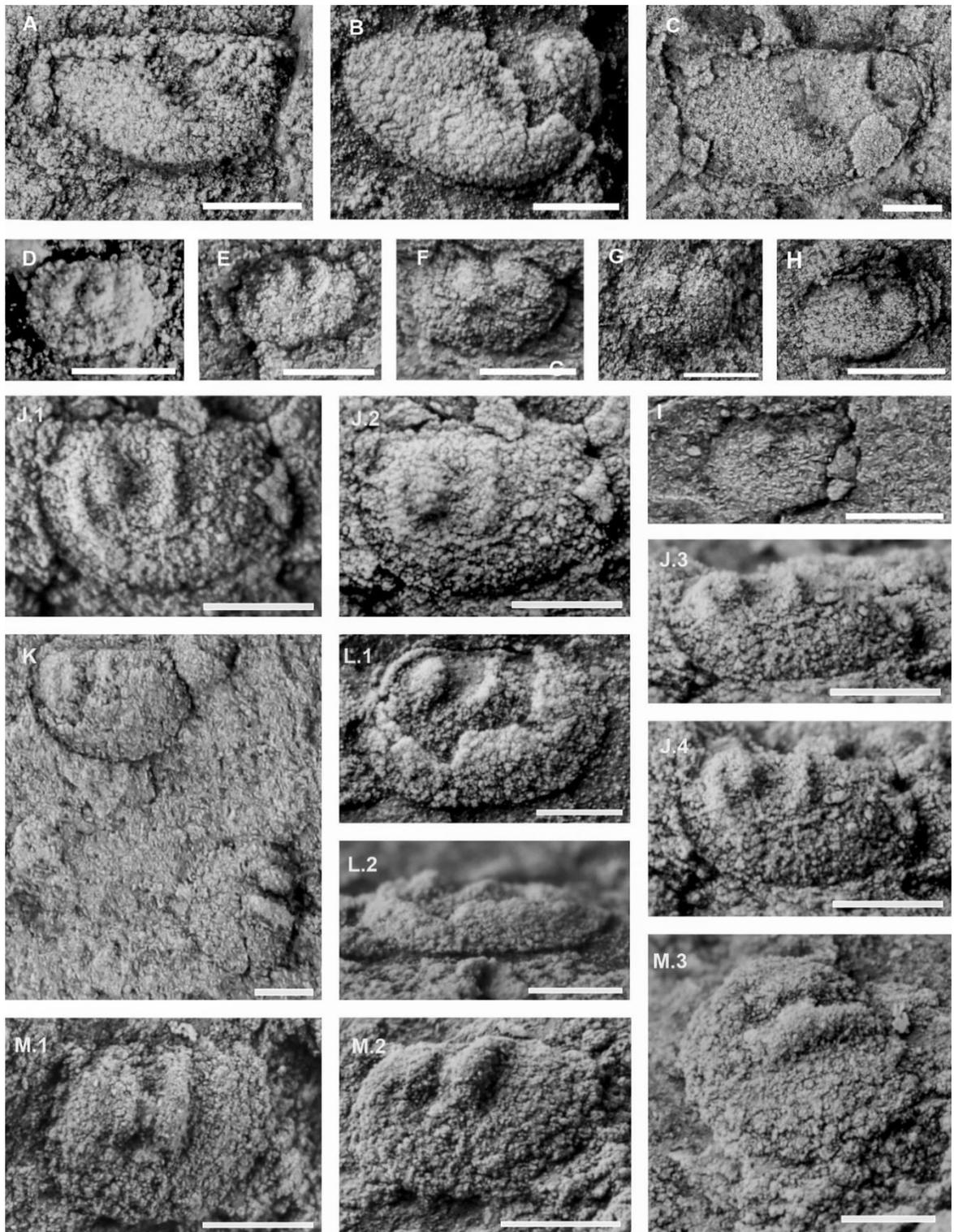
J (801a) Molde externo em vista lateral da valva esquerda; J.1: vista lateral; J.2: vista ventral oblíqua.

K (806-5) Dois moldes externos em vista lateral das valvas esquerdas.

L (809-2) Molde externo em vista lateral da valva esquerda; L.1: Vista lateral; L.2: vista ventral.

M (802-4) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva esquerda; M.1: vista lateral; M.2: vista posterior oblíqua; M.3: vista posterior oblíqua.

Estampa 2



Estampa 3

Fig. A-G. *Vannieria cf. kerfornei* (Vannier, 1986), LOR-MGL-1, Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco.

A (806-4) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva direita; A.1: vista lateral; A.2: vista ventral oblíqua.

B (805-2) Molde em latex de molde externo em vista lateral da valva direita; B.1: vista lateral; B.2: vista lateral; B.3: vista ventral oblíqua.

C (801) Molde externo em vista lateral da valva direita; C.1: vista lateral; C.2: vista ventral oblíqua.

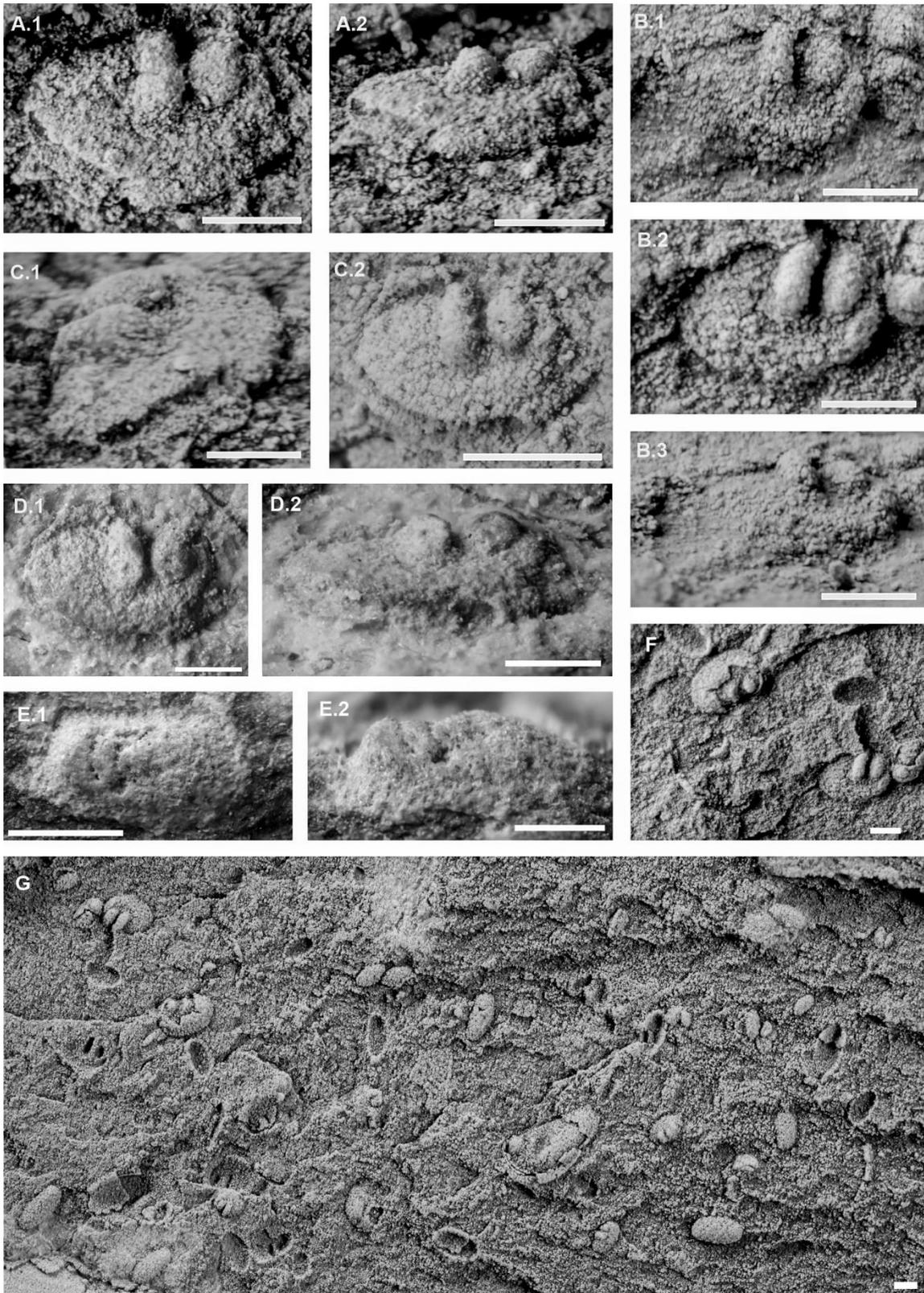
D (801a) Molde externo em vista lateral da valva direita; D.1: vista lateral; D.2: vista ventral oblíqua.

E (801b) Molde externo em vista lateral da valva esquerda; E.1: vista lateral; E.2: vista ventral oblíqua.

F (809-2) Dois moldes externos em vista lateral das valvas esquerda e direita.

G (809-2) Molde em latex de molde externo em vista geral; vários espécimes.

Estampa 3



Estampa 4

Fig. A-F. Ostracoda Indet., LOR-MGL-1, Membro Galhano, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Buçaco.

A (805) Molde em latex de molde externo em vista lateral.

B (809-3) Molde em latex de molde externo em vista lateral.

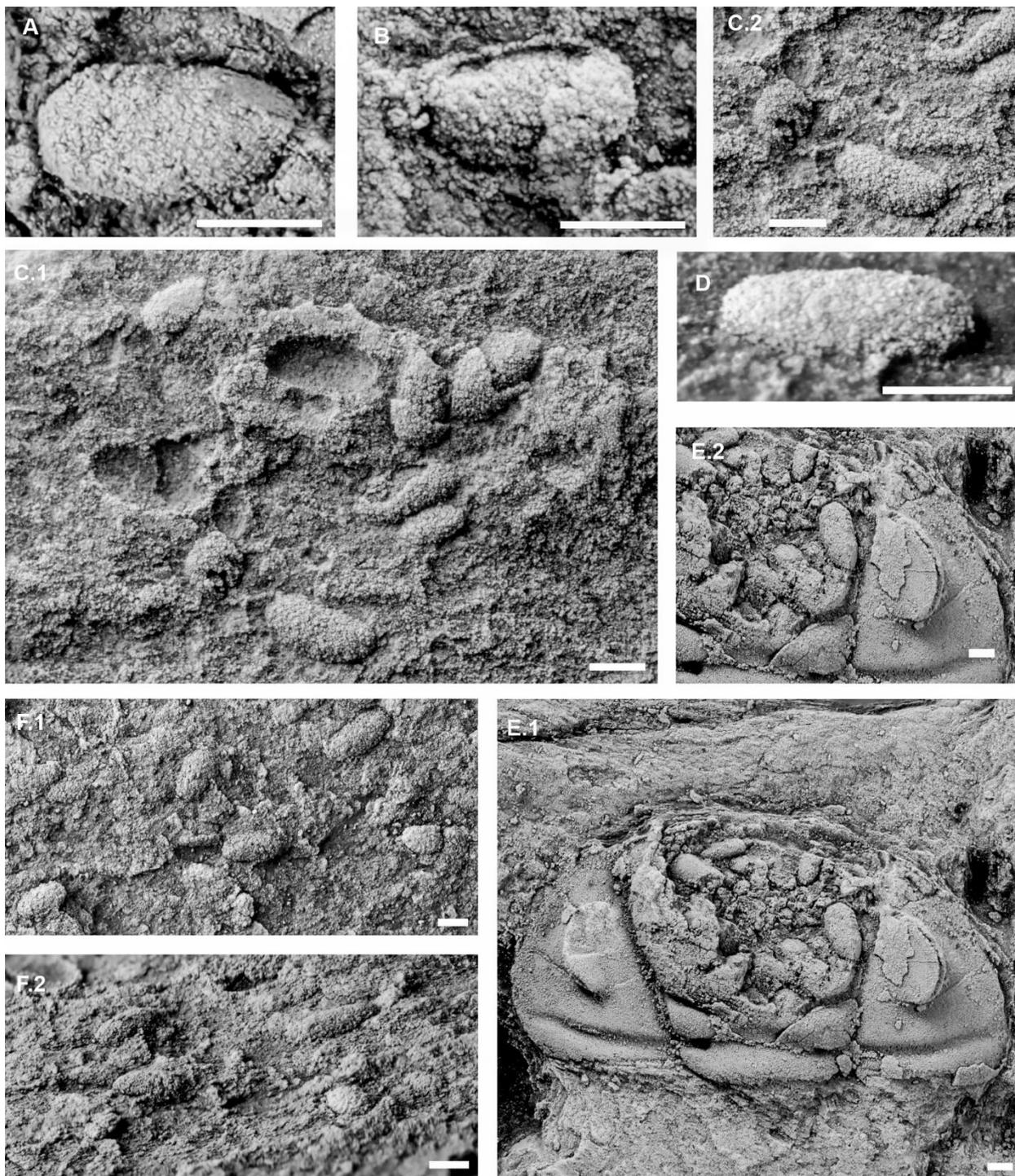
C (809-6) Molde em latex de molde externo em vista geral; C.1: vários espécimes; C.2: molde externo em vista lateral da valva direita.

D (809-7) Molde externo em vista ventral da valva.

E (805) Molde externo em vista póstero-ventral; E.1: vista lateral; J.2: Vista aproximada.

F (806-1) Molde em latex de molde externo; vista geral. F.1: vista lateral; F.2: vista póstero-oblíqua.

Estampa 4



Estampa 5

Fig. A-E. *Ceratopsis* cf. *persicus* (Salas in Poursalehi et al, 2022), 3e4, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

A (3e4_15) Molde externo em vista lateral das duas valvas direitas.

B (3e4_11a) Molde externo em vista lateral da valva esquerda.

C (3e4_02b-4) Molde externo em vista lateral da valva esquerda.

D (3e4_02b-3) Molde externo em vista lateral da valva esquerda.

E (3e4_02b-1) Molde externo de valva direita; E.1: vista lateral, imagem aproximada; E.2: vista ventral oblíqua.

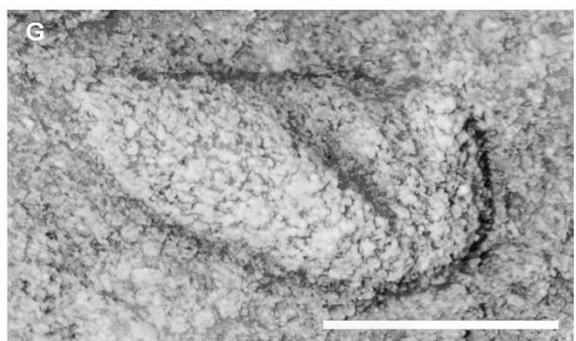
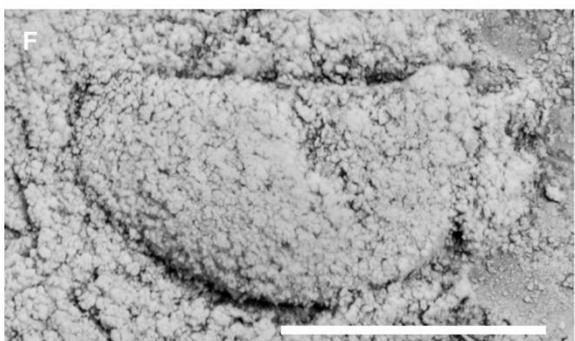
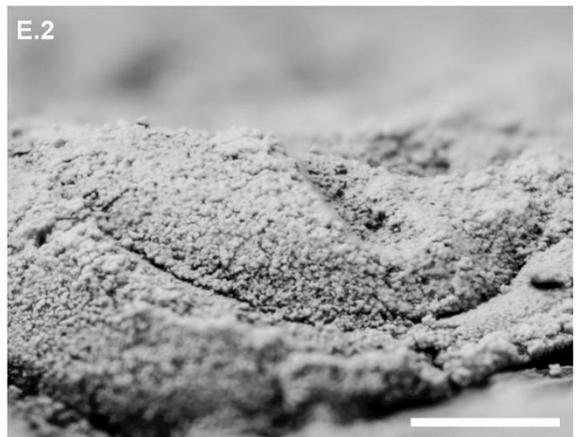
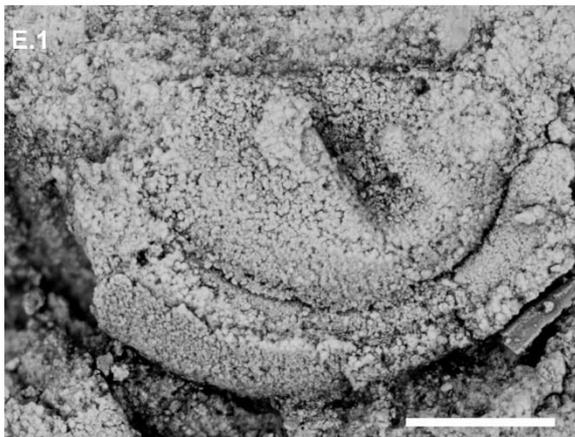
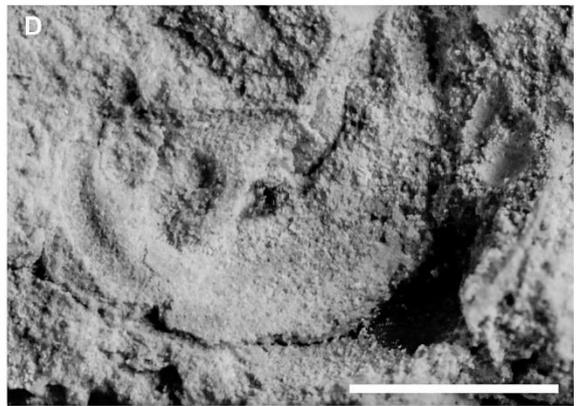
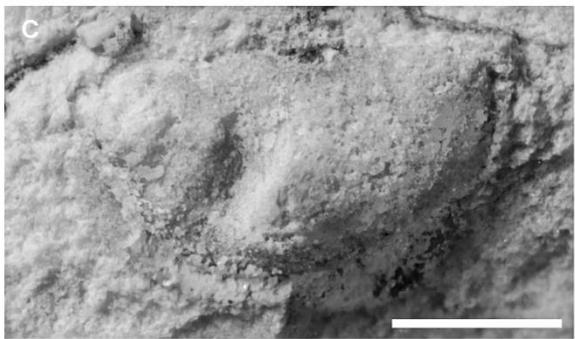
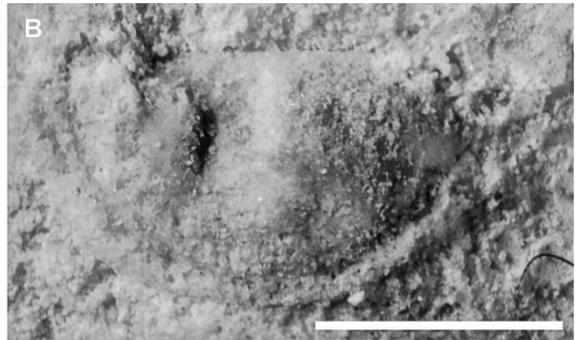
Fig. F-G. *Ceratopsis* sp. 3e4, 6a, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

F (3e4_11a) Molde externo em vista lateral da valva direita.

G (6a-06) Molde externo em vista lateral da valva direita.

Escala 1mm

Estampa 5



Estampa 6

Fig. A-D. *Ceratopsis* sp. 3e4, 6a, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

A (3e4_09_2) Molde externo em vista lateral da valva direita

B (3e4_11b-1) Molde externo em vista lateral da valva direita.

C (3e4_10a) Molde externo em vista lateral da valva esquerda.

D (6a-13) Molde externo; vista geral.

Fig. E. *Kinneullea* sp., 3e4, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

E (3e4_10b) Molde externo em vista lateral da valva direita.

Fig. F. *Warthinia* ? sp., 3e4, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

F (3e4_18) Molde externo em vista lateral da valva direita.

Fig. G-H. *Pseudulrichia* ? sp. 3e4, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

G (3e4_09) Molde externo em vista lateral da valva esquerda.

H (3e4_9a-1) Molde externo em vista lateral da valva esquerda.

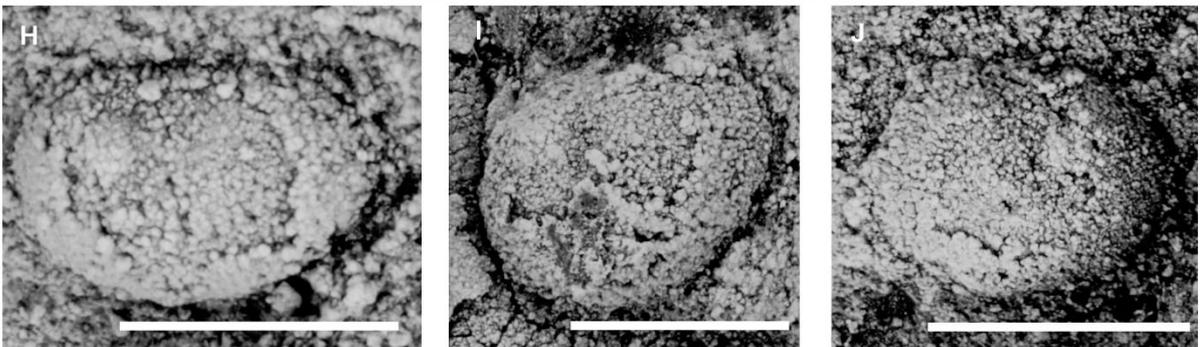
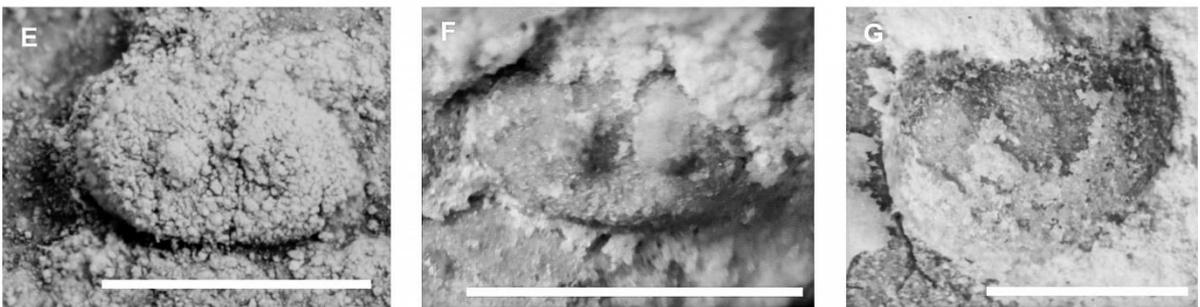
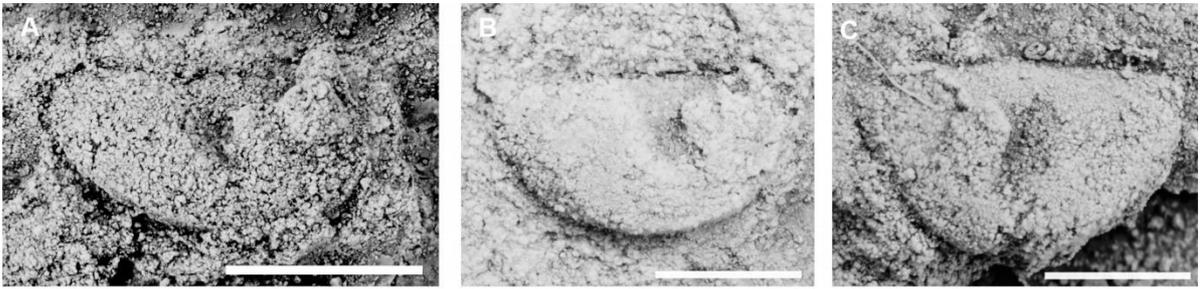
Fig. I-J. *Vogdesella* ? sp. 3e4, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

I (3e4_09a-5) Molde externo em vista lateral da valva esquerda.

J (3e4_9b-2) Molde externo em vista lateral da valva direita.

Escala 1mm

Estampa 6



Estampa 7

Fig. A. *Vannieria cf. kerfornei* (Vannier, 1986), 4a, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

A (4a_02a) Molde externo em vista lateral da valva esquerda.

Fig. B. *Lardeuxella ? sp.*, 4a, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

B (4a_03a) Molde externo em vista lateral da valva direita.

Fig. C-F. Ostracoda Indet., 4a, 6a, Membro Vaca, Formação Louredo do Berouniano (Ordovícico Superior) do Sinclinal de Penha Garcia.

C (4a_03a-2) Molde externo em vista lateral.

D (6a_06) Molde externo em vista geral; vários espécimes.

E (6a_06-3) Molde externo em vista geral; vários espécimes.

F (6a_06-2) Molde externo em vista geral; vários espécimes.

Estampa 7

