



**Ricardo Jorge da Conceição Henriques
Pimentel**

Licenciatura em Geologia

**Bivalvia (Mollusca) do Pliocénico de
Vale de Freixo (Pombal)**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre
em Paleontologia

Orientador: Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher,
Prof. Auxiliar, FCTUC

Coorientador: Doutor Paulo Alexandre Legoinha,
Prof. Auxiliar, FCT-UNL

Presidente: Doutor Fernando Henrique da Silva Reboredo,
Prof. Auxiliar c/ Agregação, FCT-UNL

Arguente: Doutor José Manuel de Maraes Vale Brandão,
Investigador Integrado, FCSH-UNL

Vogal: Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher, Prof. Auxiliar, FCTUC



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Julho de 2018



**Ricardo Jorge da Conceição Henriques
Pimentel**

Licenciatura em Geologia

**Bivalvia (Mollusca) do Pliocénico de
Vale de Freixo (Pombal)**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Paleontologia

Orientador

Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher, Prof. Auxiliar,
FCTUC

Coorientador

Doutor Paulo Alexandre Legoinha, Prof. Auxiliar, FCT-
UNL

Júri

Presidente: Doutor Fernando Henrique da Silva Reboredo,
Prof. Auxiliar c/ Agregação, FCT-UNL

Arguente: Doutor José Manuel de Maraes Vale Brandão,
Investigador Integrado, FCSH-UNL

Vogal: Doutor Pedro Miguel Callapez Tonicher, Prof. Auxiliar, FCTUC

Julho de 2018

Bivalvia (Mollusca) do Pliocénico de Vale de Freixo (Pombal)

Copyright 2018 ©Ricardo Jorge da Conceição Henriques Pimentel, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa 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 por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

DEDICATÓRIA

À minha Mãe, Maria Fernanda e ao meu Pai, Carlos Manuel.

AGRADECIMENTOS

Agradeço: à Carla a presença, paciência, sacrifício pessoal e apoio incondicional nas incontáveis horas de trabalho de campo, secretária, laboratório e fotografia; ao meu Amigo Pedro pelo encorajamento, portas abertas para os seus livros, material de estudo e pelo entusiasmo contagiante pela História Natural; aos Professores Doutores Pedro Callapez e Paulo Legoinha a disponibilidade e sapiência, com que me honraram, orientando e proporcionando bons ventos para que as minhas imperfeições, erros e omissões pudessem ser transpostos; à Direção e demais colegas da instituição onde leciono cuja boa vontade foi importante para o bom termo deste trabalho; aos professores e colegas do biénio letivo 2016-2018, a partilha de conhecimento; aos proprietários do local onde se situa a jazida pela facilidade de acesso concedida.

RESUMO

Durante o Pliocénico, as oscilações eustáticas no domínio atlântico terão sido responsáveis por vários episódios transgressivos na costa portuguesa, dos quais o mais significativo ocorreu durante o Placenciano e afetou, sobretudo, a Bacia do Mondego e a região de entre a Nazaré e as Caldas da Rainha. O registo estratigráfico correspondente é essencialmente arenoso, iniciando-se localmente com fácies conglomeráticas ricas de conchas marinhas, propiciando um conjunto de jazidas, das quais as das imediações de Carnide, no concelho de Pombal, descobertas na década de 1950, são as mais ricas e diversificadas em associações de invertebrados marinhos e foraminíferos (e.g. Carnide de Cima, Igreja de Carnide, Vale da Bouchada, Vale da Cabra e Vale Farpado). Destas, a jazida de Vale de Freixo (Pombal), apresenta uma das sucessões locais mais representativas deste intervalo, tendo a sua fauna de moluscos gastrópodes sido estudada exaustivamente por SILVA (1993, 2001). A associação de foraminíferos das jazidas convizinhas foi estudada por CARVALHO & COLON (1954), MARTINS FERREIRA (1960) e CARDOSO (1984). Os moluscos bivalves foram listados por TEIXEIRA & ZBYSZEWSKY (1951) e ZBYSZEWSKI (1959), mas quer estes, quer os de Vale de Freixo, nunca mereceram uma atualização taxonómica exaustiva.

O presente estudo, inserido num projeto mais vasto de inventariação dos moluscos bivalves do Pliocénico português, visa colmatar esta lacuna. Assim, relativamente aos estudos e trabalhos anteriores, o número de espécies de moluscos bivalves reportados para o Pliocénico de Carnide passou de 48 para mais de nove dezenas. Identificámos um total de 86 taxa de BIVALVIA, dos quais 81 a nível específico, distribuídos por 32 famílias e 75 géneros, tendo a sua sistemática sido atualizada de acordo com os trabalhos mais recentes. As famílias mais representadas são: Veneridae (11 espécies), Pectinidae e Tellinidae (oito espécies cada). Constam, desta lista taxonómica, 23 primeiras citações de ocorrência para o registo estratigráfico do Pliocénico de Portugal (*Ennucula laevigata*, *Centrocardita aculeata*, *Goodallia triangularis*, *Spaniorinus ambiguus*, *Diplodonta rotundata*, *Hiatella rugosa*, *Phaxas pellucidus*, *Parvicardium scriptum*, *Gari tellinella*, *Bosemprella incarnata*, *Oudardia compressa*, *Megaxinus transversus*, *Loripinus fragilis*, *Cardilia michelottii*, *Corbula revoluta*, *Gouldia minima*, *Pitar rudis*, *Limaria loscombi*, *Gregariella* sp., *Neopycnodonte cochlear*, *Heteranomia squamula*, *Pododesmus squama*, *Hinnites ercolanianus*) e outras 19 são novidade para a sucessão marinha pliocénica de Carnide (*Cardita calyculata*, *Scacchia oblonga*, *Acanthocardia aculeata*, *Papillicardium papillosum*, *Gari depressa*, *Abra alba*, *Gastrana fragilis*, *Peronidia albicans*, *Chama gryphoides*, *Lutraria lutraria*, *Anadara diluvii*, *Anadara pectinata*, *Arca tetragona*, *Lima lima*, *Modiolus* sp., *Aequipecten opercularis*, *Flexopecten flexuosus*, *Hinnites crispus*, *Mimachlamys varia*).

Analisando a repartição vertical da sequência fossilífera de Vale de Freixo (estratos “2” a “4”), verificamos que o estrato 2, de fácies conglomerática, é rico em valvas de espécies bivalves de maior tamanho, as quais tendem a apresentar dimensões próximas entre si, abrasão, bioerosão e epizoários, sugerindo uma seleção por paleocorrentes associada a fraca taxa de deposição. Observa-se, ainda, a sua acumulação preferencial em determinadas áreas, o que poderá ter sido potenciado pelas configurações morfológicas dos fundos marinhos locais e por correntes de vortex. O estado de desarticulação das valvas é generalizado, encontrando-se dispostas preferencialmente com a comissura voltada para baixo, situação de estabilidade que ocorre geralmente sob certas condições de hidrodinamismo mais elevadas. Para o topo do estrato 3 e no estrato 4 as valvas encontram-se frequentemente articuladas, o que,

conjuntamente com a preservação de estruturas delicadas, indica níveis de hidrodinamismo fracos e taxas de deposição mais elevadas.

A maior abundância relativa de bivalves endobentónicos suspensívoros, bem como a sua diversidade interespecífica, corrobora, para os estratos 3 e 4, a existência de fundos de substrato móvel, de granulometria fina e bem oxigenados. Bivalves como *Spisula subtruncata*, *Circomphalus foliaceolamellosus*, *Macomopsis elliptica* indicam que a batimetria não ultrapassaria o limite inferior do andar infralitoral. As espécies estenoalinas *Lembulus pella* e *Papilicardium papillosum* indicam ambiente francamente marinho. Os bivalves *Cardita calyculata*, *Oudardia compressa*, *Circomphalus foliaceolamellosus*, *Tapes vetula*, *Procardium diluvianum*, *Europicardium multicostatum*, *Palliolum excisum* ou *Cardilia michelottii*, que possuem forte afinidade tropical, sugerem paleotemperaturas das águas superficiais oceânicas acima das atuais registadas para a costa ocidental portuguesa.

PALAVRAS CHAVE: Bivalvia, Pliocénico, Vale de Freixo (Pombal), Bacia do Mondego.

ABSTRACT

During the Pliocene, several eustatic sea-level changes have occurred on the Atlantic domain that caused recurrent transgression episodes on the Portuguese coast. The most significant of these was Piacenzian in age and flooded several areas of the Mondego Basin and Caldas da Rainha - Nazaré ranges. The correlative stratigraphic record is mostly dominated by siliciclastic sequences of micaceous, fine-grained sands, sometimes with a basal conglomerate bed where highly diverse marine coquina can be present. This allows the occurrence of several interesting fossil sites, of which those discovered in the 1950's around Carnide (Pombal) have been known as the richest in marine invertebrate and foraminifera fossil-associations. The foraminifera assemblage was described by CARVALHO & COLON (1954), MARTINS FERREIRA (1960) and CARDOSO (1984). From this setting stand out the Vale de Freixo fossil site, which has exposed one of the best local Pliocene sequences, with a diverse gastropod fauna extensively studied by SILVA (1993, 2001). Concerning the bivalve molluscs, the assemblages found in the nearby fossil sites of Carnide de Cima, Igreja de Carnide, Vale da Cabra, Vale da Bouchada and Vale Farpado were checked by TEIXEIRA & ZBYSZEWSKY (1951) and ZBYSZEWSKI (1959), but they lack a recent taxonomic actualization. Moreover, the correlative assemblage of Vale de Freixo has never been studied with an exhaustive taxonomic actualization.

As part of a project of taxonomical review and palaeoecological study of the Pliocene bivalve faunas from Portugal mainland, the present study intends be a contribute to fill that gap. In addition to previous studies, the number of bivalve species reported for the outcrops of Carnide was increased from 48 to more than 90. We also have identified 86 bivalve taxa, including 81 at species level, distributed by 32 families and 75 genera. The most represented families are the Veneridae (11 species), Pectinidae and Tellinidae (eight species each). The present taxonomic checklist includes 23 first occurrences for the Portuguese Pliocene (*Ennucula laevigata*, *Centrocardita aculeata*, *Goodallia triangularis*, *Spaniorinus ambiguus*, *Diplodonta rotundata*, *Hiatella rugosa*, *Phaxas pellucidus*, *Parvicardium scriptum*, *Gari tellinella*, *Bosemprella incarnata*, *Oudardia compressa*, *Megaxinus transversus*, *Loripinus fragilis*, *Cardilia michelottii*, *Corbula revoluta*, *Gouldia minima*, *Pitar rudis*, *Limaria loscombi*, *Gregariella* sp., *Neopycnodonte cochlear*, *Heteranomia squamula*, *Pododesmus squama*, and *Hinnites ercolanianus*), and other 19 considered as new for the Pliocene of Carnide (*Cardita calyculata*, *Scacchia oblonga*, *Acanthocardia aculeata*, *Papillicardium papillosum*, *Gari depressa*, *Abra alba*, *Gastrana fragilis*, *Peronidia albicans*, *Chama gryphoides*, *Lutraria lutraria*, *Anadara diluvii*, *Anadara pectinata*, *Arca tetragona*, *Lima lima*, *Modiolus* sp., *Aequipecten opercularis*, *Flexopecten flexuosus*, *Hinnites crispus*, and *Mimachlamys varia*).

From the three fossiliferous units that record the Vale de Freixo depositional sequence (beds "2" to "4"), there is a preferential occurrence of the largest bivalve species in the conglomerate facies of bed "2". Their disarticulated valves reveal a short dispersion of sizes, showing evidence of biostratonomic selection. Many of them also show high-degree of abrasion and bioerosion, suggesting a paleocurrent selection associated to a low sedimentary deposition rate. They form local concentrations inside the bed, as a possible consequence of local seafloor morphology and vortex currents. The larger valves are disarticulated and mostly oriented with the commissure plan turned below, symptomatic of rather high hydrodynamic conditions. On the contrary, infaunal bivalves are frequently found articulated in the top of bed "3" and in bed "4", with preservation of fragile structures, thus suggesting the prevalence of low hydrodynamic conditions with higher sedimentary deposition rate.

The growing abundance and diversity of infaunal suspension-feeder bivalves recorded from the assemblages of units “3” and “4” also suggest ecological conditions of a palaeoenvironment with well oxygenated fine-grained soft bottoms. The occurrence of species such as *Spisula subtruncata*, *Circomphalus foliaceolamellosus*, and *Macomopsis elliptica* point out to a bathymetry not below the lower boundary of the infralittoral stage. Stenohaline species such as *Lembulus pella* and *Papilicardium papillosum* also suggest euhaline conditions. Other bivalves such as *Cardita calyculata*, *Oudardia compressa*, *Circomphalus foliaceolamellosus*, *Tapes vetula*, *Procardium diluvianum*, *Europicardium multicostatum*, *Palliolum excisum* and *Cardilia michelotti* are known to have tropical biogeographic affinities, thus suggesting the occurrence of sea surface mean temperatures higher than those recorded on present-day West Portuguese coast.

KEY WORDS: Bivalvia, Pliocene, Vale de Freixo (Pombal), Mondego Basin.

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

RESUMO-----	i
ABSTRACT -----	iii
ÍNDICE DE FIGURAS-----	vii
ÍNDICE DE TABELAS-----	xiii
SIGLAS UTILIZADAS-----	xv
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO -----	1
1.1 – QUESITOS E OBJETIVOS -----	1
1.2 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO-----	2
1.3 – METODOLOGIA-----	3
PARTE I – CONTEXTUALIZAÇÃO GENÉRICA -----	5
CAPÍTULO 2 – SOBRE O PLIOCÉNICO -----	7
2.1– SINOPSE SOBRE O PLIOCÉNICO NA HISTÓRIA DA ESTRATIGRAFIA-----	7
2.2 – O PLIOCÉNICO MARINHO <i>ONSHORE</i> NAS PROVÍNCIAS BIOGEOGRÁFICAS PLIOCÉNICAS PARA OS MOLLUSCA -----	17
2.3 – RESENHA SOBRE O PLIOCÉNICO DE PORTUGAL -----	31
2.4 – SÚMULA BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS ESTUDOS RELATIVOS AO PLIOCÉNICO MARINHO NA BACIA DO MONDEGO -----	37
CAPÍTULO 3 – SOBRE A CLASSE BIVALVIA LINNAEUS, 1758 -----	41
3.1– AS ORIGENS DA DESIGNAÇÃO BIVALVIA -----	41
3.2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS BIVALVIA -----	43
3.3 – TERMINOLOGIA DESCRITIVA -----	47
3.4 – RELAÇÕES FILOGENÉTICAS, EVOLUÇÃO E RADIAÇÃO DOS BIVALVIA-----	63
3.5 – SÍNTESE HISTÓRICA SOBRE AS PROPOSTAS DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS BIVALVIA -----	69
CAPÍTULO 4 – RECENSÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE BIVALVIA MARINHOS PLIOCÉNICOS -----	73
PARTE II – BIVALVIA PLIOCÉNICOS DE VALE DE FREIXO-----	117
CAPÍTULO 5 – A JAZIDA DE VALE DE FREIXO -----	119
5.1 – LOCALIZAÇÃO -----	119
5.2 – ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO, ESTRATIGRÁFICO, ECOESTRATIGRÁFICO E PALEOAMBIENTAL -----	120
5.3 – ASPETOS TAFONÓMICOS GERAIS DA JAZIDA -----	129
CAPÍTULO 6 – <i>CHECKLIST</i> ICONOGRÁFICA DOS BIVALVES DE VALE DE FREIXO -----	141
6.1 – SUBCLASSE PROTOBRANCHIA PELSENEER, 1889 -----	143
6.2 – SUBCLASSE HETERODONTA NEUMAYR, 1884 -----	145
6.2.1 – INFRACLASSE ARCHIHETERODONTA GIRIBET IN TAYLOR, WILLIAMS, GLOVER & DYAL, 2007 -----	145
6.2.2 – INFRACLASSE EUHETERODONTA -----	151

6.3 – SUBCLASSE PTERIOMORPHIA BEURLEN, 1944-----	177
7- DISCUSSÃO E CONCLUSÕES-----	193
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	201
ESTAMPAS-----	241

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Afloramento onde se realizou o trabalho de campo na jazida de Vale de Freixo, onde é visível a derrocada e deslizamento dos depósitos superiores, ocultando os estratos fossilíferos. -----	3
Figura 2.1 – <i>Principles of Geology</i> , Vol. III, est. I, representando gastrópodes pliocénicos selecionados por Deshayes in LYELL, 1833. -----	8
Figura 2.2 – Esquema in SEGUENZA (1868: 467, fig.1) ilustrativo da sucessão de depósitos “terciários” de Gravitelli. -----	11
Figura 2.3 – Localização do GSSP para o Zancliano em Eraclea Minoa, Sicília. (imagens©2018 DigitalGlobe) -----	12
Figura 2.4 – Biostratigrafia, magnetostratigrafia e ciclostratigrafia do GSSP para o Zancliano em Eraclea Minoa in LIRER & IACCARINO (2011: 114, fig. 34). -----	13
Figura 2.5 – Localização do GSSP para o Placenciano em Punta Picola, Sicília. Esta secção aflora ao longo da estrada que liga Porto Empedocle a Realmonte, 4 km a E de Capo Rossello (imagens©2018 DigitalGlobe) -----	14
Figura 2.6 – Biostratigrafia, magnetostratigrafia e ciclostratigrafia do GSSP para o Placenciano em Punta Piccola, Sicília in LIRER & IACCARINO (2011:121, fig. 42). -----	15
Figura 2.7 – A- <i>Globorotalia puncticulata</i> (Deshayes, 1832), dimensão 230 µm in CHAISSON & PEARSON (1997, est. 2, fig. 12). B- <i>Globorotalia crassaformis</i> (GALLOWAY & WISSLER, 1927), dimensão 400 µm in CHAISSON & PEARSON (1997, est. 2, fig. 8). -----	16
Figura 2.8 – Representação esquemática do contexto tectónico para a região do Mediterrâneo ocidental e Península Ibérica in PALOMO, 2018: 2, fig. 1b. -----	17
Figura 2.9 – Exemplo de bacia com Pliocénico marinho da região da Toscana (Volterra-Era) alongada segundo NW-SE in BATTAGLIA <i>et al.</i> , 2011: fig 1. -----	19
Figura 2.10 – Carta geológica da Sicília. Em destaque as bacias neogénicas (onde se inclui o Pliocénico marinho) in CATALANO <i>et al.</i> , 2013: 30, fig. 2. -----	20
Figura 2.11 – Carta geológica da região da Bacia do Roussilhão. Em destaque a superfície erosional messiniana (SEM) in CLAUZON <i>et al.</i> , 2015: fig. 1. -----	21
Figura 2.12 – Carta geológica esquemática das Cadeias Costeiras Catalãs e bacias neogénicas. Corte simplificado da arquitetura de <i>horst</i> e <i>graben</i> resultante da histórica tectónica da região in CANTARERO <i>et al.</i> , 2013: fig.1. -----	22
Figura 2.13 –A) Localização da Bacia do Baixo Segura no contexto mediterrânico. B) Carta geológica simplificada com a Cordilheira Bética Este, bacias neogénicas e localização da Bacia do Baixo Segura. C) Carta geológica da Bacia do Baixo Segura incluindo o Pliocénico in CORBÍ & SORIA, 2016: 1012, fig.1.-----	23
Figura 2.14 – Carta geológica da região de Cabo de Gata. Em destaque a Bacia de Almeria-Níjar e a de Carboneras in AGUIRRE, 2017: fig. 1. -----	24
Figura 2.15 – Paleogeografia simplificada, referente à parte terminal do Pliocénico inferior, da região de Cabo de Gata. Golfo aberto a S e comunicação estreita a NE com o Mediterrâneo in AGUIRRE, 2017: fig. 3. -----	25
Figura 2.16 – Paleogeografia simplificada referente ao Pliocénico inferior da costa de Málaga. Acresce a localização das principais bacias com Pliocénico marinho, preenchidas por depósitos de carbonatos temperados, e a localização clássica de San Pedro de Alcántara cuja fauna foi estudada por Michel-Levy y Bergeron (1890-1892) in AGUIRRE <i>et al.</i> , 2017: fig. 6. -----	25

Figura 2.17 – Carta geológica sintética da Bacia do Guadalquivir e região envolvente in BELAÚSTEGUI & MUÑIZ, 2016: 133, fig. 1A. -----	26
Figura 2.18 – Carta geológica sintética da Bacia do Guadalquivir (A) e paleogeografia durante o Tortoniano (B) in LARRASOÑA <i>et al.</i> , 2014: fig. 2. -----	27
Figura 2.19 – Paleogeografia durante o Zanciano na Bacia do Mar do Norte in GIBBARD & LEWIN, 2016: 208, fig. 7. -----	29
Figura 2.20 – Localização das bacias cenozoicas portuguesas no quadro geral das principais unidades geológicas ibéricas. Adaptado de IGME (Ed.), 2015: Mapa Geológico de España y Portugal 1:1.000.000. -----	31
Figura 2.21 – Fac-símile da página inicial de Observations sur le Pliocène du Portugal, in <i>Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie</i> , 3, 1889. -----	37
Figura 2.22 – Fac-símile de estampa (Pl. VII) in DOLLFUS & COTTER, 1909. -----	39
Figura 3.1 A e B – Fac-símile de frontispícios da obra, com referência aos bivalves, <i>Ricreatione dell'occhio e della mente nell'osservation' delle chioccioline: proposta a'curiosi dell'opere della natura</i> (BONANNI, 1681). -----	41
Figura 3.2 – A- Fac-símile do frontispício da 10ª edição da obra <i>Systema naturae</i> . B- Fac-símile da página 645, do mesmo livro, com a referência aos testáceos bivalves. (LINNAEUS, 1758). -----	42
Figura 3.3 – Exemplos de algumas estruturas observáveis nas valvas. Adaptado de ilustração in CHAMBERS & CHAMBERS, 1881. Ilustração digital retirada de http://etc.usf.edu/clipart [Acesso em 21 de outubro de 2017] -----	43
Figura 3.4 – Exemplo de perióstraco em <i>Glycymeris glycymeris</i> (LINNAEUS, 1758) com Ø ântero-posterior de 65 mm, coletada em redes de pesca artesanal no porto de Peniche. -----	44
Figura 3.5 – Alguns aspetos da anatomia interna de <i>Mya arenaria</i> LINNAEUS, 1758. Adaptado de ilustração in NICHOLSON (1872: 177, fig. 80). Ilustração digital retirada de http://etc.usf.edu/clipart [Acesso em 28 de outubro de 2017] -----	45
Figura 3.6 – Representação esquemática do sistema nervoso de um bivalve. Adaptado de ilustração in COLTON (1903: 117, fig. 72). Ilustração digital retirada de http://etc.usf.edu/clipart [Acesso em 29 de outubro de 2017] -----	46
Figura 3.7 – Orientação das valvas direita e esquerda, tomando como exemplo um exemplar de <i>Venus verrucosa</i> LINNAEUS, 1758, coletado em alcatruzes no porto de Peniche. A escala corresponde a 1 cm. -----	47
Figura 3.8 – Diâmetros umbopaleal (Dup) e ântero-posterior (Dap) exemplificados em <i>Acanthocardia aculeata</i> (LINNAEUS, 1758) e (B) em <i>Mimachlamys varia</i> (LINNAEUS, 1758). Exemplares coletados em alcatruzes no porto de Peniche. Cada escala corresponde a 1 cm. -----	48
Figura 3.9 A–J – Formas básicas das valvas segundo o seu carácter geométrico e formas bem reconhecíveis. A- orbicular, B- retangular, C- triangular, D-ovalada, E- elíptica, F- alongada, G- trapezoidal, H- cuneiforme, I-pectinada, J- rostrata. Adaptado de PIMPÃO (2004:186). -----	48
Figura 3.10 – Aurículas simétricas em vista exterior de valvas esquerda (A) e direita (B) <i>Pecten maximus</i> (LINNAEUS,1758). Aurículas assimétricas em vista exterior de valvas esquerda (C) e direita (D) de <i>Aequipecten opercularis</i> (LINNAEUS, 1758). Exemplares coletados em redes no porto de Peniche. Cada escala corresponde a 1 cm. -----	49
Figura 3.11 – Plano de comissura em vista lateral anterior (A) e exterior de valva esquerda de <i>Acanthocardia paucicostata</i> (G. B. SOWERBY II, 1841) coletado em redes de pesca artesanal na Baleeira (Sagres). Cada escala corresponde a 1 cm. -----	49

Figura 3.12 – Exemplos de valvas esquerdas e direitas em diferentes tipos morfológicos de BIVALVIA. A-B: Equivalve inequilateral, *Ruditapes decussatus* (LINNAEUS, 1758), coletado em fundos lodosos na Ria Formosa, vista umbonal (A) e vista externa da valva esquerda (B); C-D: Inequivalve inequilateral; *Ostrea edulis* LINNAEUS, 1758, coletada em fundos lodosos na Foz do Rio Coia: valva esquerda (C), valva direita (D) e vista paleal (E); F-G: Inequivalve equilateral, *Pecten maximus* (LINNAEUS, 1758), coletado em redes de pesca artesanal no porto de Peniche, vista externa da valva esquerda (E) e vista anterior (F). Cada escala corresponde a 1 cm. ----- 51

Figura 3.13 – Tipos de umbo em BIVALVIA. Prosógiro (A) em vista externa da valva esquerda de *Dosinia exoleta* (LINNAEUS, 1758) coletada em alcatruzes no porto de Peniche; opistógiro (B) em vista umbonal de *Pecten maximus* (LINNAEUS, 1758), coletado em redes de pesca artesanal no porto de Peniche; ortógiro (C) em vista interna da valva direita de *Acanthocardia tuberculata* (LINNAEUS, 1758), coletado em Fábrica (Cacela). Cada escala corresponde a 1 cm. ----- 52

Figura 3.14 – Dimiário (A), vista interna de valva esquerda de *Circomphalus foliaceolamellosus* (DILLWYN, 1817). Anisomiário (B), vista interna de valva direita de *Dosinia exoleta* (LINNAEUS, 1758), coletada em redes artesanais no porto de Sesimbra. Anisomiário (C), vista interna de valva direita de *Glycymeris glycymeris* (LINNAEUS, 1758). Monomiário (D), vista interna de valva esquerda de *Pecten benedictus* LAMARCK, 1819. Espécimes fósseis coletados no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 1 cm. ----- 53

Figura 3.15 – Condição integripaleada (A), vista interna de valva direita de *Acanthocardia tuberculata* (LINNAEUS, 1758), coletado em Fábrica (Cacela). Condição senopaleada (B), vista interna de valva direita de *Venus casina* LINNAEUS, 1758, coletado em alcatruzes no porto de Peniche. Linha paleal descontínua (C), vista interna de valva esquerda de *Mytilus edulis* LINNAEUS, 1758; em detritos de maré, Buarcos. Cada escala corresponde a 1 cm. ----- 54

Figura 3.16 – Vista interna de valva esquerda (A) e direita (B) de *Nucula nucleus* (LINNAEUS, 1758), coletado em alcatruzes no porto de Peniche. Observa-se o interior nacarado e o bordo crenulado. A escala corresponde a 2.5 mm. ----- 56

Figura 3.17 – Tipos de dentição mais comuns nos bivalves de Vale de Freixo, ilustrados através de exemplos em vistas internas de valvas de bivalves atuais, coletados na costa continental. Taxodonte (A) em *Glycymeris glycymeris* (LINNAEUS, 1758); heterodonte (B) em *Dosinia exoleta* (LINNAEUS, 1758); desmodonte (C) em *Macra glauca* BORN, 1778; disodonte (D) em *Ostrea edulis* LINNAEUS, 1758. A escala corresponde a 1 cm. ----- 57

Figura 3.18 – Exemplo de dentição heterodonte em valvas esquerda (A) e direita (B) de *Venus casina* LINNAEUS, 1758, coletada em alcatruzes no porto de Peniche. A escala corresponde a 1 cm. ----- 59

Figura 3.19 – Exemplos, em exemplares atuais, das mais comuns formas de inserção de ligamento que ocorrem em bivalves de Vale de Freixo. Parivincular (A) em *Acanthocardia tuberculata* (LINNAEUS, 1758), coletado em Fábrica (Cacela). Duplivincular (B) em *Glycymeris glycymeris* (LINNAEUS, 1758), coletada em redes no porto de Peniche. Resilífer (C) em *Mimachlamys varia* (LINNAEUS, 1758), coletado em covos no porto de Peniche. Condróforo (D) em *Solecurtus scopula* (TURTON, 1822), coletado em redes no porto de Peniche. Cada escala corresponde a 1 cm. ----- 60

Figura 3.20 – Exemplo de escudete (A) e lúnula (B) em *Venus verrucosa* LINNAEUS, 1758, coletada em alcatruzes no porto de Peniche. Carenas (C) em valva direita de † *Trigonia pseudomeriani*, CHOFFAT, 1885, coletado nas “Camadas de Alcobaça”, Évora de Alcobaça. Cada escala corresponde a 1 cm. ----- 60

Figura 3.21 – *Anomia ephippium* LINNAEUS, 1758. Vista externa da valva esquerda (A) e foramen bissal em vista externa da valva direita (B). Coletada em alcatruzes no porto de Peniche. A escala corresponde a 1 cm. ----- 60

Figura 3.22 – Concha *Karnekampia sulcata* (MÜLLER, 1776). Vista externa da valva direita (A) e pormenor de entalhe bissal da valva direita e dentes do *ctenolium* (B). Coletada em covos no porto de Peniche. A escala da imagem A corresponde a 1 cm. ----- 61

Figura 3.23 – Exemplo de ornamentação radial em costilhas (A) e pormenor de nódulos de interseção entre as costilhas e as linhas de crescimento (B), em <i>Karnekampia sulcata</i> (MÜLLER, 1776), coletada em covos no porto de Peniche. A escala da imagem A corresponde a 1 cm. -----	61
Figura 3.24 – Exemplo de aspetos observáveis na ornamentação concêntrica: linhas de crescimento e sulcos (A) em <i>Scrobicularia plana</i> (DA COSTA, 1778); lamelas (B) em <i>Venus casina</i> LINNAEUS, 1758. Exemplares coletados em alcátruzes no porto de Peniche. Cada escala corresponde a 1 cm. -----	62
Figura 3.25 – Exemplo de aspetos observáveis na ornamentação radial: (A) espinhos em <i>Acanthocardia aculeata</i> (LINNAEUS, 1758), coletada em alcátruzes no porto de Peniche; (B) espátulas espinhosas em <i>Mimachlamys varia</i> (LINNAEUS, 1758), coletado em covos na Baleeira (Sagres); (C) espinhos em <i>Pteria hirundo</i> (LINNAEUS, 1758) bissado em covos no porto de Peniche; (D) espátulas em <i>Acanthocardia paucicostata</i> (G. B. SOWERBY II, 1841) coletado em redes de pesca artesanal na Baleeira (Sagres) Cada escala corresponde a 1 cm. -----	62
Figura 3.26 – <i>Fordilla troyensis</i> Barrande, 1881 in WALCOTT (1886: est. XI, fig 3 e 3b). -----	63
Figura 3.27 – Paleogeografia durante os inícios do Ordovícico (circa 480 M.a.). Da separação do supercontinente Rodínia resultaram a Gondwana, China do Sul, Laurêntia, Báltica, e Sibéria. Dos processos de rifting nas margens da Gondwana resultaram uma série de novos territórios e microcontinentes, como a Avalónia (adaptado de COCKS & TORSVIK, 2002). -----	64
Figura 3.28 – Filogenia de consenso para os MOLLUSCA segundo as análises filogenómicas de KOCOT <i>et al.</i> , 2011 e SMITH <i>et al.</i> , 2011 in TELFORD & BUDD, 2011: fig. 1. -----	66
Figura 4.1 – Fac-símile de ilustração de possível <i>Pecten latissimus</i> BROCCHI, 1814 in ALDROVANDI (1648: 832). -----	74
Figura 4.2 – Fac-símile de estampa XIX in <i>La vana speculazione disingannata dal senso</i> (SCILLA, 1670). © 2017 Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology [acesso a cópia digital em 15 de novembro de 2017]. -----	75
Figura 4.3 – Fac-símile de frontispício de <i>Catalogo delle piante che nascono spontaneamente intorno alla citta` di Siena</i> (BARTALINI, 1776). -----	76
Figura 4.4 – Fac-símile de estampa (Tav. XIII) in <i>Conchiologia fossile subapennina, con osservazioni geologiche sugli Apennini e sul suolo adiacente</i> (BROCCHI, 1814). -----	77
Figura 4.5 – A – Fac-símile de estampa (Tav. XII) in SACCO, 1900. B – Fac-símile de estampa (Tav. VIII) in COCCONI, 1873. -----	78
Figura 4.6 – Fac-símile de estampa (Tav. V) in CERULLI-IRELLI, 1907. -----	83
Figura 4.7 – Fac-símile de estampa X in VIGUIER, 1889. -----	88
Figura 4.8 – Fac-símile da página 168, como exemplo das inúmeras espécies de bivalves nomeadas por P.-A. Millet in <i>Paléontologie de Maine et Loire</i> . -----	90
Figura 4.9 – Fac-símile de estampas (A) Lam. XII e (B) Lam. XIII in ALMERA & BOFILL i POCH, 1898. -- -----	94
Figura 4.10 – Fac-símile da estampa III in BRIVES, 1897b. -----	102
Figura 4.11 – Fac-símile de frontispício do volume de 1839, do <i>The Magazine of Natural History</i> , onde constam os artigos de Lyell e Charlesworth relativos às diferentes formações do Crag. -----	103
Figura 4.12 – Fac-símile de parte da estampa XII in DALE, 1730: 293. -----	104
Figura 4.13 – Fac-símile de estampa XXIII in WOOD, 1851-1860. -----	107

Figura 4.14 – Fac-símile da estampa VI <i>in</i> DE LA JONKAIRE, 1832b. -----	110
Figura 4.15 – Fac-símile de estampa I <i>in</i> NYST & WESTENDORP, 1839. -----	111
Figura 4.16 – Fac-símile de estampa VII <i>in</i> NYST, 1835b. -----	112
Figura 5.1 – localização geográfica da jazida de Vale de Freixo e cartografia geológica simplificada do setor de Carnide na região do Baixo Mondego. 1- Coberto de areias eólicas; 2- Aluviões; 3- Depósitos de Abelheira (sector N) e Depósitos de Carpalhosa (sector S); 4- Formações de Estevães e Ranha; 5- Formação de Barracão, 6- Formações de Carnide, Ilha e Roussa; 7- Formações ante-Pliocénicas <i>in</i> CARVALHO, FERREIRA SOARES & CALLAPEZ., 2005: 626, fig.1. -----	119
Figura 5.2 – A – Corte na extremidade NNE da jazida de Vale de Freixo, onde o estrato 4 denota menor espessura. B – Pormenor de corte da jazida fossilífera com ênfase no contacto entre o estrato 2 e a Formação Argilitos de Amor. C – Pormenor da sequência fossilífera (estratos 2, 3 e 4) encimada pelo estrato argiloso (5).-----	123
Figura 5.3 – Perfil cronoestratigráfico e litoestratigráfico da jazida de Vale de Freixo. Elaborado com base em levantamento pessoal e informações bibliográficas (e.g. SILVA, 2001; CARVALHO, FERREIRA SOARES, & CALLAPEZ, 2005). -----	124
Figura 5.4 – Gastrópode termófilo <i>Ficus condita</i> BRONGNIART 1823 acompanhado de <i>Simnia spelta</i> (LINNAEUS, 1758). Formação de Carnide, base do estrato 4 da jazida de Vale de Freixo. -----	125
Figura 5.5 – A – <i>Elphidium crispum</i> (LINNAEUS, 1758); B – <i>Cibicidoides lobatulus</i> (WALKER & JACOB, 1878). Formação de Carnide, estrato 3 da jazida de Vale de Freixo. -----	125
Figura 5.6 – A – <i>Textularia</i> DEFRANCE, 1824; B – <i>Adelosina</i> D'ORBIGNY, 1826. Formação de Carnide, estrato 3 da jazida de Vale de Freixo. -----	127
Figura 5.7 – Aspeto do estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo, rico em valvas de <i>Glycymeris</i> spp. -----	129
Figura 5.8 – Exemplos de bioerosão por <i>Maeandropolydora</i> isp. e <i>Oichnus</i> isp. em valvas de <i>Glycymeris</i> sp., coletadas no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. -----	130
Figura 5.9 – Exemplos de bioincrustação por briozoários e bioerosão por esponja endolítica em face interna de valva de grande bivalve, recolhido no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. -----	130
Figura 5.10 – Exemplos de bioerosão em face interna e externa de valva de <i>Glycymeris</i> sp., coletadas no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. -----	131
Figura 5.11 – Exemplo de conservação de aurículas em valva de <i>Palliolum excisum</i> (BRONN, 1831), coletado no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. -----	132
Figura 5.12 – <i>Thylacodes arenarius</i> (LINNAEUS, 1758) assente sobre o substrato miocénico, coletado na base do estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. -----	132
Figura 5.13 – Exemplos de preenchimento de valva com microgastrópodes, microbivalves, fragmentos de macrobivalves, fragmentos de macrogastrópodes e elementos de balanídeos. Coletado no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. -----	133
Figura 5.14 – Exemplos de bioerosão em espécimes de gastrópodes coletados no estrato 3 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. -----	134
Figura 5.15 – Exemplos de bioincrustação <i>Petalconchus glomeratus</i> (LINNAEUS, 1758) sobre valva de <i>Ostrea edulis</i> LINNAEUS, 1758; coletado no estrato 3 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. -----	134

- Figura 5.16 – Exemplo de preservação de padrões de cor, em exemplar de *Natica raropunctata* SASSI, 1827; coletado no estrato 3 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 135
- Figura 5.17 – Exemplo de bioincrustação por balanídeos e bioerosão em exemplar de *Genota ramosa* (BASTEROT, 1825); coletado no estrato 3 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 136
- Figura 5.18 – Exemplo de *Oichnus* isp. em valva de *Callista chione* (LINNAEUS, 1758), coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 136
- Figura 5.19 – Exemplo de bioincrustação por balanídeos em exemplar de *Palliolum excisum* (BRONN, 1831) coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 137
- Figura 5.20 – Exemplo de preservação de coloração em *Marginella iberica* LANDAU, LA PERNA & MARQUET, 2006, coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 137
- Figura 5.21 – Exemplo de preservação de lamelas em exemplar de valva esquerda de *Circomphalus foliaceolamellosus* (DILLWYN, 1817), coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 138
- Figura 5.22 – Exemplo de preservação de protoconcha em exemplar de *Sinum striatum* (DE SERRES, 1829), coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 138
- Figura 5.23 – Exemplo de preservação de ligamento em exemplar de *Bosemprella incarnata* (LINNAEUS, 1758); coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 138
- Figura 5.24 – Exemplares de *Crepidula unguiformis* LAMARCK, 1822 alojados dentro de conchas de gastrópodes [A – *Neverita olla* DE SERRES, 1829 e B – *Fasciolaria lawleiana* (D'ANCONA, 1872)]; coletados no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. ----- 139
- Figura 7.1 – Vista lateral externa de fragmento de VD de *Hinnites crispus* (BROCCHI, 1814), coletado no estrato 2 de Vale de Freixo, no qual são visíveis as marcas de cimentação e a incorporação de clastos siliciosos. A escala corresponde a 1 cm. ----- 195

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Esquema estratigráfico: representação espacial, articulação e idades das unidades para o Pliocénico (SLD 13) e Quaternário (SLD 14) das Bacias do Douro e Mondego <i>in</i> PAIS, CUNHA & LEGOINHA (2010: 367, tab.1). -----	33
Tabela 2.2 – Esquema estratigráfico: representação espacial, articulação e idades das unidades para o Pliocénico (SLD 13) e Quaternário (SLD 14) da Bacia do Tejo <i>in</i> PAIS, CUNHA & LEGOINHA (2010: 368, tab.2). -----	34
Tabela 2.3 – Esquema estratigráfico: representação espacial, articulação e idades das unidades para o Pliocénico (SLD 13) e Quaternário (SLD 14) da Bacia de Alvalade e Bacia do Algarve <i>in</i> PAIS, CUNHA & LEGOINHA (2010: 369, tab.3). -----	34
Tabela 3.1 – Condições de simetria em bivalves e descrição genérica. Baseado em COX <i>et al.</i> <i>in</i> MOORE, 1969; TEBBLE, 1976; PAREDES, 2012. -----	50
Tabela 3.2 – Principais tipos de dentição em bivalves, descrição geral e exemplos de taxa representativos nas dentições menos ubíquas. Baseado em COX <i>et al.</i> <i>in</i> MOORE, 1969; RODRÍGUEZ & SÁNCHEZ, 1997; PAREDES, 2012. -----	55
Tabela 3.3 – Tipos de inserção de ligamento em bivalves e descrição das características principais. (Baseado em COX <i>et al.</i> <i>in</i> MOORE, 1969; MARTINELL <i>et al.</i> <i>in</i> MARTÍNEZ-CHACÓN & RIVAS, 2009 e PAREDES, 2012). -----	58
Tabela 7.1 – Lista de famílias e espécies de moluscos bivalves identificados em Vale de Freixo. Assinalam-se as novas ocorrências para o Pliocénico Português (*) e para o Pliocénico de Carnide (**) ---	193
Tabela 7.2 – Bivalves identificados em Vale de Freixo e a sua relação com o substrato: endobentónicos (En); semi-endobentónicos (SEn); epibentónicos cimentados (Epc); epibentónicos bissados (Epb); epibentónicos de natação livre (Epn) e perfuradores ou criptobentónicos (PC).-----	196
Tabela 7.3 – Nicho trófico dos bivalves identificados em Vale de Freixo: detritívoros (D); suspensívoros (S) (LOZANO-FRANCISCO, 1997; SANTOS, 2000). -----	198

SIGLAS UTILIZADAS

Dap	Diâmetro ântero-posterior
Dup	Diâmetro umbopaleal
FAD	First Appearance Datum
FCO	First Common Occurrence
FO	First Occurrence
LAD	Last Appearance Datum
GSSP	Global Boundary Stratotype Section and Point
LCO	Last Common Occurrence
LO	Last Occurrence
Ka	Milhares de anos
Ma	Milhões de anos
ODP	Ocean Drilling Program
P.C.	Exemplares de Pedro Callapez
RP-VF2-B000	Coleção de Ricardo Pimentel-Vale de Freixo, estrato 2-bivalve nº...
RP-VF3-B000	Coleção de Ricardo Pimentel-Vale de Freixo, estrato 3-bivalve nº...
RP-VF4-B000	Coleção de Ricardo Pimentel-Vale de Freixo, estrato 4-bivalve nº...
VD	Valva direita
VE	Valva esquerda

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 – QUESITOS E OBJETIVOS

Como é apanágio de muitos dos trabalhos desta índole partimos de um problema; uma questão alargada que se nos colocou, que se tornou fermento e sustento de todo o trabalho realizado ao longo deste último ano. Em que medida, os BIVALVIA do Pliocénico marinho de Vale de Freixo seriam, de todo, semelhantes aos coletados nas outras jazidas de Carnide (Pombal)? [e.g. Vale da Bouchada, Vale Farpado, Igreja de Carnide; já identificados e classificados, nomeadamente por TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951); ZBYSZEWSKI (1959)].

Na mesma linha que semelhanças e dissemelhanças seria possível verificar, aquando da comparação com o cortejo de bivalves concernentes aos aflorantes com Pliocénico marinho da Bacia do Mondego nos concelhos de Caldas da Rainha, Nazaré, Alcobaça, Marinha Grande e Leiria? [tomando, como principal referência, os trabalhos de DOLLFUS & COTTER (1909), COX (1936) e ZBYSZEWSKI (1959)].

Por outro lado, o papel dos bivalves na(s) biocenose(s) pliocénica(s) de Vale Freixo, assim como o significado paleoecológico, paleobiogeográfico e paleoclimático de algumas das espécies presentes, constituíam trilhos de conhecimento para os quais importava contribuímos, com vista a colaborar com os estudos já realizados e com estudos futuros, extensíveis à generalidade do Pliocénico marinho da Bacia do Mondego.

Apesar do apreciável volume de estudos relativos à jazida de Vale de Freixo, os moluscos bivalves não haviam sido, nas últimas décadas, alvo de um estudo que envolvesse um trabalho abrangente de identificação e classificação. Por esse facto, para que as premissas fossem testadas, estabelecemos como objetivo mor o estudo sistemático dos moluscos bivalves da jazida do Pliocénico marinho de Vale de Freixo, baseado em extensa coleção paleontológica inédita. Para tal, pretendemos: (1) identificar as espécies de bivalves a partir da amostragem recolhida em trabalho de campo; (2) classificar as mesmas numa sistemática paleontológica, de acordo com as últimas tendências de classificação suprafamília; (3) figurar as espécies de bivalves obtidas na amostragem; (4) apresentar e interpretar dados genéricos relativos à tafonomia da jazida; (5) apresentar considerações de índole paleoecológica, paleogeográfica e paleoclimática, com base no estudo da coleção e em analogias com os atuais ecossistemas.

1.2 – ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho apresenta o corpo de texto organizado em duas partes. A Parte I denominada CONTEXTUALIZAÇÃO GENÉRICA inclui os capítulos 2 a 4. Esta destina-se a abordar dois conceitos essenciais deste trabalho (Pliocénico e BIVALVIA) e enquadrar a jazida objeto de estudo.

Para tal, no capítulo 2 (SOBRE O PLIOCÉNICO) resenhamos os enquadramentos histórico, geológico e cronoestratigráfico do Pliocénico marinho, localizamos sumariamente as principais bacias com Pliocénico marinho da península Ibérica e suas convizinhas. Revisitamos o Pliocénico em Portugal. Sobre o Pliocénico marinho da Bacia do Mondego, fazemos relação dos trabalhos publicados e respetivos focos de temática paleontológica. No que respeita aos BIVALVIA, no capítulo 3 (SOBRE A CLASSE BIVALVIA LINNAEUS, 1758), passamos em revista, de forma sumária, as suas características morfológicas, anatómicas e fisiológicas; a terminologia descritiva, damos nota da origem da designação, enquadramos historicamente a sua classificação e resumimos questões de ordem evolutiva e filogenética. Em seguida, no capítulo 4 (RECENSÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE BIVALVIA MARINHOS PLIOCÉNICOS), fazemos nota cronológica e geográfica sobre parte dos estudos relativos aos bivalves pliocénicos marinhos das principais províncias bioestratigráficas, definidas para esta Época do Neogénico, para o Mediterrâneo ocidental e fachada atlântica.

A Parte II, denominada BIVALVIA DE VALE DE FREIXO, é constituída por dois capítulos. Começamos, no capítulo 5 (A JAZIDA DE VALE DE FREIXO), no qual procedemos a uma síntese, baseada nas observações de campo e na bibliografia consultada, relativa à localização, enquadramentos geológico, cronoestratigráfico e paleoambiental desta jazida com Pliocénico marinho. Segue-se uma abordagem tafonómica de carácter genérico e qualitativo. Terminamos no capítulo 6 (CHECKLIST ICONOGRÁFICA DOS BIVALVES DE VALE DE FREIXO), em que abordamos a sistemática paleontológica dos BIVALVIA, recoletados no trabalho de campo, onde explanamos a identificação anotada, classificação e figuração das entidades da coleção em estudo.

O corpo de texto, deste trabalho, termina com o capítulo 7 (DISCUSSÃO E CONCLUSÕES); neste fazemos sùmula da resultante do trabalho de identificação e classificação dos bivalves de Vale de Freixo e tentamos dar resposta às questões iniciais, que nos fizeram percorrer este caminho. Terminamos com discussão sobre aspetos paleoecológicos, paleoclimáticos e paleogeográficos; apoiando-nos na fauna coletada, observações tafonómicas e analogia com ecossistemas atuais.

1.3 – METODOLOGIA

O trabalho de campo foi antecedido pela incorporação de uma síntese concetual, obtida através da leitura e análise de trabalhos, citados em O PLIOCÉNICO DE PORTUGAL e em SÚMULA BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS ESTUDOS RELATIVOS AO PLIOCÉNICO MARINHO NA BACIA DO MONDEGO. Compreendidos o enquadramento geológico com recurso a mapas, a sucessão local dos estratos através de um perfil estratigráfico e a geometria da própria jazida paleontológica, procedemos à amostragem dos estratosossilíferos aí aflorantes, por busca direta e por volumetria. A cobertura vegetal extensa, os depósitos de escorrência e de derrocada ocultavam a Formação de Carnide (Fig. 1.1). Foi necessário atuar com a finalidade de remover parte desses depósitos e desbastar alguma vegetação.



Figura 1.1 – Afloramento onde se realizou o trabalho de campo na jazida de Vale de Freixo, onde é visível a derrocada e deslizamento dos depósitos superiores, ocultando os estratosossilíferos.

Os somatofósseis recolhidos por busca direta foram triados, por estrato de origem, e procedeu-se a observações de carácter tafonómico, relativas a cada um deles. Na recolha por volumetria efetuou-se uma desagregação mecânica do sedimento e retiraram-se os somatofósseis de maior dimensão.

Seguiu-se o trabalho laboratorial que envolveu diversas etapas. Para a limpeza dos somatofósseis, recolhidos por busca direta, foram utilizadas técnicas a seco, dado que a lavagem se revelou agressiva, nomeadamente para os bivalves, fragmentando as valvas, principalmente no caso de mactras e telinas.

O sedimento recolhido, para estudo por volumetria, sofreu um processo de lavagem, sendo a crivagem efetuada em peneiros com malha de 2 mm, 1 mm e 0,25 mm. As frações

granulométricas assim separadas foram secas sem recurso a estufa, de modo a minimizar o choque térmico sobre os fósseis mais frágeis. A triagem foi efetuada a olho nu, para o material obtido no peneiro de malha de 2 mm e à lupa binocular para os restantes.

Os espécimes foram separados e colocados em caixas acrílicas, etiquetadas com uma identificação provisória. Quando necessário, foram conservados com parte da sua matriz envolvente, ou ainda reforçados com um consolidante incolor, feito à base de cola UHU diluída em acetona. Procedeu-se depois a uma triagem, em que foram selecionados os bivalves em melhores condições de preservação para inclusão no estudo, a par dos mais raros ou singulares, mesmo que incompletos, procedendo-se à sua catalogação em suporte digital.

Em simultâneo com o trabalho de campo foi feito um périplo, percorrendo diversos portos de pesca da costa continental, a fim de efetuar trabalhos de amostragem em artes de pesca. O objetivo foi obter uma coleção comparativa de fauna de bivalves atuais, para apoio ao trabalho de identificação e paleoecológico.

A identificação e classificação dos bivalves selecionados, foi efetuada tendo em conta os critérios e termos descritos em CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS BIVALVIA E TERMINOLOGIA DESCRITIVA. Esta etapa envolveu a comparação do material fóssil com estampas e descrições inclusas em publicações, sobre a fauna pliocénica europeia, em parte referenciados em RECENSÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE BIVALVIA MARINHOS PLIOCÉNICOS e também em obras de referência relativas a BIVALVIA cenozoicos e atuais.

Sempre que um *taxon* supragenérico da classe BIVALVIA, ou de outra classe do filo MOLLUSCA, aparece, pela primeira vez, no corpo do texto, o autor e ano são referidos, incluindo-se, sempre que disponível, a publicação, com a descrição ou referência original, nas referências bibliográficas desta dissertação. A exceção, a esta opção de trabalho, encontra-se na secção que sintetiza o histórico sobre as propostas de classificação para os BIVALVIA, dado que boa parte da nomenclatura referida se encontra em desuso e os seus proponentes estão, regra geral, identificados ao longo do texto correspondente. Os *taxa* de nível suprafamília, exclusive, são escritos em maiúsculas pequenas. O mesmo procedimento foi adotado para os autores.

Todos os exemplares dos somatofósseis e icnofósseis foram fotografados à escala, com recurso a uma camera Canon 550 D, equipada com lente Canon EFS 18-50 mm, utilizada manualmente na posição correspondente à lente de 18 mm, ou lente macro SIGMA 50 mm F2.8, sob luz natural. As fotografias foram redimensionadas através Microsoft Office Picture Manager. As estampas foram produzidas, a partir das fotografias, recorrendo a tratamento de imagem com GIMP2.

PARTE I – CONTEXTUALIZAÇÃO GENÉRICA

CAPÍTULO 2 – SOBRE O PLIOCÉNICO

2.1– SINOPSE SOBRE O PLIOCÉNICO NA HISTÓRIA DA ESTRATIGRAFIA

Sir Charles Lyell (1797-1875) publicou, entre 1830 e 1833, os três volumes da sua obra: *Principles of Geology Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface by Reference to Causes Now in Operation*. No volume III surge a sua proposta para subdivisões do “Terciário” com os termos Eocénico, Miocénico e Pliocénico, embora alicerçados num significado biostratigráfico/biocronológico (BERGGREN, 1998). Mais tarde, em 1839, surgiria o termo Plistocénico para substituir o “Pliocénico Recente” de Lyell. Os termos informais, propostos inicialmente por Lyell, foram submetidos ao escrutínio de William Whewell (1794-1866), que lhe sugeriu termos etimológicos mais apropriados. Reproduza-se, a propósito, um excerto do volume III de *Principles of Geology* (LYELL, 1833: 53):

We derive the term Pliocene from pleion, major, and xaeno, recens, as the major part of the fossil testacea of this epoch are referrible to recent species. [...] I have been much indebted to my friend, the Rev. W. Whewell, for assisting me in inventing and anglicizing these terms [...].

Lyell utilizou um método percentual, baseado na proporção de espécies atuais no conteúdo fossilífero, para o cálculo da posição estratigráfica das rochas do “Terciário”. Segundo esta metodologia estabeleceu o Eocénico, que teria menos de 3% de espécies atuais, o Miocénico mais de 8%, o “Pliocénico Antigo” (correspondente ao significado atual de Pliocénico) entre 35-50% e o “Pliocénico Recente” (correspondente ao significado atual de Plistocénico) com 90-95% (BERGGREN, *op. cit.*). Para este trabalho foi essencial a sua estreita colaboração com Jules Desnoyers (1800-1887) e Gérard Paul Deshayes (1795-1875)¹. Deshayes classificou a coleção de moluscos obtida por Lyell, entre 1828-1829, na sua viagem à Sicília e estados da península Itálica (Fig. 2.1). Lyell, por seu turno, também procedeu ao estudo da extensa coleção malacológica de Deshayes, constituída por exemplares provenientes de diversas bacias cenozoicas europeias (e.g. Paris, Aquitânia, Londres, Viena e Touraine). Esta estreita relação, que Lyell estabeleceu com Desnoyers e Deshayes, encontra-se bem atestada no seguinte excerto do III volume de *Principles of Geology* (LYELL, 1833: xiii–xiv):

On my return to Paris, in February, 1829, I communicated to M. Desnoyers some of the new views to which my examination of Sicily had led me, and my intention to attempt a classification of the different tertiary formations in chronological order, by reference to the comparative proportion of living species of shells found fossil in each [sublinhado nosso]. He informed me, that during my tour he had been employed in printing the first part of his memoir, not yet

¹ Para conhecimento sobre as ligações deste malacologista à geologia nacional consulte-se BRANDÃO (2013).

published, 'on the Tertiary Formations more recent than the Paris basin,' in which he had insisted on the doctrine 'of the succession of tertiary formations of different ages.' At the end of the first part of his memoir, which was published before I left Paris, he annexed a note on the accordance of many of my views with his own [...].

At the same time I learned from M. Desnoyers, that M. Deshayes had, by the mere inspection of the fossil shells in his extensive museum, convinced himself that the different tertiary formations might be arranged in a chronological series. I accordingly lost no time in seeing M. Deshayes, who explained to me the data on which he considered that the three tertiary periods mentioned in the Tables, Appendix I., might be established. I at once perceived that the fossils obtained by me in my tour would form but an inconsiderable contribution to so great a body of zoological evidence as M. Deshayes had already in his possession. I therefore requested him to examine my shells when they arrived from Italy, and expressed my great desire to obtain his co-operation in my work [sublinhado nosso], in which, as will appear in the sequel, I was fortunate enough to succeed.

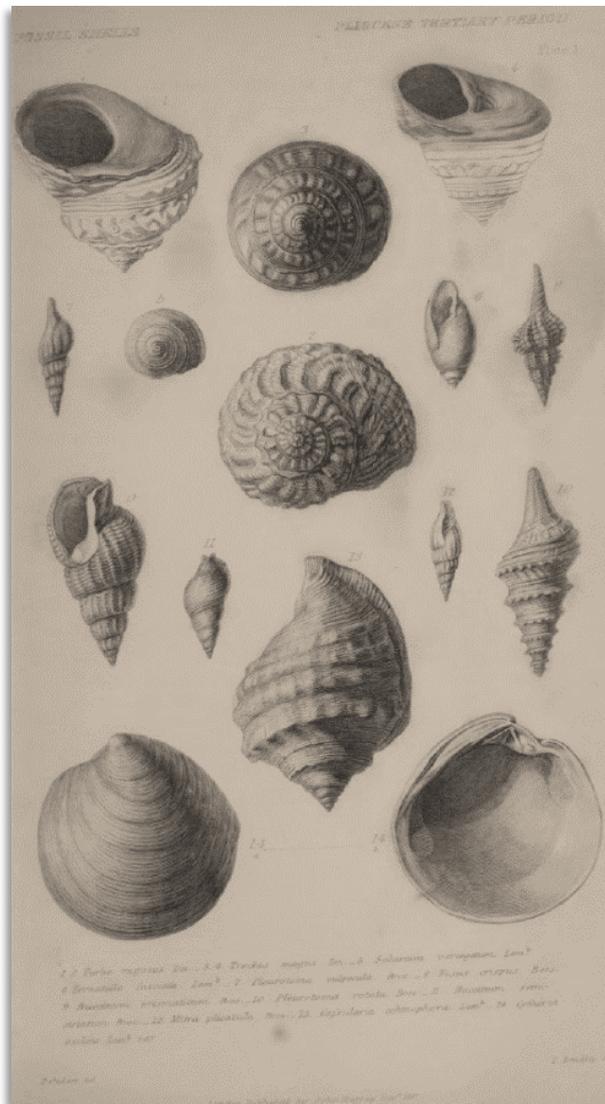


Figura 2.1 – *Principles of Geology*, Vol. III, est. I, representando gastrópodes pliocénicos selecionados por Deshayes in LYELL, 1833.

Por outro lado, segundo BERGGREN (1998), Lyell usou de forma inconsistente a terminologia estratigráfica, referindo-se a Período, Era e Época em contextos desenquadrados e revertendo a hierarquia. No entanto, refira-se que a terminologia estratigráfica só seria formalizada no VI Congresso Geológico Internacional de Bolonha, em 1881. A propósito, citemos LYELL (1833: 109):

Suppose some of these changes to have been superinduced upon subaqueous deposits underlying the tertiary formations of Sicily, it is important to reflect that in that case no geological proofs would remain of the era when the alterations had taken place; and if, at some future period, the whole island should be uplifted, and these rocks of fusion, together with the altered strata, should be brought up to the surface, it would not be apparent that they had assumed their crystalline texture in the newer Pliocene period [sublinhado nosso]. For aught that would then appear, they might have acquired their peculiar mineral texture at epochs long anterior, [sublinhado nosso] and might be supposed to have been formed before the planet and inhabited by living beings; instead of having originated at an era [sublinhado nosso] long subsequent to the introduction of the existing species.

Durante o Séc. XIX, com suporte em elementos de datação relativa provenientes da paleontologia de invertebrados, surgiram variadas designações para andares do Neogénico. Destes, poucos foram os que sobreviveram, sendo que apenas o Zanciano e o Placenciano são atualmente válidos. Segundo CITA (2009), durante a parte final do Séc. XIX e primeiras décadas do Séc. XX foi disponibilizado um alargado conjunto de dados, provenientes de extensos estudos paleontológicos, que não terão sido devidamente entendidos. Este estado de ambiguidade na estratigrafia melhorou após a Segunda Grande Guerra, quando a micropaleontologia entrou em franco desenvolvimento. Com a introdução de novas e múltiplas metodologias nos estudos estratigráficos e com o estabelecimento de normas comuns, no chamado *International Stratigraphic Guide*, editado por Hollis Dow Hedberg (1903-1988) em 1976 e com 2ª edição em 1994 por Amos Salvador (1923-2007), assistiu-se à substituição das secções históricas, referidas na bibliografia clássica, pelos GSSP. Os GSSP, para os andares neogénicos, são definidos com base num conjunto de critérios precisos em termos de biostratigrafia, polaridade magnética, escala temporal e escala astronómica (GRADSTEIN *et al.* 2012).

Para a biostratigrafia do Pliocénico marinho, compreendido entre 5,33-2,58 Ma (ANTHONISSEN & OGG in GRADSTEIN *et al.* 2012: 1110), foi fundamental o uso integrado de escalas baseadas em foraminíferos planctónicos e nanoplâncton calcário (ANTHONISSEN & OGG in GRADSTEIN *et al.* 2012), entre outros grupos taxonómicos, como fósseis índice. Estes foram usados para definir biozonas, ou seja, intervalos estratigráficos caracterizados por volumes de

estratos com um determinado conteúdo fossilífero específico, diferente dos corpos geológicos adjacentes (SALVADOR, 1994: 55).

Os dados fundamentais, para a definição das biozonas e escalas biostratigráficas, são os bioeventos: aparecimento de um novo *taxon* (FAD), que corresponde a um evento evolutivo; última aparição de uma espécie índice (LAD), que corresponde ao final da distribuição do *taxon*; primeira ocorrência (FO); primeira ocorrência comum (FCO); última aparição local (LO) e a última aparição comum de determinada espécie (LCO). Segundo VIOLANTI (2012), dado que a expansão de uma nova espécie, para fora da sua área original, requer o aparecimento de condições ambientais que lhe sejam favoráveis e tempo para que se efetive o alargamento do seu território, a ocorrência em diferentes locais será diacrónica e mais recente que a FAD. Dado que a FO, para determinado *taxon*, é difícil de detetar, considera-se a FCO como um dado mais fiável.

As biozonas mais utilizadas incluem a biozona de intervalo, definida como o intervalo ou o corpo estratificado entre dois determinados bioeventos. Outras biozonas usuais são: as de extensão vertical simples, definida como a extensão total de ocorrência estratigráfica e geográfica de um determinado *taxon*; extensão vertical concomitante definida como o corpo estratificado que contem a sobreposição de dois taxa utilizados como marcadores (zona vertical composta se forem dois taxa ou de Opper se o número de taxa for superior); zona de acme (ou apogeu), definida como o intervalo sedimentar em que se regista uma abundância excepcional de um determinado taxa. Estas biozonas são fundamentalmente ecobioestratigráficas, já que estão fortemente dependentes de fatores ambientais (e.g. VERA TORRES, 1994; REY [Ed.], 1997; VIOLANTI, 2012). A filozona corresponde ao intervalo sedimentar contendo espécimes de um determinado segmento, parcial ou total, de uma linhagem evolutiva. Para VIOLANTE (2012: 125), estas são consideradas as mais fiáveis para estabelecer correlações biostratigráficas e os seus limites aproximam-se das unidades cronoestratigráficas. Para as definir é necessário que haja relações filogenéticas bem conhecidas entre os taxa selecionados.

No refinamento da cronoestratigrafia de alta resolução tem sido de suma importância a utilização da cicloestratigrafia (HINNOV & HILGEN in GRADSTEIN *et al.* 2012). Neste contexto é importante a denominada Banda de Frequência de Milankovitch. Esta constitui uma base de estudos para fenómenos geológicos repetitivos que pressupõem determinada ciclicidade expressa no registo sedimentar. Esses trabalhos fundamentam-se na teoria de Milankovitch, publicada em 1941, que procurou explicar as glaciações pliocénicas através de variações do grau de insolação da Terra, em função de dados orbitais como: os movimentos de precessão (19 a 23 Ka), obliquidade (41 Ka) e excentricidade (100 e 413 Ka). Assim, foi possível refinar e identificar ciclos sedimentares na ordem de alguns Ka. Segundo PERLMUTTER & FILHO (2005: 2), os ciclos climáticos, induzidos orbitalmente, podem gerar ciclos sedimentares tendo como principais fenómenos associados: variações eustáticas do nível do mar, devido à variação do

volume do gelo nos glaciares em grandes altitudes; variações no nível dos lagos, devido a variações regionais no balanço hídrico (evaporação/precipitação) da região; mudanças nas taxas de produção, granulometria, mineralogia, intemperismo e bacia de drenagem; mudanças nas taxas de transporte, através da alteração das condições hidrodinâmicas dos sistemas fluviais; e mudanças nos ambientes deposicionais, devido à alteração do clima na bacia recetora dos sedimentos.

A magnetoestratigrafia foi também de enorme importância para a estratigrafia de alta resolução do Pliocénico marinho, sobretudo a partir do estudo de sondagens (LOURENS *et al.*, 1996; OGG *in* GRADSTEIN, OGG, SCHMITZ & OGG, 2012).

A investigação subsequente demonstrou que as secções originais, introduzidas como estratotípos para os tradicionais andares pliocénicos, eram inadequadas pelo facto de: não serem acessíveis atualmente, por possuírem hiatos ou por representarem fácies sedimentares temporalmente equivalentes (VIOLANTI, 2012).

Em termos históricos, o andar Zanciano foi definido em 1868, por Giuseppe Seguenza (1833-1889), para o Pliocénico inferior como complemento ao Astiano de Karl Mayer (1826-1907), referente ao Pliocénico superior. Esta designação foi, no entanto, mencionada pela primeira vez em 1867, pelo próprio Mayer, aquando da definição do andar Messiniano, que foi criado como uma unidade que englobaria todo o intervalo entre o Tortoniano e o Astiano (VAN COUVERING *et al.*, 2000; LIRER & IACCARINO, 2011). Seguenza terá descrito a geologia da área de Messina (Sicília), mas sem definir um estratotipo (RODA, 1971 *vide* LIRER & IACCARINO, 2011). Seguenza descreveu, para o corte de Gravitelli (Fig 2.2), oito formações com litologias bem distintas, associando parte destas ao Zanciano. Mais tarde, Seguenza consideraria a secção de Gravitelli como estratotipo para o Zanciano. Entretanto, o afloramento de Gravitelli foi coberto por vegetação e tornou-se inacessível (RODA, 1971 *vide* LIRER & IACCARINO, 2011).

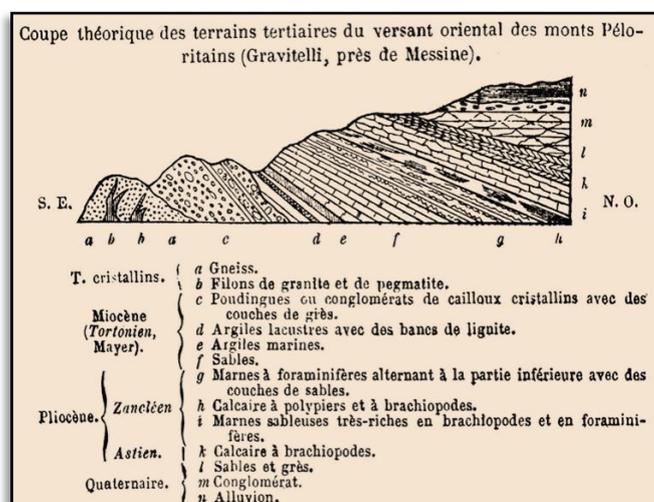


Figura 2.2 – Esquema *in* SEGUENZA (1868: 467, fig.1) ilustrativo da sucessão de depósitos “terciários” de Gravitelli.

CITA & GARTNER (1973 *vide* VIOLANTI, 2012) e CITA (1975) propuseram o estratotipo para o Zanciano nas arribas de Capo Rossello (Sicília), na secção de Eraclea Minoa (Fig. 2.3) (latitude 37°23'30"N, longitude 013°16'50"E) na base da Formação de Trubi (margas ricas em globigerinídeos), onde a sequência se revelou mais completa e onde contacta em conformidade com o Messiniano.



Figura 2.3 – Localização do GSSP para o Zanciano em Eraclea Minoa, Sicília. (imagens©2018 DigitalGlobe)

Assim, a base do Zanciano/Pliocénico (Fig. 2.4) foi definida no muro da camada carbonatada coincidente com o ciclo de insolação 510, datado em 5,33 Ma (LOURENS *et al.*, 1996: 406, tab.1). A base do evento magnético Thvera (C3n.4n) situa-se apenas cinco ciclos de precessão (96 Ka) acima do GSSP (VAN COUVERING *et al.*, 2000: 183). Em termos de bioeventos refere-se a base da acme de *Sphaeroidinellopsis*, dois influxos de *Neogloboquadrina acostaensis* (BLOW, 1959), com enrolamento sinistro, e o intervalo de paracme de *Reticulofenestra pseudoumbilicus* (GARTNER, 1967) GARTNER, 1969 e a FO de *Reticulofenestra zancleana* DI STEFANO & STURIALE, 2010 aproximam-se da base do Zanciano (LIRER & IACCARINO, 2011: 114). Todo este percurso culminou, em 2000, com a formalização do GSSP para o Zanciano, com o limite datado em 5,33 Ma (VAN COUVERING *et al.*, 2000; LIRER & IACCARINO, 2011; VIOLANTI, 2012).

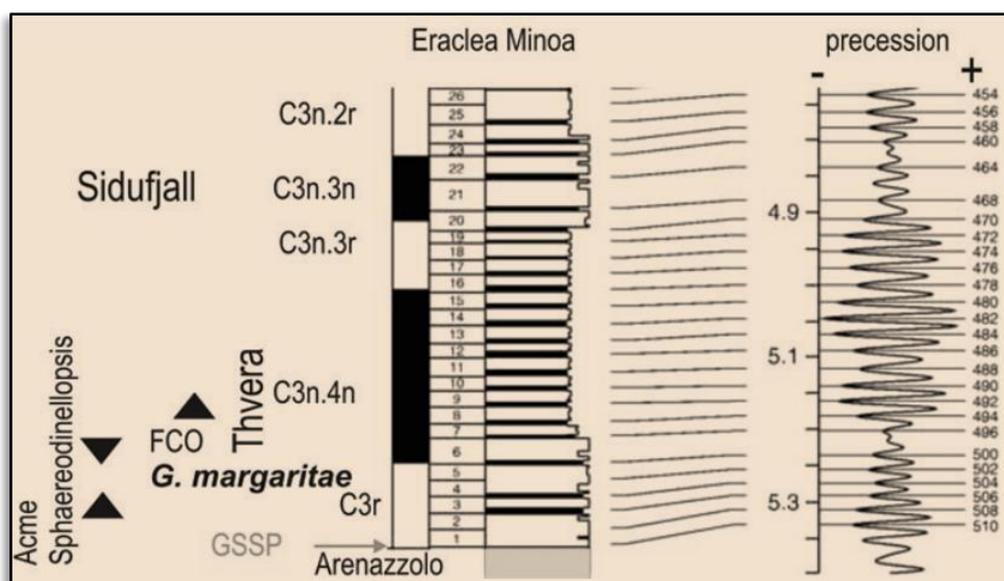


Figura 2.4 – Biostratigrafia, magnetoestratigrafia e ciclostratigrafia do GSSP para o Zancleano em Eraclea Minoa in LIRER & IACCARINO (2011: 114, fig. 34).

O Placenciano constitui atualmente o segundo Andar do Pliocénico e foi proposto por Mayer em 1858 (CASTRADORI *et al.*, 1998; VIOLANTI, 2012). O mesmo autor haveria de propor, como já foi referido, em 1868, o Astiano para a parte terminal do Pliocénico, indicando a Formação de Argille Azzurre, particularmente rica em moluscos testáceos, aflorante em Castell'Arquato e Lugagnano, nas imediações de Piacenza², como típicas do Andar Placenciano. Os estudos micropaleontológicos subsequentes, baseados em nanoplâncton calcário, vieram demonstrar que existia um hiato na base da secção de Castell'Arquato, referente a uma boa parte do Placenciano inferior, e que estava ausente o limite Zancleano/Placenciano (RAFFI *et al.*, 1989 *fide* CASTRADORI *et al.*, 1998 e VIOLANTI, 2012; RIO *et al.*, 1988 *fide* CASTRADORI *et al.*, 1998 e VIOLANTI, 2012); face a esta evidência tornou-se inadequado para representar o andar Placenciano. Entretanto, uma sequência sedimentar, completamente documentada para o Placenciano, foi reconhecida em Punta Piccola (Fig. 2.5), no sul da Sicília, onde seria ratificado o estratótipo para o Placenciano e o limite para o Zancleano-Placenciano, com uma idade estimada de 3,6 Ma, e coordenadas de 37°17'20" N de latitude e 013°29'36" E de longitude (CASTRADORI *et al.*, 1998).

² Aquando da proposta, em 1858, o território era pertença do Ducado de Parma e Placência.



Figura 2.5 – Localização do GSSP para o Placenciano em Punta Picola, Sicília. Esta secção aflora ao longo da estrada que liga Porto Empedocle a Realmonte, 4 km a E de Capo Rossello (imagens©2018 DigitalGlobe)

Os dados indicam que a secção de Punta Picola é basicamente contínua e que os possíveis hiatos existentes terão uma duração inferior à resolução providenciada pela astrocicloestratigrafia (CASTRADORI *et al.*, 1998). A taxa de sedimentação terá sido entre os 4.5 a 5.5 cm por milénio, aumentando para 12 cm por milénio para o topo do perfil (LOURENS *et al.*, 1996: 400). Os ciclos carbonatados de Rossello, onde se inclui o registo de Punta Picola, foram controlados fundamentalmente pela precessão, mas também se observaram influências por parte da obliquidade da órbita terrestre. Os dados, provenientes da micropaleontologia, corroboram um ambiente de sedimentação epibatial superior, com batimetrias na ordem dos 800-1000 m (CASTRADORI *et al.*, 1998: 91). Atualmente, a base do Placenciano está definida como a base da “Marga bege” do ciclo carbonatado 77 de pequena escala, correspondendo à precessão 347, numerada a partir do presente, com uma idade astrocronológica estimada em 3,6 Ma (LOURENS *et al.*, 1996: 401, fig. 7). Este limite é virtualmente coincidente com a inversão da polaridade magnética de Gilbert-Gauss (Fig. 2.6) datada por LOURENS *et al.* (1996: 408, tab. 3) em 3,596

Ma. Em termos isotópicos localiza-se na obliquidade designada como o-176, conotada com o nível de $\delta^{18}\text{O}$ MG8 inferido nas localizações 846, 677 e 659 do ODP (LOURENS *et al.*, 1996: 408–411, fig. 10 e 11).

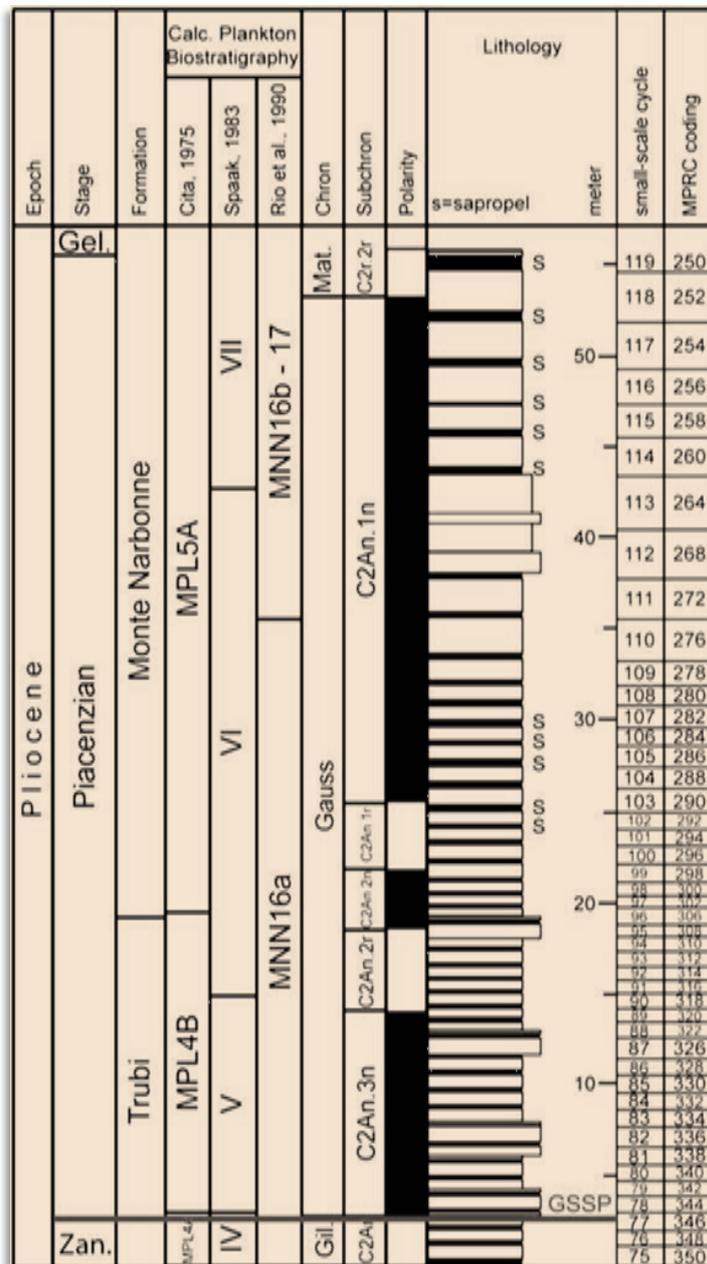


Figura 2.6 – Biostratigrafia, magnetoestratigrafia e ciclostratigrafia do GSSP para o Placenciano em Punta Picolla, Sicília in LIRER & IACCARINO (2011:121, fig. 42).

Também são utilizados diversos bioeventos, para aproximação ao limite Zanciano-Placenciano, aplicados à região do Mediterrâneo. No que respeita aos foraminíferos (Fig. 2.7), registre-se o desaparecimento temporário de *Globorotalia puncticulata* (DESHAYES, 1832) observado no Mediterrâneo durante o ciclo de pico de insolação 344, com uma idade de 3,57 Ma, apenas dois ciclos abaixo da inversão da polaridade magnética de Gilbert-Gauss (LOURENS *et al.*, 1996: 407, tab. 2; SIERRO *et al.*, 2009). Este globorotalídeo reaparece aos 3,31 Ma,

correspondendo ao ciclo 317 (LOURENS *et al.*, 1996; SIERRO *et al.*, 2009). A FO de *G. crassaformis* (GALLOWAY & WISSLER, 1927) está datada de 3,60 Ma (LOURENS *et al.*, 1996: 407, tab. 2). Para os haptofitas é citado o topo do intervalo paracme de *Discoaster pentaradiatus* TAN, 1927, aos 3,61 Ma (LOURENS *et al.*, 1996: 407, tab. 2).

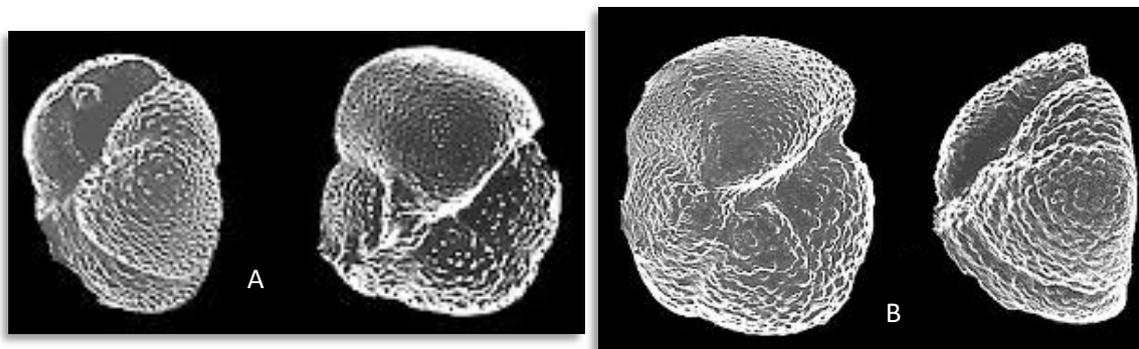


Figura 2.7 – A- *Globorotalia puncticulata* (Deshayes, 1832), dimensão 230 μm in CHAISSON & PEARSON (1997, est. 2, fig. 12). B- *Globorotalia crassaformis* (GALLOWAY & WISSLER, 1927), dimensão 400 μm in CHAISSON & PEARSON (1997, est. 2, fig. 8).

Quanto ao Gelasiano, formalmente aceite como a terceira e mais recente subdivisão do Pliocénico em 1998 (RIO *et al.*, 1998), com GSSP definido na secção do Monte S. Nicola, Gela, Sicília, este foi reposicionado em 2009, como sendo a base do Plistocénico e Quaternário (GIBBARD & HEAD, 2009a, 2009b, 2010; HEAD & GIBBARD, 2015). O GSSP situa-se na base da camada margosa sobreposta à *Mediterranean Precession Related Sapropel* (MPRS) 250, cujo ponto central possui uma idade astrocronológica de 2,588 Ma. O GSSP, propriamente dito, está posicionado ligeiramente acima, com idade estimada de 2,58 Ma, incluso no *Marine Isotope Stage* (MIS) 103 (GIBBARD & HEAD, 2009b: 411; 2010: 154), cerca de 1 m acima da transição Gauss–Matuyama (20 Ka) (RIO *et al.*, 1998: 85). O marcador biostratigráfico marinho mais útil, para baixas latitudes, é definido pela LO do nanofóssil *Discoaster pentaradiatus* TAN, 1927, que se encontrará cerca de 80 Ka acima do GSSP (RIO *et al.*, 1998: 86).

2.2 – O PLIOCÉNICO MARINHO *ONSHORE* NAS PROVÍNCIAS BIOGEOGRÁFICAS PLIOCÉNICAS PARA OS MOLLUSCA

A região do Mediterrâneo ocidental apresenta uma complexa evolução que incluem uma subducção inicial, fragmentação e um processo de *rollback* (DOGLIONI *et al.*, 1997: 112, fig. 3), associados a uma intensa história de deformação crustal, enquadrada num contexto de uma lenta convergência África-Ibéria e África-Europa. As imagens de tomografia sísmica revelam que esta região do mediterrâneo está sobre um manto estruturalmente complexo com relíquias de litosfera subductada (VAN HINSBERGEN, VISSERS & SPAKMAN, 2014: 393 e referências contidas). Este enquadramento tectónico tem guiado a formação de bacias, cadeias orogénicas e a atividade vulcânica na região mediterrânica (Fig. 2.8). A fraturação profunda da crosta, incluindo falhamento normal, e processos de subsidência térmica deram origem às bacias Catalano-Balear, Argelina, Líguro-Provençal e Tirreana, num processo que migrou sucessivamente para este (DOGLIONI *et al.*, 1997: 109–110). Processos de divergência, atinentes à abertura destas bacias, resultaram em fases de orogenia alpina, relativas às cadeias montanhosas do Mediterrâneo ocidental, e tiveram profunda influência no controlo tectónico de muitas bacias marginais que se formariam com a transgressão zanciana (e.g. ROCA, 1996: 4, fig.1; DOMINICIA, DANISEB & BENVENUTI, 2017).

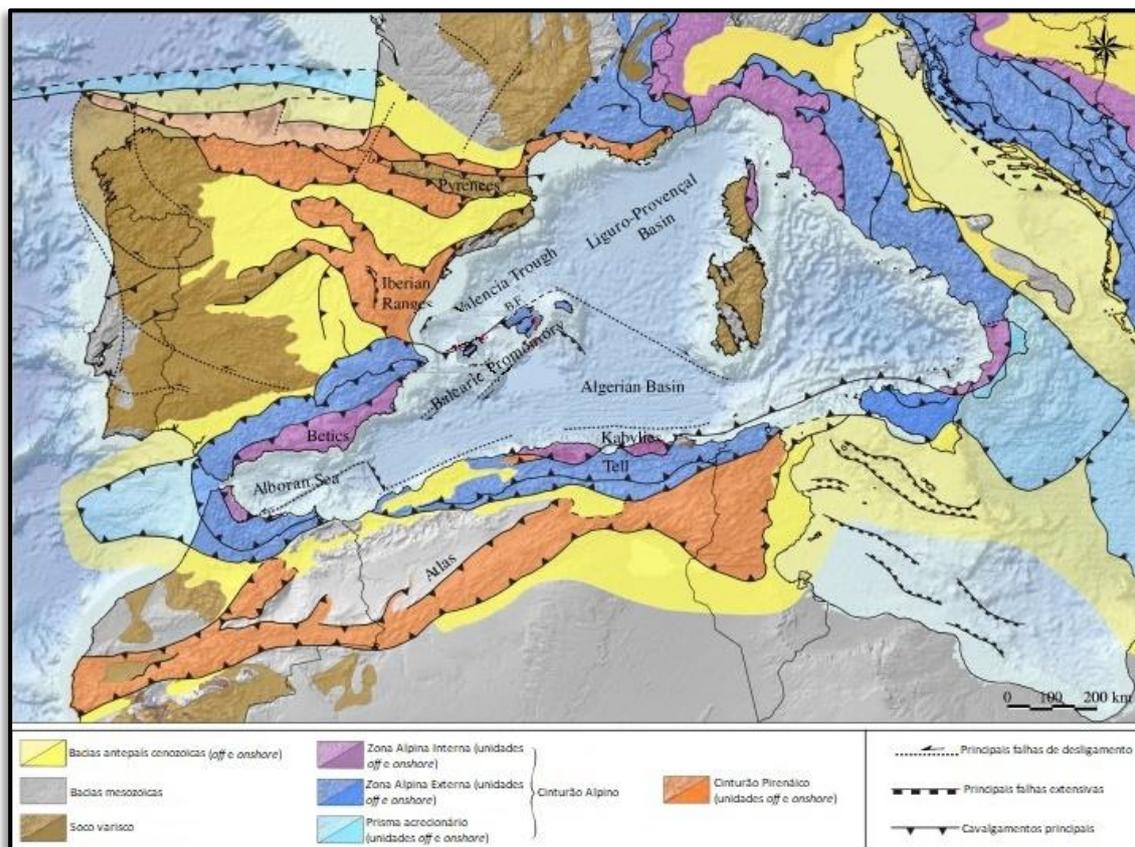


Figura 2.8 – Representação esquemática do contexto tectónico para a região do Mediterrâneo ocidental e Península Ibérica *in* PALOMO, 2018: 2, fig. 1b.

Existem bacias marginais que terão resultado da chamada Crise Salina do Messiniano (e.g. CLAUZON *et al.*, 1990: 133; GIBERT & MARTINELL 1998: 45; FLECKER *et al.*, 2015; CORNÉE *et al.*, 2016). A diminuição muito acentuada do nível do mar, resultante da quebra global do nível eustático e das condições muito particulares do levantamento da região de Gibraltar, proposta no terceiro modelo de HSÜ *et al.* (1973: 240; 1977: 402), terá também proporcionado a formação de vários canhões na plataforma continental que seriam inundados na transgressão zanciana. Algumas destas bacias estão presentemente, pelo menos em parte, nos registos de *onshore* das margens continentais e, como tal, acessíveis devido a fenómenos de inversão tectónica (ROCA, 1996).

As bacias cenozoicas com Pliocénico marinho, situadas nas Províncias Biogeográficas Mediterrânico-Occidental Africana, Franco-Ibérica e Boreal-Céltica (SILVA & LANDAU, 2007: 24, fig. 4) inferidas com base nas atuais províncias biogeográficas definidas em RAFFI, STANLEY & MARASTI (1985), tem sido importantes para o estudo da fauna marinha, fauna continental, flora, para determinar condições paleoclimáticas e a paleogeografia da Época pliocénica da Europa Ocidental.

As bacias do Mediterrâneo ocidental estendem-se a sul, pelo Norte de África, abarcando, de este para oeste, a Tunísia (regiões de Bizerte e Cap Bon); Argélia (bacia de Bas Chelif) e Marrocos (i.e. Boudinar e Tetuam). A norte, por territórios italianos (i.e. bacias do Pó, Intra-Apenínica, bacias das regiões da Lígúria, Toscana e Sicília); franceses (i.e. Var, Ródão, Orb e Roussilhão) e espanhóis (e.g. Baix Ebre, Baix Llobregat, Pla de Barcelona, Alt Empordà, Baix Penedes, Poniente, Almería-Níjar, Vera, Segura, Veléz-Málaga e Estepona).

Nas bacias atlânticas, além de diversos contextos tectónicos, é manifesta a ligação da sedimentação marinha pliocénica com a subida global do nível eustático (e.g. CAHUZAC *et al.*, 1992: 290–291).

Em relação às bacias várias do território italiano sublinhemos que a bacia Intra-Apenínica, apesar da localização (a sul de Bolonha) e respetiva designação, não é uma bacia intramontanhosa; tendo-se formado, durante o Pliocénico, em ambiente de baía ou golfo aberto para o Mar Pó-Adriático (AMOROSI, SCARPONI & RICCI LUCCHI, 2002).

Segundo DOMINICIA, DANISEB & BENVENUTI (2017: fig.1 e referências contidas), no que toca às bacias da região da Toscana [e.g. bacias de Fine, Volterra-Era (Fig. 2.9), Ombrone-Orcia, Siena-Radicofani, Chiana e Pesa], estas encontram-se, com exceção da bacia de Ombrone-Orcia, alongadas segundo NW-SE em resultado das estruturas compressivas resultantes dos primeiros estádios de colisão na região interior dos Norte-Apeninos. Estas estruturas confinaram as bacias até ao seu preenchimento sendo depois afetadas por um sistema paralelo de falhas normais, o que resultou numa sequência *onlap* nas suas margens. Estas bacias, devido ao enquadramento estrutural, apresentam uma vergência do gradiente

paleogeográfico para NE; sendo a bacia de Fine a mais próxima e a de Chiana a mais afastada dos ambientes de *offshore*, aquando da fase mais tardia da orogenia. Este facto teve implicações na arquitetura de fácies e na distribuição dos estratos fossilíferos. O preenchimento Zancliano destas bacias é de natureza francamente marinha, refletindo condições de mar aberto. O registo sedimentar não foi igualmente preservado (e.g. sedimentação costeira e fluvial do Zancliano) dado que o levantamento diferencial das margens das diversas bacias, ocorrido ainda durante o Pliocénico, se refletiu em diferentes extensões dos processos erosivos. Os sedimentos placencianos são de natureza fluvial, costeira e de mar pouco profundo, sugerindo uma redução no levantamento das áreas marginais dessas bacias.

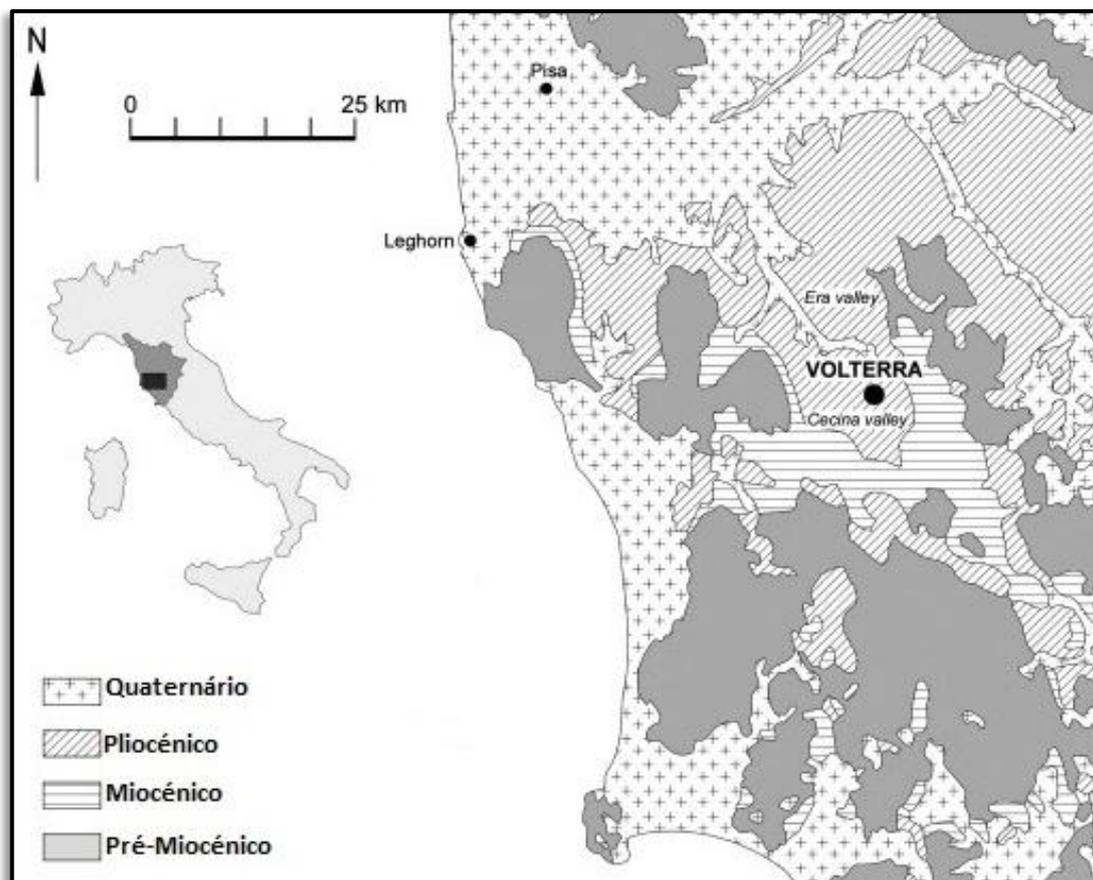


Figura 2.9 – Exemplo de bacia com Pliocénico marinho da região da Toscânia (Volterra-Era) alongada segundo NW-SE in BATTAGLIA *et al.*, 2011: fig 1.

A bacia de Ombrone-Orcia escapou ao controlo estrutural descrito e corresponderá a um sistema fluvial messiniano, resultante da Crise Salina, preenchido aquando da transgressão zancliana e apresentando, portanto, as fácies marinhas marginais e fluviais que não se preservaram nos registos das outras bacias sedimentares (DOMINICIA, DANISEB & BENVENUTI, 2017: 279).

Em termos cronoestratigráficos são muito importantes as bacias neogénicas sicilianas com Pliocénico (Fig. 2.10), onde se encontram os GSSP para o Zanciano e Placenciano.

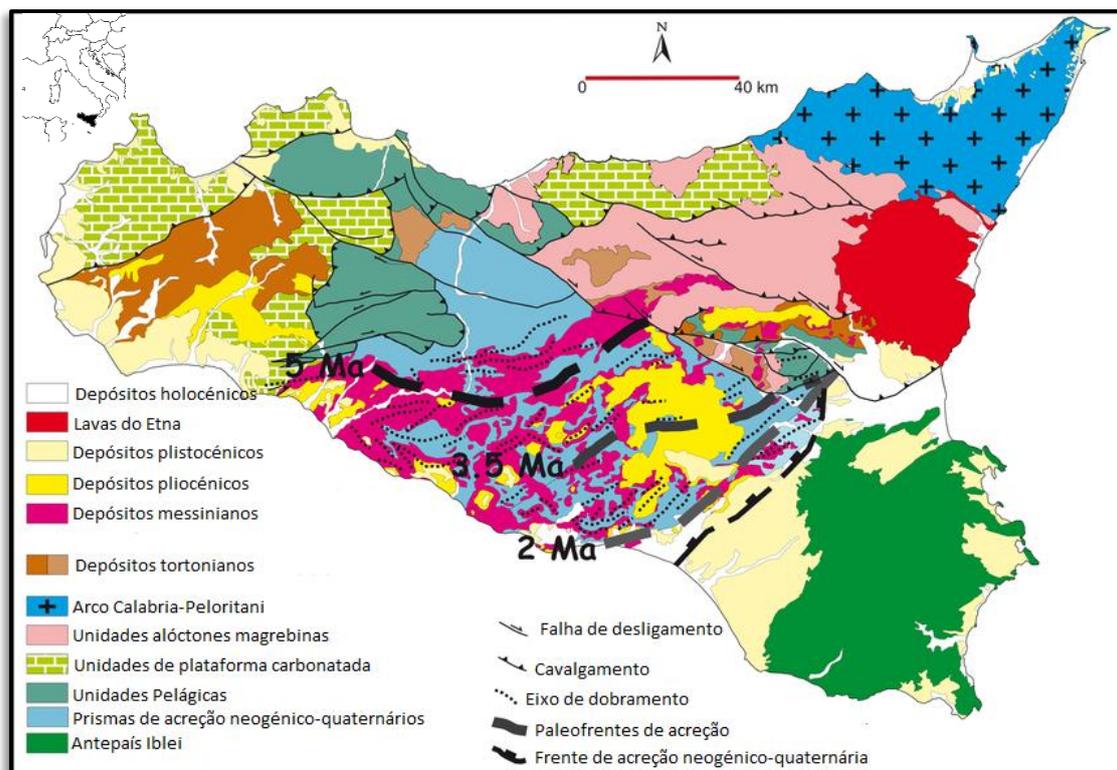


Figura 2.10 – Carta geológica da Sicília. Em destaque as bacias neogénicas (onde se inclui o Pliocénico marinho) in CATALANO *et al.*, 2013: 30, fig. 2.

No território mediterrânico francês, a bacia do Var apresenta o moderno rio Var encaixado no seu delta submarino pliocénico, formado por conglomerados de origem marinha (CLAUZON *et al.*, 1990: 137; 139, fig. 8) e também por sedimentos zancianos de carácter marinho que preenchem o antigo curso do Var (CLAUZON *et al.*, 1990: 143, fig. 12) ou outras rias pliocénicas, como a do Durance (afluente do Ródano) e Orb.

A bacia do Roussilhão corresponde a uma bacia extensional, num *graben* de idade neogénica, que foi ativa durante o Miocénico (CLAUZON *et al.*, 1990: 174, fig. 58); localizando-se, ao tempo, na região axial dos Pirinéus. Os sedimentos pliocénicos desta bacia sobrepõem-se, tal como na bacia do Var, a uma superfície de erosão messiniana (Fig. 2.11). O Pliocénico marinho é rico em macrofauna, principalmente moluscos (MARTINELL & DOMÈNECH 1984b; MARTINELL & DOMÈNECH 1987-88; GIBERT, DOMÈNECH, & MARTINELL, 2007: 784).

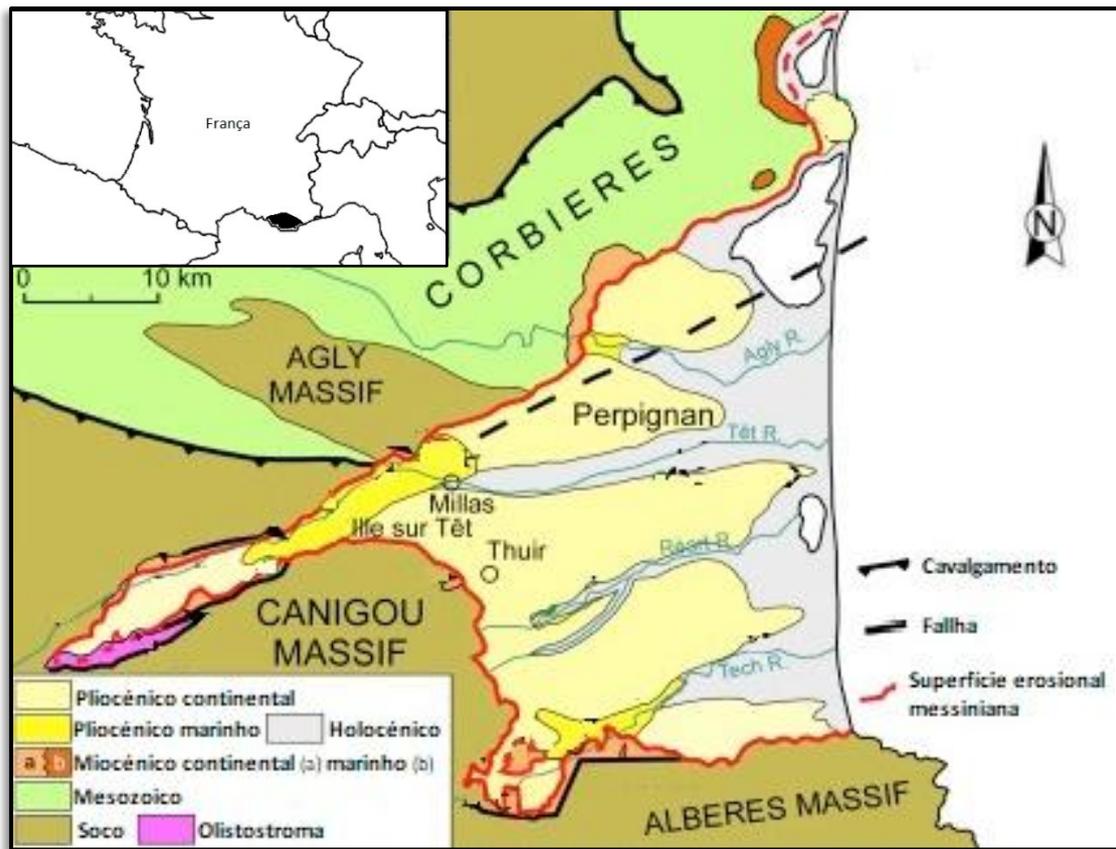


Figura 2.11 – Carta geológica da região da Bacia do Roussilhão. Em destaque a superfície erosional messiniana (SEM) in CLAUZON *et al.*, 2015: fig. 1.

As bacias neogénicas com Pliocénico da Catalunha estão relacionadas com o complexo enquadramento tectónico da bacia Catalano-Balear. Nesta história evolutiva regista-se um primeiro episódio mesozoico, caracterizado por processos extensivos e vulcanismo alcalino (ROCA, 1996: 4). Seguiu-se uma fase paleogénica, predominantemente compressiva, que gerou dobramentos e um sistema de falhas inversas e de desligamento subparalelas à costa catalã, que afetaram o Socio Hercínico e os sedimentos mesozoicos suprajacentes (MASANA, 1996:108 e referências contidas). Numa fase oligocénico-neogénica, este sistema de falhas de descolamento profundo inverteu para falhamento normal. Esta evolução incluiu fenómenos de geodinâmica extensiva, nomeadamente uma fase de *rifting* e outra de colapso extencional do orógeno Bético-Balear (ROCA, 1996: 4). As falhas normais resultaram numa arquitetura de *horst* e *graben* que, na bordadura das Cadeias Costeiras Catalãs, deram origem às bacias neogénicas (Fig. 2.12) a que nos reportamos (MASANA, 1996:108; ROCA, 1996: fig. 2; GASPAR-ESCRIBANO *et al.*, 2004: fig. 3). Os sedimentos pliocénicos que preenchem estas bacias (e.g. argilas azul acinzentadas, areias amareladas, conglomerados com matriz arenosa e cimento carbonatado), assentam sobre materiais de diferentes idades (Paleozoico, Cretácico, Paleocénico, Miocénico) e diferentes litologias (xistos, calcários, traquitos) (MARTINELL & DOMÈNECH, 1995: 38).

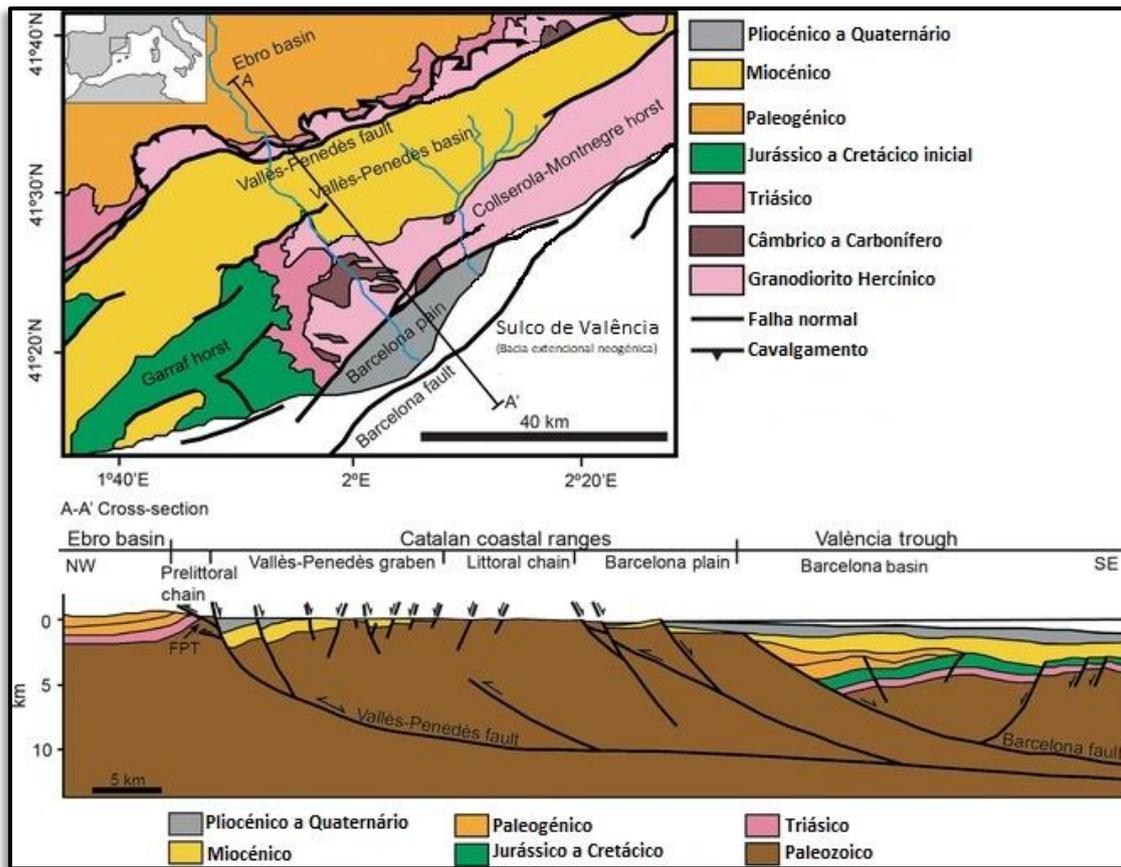


Figura 2.12 – Carta geológica esquemática das Cadeias Costeiras Catalãs e bacias neogénicas. Corte simplificado da arquitetura de *horst* e *graben* resultante da histórica tectónica da região *in* CANTARERO *et al.*, 2013: fig.1.

Mais a oeste, a bacia do Baixo Segura (Alicante) (Fig. 2.13) apresenta um conjunto de fraturas e flexuras que tem atuado desde o Tortoniano, fazendo parte de uma lineação de falhamento de descolamento litosférico, esquerdo e inverso, já referido a propósito da costa catalã. Esta bacia apresenta também sedimentação pliocénica de carácter marinho (SORIA *et al.*, 1996; ALFARO *et al.*, 2002; CARACUEL *et al.*, 2005).

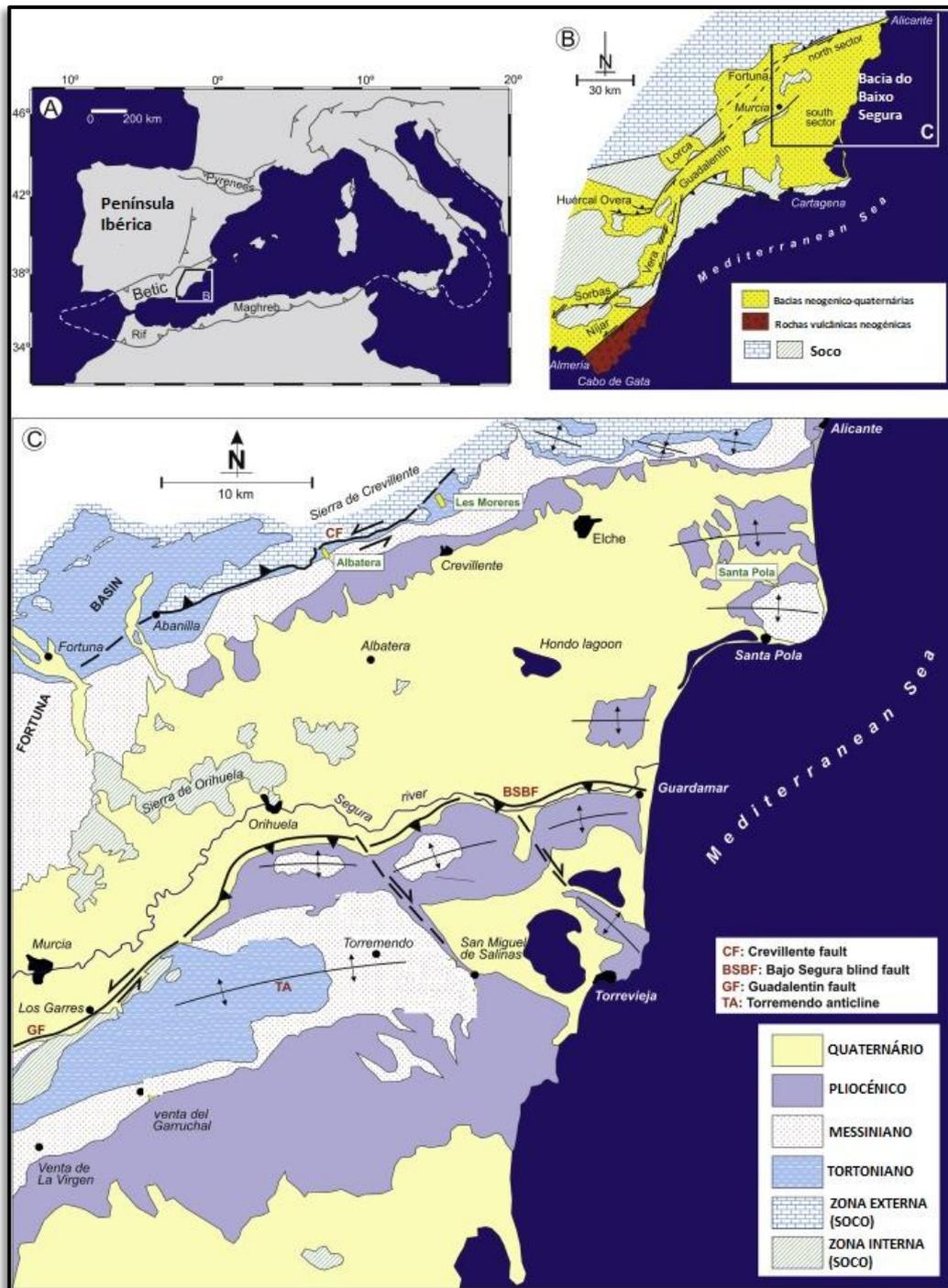


Figura 2.13 –A) Localização da Bacia do Baixo Segura no contexto mediterrânico. B) Carta geológica simplificada com a Cordilheira Bética Este, bacias neogénicas e localização da Bacia do Baixo Segura. C) Carta geológica da Bacia do Baixo Segura incluindo o Pliocénico *in* CORBÍ & SORIA, 2016: 1012, fig.1.

Nas bacias situadas nas proximidades do Mar de Alboran registe-se que, nos primórdios do Pliocénico, houve também alguma sedimentação marinha nas bacias neogénicas da província de Almeria, principalmente naquelas que hoje estão mais próximas da costa do Mediterrâneo (e.g. bacias de Poniente, Almería-Níjar e Vera), sendo os estudos destas bacias os mais recentes (Fig. 2.14).

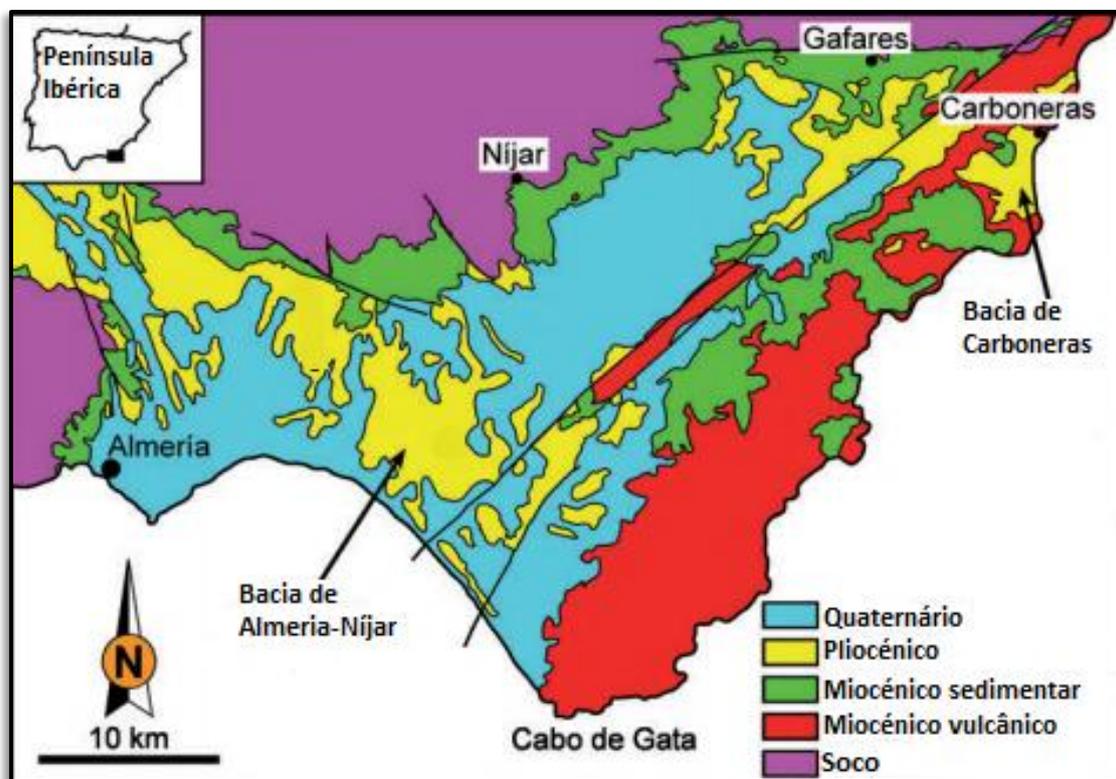


Figura 2.14 – Carta geológica da região de Cabo de Gata. Em destaque a Bacia de Almeria-Níjar e a de Carboneras in AGUIRRE, 2017: fig. 1.

Segundo, AGUIRRE (1998a: 310) foram definidas duas unidades pliocénicas separadas por uma descontinuidade intrapliocénica. Em traços muito genéricos a sedimentação proximal apresenta-se essencialmente conglomerática e arenítica e a distal essencialmente siltítica e argilosa, consultar integralmente AGUIRRE (1998a) para uma cabal compreensão da geometria e significado paleogeográfico e paleoambiental das unidades definidas. Segundo, AGUIRRE (2017 e referências contidas) a Bacia de Almería-Níjar foi isolada, após o levantamento tectónico do soco bético e do complexo vulcânico de Cabo de Gata durante o Miocénico tardio e a transição Miocénico-Pliocénico, mas durante os primórdios do Pliocénico constituiria um golfo aberto ao Mediterrâneo a sul e por um estreito a NE (Fig. 2.15) (AGUIRRE, 1998a: 309, fig. 8; AGUIRRE, 2017: 6, fig. 3). Na região de Cabo de Gata os depósitos pliocénicos preencheram duas sub-bacias, que abriam a este para o Mediterrâneo, Carboneras e Agua Amarga (AGUIRRE, 1998a; BRAGA, MARTÍN & QUESADA, 2003: fig. 9; BRAGA *et al.* 2003: fig. 3; MARTÍN, BRAGA & BETZLER, 2003: fig. 8).

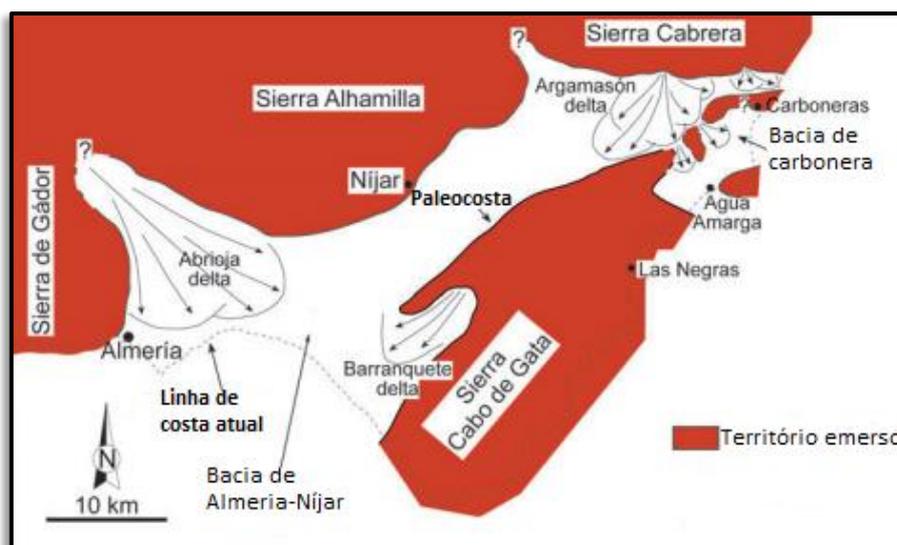


Figura 2.15 – Paleogeografia simplificada, referente à parte terminal do Pliocénico inferior, da região de Cabo de Gata. Golfo aberto a S e comunicação estreita a NE com o Mediterrâneo *in* AGUIRRE, 2017: fig. 3.

As bacias da costa malaguenha, entre Málaga e Estepona (Fig. 2.16), com pliocénico marinho, são fundamentalmente preenchidas por depósitos de natureza siliciclástica, expõem-se ao longo da costa e penetram para o interior da área continental nos vales fluviais (AGUIRRE *et al.*, 2005: fig. 2), sobrepondo-se a diferentes unidades litológicas na zona interna da Cordilheira Bética, rochas metamórficas da Sierra Bermeja e arenitos do Complexo *Flysch* do Campo de Gibraltar (AGUIRRE *et al.*, 2005: 227–228). Assinale-se que as bacias de Almayate, Nerja, e Valle-Niza apresentam depósitos essencialmente formados por carbonatos temperados, com maior ou menor acarreo terrígeno (AGUIRRE, 2000; AGUIRRE *et al.*, 2005; AGUIRRE & MÉNDEZ-CHAZARRA, 2010).



Figura 2.16 – Paleogeografia simplificada referente ao Pliocénico inferior da costa de Málaga. Acresce a localização das principais bacias com Pliocénico marinho, preenchidas por depósitos de carbonatos temperados, e a localização clássica de San Pedro de Alcántara cuja fauna foi estudada por Michel-Levy y Bergeron (1890-1892) *in* AGUIRRE *et al.*, 2017: fig. 6.

Na margem sul do mar de Alboran as rias pliocénicas, da zona do *Rif* marroquino, na área da bacia de Boudinar, apresentam, na sua parte inferior, preenchimentos de sequências transgressivas que vão de conglomerados a argilas marinhas, primeiro de em ambiente de baixa profundidade e seguidamente batiais (CORNÉE *et al.*, 2014). Esta sequência transgressiva foi depositada durante o Zanciano, segundo os dados da micropaleontologia, entre 5,04 e 3,8 Ma (CORNÉE *et al.*, 2014).

Na Argélia, também se assistem a fenómenos de rias e deltas do tipo *gilbert* com preenchimento pliocénico. Na bacia relacionada com o rio Chelif os sedimentos marinhos pliocénicos cobrem os flancos do canhão, na zona mais jusante do rio (RUBINO *et al.*, 2010 e referências contidas). O sistema de Argel é complexo, com um intrincado de incisões, mais ou menos paralelo à costa, onde os sedimentos marinhos pliocénicos cobrem transgressivamente todos os depósitos inferiores (RUBINO *et al.*, 2010 e referências contidas).

Na fachada atlântica meridional, relativamente à região considerada e de sul para norte, salientaríamos as bacias situadas em território marroquino (Bacia de Bou Regreg) e espanhol (Bacia de Guadalquivir).

Segundo PORTERO GARCÍA & ALVARADO LÓPEZ (1984), a Bacia do Guadalquivir (Fig. 2.17), com orientação ENE-WSW, ter-se-á formado no Neogénico por subsidência isostática e flexão litosférica, em consequência da formação da cordilheira Bética, ficando encaixada entre esta e o Maciço Ibérico (SIERRO *et al.*, 1996).

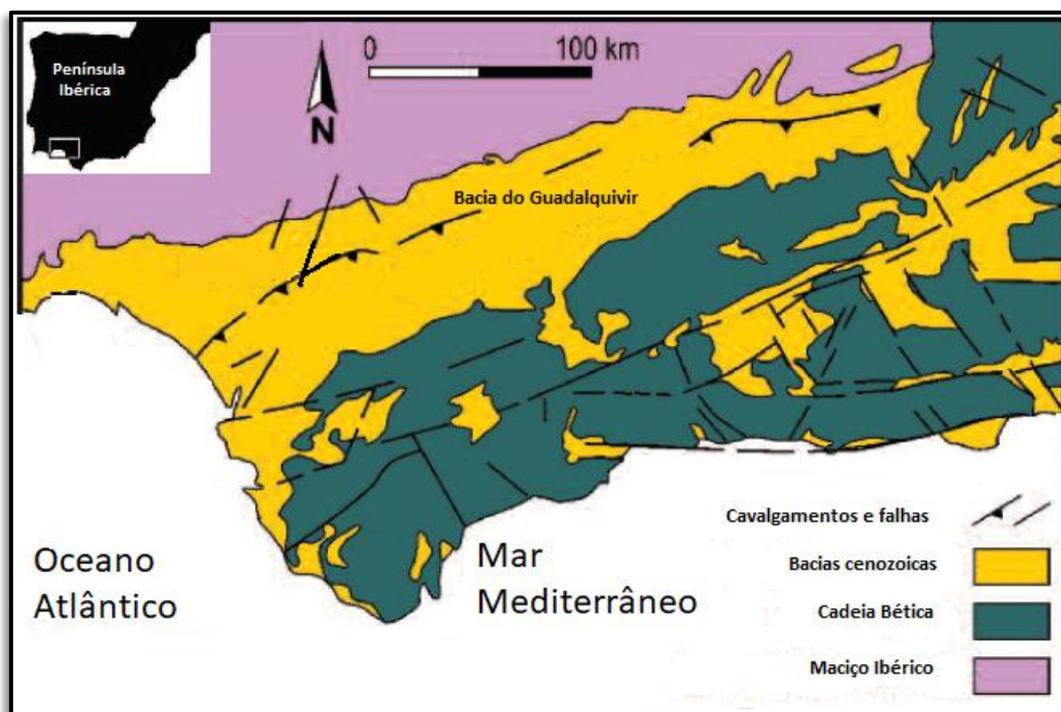


Figura 2.17 – Carta geológica sintética da Bacia do Guadalquivir e região envolvente *in* BELAÚSTEGUI & MUÑIZ, 2016: 133, fig. 1A.

Trata-se de uma bacia de antepaís, que chegou a estar aberta ao Mediterrâneo e Atlântico durante o Tortoniano-Messiniano inicial (Fig. 2.18), estando atualmente aberta apenas ao Atlântico através do Golfo de Cádiz (SALAZAR *et al.*, 2016). Durante o Pliocénico, a margem norte passiva e o centro da bacia continuaram o processo de enchimento, iniciado no Miocénico, com terrígenos autóctones e para-autóctones e depósitos biogénicos, enquanto que as margens ativas a sul e sudeste eram preenchidas por material alóctone do olitostroma (RIAZA & MARTÍNEZ DEL OLMO, 1996; SIERRO *et al.*, 1996; BELAÚSTEGUI & MUÑIZ, 2016). GONZÁLEZ-DELGADO *et al.* (1993), referem que a Formação Arenas de Huelva, de idade pliocénica inferior, formou-se num contexto de subida global do nível eustático, mas com elevado fluxo sedimentar, levando a uma diminuição da profundidade da bacia. Esta formação, de características arenosa e limosa, é muito rica em paleofauna marinha, entre a qual se contam os bivalves. Por cima, em discordância erosiva ou em continuidade, sobrepõe-se a Formação de Arenas de Bonares.

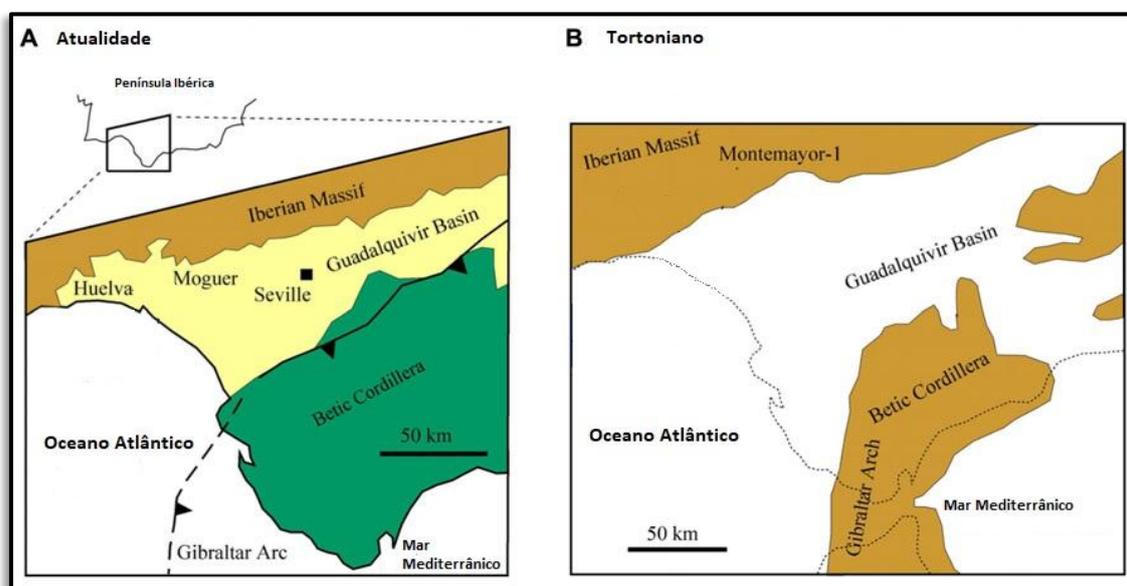


Figura 2.18 – Carta geológica sintética da Bacia do Guadalquivir (A) e paleogeografia durante o Tortoniano (B) in LARRASOÑA *et al.*, 2014: fig. 2.

No território português, a bacia do Baixo Tejo, com alguns níveis marinhos pliocénicos em Alfeite e Fonte da Telha (e.g. DOLLFUS & COTTER, 1909; ZBYSZEWSKI, 1943, 1959; ANTUNES & PAIS, 1993), estaria na zona de transição para a província Franco-Ibérica. Nesta província incluem-se a bacia do Mondego, as bacias das regiões francesas do Loire, Bretanha e Normandia e a inglesa de St. Eart (Cornualha). Na região Basca, de França e Espanha, a transgressão zanciana apenas terá avançado a linha de costa, para Este, de forma ténue; dando origem a alguns depósitos pouco espessos de fácies litoral (CAHUZAC *et al.*, 1992).

As bacias do noroeste do território francês com depósitos marinhos atribuídos ao “Redoniano” (e.g. bacias Ligeriana, de Rennes e de Cotentin), possuem sedimentos marinhos em parte correlacionáveis com o Pliocénico (e.g. LAURIAT-RAGE *et al.*, 1989b).

MARGEREL (1989), através da análise das associações de foraminíferos aponta um cenário paleogeográfico para o Pliocénico Inferior que apresenta o estreito de Dover-Calais já com a passagem reaberta, ao contrário do que teria acontecido desde o Eocénico Superior (VAN VLIET-LANOË *et al.*, 1998). Esta proposta pode explicar a ocorrência de bivalves boreais no Pliocénico desta região. Durante o Zanciano, e devido ao levantamento da Bretanha, apenas algumas regiões estariam submersas, nomeadamente em Apigné, na bacia de Rennes (VAN VLIET-LANOË *et al.*, 2002), local onde a Formação de Apigné compreende diversas jazidas com uma fauna malacológica rica e diversificada (e.g. MARGEREL, 1989). Na região de Cotentin, na Normandia, o Pliocénico encontra-se em *grabens* cenozoicos (DUGUÉ, 2003).

No entanto, o “Redoniano” do NW de França tem sido alvo de diferentes datações. DOLLFUS (1900 *fide* VAN VLIET-LANOË *et al.*, 1998) considerou-o sobretudo de idade tortoniana. BRÉBION (1964 *fide* VAN VLIET-LANOË *et al.*, 1998), em função dos seus estudos sobre gastrópodes, atribuiu-lhe uma idade miocénica tardia. Por seu turno, LAURIAT-RAGE (1981) e LAURIAT-RAGE *et al.* (1989a, 1989b), com base nos bivalves, e MARGEREL (1989), suportado em foraminíferos, indicam formações do “Redoniano” com idades pliocénicas. MONEGATTI & RAFFI (2010), apoiando-se na reanálise da fauna estudada por Lauriat-Rage, atribuem-lhe uma idade essencialmente messiniana, não excluindo o Tortoniano terminal e o Zanciano inicial. Assim, corroboram os dados obtidos em estudos feitos nos “estratótipos” do “Redoniano” com recurso a dados isotópicos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, em valvas de *Glycymeris* e foraminíferos bentónicos, e por ESR (*Electron Spin Resonance*) em grãos de quartzo (NERAUDEAU *et al.*, 2003: 155).

Na província Boreal-Céltica encontram-se as bacias com Pliocénico situadas na margem do sul da bacia do Mar do Norte, nomeadamente na região inglesa de East Anglia, Bélgica (Antuérpia) e Holanda (região de Zeeland).

Na Bacia do Mar do Norte, o *Crag* britânico, situado na região de East Anglia, começou por ser considerado um único depósito, até que, Edward Charlesworth (1813-1893), em 1836, numa comunicação à *British Association for the Advancement of Science*, o ordenou cronologicamente, em formações distintas, com base no conteúdo fóssilífero: *Coralline Crag*, *Red Crag* e *Mammiliferous Crag* (*Norwich Crag* sensu LYELL 1839: 323). Após esta ordenação, os britânicos consideravam o *Coralline Crag* do Miocénico, o *Red Crag* do Pliocénico e o *Norwich Crag* do Plistocénico (e.g. WOOD, 1846: v). Com a evolução dos métodos de datação de alta resolução e dadas as alterações na escala cronoestratigráfica operada nos últimos anos (e.g. inclusão do Gelasiano no Plistocénico), apenas a Formação de *Coralline Crag* é

considerada inteiramente pliocénica (e.g. BALSON, MATHERS & ZALASIEWICZ, 1993; LONG & ZALASIEWICZ, 2011).

No bordo SE da Bacia do Mar do Norte, o Pliocénico marinho na Bélgica está restrito à região norte do país, onde as sucessivas obras, para a construção das docas do porto de Antuérpia e túneis rodoviários, expuseram secções destes depósitos marinhos ocultos sob depósitos mais recentes.

A sedimentação, nas margens desta bacia, ocorreu em ambiente de plataforma, relativamente pouco profunda, como resultado de um processo de subsidência inerente à atividade do rifte do vale do Reno (SCHEPPER, HEAD & LOUWYE, 2009) e de um fluxo de sedimentos proveniente de uma extensa rede hidrográfica (Fig. 2.19), de natureza deltaica (Eridanos), situada a este, que afetou o sul da bacia do Mar do Norte, em consequência da migração, de este para oeste, dos depocentros desse sistema de drenagem fluvial, durante o Neogénico (OVEREEM *et al.*, 2001).

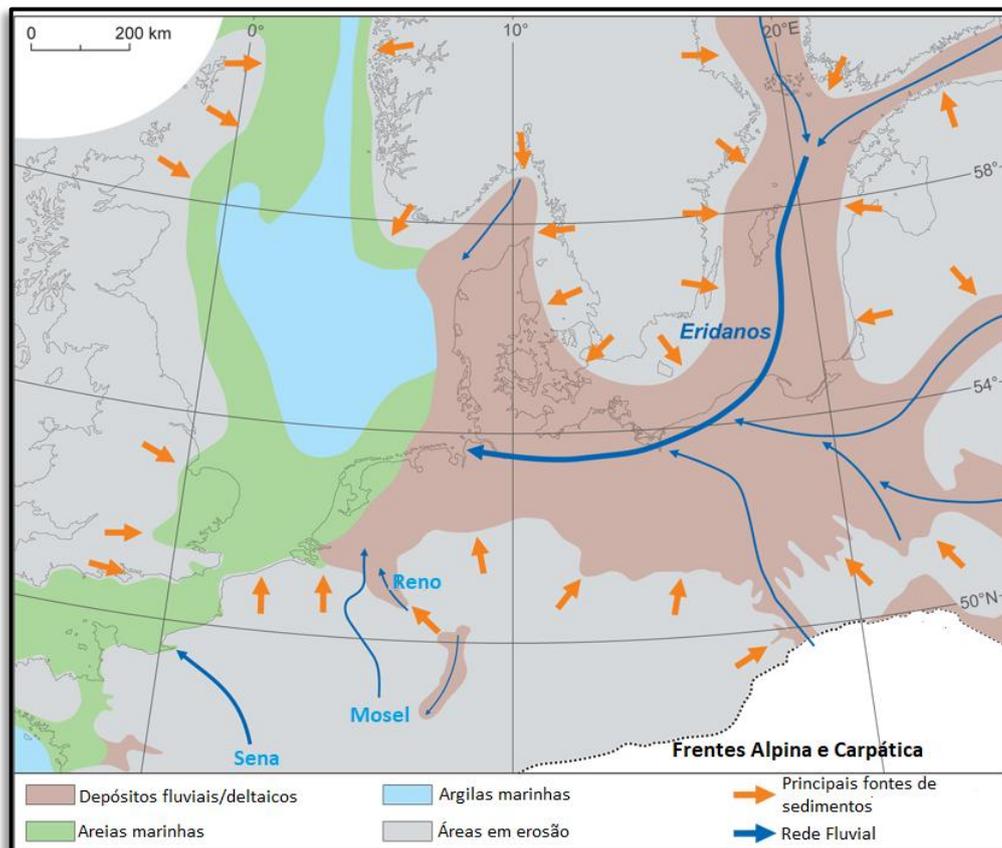


Figura 2.19 – Paleogeografia durante o Zanciano na Bacia do Mar do Norte *in* GIBBARD & LEWIN, 2016: 208, fig. 7.

2.3 – RESENHA SOBRE O PLIOCÉNICO DE PORTUGAL

As bacias cenozoicas do território português continental (Fig. 2.20) correspondem a depressões alongadas segundo NE–SW, resultantes da reativação de estruturas Variscas sob a forma de falhas inversas (RIBEIRO *et al.*, 1990: 362) que, com exceção da Bacia do Mondego, terão começado a ser preenchidas nos primórdios do Eocénico médio (PAIS *et al.*, 2012), essencialmente com areias de natureza arcósica. Até meados do Tortoniano este tipo de sedimentação deveu-se ao facto da evolução das bacias cenozoicas ter sido marcada pela erosão gradual do Maciço Hespérico, sob condições climáticas de natureza semiárida a subtropical, com longa uma estação seca (PAIS *et al.*, 2012), e sob deformação Alpina contínua, que terá atingido nesse tempo o seu apogeu (CUNHA *et al.*, 2000: 68).

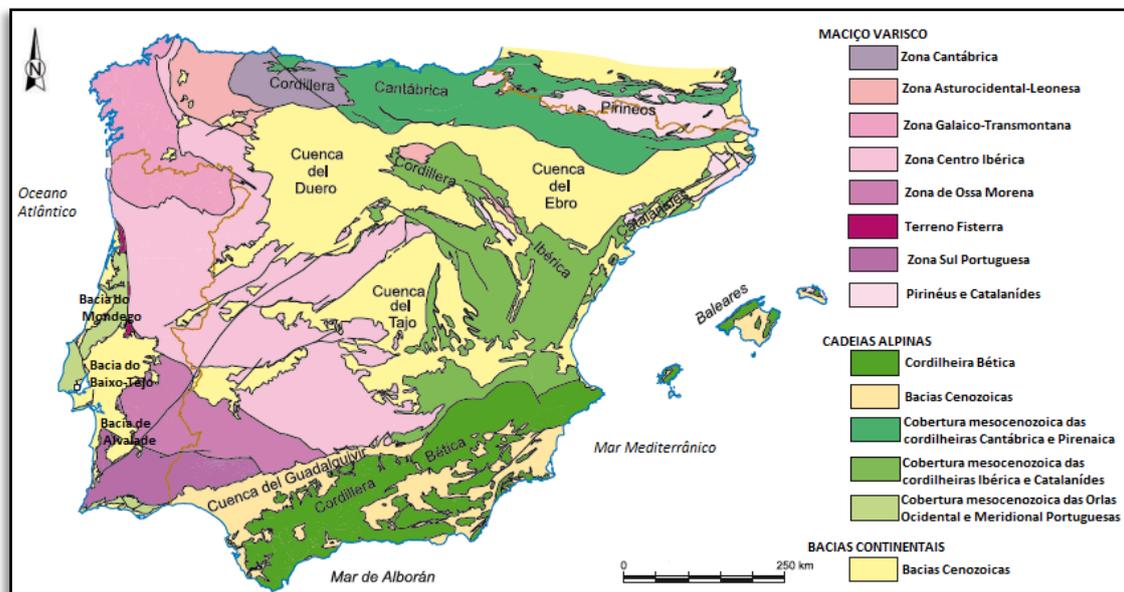


Figura 2.20 – Localização das bacias cenozoicas portuguesas no quadro geral das principais unidades geológicas ibéricas. Adaptado de IGME (Ed.), 2015: Mapa Geológico de España y Portugal 1:1.000.000.

Durante o Pliocénico, tal como na atualidade (RIBEIRO, 1945), o clima foi controlado pelo Atlântico e pelo Mediterrâneo. As oscilações climáticas terão sido moderadas, sendo que, durante o Zanciano, terá ocorrido um reaquecimento seguido de decréscimo progressivo de temperatura e humidade ao longo do Placenciano inferior (PAIS, 2010). No Placenciano médio, ter-se-à registado novo aquecimento, a que se seguiu uma fase degradação climática que conduziu ao regime mediterrânico e, mais tarde, a um arrefecimento acentuado já preconizado no Gelasiano (PAIS, 2010), patente em ambientes menos florestados, com condições mais frias e provavelmente menos húmidas (VIEIRA, 2008).

Durante o Pliocénico, as oscilações eustáticas do nível do mar na costa portuguesa terão atingido valores da ordem dos 60 m acima do atual, tendo sido responsáveis por uma

transgressão marinha que atingiu locais do interior da região centro-oeste de Portugal, situados a mais de 20 km da presente linha de costa (CUNHA, MARTINS & PAIS, 2008). Como consequência, desenvolveu-se uma vasta plataforma de abrasão marinha e um extenso litoral arenoso abastecido por vários sistemas deltaicos, resultante dos antecedentes dos principais cursos de água dos nossos dias.

Relativamente à costa atlântica ocidental teríamos uma temperatura das águas superficiais subtropical, similar à atualmente registada nas costas da África Ocidental à latitude do Cabo Branco, indicativa de temperaturas médias mensais nunca inferiores a 19°C, com temperatura média mensal máxima de 23,5°C em setembro e mínima de 19°C em janeiro-março (SILVA, 2001; SILVA *et al.*, 2010; DINIZ *et al.*, 2016).

Durante o Zanciano a sedimentação terá sido endorreica, expressando-se por leques aluviais no sopé das escarpas de falhas ativas, nomeadamente falhas inversas NE-SW e desligamentos NNE-SSW (PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010: 375–376). Durante o Placenciano o clima temperado quente do Zanciano tornou-se húmido e desenvolveu-se uma rede hidrográfica exorreica, precursora da atual. Elaboraram-se vales fluviais largos nas áreas montanhosas e deram-se numerosas capturas de bacias interiores (PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010: 376). Desta Época da História da Terra temos, em território nacional, um conhecimento condicionado pela dimensão do registo sedimentar e pelo conhecimento, ainda relativamente incipiente, do conteúdo fossilífero da maioria dos depósitos.

Assim, e no que apenas concerne ao Pliocénico, façamos a resenha referente às bacias cenozoicas nacionais. A Bacia do Douro apresenta depósitos continentais, geralmente de pouca espessura e encaixados em depressões intramontanhosas (PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010; PAIS *et al.*, 2013) em que o Membro da Atalaia, pertencente à Formação de Bragança, é em parte do Zanciano e a Formação de Mirandela é, em grande parte, placenciana. Esta última unidade, essencialmente pliocénica, é constituída por uma sucessão de conglomerados, geralmente maciços ou com estratificação incipiente, intercalados com níveis arenosos e, mais raramente, lutitos (CUNHA *et al.*, 2008, 2009; PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010; PAIS *et al.* 2013).

Na Bacia do Mondego (Tab. 2.1), que é a única a registar uma sedimentação coeva do Campaniano superior-Ypresiano, o enchimento pliocénico inclui, no setor NE, parte da Formação de Telhada, incluída na unidade aloestratigráfica SLD12 (CUNHA, 1992; CUNHA *et al.*, 2008, 2009) e a Formação de Santa Quitéria, incluída na SLD13 (CUNHA, 1992; CUNHA *et al.*, 2008, 2009). Lateralmente, para SW, a sedimentação aumenta de espessura e a Formação de Santa Quitéria dá lugar à Formação de Barracão, com areno-lutitos fluviais a palustres,

Formação de Carnide, com arenitos marinhos e à Formação de Roussa, com arenitos deltaicos (PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010; PAIS *et al.*, 2013).

Tabela 2.1 – Esquema estratigráfico: representação espacial, articulação e idades das unidades para o Pliocénico (SLD 13) e Quaternário (SLD 14) das Bacias do Douro e Mondego *in* PAIS, CUNHA & LEGOINHA (2010: 367, tab.1).

(Trás-os-Montes)		Sector NE		Sector SW		descontinuidades (Cunha, 1992)
Aluviões		Aluviões		Dunas		SLD 14
Terraços		Terraços				
Fm. Aveleda		Nível de Serra da Vila				SLD 13
Fm. Mirandela		Gp. Serra Sábões	Fm. Santa Quitéria	Fm. Barracão	Fm. Roussa	
Fm. Bragança			Mb. Atalaia	Fm. Telhada	Fm. Redinha	Fm. Carnide
		Mb. Castro	Fm. Campelo	Fm. Pombal		SLD 12
						SLD 11

No que respeita à Bacia do Baixo Tejo (Tab. 2.2), no Pliocénico, com uma regressão generalizada (KULLBERG *et al.*, 2006: 375) o Tejo ancestral depositou no setor proximal, e em parte do setor intermédio, areias arcósicas trazidas do atual território espanhol (PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010), penetraram mesmo na Bacia de Alvalade, galgando o horst de Belverde - Senhor das Chagas (KULLBERG *et al.*, 2006: 375). Esta sedimentação é representada, no setor proximal, pela Formação de Falagueira e no setor intermédio pelas Formações de Ulme, Almeirim e Vila de Rei, enquanto no setor distal, nomeadamente na região de Setúbal, se depositaram as Formação de Santa Marta e o Conglomerado de Belverde (PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010). No setor distal, em Setúbal - Formação de Santa Marta - as areias são finas, bem calibradas e praticamente desprovidas de leitos de calhaus. No entanto, na base, ocorrem figuras de canal de preenchimento cascalhento que erodiram os depósitos marinhos miocénicos, correspondendo ao início da sedimentação fluvial. Na região do Laranjeiro, estes níveis incluem clastos de basaltos provenientes do Complexo Vulcânico de Lisboa, denunciando a existência de drenagem de N e NW (KULLBERG *et al.*, 2006: 375). Para o topo da formação existe evidência de um episódio transgressivo com deposição de argilas, gesso e ocorrência de ostreídeos e *Dreissena*, indicando a presença de águas salobras (KULLBERG *et al.*, 2006: 375).

Tabela 2.2 – Esquema estratigráfico: representação espacial, articulação e idades das unidades para o Pliocénico (SLD 13) e Quaternário (SLD 14) da Bacia do Tejo *in* PAIS, CUNHA & LEGOINHA (2010: 368, tab.2).

Lisboa / Almada	Península de Setúbal		Ribatejo / Alto Alentejo	Beira Baixa	descontinuidades (Cunha, 1992)
	Litoral ocidental	Flanco norte da serra da Arrábida			
Aluviões	Aluviões	Dunas	Aluviões	Aluviões	SLD 14
Terraços		Terraços	Terraços	Terraços	
		Formação Marco Furado			SLD 13
		Conglomerado de Belverde	Fm. de Almeirim / Congl. de Vila de Rei	Formação de Falaqueira	
		Areias de Santa Marta	Formação de Ulme		

Em relação à Bacia de Alvalade (Tab. 2.3) regista-se a existência de sedimentos arenosos do Pliocénico que constituem a Formação de Alvalade. Esta foi atribuída à SLD 13 e apresenta fácies, estrutura e geometria tipicamente fluviais. Quanto à Formação de Panóias existem autores que consideram que estes depósitos, de leque aluvial, representam um corpo que será o equivalente proximal da Formação de Alvalade e não uma unidade depositada posteriormente. Como reforço desta posição, é indicado o facto de nunca ocorrerem em contacto, ocuparem a mesma posição topográfica culminante e apresentarem fácies compatível com uma relação proximal-distal (CUNHA *et al.*, 2008, 2009; PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010; PAIS *et al.*, 2013).

Tabela 2.3 – Esquema estratigráfico: representação espacial, articulação e idades das unidades para o Pliocénico (SLD 13) e Quaternário (SLD 14) da Bacia de Alvalade e Bacia do Algarve *in* PAIS, CUNHA & LEGOINHA (2010: 369, tab.3).

Bacia de Alvalade	Bacia do Algarve			Seq. limitadas por descontinuidades (Cunha, 1992)
Aluviões	Aluviões dunas			SLD 14
Terraços	Terraços			
Fm. Panóias				SLD 13
Fm. Alvalade	Areias Faro / Quarteira	Fm. Ludo	Areias Ludo Areias Quarteira Areias Montenegro / Areias da Falésia	

A Bacia do Algarve apresenta continuidade paleogeográfica com a Bacia de Guadalquivir. O Pliocénico está representado pelos Membro Areias de Montenegro e o seu equivalente lateral Membro Areias de Falésia, pertencentes à Formação do Ludo, de idade plio-pleistocénica. O Membro Areias de Montenegro revela fácies e icnofácies compatíveis com sedimentação em meio marinho restrito, enquanto o Membro Areias da Falésia corresponderá a areias fluviais depositadas em meio marinho pouco profundo (TERRINHA *et al.*, 2013).

Em Portugal insular, no que ao registo sedimentar concerne, regista-se na ilha de Santa Maria a ocorrência de rochas sedimentares marinhas detríticas e carbonatadas, no denominado Complexo do Touril, que abarca uma história desde o Miocénico superior ao Pliocénico, representando uma fase transgressiva (PACHECO *et al.*, 2013). No Complexo do Facho, datado do Pliocénico, existem raras intercalações de sedimentos marinhos na sua base (PACHECO *et al.*, 2013).

2.4 – SÚMULA BIBLIOGRÁFICA SOBRE OS ESTUDOS RELATIVOS AO PLIOCÉNICO MARINHO NA BACIA DO MONDEGO

O Pliocénico da faixa litoral, nas zonas inclusas e limítrofes da Bacia do Mondego, incluindo as do Lis e Alcoa, foi definido como a última unidade sedimentar, de geometria tabular, com aumento de espessura para a margem oeste, que resultou da evolução tectonossedimentar da Margem Ocidental Ibérica, sendo limitada por uma descontinuidade regional datada do Zanciano terminal (CUNHA, 1992; CUNHA *et al.*, 1993; RAMOS, 2008). Os sedimentos desta unidade sedimentar estão relacionados com uma transgressão marinha, conjugada com sedimentação de natureza essencialmente siliciclástica e proveniente de relevos situados a este.

As primeiras referências ao Pliocénico marinho desta região datam da segunda metade do séc. XIX. Paul Léon Choffat (1849-1919), geólogo helvético radicado em Portugal ao serviço da Comissão dos Trabalhos Geológicos, em publicação no *Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie* (Fig. 2.21), faz menção às jazidas de Salir do Porto e de Águas Santas (CHOFFAT, 1889).

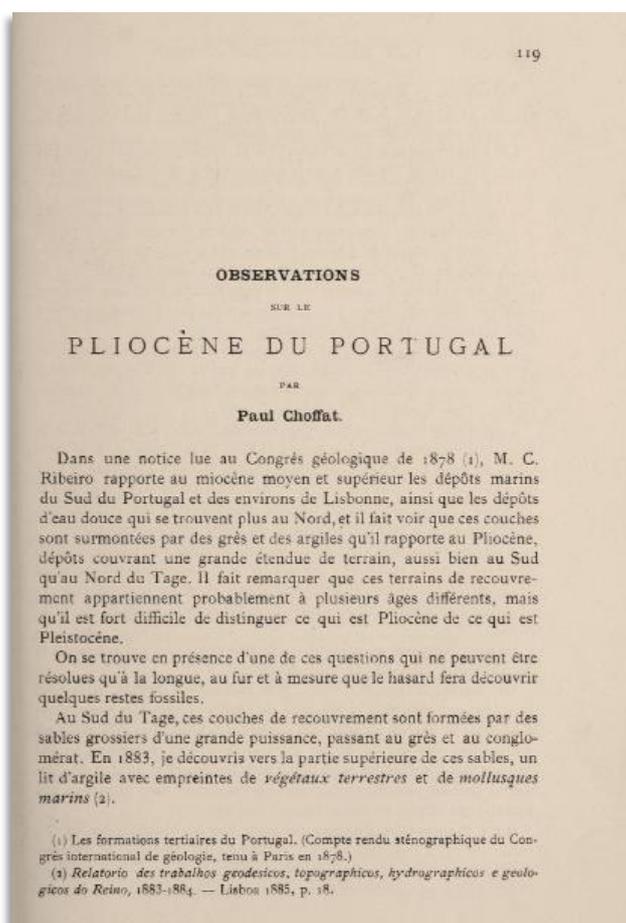


Figura 2.21 – Fac-símile da página inicial de Observations sur le Pliocène du Portugal, in *Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, 3, 1889.

Ernest Van den Broeck (1851-1932), que havia sido um dos paleontólogos encarregues de examinar a fauna fóssil recolhida em Salir do Porto, escreveu a Choffat informando-o que, à exceção de uma nova espécie de *Pecten* e do braquiópode *Terebratula grandis* BLUMENBACH 1803³, todas as outras espécies correspondiam a organismos que existem atualmente. O facto de a *Terebratula grandis* ser abundante, convenceu Choffat que estaria em presença de terrenos pliocénicos (CHOFFAT, 1889: 122):

[...] quoique la présence de T. grandis fasse fortement pencher pour le Pliocène [...].

Em relação à ocorrência de Águas Santas, cujo estudo paleontológico foi efetuado por José Candido Berkeley Cotter (1845-1919), Choffat afirmou que esta seria mais recente que a de Salir do Porto, remetendo-a para o Pliocénico superior (CHOFFAT, 1889:122):

Mon collègue, M. Cotter, qui les a étudiées, y a reconnu 110 espèces ou variétés de Gastropodes et 20 à 30 espèces de bivalves [...] Par sa position, cette faune est plus récente que celle de Selir-do-Porto et, en attendant que son étude soit terminée, on peut supposer sans trop de chances d'erreurs qu'elle représente le Pliocène supérieur.

Ainda na mesma nótula, sobre o Pliocénico nacional, Choffat faz referência a outra jazida pliocénica, encontrada por si na costa, a 25 Km a NE de Salir do Porto. Trata-se da jazida de Nossa Senhora da Vitória, situada no litoral do concelho de Alcobaça, alguns quilómetros a sul de São Pedro de Moel. Também refere ocorrências de outros afloramentos em Monte Real e em Carvide. A propósito destas jazidas leia-se o excerto em MORAIS (1936:19):

Os fósseis descobertos por Choffat junto do Castelo da Sr.a da Vitória foram por êle classificados como pliocénios, e mais tarde Dolfuss e Cotter estudaram não só êste jazigo mas ainda outros de Monte Real descobertos por F. de Vasconcelos e alguns outros para o Sul desta região, já estudados também por Choffat, e chegaram à conclusão que todos êles pertenciam ao Pliocénio marinho antigo (Plaisanciano).

Em relação ao trabalho de DOLLFUS & COTTER (1909), dado que se trata de um trabalho clássico da paleontologia pliocénica nacional, importa referir que os autores trataram essencialmente da descrição e figuração dos bivalves e que, em relação às jazidas a norte do Tejo, referem na página xiv:

Les dépôts les plus importants de fossiles marins dont nous allons nous occuper spécialement et qui se rencontrent, ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, depuis le voisinage de Caldas da Rainha jusqu'à proximité de la vallée de Liz, sont ceux qui ont donné la faune marine que, par des investigations

³ Classificado como *Terebratula ampulla* (BROCCHI, 1814) in DOLLFUS & COTTER (1909).

indépendantes, nous considérons tous les deux comme appartenant au Pliocène inférieur ou Plaisancien.

En allant du Sud au Nord nous comptons les suivants:

Aguas Santas.—Negreiro.—Nadadoiro.—Selir do Porto.—Bom Jesus.—Famalicão. — Senhora da Victoria.—Monte-Real.

Il y a également des points, plus ou moins éloignés de ceux qui ont été désignés, et où l'on a recueilli des exemplaires en général en fort mauvais état de conservation ou seulement en fragments, ou bien où l'on rencontre uniquement des sables avec des débris de coquilles, qui servent simplement comme indicateurs des dépôts que l'action du temps ou de l'homme va en effaçant.

Nas páginas xvi e xxii, os mesmos autores procedem à descrição dos cortes dos afloramentos com Pliocénico marinho, a norte do Tejo, e apresentam algumas figuras esquemáticas dos mesmos. Entre as páginas 3 e 87 descrevem 78 espécies de bivalves e um braquiópode, provenientes das localizações acima referidas, e apresentam, como é apanágio nestas Memórias da Comissão do Serviço Geológico de Portugal, nove estampas fotográficas de excelente qualidade, figurando os exemplares descritos (Fig. 2.22).

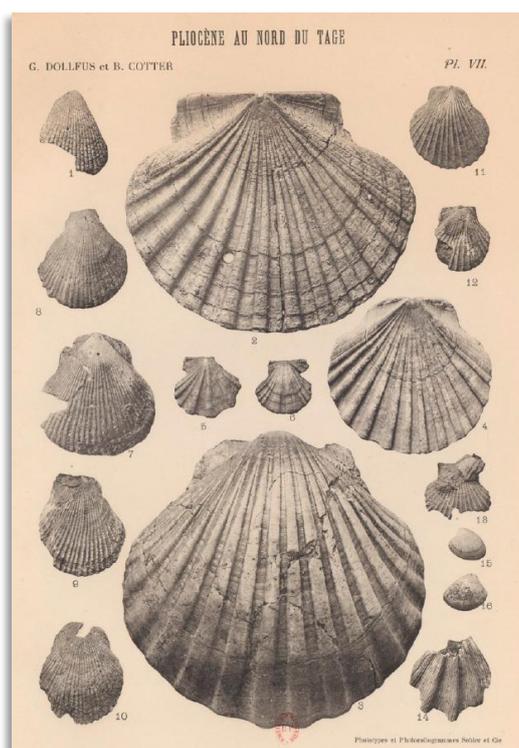


Figura 2.22 – Fac-símile de estampa (Pl. VII) in DOLLFUS & COTTER, 1909.

Com ênfase nos estudos de cariz paleontológico, importa realçarmos, para além do trabalho clássico de DOLLFUS & COTTER (1909), as publicações de COX (1936, 1941) sobre a fauna malacológica das jazidas da Mina (São Pedro de Moel) e de Matos (Marinha Grande). Este notável paleontólogo inglês correspondeu-se e terá vindo a Portugal a convite de José

Custódio de Morais (1890-1985), lente da Universidade de Coimbra natural da região e que descreveu a sua geologia e aspetos do seu conteúdo paleontológico (e.g. MORAIS, 1936). São particularmente importantes, também, os estudos de TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951) e ZBYSZEWSKI (1959) sobre as ocorrências malacológicas de Carnide (Pombal) descobertas até então. Também BRÉBION (1971, 1974) apresentou um trabalho de revisão dos gastrópodes do Pliocénico, incluindo os da bacia do Mondego. A partir da década de 1990 foram retomados, com maior regularidade, os estudos do Pliocénico marinho, desta região de Portugal, no âmbito de trabalhos de tese e subsequentes. Dentro deste ciclo de trabalhos há a referir, entre outros, os de: SILVA (1990, 1991, 1992, 1993, 2001, 2003); GILI, SILVA & MARTINELL (1995); CACHÃO & SILVA (2000); SILVA, LANDAU & MARTINELL (2000); DELL'ANGELO & SILVA (2003); LA PERNA, LANDAU & SILVA (2003); CARVALHO, CALLAPEZ & FERREIRA SOARES (2005); CARVALHO *et al.* (2005); LANDAU & SILVA (2006a, 2006b); SILVA *et al.* (2006, 2010); LANDAU, HOUART & SILVA (2007); SILVA & LANDAU (2007); LANDAU, SILVA & GILI (2009) e SILVA, LANDAU & LA PERNA (2011).

Em relação aos estudos sobre a micropaleontologia do Pliocénico da região de Carnide e/ou outras jazidas da bacia do Mondego, salientam-se os realizados por: TAVARES ROCHA & MARTINS FERREIRA (1953); CARVALHO & COLOM (1954); MARTINS FERREIRA (1960) e CARDOSO (1984) sobre foraminíferos; CARVALHO (1961, 1971) sobre briozoários; CACHÃO (1989, 1990) sobre nanofósseis calcários; NOLF & SILVA (1997) sobre otólitos de peixe; VIEIRA *et al.* (2006) sobre dinoflagelados; NASCIMENTO (1983); CARDOSO (1984) e RUIZ *et al.* (2008) com referências a ostracodos da bacia do Mondego. Nos estudos relativos a pólenes e esporos, realça-se os trabalhos de DINIZ (1984, 1990, 2003); VIEIRA *et al.* (2006); VIEIRA (2008) e DINIZ, SILVA & CACHÃO (2016).

No que respeita a fósseis de vertebrados, registre-se o estudo do dente de *Carcharodon carcharias* (LINNAEUS, 1758), proveniente da jazida com Pliocénico de Matos (ANTUNES & BALBINO, 2010). BIANUCCI *et al.* (2013) estudaram fósseis de crânios parciais de baleias de bico (ZIPHINIDAE GRAY, 1850), alguns deles obtidos ao largo da costa de Peniche. Os autores apontaram uma idade que abarca um intervalo temporal de Miocénico inferior/tardio a Miocénico médio, não excluindo, no entanto, pelo menos para parte das entidades, uma idade mais recente de Miocénico tardio a Pliocénico (BIANUCCI *et al.*, 2013: 147). ANTUNES, LEGOINHA & BALBINO (2015) dedicaram-se ao estudo de dentes de seláceos e fragmentos cranianos de cetáceos, preenchidos por sedimentos com foraminíferos, inclusos em turbiditos fosfatados, capturados por artes de pesca, na plataforma continental, ao largo de Peniche. Os autores apontam para uma idade provavelmente pliocénica para estes fósseis.

CAPÍTULO 3 – SOBRE A CLASSE BIVALVIA LINNAEUS, 1758

3.1– AS ORIGENS DA DESIGNAÇÃO BIVALVIA

O filósofo Aristóteles (384-322 a.C.), na primeira e quarta partes do seu quarto livro da obra *História dos Animais* (Τῶν περὶ τὰ ζῷα ἱστοριῶν), foi provavelmente o primeiro naturalista a deixar registo relativamente aos bivalves. Na sua classificação artificial para os animais, colocou os bivalves nos seres destituídos de sangue vermelho e, dentro deste grupo, num terceiro “género” que designou por ostracodermes ou testáceos (MACGILLIVRAY, 1834). Aristóteles entendia como bivalves os ostracodermes cobertos por duas “conchas” (ARISTÓTELES in SILVA, 2006), os *Dithyra*, sendo os restantes organismos do grupo constituídos pelos atuais gastrópodes e equinóides.

No entanto, a designação classe BIVALVIA, tal como a reconhecemos hoje, remonta, pelo menos, a 1681, quando Filippo Bonanni (1638-1723) publica a profusamente ilustrada *Ricreatione dell'occhio e della mente nell'osservation' delle chioccioline: proposta a'curiosi dell'opere della natura* (Fig. 3.1A e 3.1B), reeditada em latim em 1684, onde surgem as primeiras referências a bivalves oriundos da costa portuguesa (i.e. BONANNI, 1681: 158, 160, 165, 168).

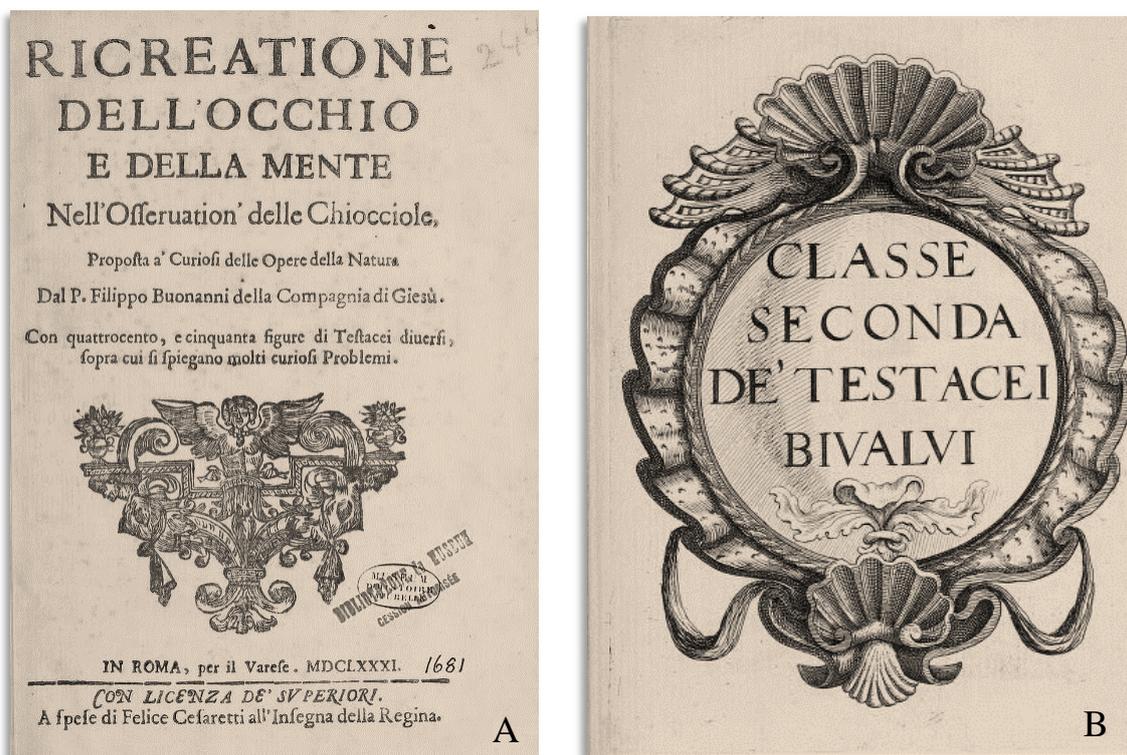


Figura 3.1 A e B – Fac-símile de frontispícios da obra, com referência aos bivalves, *Ricreatione dell'occhio e della mente nell'osservation' delle chioccioline: proposta a'curiosi dell'opere della natura* (BONANNI, 1681).

Esta designação seria adotada por Carl von Linné (1707-1778), na décima edição da sua publicação *Systema naturae: per regna tria naturae: secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis*, datada de 1758 (Fig. 3.2 A–B). Outras designações, consideradas sinónimas, foram usadas por diversos naturalistas (e.g. DITOMA TOURNEFORT, 1742; ACEPHALA⁴ CUVIER, 1795; CONCHIFERA LAMARCK, 1818⁵; PELECYPODA GOLDFUSS, 1820; LAMELLIBRANCHIATA BLAINVILLE, 1824; ELATOBANCHIA MENKE, 1830).

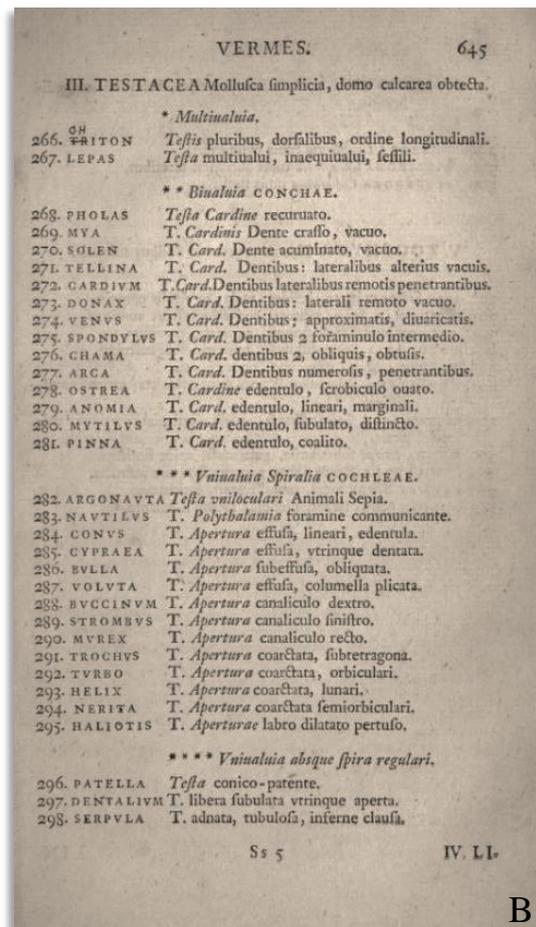
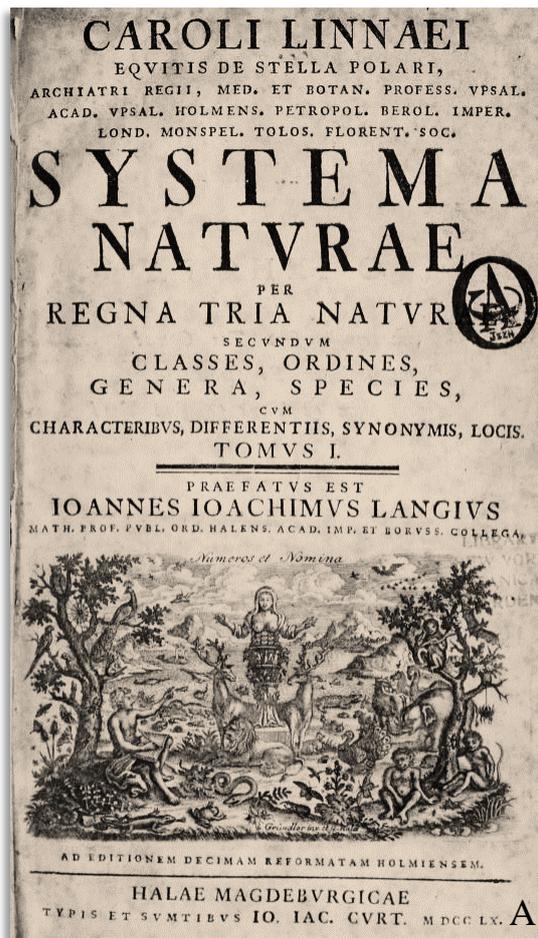


Figura 3.2 – A- Fac-símile do frontispício da 10ª edição da obra *Systema naturae*. B- Fac-símile da página 645, do mesmo livro, com a referência aos testáceos bivalves. (LINNAEUS, 1758).

⁴ Lankester sugeriu o termo LIPOCHEFALA (WOODWARD, 1913: 26)

⁵ Relembre-se que CONCHIFERA GEGENBAUR, 1878, possui um significado taxonómico muito mais abrangente em relação aos moluscos testáceos.

3.2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS BIVALVIA

Sobre as características gerais, morfológicas, anatômicas e fisiológicas, dos bivalves sintetizamos a informação genérica que consideramos mais relevante. Para obter um conhecimento mais pormenorizado, ou ilustrado, consulte-se, por exemplo, TEBBLE (1976: 1–4; 7–9; 11–23), RUPPERT & BARNES (1996: 412–449) e MARTINELL *et al.* in MARTÍNEZ-CHACÓN & RIVAS (2009: 227–375). A Classe BIVALVIA constitui o segundo *taxa*, em termos de biodiversidade, do Filo MOLLUSCA. Inclui os moluscos que se apresentam lateralmente comprimidos, cujos tecidos moles são encerrados por uma concha formada por duas valvas, e que se ligam e articulam dorsalmente. Possuem músculos adutores, para articulação das valvas, que agem de forma antagónica ao ligamento da charneira (de natureza proteica, não calcificado e recoberto exteriormente pelo perióstraco) e cujas marcas, ou marca, de inserção se podem observar no interior das mesmas. Para aumentar a eficácia do processo de encerramento das valvas, evitando deslizamentos laterais, a charneira exhibe, em geral, dentes e respetivos encaixes, as fossetas. É no umbo que se situa a prodissoconcha, sendo a partir daí que se dá o crescimento de cada valva. Na face interna das valvas de algumas espécies existe uma linha paleal que se estende desde a cicatriz do músculo adutor anterior até à cicatriz do posterior, marcando a fronteira ventral da adesão dos lobos matéricos do bivalve (Fig 3.3).

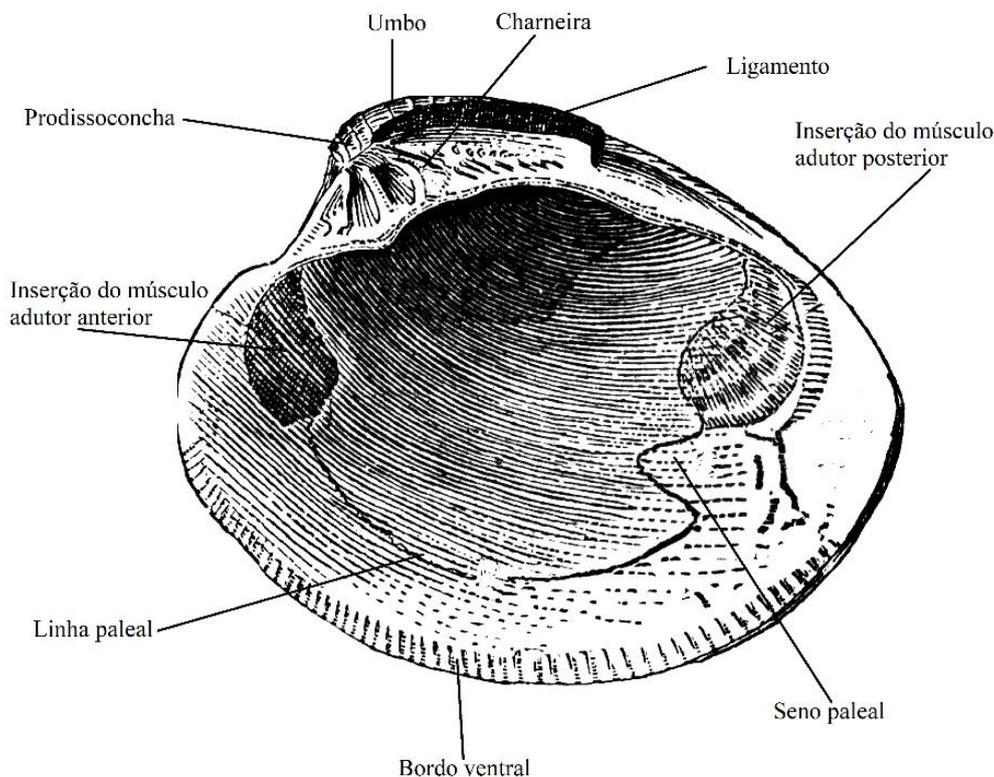


Figura 3.3 – Exemplos de algumas estruturas observáveis nas valvas. Adaptado de ilustração *in* CHAMBERS & CHAMBERS, 1881. Ilustração digital retirada de <http://etc.usf.edu/clipart> [Acesso em 21 de outubro de 2017]

Em termos gerais a concha é constituída por um perióstraco, de natureza proteica (conchiolina), mais ou menos espesso, que cobre as valvas (Fig. 3.4). Estas são constituídas por duas a quatro camadas de carbonato de cálcio, totalmente formadas por aragonite, ou por aragonite e calcite, ou calcite magnesianas depositadas sob formas prismáticas, tabulares, lenticulares, ou outras formas complexas, no seio de uma estrutura de natureza orgânica. A segregação deste material carbonatado é efetuada pelo perióstraco e pela prega externa do manto. Desde que BØGGILD (1930) lançou o seu estudo pioneiro, são variados os trabalhos e publicações que podem ser consultados para a compreensão da constituição e processo de formação da concha dos bivalves (e.g. OBERLING, 1955, 1964; OBERLING & BOSS, 1970; TAYLOR *et al.*, 1969, 1973; CARTER, 1990a; 1990b; CHECA, 2000 e CHECA *et al.*, 2005; 2007).

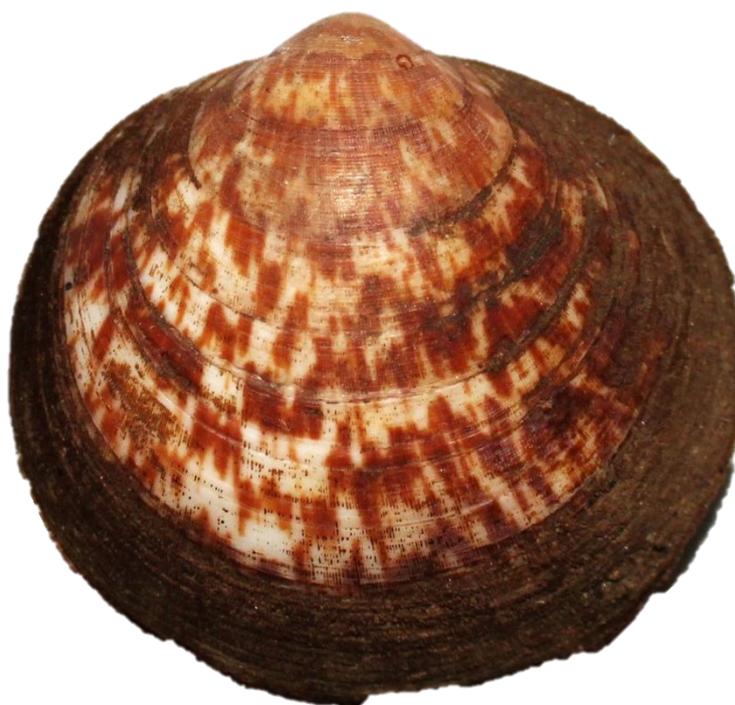


Figura 3.4 – Exemplo de perióstraco em *Glycymeris glycymeris* (LINNAEUS, 1758) com Dap de 65 mm, coletada em redes de pesca artesanal no porto de Peniche.

Os bivalves possuem a maior cavidade paleal entre os MOLLUSCA (Fig. 3.5), onde se insere o manto tripregueado. O corpo mole é constituído por uma massa visceral, que contém os órgãos de digestão, reprodução, excreção e pelas lâminas branquiais que, na maioria das espécies, acumulam funções de recolha de alimento com as funções primordiais de proporcionar trocas gasosas. O trato digestivo, na maioria dos bivalves, é constituído por esófago, estômago e intestino. Os cílios das brânquias e manto mantêm o fluxo de água do sifão inalante. As partículas sólidas, incluindo alimento, são removidas pelos cílios, sendo as partículas digeríveis

direcionadas para os palpos labiais e boca. As partículas não alimentares são envoltas em muco e rejeitadas como pseudo-fezes, geralmente junto ao sifão exalante.

Possuem um sistema circulatório, em que o coração é constituído por duas aurículas e um ventrículo, que fornece hemolinfa para a aorta anterior e no caso dos eulamelibrânquios, também para a aorta posterior. Os nefrídios, situados entre o pericárdio e as brânquias, abrem junto ao sifão exalante.

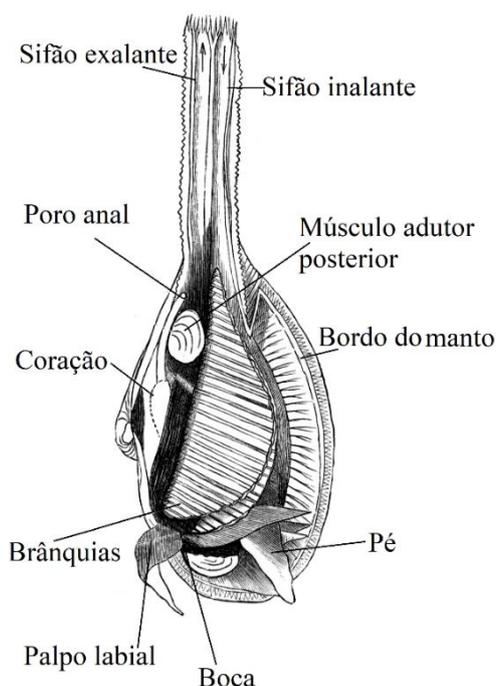


Figura 3.5 – Alguns aspetos da anatomia interna de *Mya arenaria* LINNAEUS, 1758. Adaptado de ilustração in NICHOLSON (1872: 177, fig. 80). Ilustração digital retirada de <http://etc.usf.edu/clipart> [Acesso em 28 de outubro de 2017]

As brânquias, que chegaram a ser o principal critério para definir as categorias taxonómicas mais elevadas dos bivalves, podem apresentar quatro morfologias diferentes. A eulamelibrânquia é a mais especializada e difundida na Classe, ao apresentar uma ligação complexa entre os seus filamentos, através de pontes de tecido interfilamentosas e interlamelares, possui uma forma de “W”. O tipo filibrânquia apresenta uma forma de “U” com os filamentos unidos por cílios especializados e encontra-se na maioria dos PTERIOMORPHIA BEURLEN, 1944. A protobrânquia, que é típica dos PROTOBRANCHIA PELSENEER, 1889, apresenta a forma de “V” invertido, com filamentos curtos e largos. A septibrânquia é uma brânquia modificada num par de septos musculares, atravessado por poros, sendo que este tipo de brânquia existe em bivalves carnívoros e detritívoros, nomeadamente espécies das superfamílias Poromyoidea DALL, 1886, Verticordioidea STOLICZKA, 1870 e Cuspidarioidea DALL, 1886.

Os bivalves possuem um pé muscular, que pode ser estendido para fora da cavidade paleal e proporcionar o movimento do espécime no sedimento. O movimento podal resulta de

uma combinação entre a pressão do fluido sanguíneo e dos músculos protratores e retratores podais. No caso de animais bissados é nesta zona que se aloja a glândula do bisso. A secreção da glândula bissal endurece com a água, promovendo a fixação do bivalve a substratos duros, naturais ou não (e.g. Mytilidae RAFINESQUE, 1815)

Quanto ao sistema nervoso, este é bilateral, constituído por três pares de gânglios e dois pares de cordões nervosos. Os gânglios cerebropleurais ligam-se, por dois cordões nervosos, aos gânglios viscerais e por outros dois aos gânglios podais. O movimento do pé e do músculo adutor anterior está na dependência dos gânglios podais e cerebrais; já o movimento do adutor posterior e dos sifões é comandado pelos gânglios viscerais. A coordenação dos movimentos valvares é efetuada pelos gânglios cerebrais (Fig. 3.6).

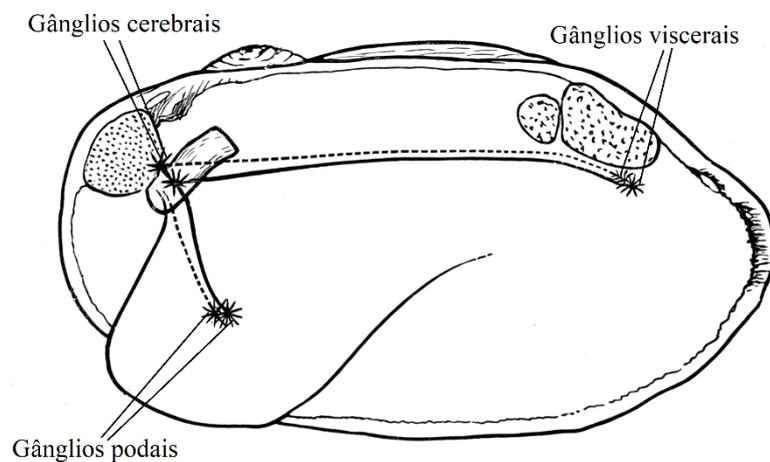


Figura 3.6 – Representação esquemática do sistema nervoso de um bivalve. Adaptado de ilustração *in* COLTON (1903: 117, fig. 72). Ilustração digital retirada de <http://etc.usf.edu/clipart> [Acesso em 29 de outubro de 2017]

Em termos reprodutivos a maioria dos bivalves são dióicos, embora existam alguns bivalves hermafroditas. Possuem um par de gónadas, que abre nos gonóporos, para o interior do manto, junto ao sifão exalante. Outros bivalves têm os gonodutos a abrir nos nefrídeos, sendo os seus gâmetas libertados através dos nefridióporos. A fertilização é, na maioria dos casos, externa, mas existem exceções. No ciclo de desenvolvimento dos bivalves marinhos é típica a existência de um trocóforo livre, seguido de uma larva velígera simétrica e que se encerra em valvas. Os bivalves de água doce apresentam geralmente um desenvolvimento interno, na zona brânquial dos adultos, ou externo, mas muito especializado.

Em relação ao modo de vida e habitat, ocupados pelos bivalves, podemos dividi-los em dois grandes grupos, epibentónico e endobentónico. Os primeiros, incluem bivalves bissados, cimentados, ou ainda, livres, nadadores ou não. Quanto aos endobentónicos há, a integrar neste grupo, os que apresentam um modo de vida endofaunal profundo, endofaunal superficial, semi-endofaunal e os bivalves perfuradores (COX *et al.*, *in* MOORE, 1969).

3.3 – TERMINOLOGIA DESCRITIVA

No âmbito do trabalho de identificação e de atualização na sistemática e taxonomia de BIVALVIA fósseis da jazida pliocénica de Vale de Freixo, considerámos essencial proceder a uma descrição sinóptica das características morfológicas da concha, incluindo a nomenclatura descritiva que é usada nos estudos e trabalhos consultados. Para uma compreensão mais exhaustiva, nomeadamente no que concerne às tipologias de dentição e ligamentos, deverão ser consultadas as obras de referência que serviram de base ao presente estudo (e.g. COX *et al.* in MOORE, 1969; TEBBLE, 1976; CAMACHO, DAMBORENEA & DEL RIO in CAMACHO & LONGOBUCCO, 2007; MARTINELL *et al.* in MARTÍNEZ-CHACÓN & RIVAS, 2009).

Em termos de orientação, as áreas da concha tomam em referência o nome das respetivas margens; considerando-se a charneira na zona dorsal, a zona anterior no sentido onde, geralmente, se projeta o umbo e a posterior onde se encontra o seno paleal, caso exista. Quando não existe seno paleal, nos bivalves monomiários o lado posterior corresponde ao que contém a cicatriz coalescente de inserção dos músculos adutores e nos anisomiários, em geral, ao lado que tem a maior área cicatriz de inserção do músculo adutor. Para determinação da valva direita ou esquerda, quer em espécimes articulados ou desarticulados, uma metodologia é orientar as valvas com a zona posterior voltada para o observador e a zona dorsal para cima. Se a superfície externa da valva estiver à direita do observador corresponderá à valva direita, caso contrário corresponderá à valva esquerda. Cada valva, direita e esquerda, é delimitada pelas margens dorsal, anterior, posterior e ventral (Fig. 3.7). Para as dimensões da concha, consideradas neste trabalho, deve-se ter como referência a distância máxima entre o umbo e o bordo paleal, diâmetro umbopaleal (Dup), e a distância máxima entre as margens anterior e posterior, diâmetro ântero-posterior (Dap) (Fig. 3.8 A–B).

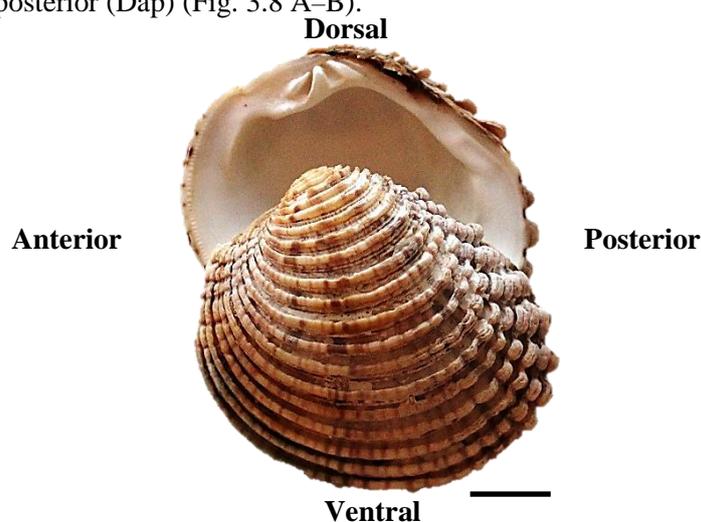


Figura 3.7 – Orientação das valvas direita e esquerda, tomando como exemplo um exemplar de *Venus verrucosa* LINNAEUS, 1758, coletado em alcátruzes no porto de Peniche. A escala corresponde a 1 cm.

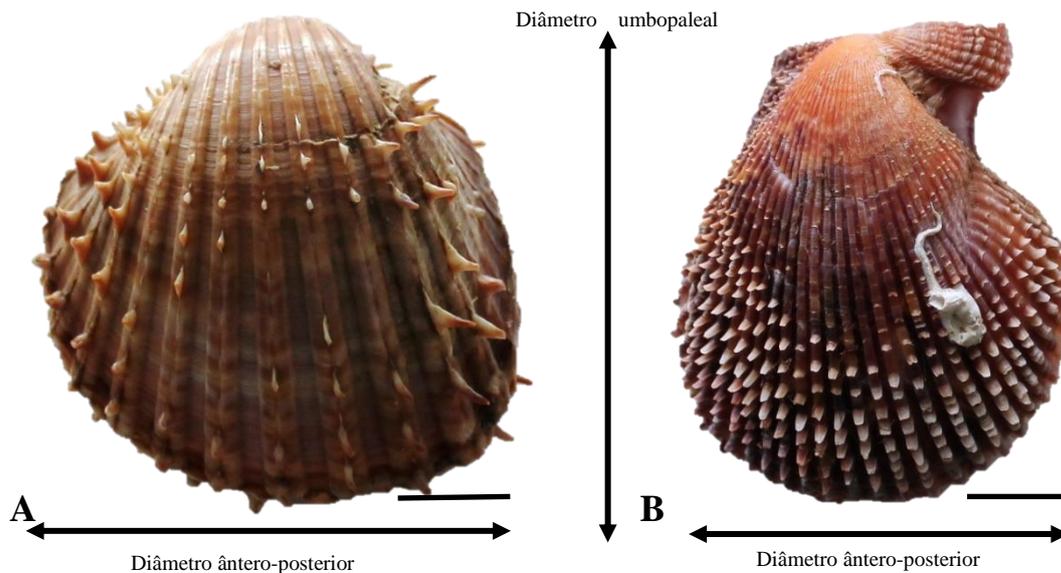


Figura 3.8 – Diâmetros umbopaleal (Dup) e ântero-posterior (Dap) exemplificados em *Acanthocardia aculeata* (LINNAEUS, 1758) e (B) em *Mimachlamys varia* (LINNAEUS, 1758). Exemplos coletados em alcatruzes no porto de Peniche. Cada escala corresponde a 1 cm.

A forma geral da valva é descrita com recurso a termos de carácter geométrico ou formas de conchas bem específicas e reconhecíveis (Fig. 3.9 A–J), como sejam: orbicular, suborbicular, quadrangular, subquadrangular, retangular, triangular, subtriangular, mitiloide, ovalada, elíptica, alongada, trapezoidal, subtrapezoidal, cuneiforme, pectinada e rostrata (ANDREWS, 1977; LOZANO-FRANCISCO, 1997; PIMPÃO, 2004). Para as pectinadas as aurículas serão referidas como simétricas ou assimétricas (Fig. 3.10 A–D). Sendo que nas assimétricas, uma delas pode apresentar sulco auricular e entalhe bissal.

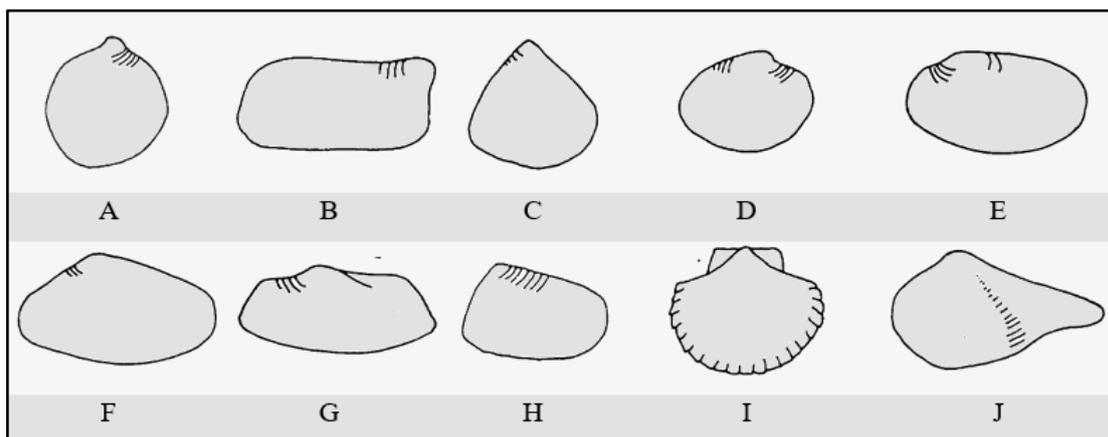


Figura 3.9 A–J – Formas básicas das valvas segundo o seu carácter geométrico e formas bem reconhecíveis. A- orbicular, B- retangular, C- triangular, D-ovalada, E- elíptica, F- alongada, G- trapezoidal, H- cuneiforme, I-pectinada, J- rostrata. Adaptado de PIMPÃO (2004:186).

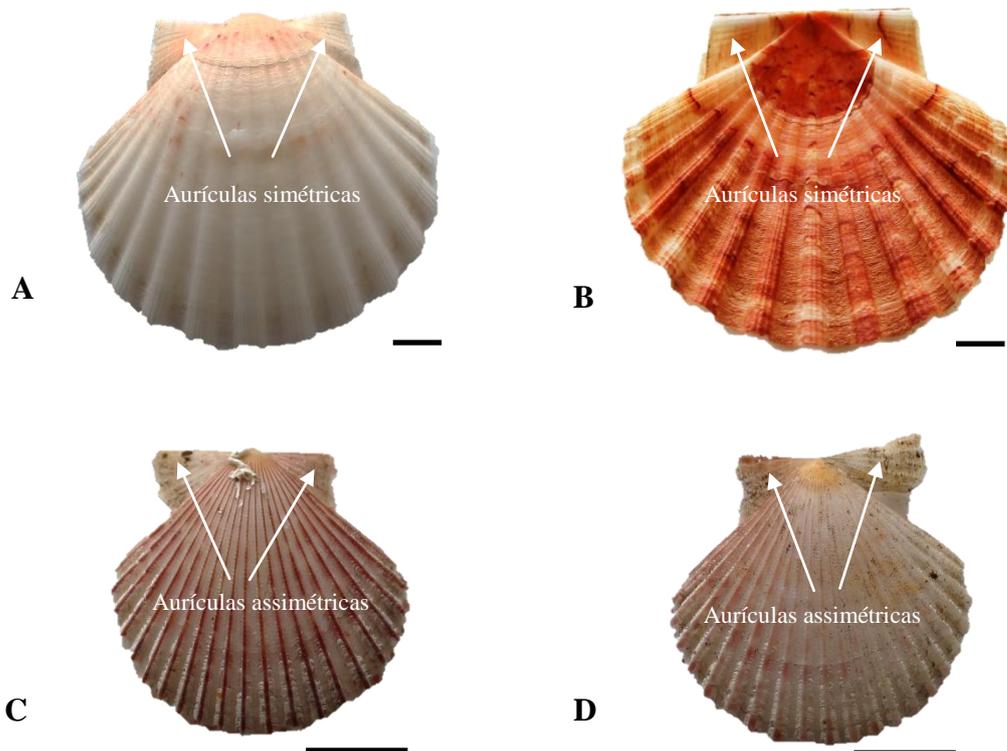


Figura 3.10 – Aurículas simétricas em vista exterior de valvas esquerda (A) e direita (B) *Pecten maximus* (LINNAEUS,1758). Aurículas assimétricas em vista exterior de valvas esquerda (C) e direita (D) de *Aequipecten opercularis* (LINNAEUS, 1758). Exemplos coletados em redes no porto de Peniche. Cada escala corresponde a 1 cm.

No que toca à simetria a concha considera-se equivalve quando as valvas são iguais, segundo um plano de simetria que, geralmente, coincide com o plano de comissura (Fig. 3.11 A–B) e inequivalves quando tal não acontece. As valvas podem ser equilaterais, quando as áreas anterior e posterior são equivalentes em relação a um eixo umbopaleal, ou inequilaterais caso tal pressuposto não se verifique.

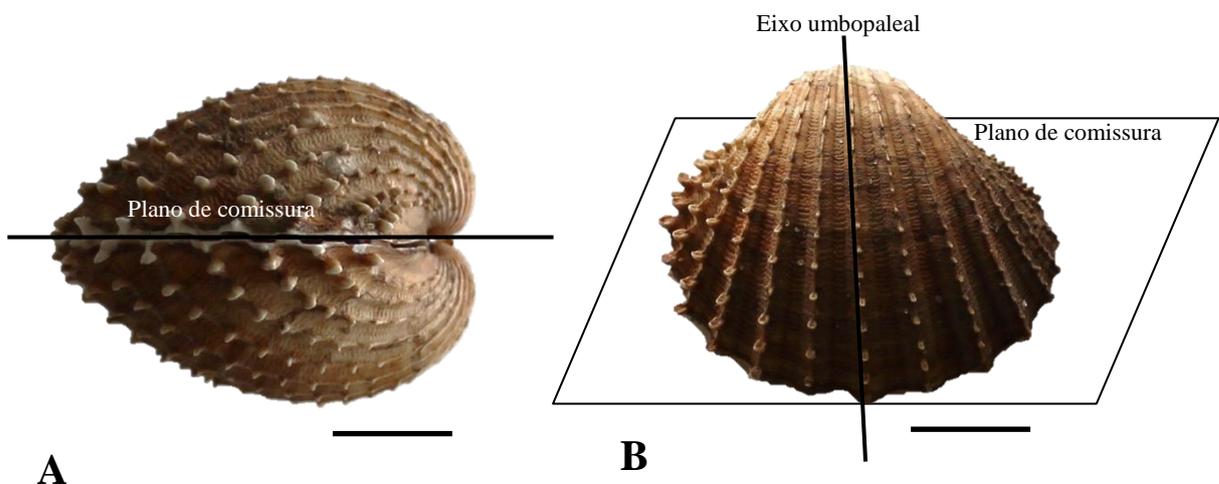


Figura 3.11 – Plano de comissura em vista lateral anterior (A) e exterior de valva esquerda de *Acanthocardia paucicostata* (G. B. SOWERBY II, 1841) coletado em redes de pesca artesanal na Baleeira (Sagres). Cada escala corresponde a 1 cm.

As combinações das tipologias das condições de simetria da concha constam da Tab. 3.1 e Fig. 3.12 A–G.

Tabela 3.1– Condições de simetria em bivalves e descrição genérica. Baseado em COX *et al. in* MOORE, 1969; TEBBLE, 1976; PAREDES, 2012.

Condições de simetria		Descrição
Equivalve	Equilateral	As duas valvas são simétricas em relação ao plano de comissura e em relação a um eixo médio umbopaleal.
	Inequilateral	Valvas simétricas em relação ao plano de comissura e assimétricas em relação a um eixo médio umbopaleal, apresentando-se a região anterior das valvas expandida.
Valvas simétricas em relação ao plano de comissura e assimétricas em relação a um eixo médio umbopaleal, apresentando-se a região anterior das valvas reduzida.		
Inequivalve	Equilateral	Valvas assimétricas em relação ao plano de comissura e simétricas em relação a um eixo médio umbopaleal.
	Inequilateral	Valvas assimétricas em relação ao plano de comissura e a um eixo médio umbopaleal; concha sem quaisquer planos de simetria.

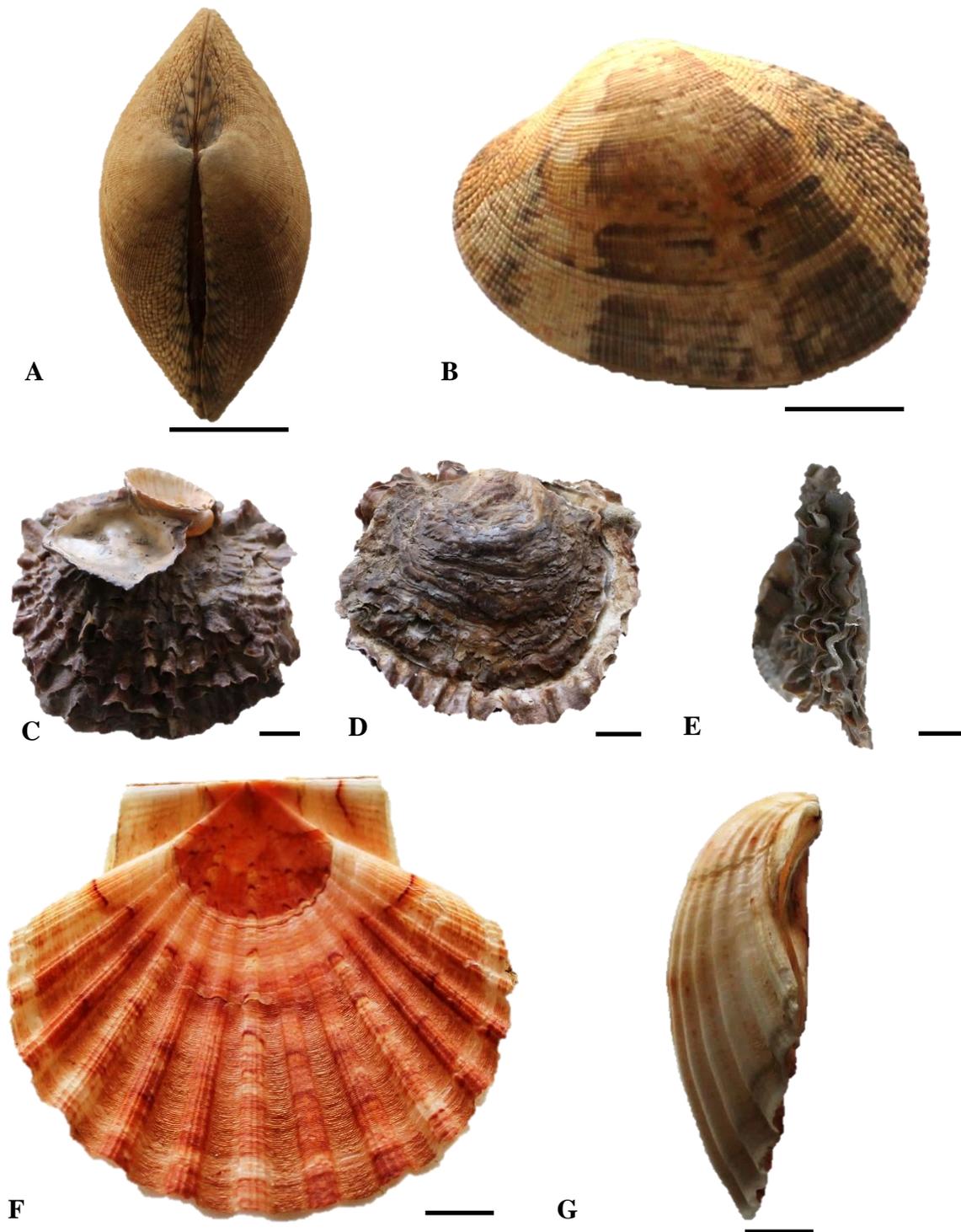


Figura 3.12 – Exemplos de valvas esquerdas e direitas em diferentes tipos morfológicos de BIVALVIA. A-B: Equivalve inequilateral, *Ruditapes decussatus* (LINNAEUS, 1758), coletado em fundos lodosos na Ria Formosa, vista umbonal (A) e vista externa da valva esquerda (B); C-E: Inequivalve inequilateral; *Ostrea edulis* LINNAEUS, 1758, coletada em fundos lodosos na Foz do Rio Coima: valva esquerda (C), valva direita (D) e vista paleal (E); F-G: Inequivalve equilateral, *Pecten maximus* (LINNAEUS, 1758), coletado em redes de pesca artesanal no porto de Peniche, vista externa da valva esquerda (E) e vista anterior (F). Cada escala corresponde a 1 cm.

Para a descrição do umbo consideram-se os termos erodido ou conservado. Quanto à sua posição relativa é referido como estando em posição central, subcentral anterior, subcentral posterior, no terço anterior, no terço posterior ou subterminal.

Descreve-se como prosógiro (e.g. Veneridae RAFINESQUE, 1815; Lucinidae FLEMING, 1828) se curva para o lado anterior da valva (Fig. 3.13 A); ortógiro [e.g. Thraciidae STOLICZKA, 1870 (1839)] se curva para o centro da valva, alinhado com o eixo médio umbopaleal (Fig. 3.13 B); opistógiro (e.g. Cardiidae LAMARCK, 1809) se o faz para o lado posterior (Fig. 3.13 C).

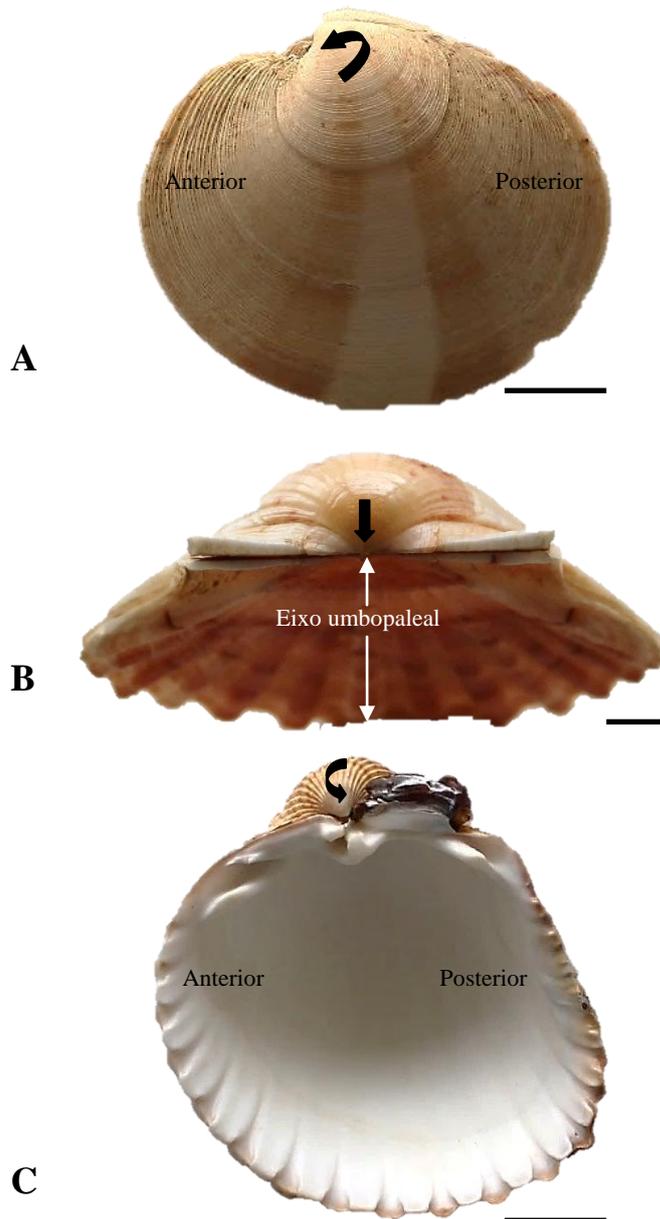


Figura 3.13 – Tipos de umbo em BIVALVIA. Prosógiro (A) em vista externa da valva esquerda de *Dosinia exoleta* (LINNAEUS, 1758) coletada em alcruztes no porto de Peniche; opistógiro (B) em vista umbonal de *Pecten maximus* (LINNAEUS, 1758), coletado em redes de pesca artesanal no porto de Peniche; ortógiro (C) em vista interna da valva direita de *Acanthocardia tuberculata* (LINNAEUS, 1758), coletado em Fábrica (Cacela). Cada escala corresponde a 1 cm.

No que toca ao tipo de inserção dos músculos adutores considere-se que, no caso em que a valva possui duas impressões de músculos adutores, posterior e anterior, o bivalve diz-se dimiário; podendo ser isomiário (Fig. 3.14 A) ou anisomiário (heteromiário), consoante as áreas de impressão de inserção sejam equidimensionais ou não. Nos bivalves anisomiários existem espécies em que a inserção do adutor posterior é maior (Fig. 3.14 B) e outras em que é o anterior que ostenta maior dimensão (Fig. 3.14 C). Se a valva ostenta apenas uma impressão, resultante da coalescência das áreas de inserção dos músculos anterior e posterior, o bivalve é monomiário (Fig. 3.14 D). Por vezes, podem apresentar impressões dos músculos retratores, usualmente nos extremos da charneira.

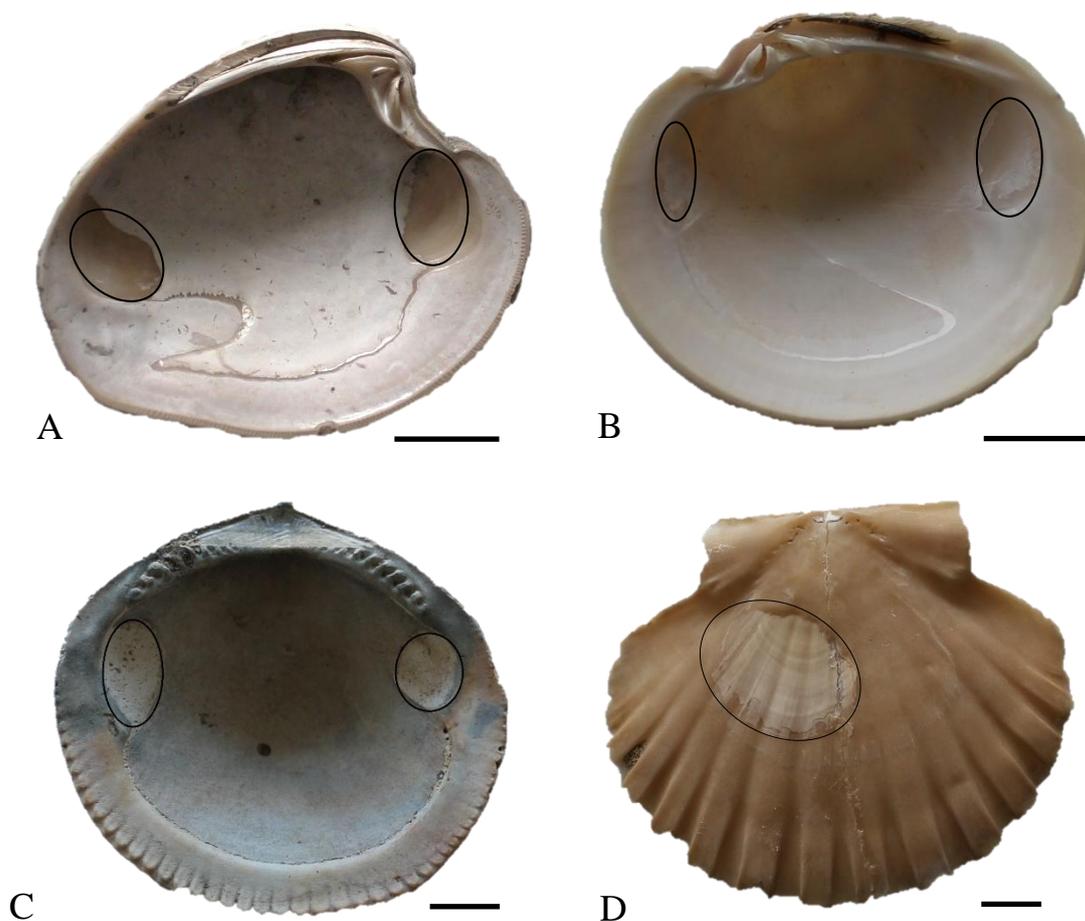


Figura 3.14 – Dimiário (A), vista interna de valva esquerda de *Circomphalus foliaceolamellosus* (DILLWYN, 1817). Anisomiário (B), vista interna de valva direita de *Dosinia exoleta* (LINNAEUS, 1758), coletada em redes artesanais no porto de Sesimbra. Anisomiário (C), vista interna de valva direita de *Glycymeris glycymeris* (LINNAEUS, 1758). Monomiário (D), vista interna de valva esquerda de *Pecten benedictus* LAMARCK, 1819. Espécimes fósseis coletados no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 1 cm.

Em relação à linha paleal, quando existente, podem apresentar condição integripaleada, senopaleada ou disjunta. Na condição integripaleada (Fig. 3.15 A) a linha de inserção do manto forma um arco simples ao longo do bordo ventral. Na senopaleada (Fig. 3.15 B) a linha paleal apresenta uma indentação, no bordo posterior, infletida para o centro da valva, deixada pelos músculos retratores do sifão. Na disjunta (Fig. 3.15 C) a linha paleal apresenta-se de forma descontínua entre as áreas de inserção dos músculos adutores anterior e posterior. Existem situações, nomeadamente na condição disjunta, em que a linha paleal é obscura.

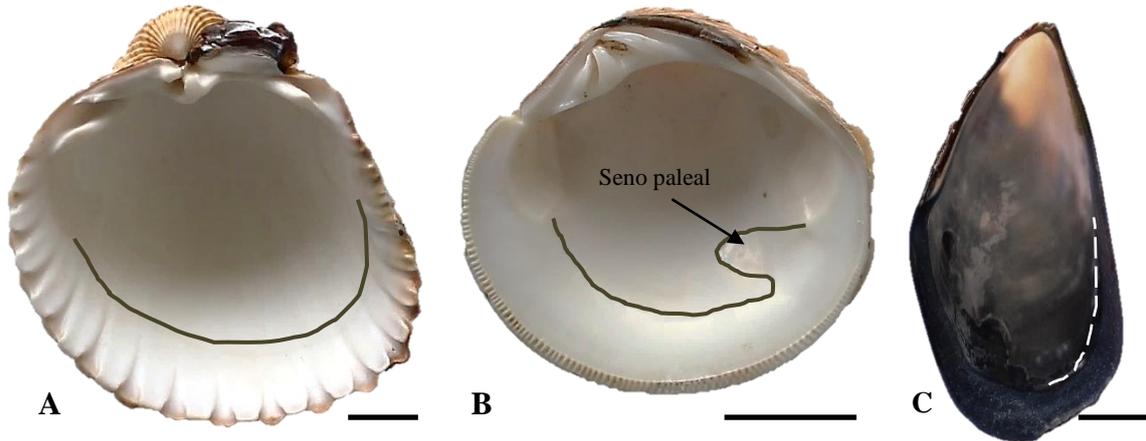


Figura 3.15 – Condição integripaleada (A), vista interna de valva direita de *Acanthocardia tuberculata* (LINNAEUS, 1758), coletado em Fábrica (Cacela). Condição senopaleada (B), vista interna de valva direita de *Venus casina* LINNAEUS, 1758, coletado em alcatruzes no porto de Peniche. Linha paleal descontínua (C), vista interna de valva esquerda de *Mytilus edulis* LINNAEUS, 1758; em detritos de maré, Buarcos. Cada escala corresponde a 1 cm.

Observadas, pelo seu interior, as valvas apresentam-se lisas ou com textura, mais ou menos discreta, resultante da ornamentação externa. O bordo ventral pode ser liso, crenulado ou denteado. Certas espécies podem apresentar o interior nacarado (Fig. 3.16 A–B).

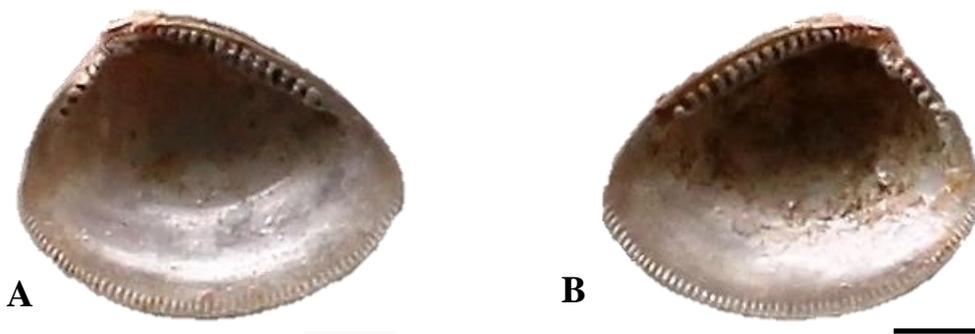


Figura 3.16 – Vista interna de valva esquerda (A) e direita (B) de *Nucula nucleus* (LINNAEUS, 1758), coletado em alcatruzes no porto de Peniche. Observa-se o interior nacarado e o bordo denteado. A escala corresponde a 2,5 mm.

Quanto ao tipo de dentição da charneira (Tab. 3.2), centrando-nos nas tipologias que mais ocorrem na fauna bivalve recolhida em Vale de Freixo, sublinhem-se os termos: taxodonte (Fig. 3.17 A), quando possui muitos dentes pequenos e similares, separados por fossetas, que se dispõem em série regular subparalela ou radial; heterodonte (Fig. 3.17 B), quando possui dentes cardinais e laterais, anterior e posterior, bem diferenciados (os dentes laterais podem ser pouco visíveis ou estarem ausentes em algumas famílias); desmodonte (Fig. 3.17 C), com condróforo; disodonte, quando não possui verdadeiros dentes, ou possui dentículos na margem próxima do umbo (Fig. 3.17 D) e adonte quando não possui quaisquer dentes.

Tabela 3.2–Principais tipos de dentição em bivalves, descrição geral e exemplos de taxa representativos nas dentações menos ubíquas. Baseado em COX *et al. in* MOORE, 1969; RODRÍGUEZ & SÁNCHEZ, 1997; PAREDES, 2012.

Tipo	Descrição	
Taxodonte	Muitos dentes pequenos, ao longo da charneira.	Dispostos de forma subparalela ou radial. Existem <i>taxa</i> em que esta disposição é interrompida, abaixo do umbo, pelo resilífer.
Actinodonte		Dispostos em padrão radial curvados para baixo. Apenas em <i>taxa</i> exclusivamente fósseis (e.g. † Cycloconchoidea ULRICH, 1894).
Paralelodonte		Dispostos de forma paralela.
Isodonte	Alguns dentes por baixo do bico/prodissoconcha.	Largos e colocados de cada lado do ligamento central. Por exemplo, na família Spondylidae GRAY, 1826, segue o seguinte esquema: valva direita: dente-fosseta-ligamento-fosseta-dente valva esquerda: fosseta-dente-ligamento-dente fosseta.
Esquizodonte		Largos, com sulcos paralelos, perpendiculares ao eixo de dentição (e.g. Trigonioidea LAMARCK, 1819).
Heterodonte	Possui dentes cardinais e laterais, anterior e posterior, bem diferenciados.	
Heterodonte reduzida	Possui dois dentes cardinais por baixo do umbo e dentes laterais alongados, anteriores e posteriores aos cardinais.	
Desmodonte	Possui formações dentiformes e não verdadeiros dentes, apresenta estruturas acessórias.	
Paquidonte	Dentes nodosos, largos, por baixo do bico/prodissoconcha (e.g. † HIPPURITIDA NEWELL, 1965).	
Disodonte	Sem verdadeiros dentes, possui dentículos na margem próxima do umbo.	
Adonte	Não possui quaisquer dentes.	

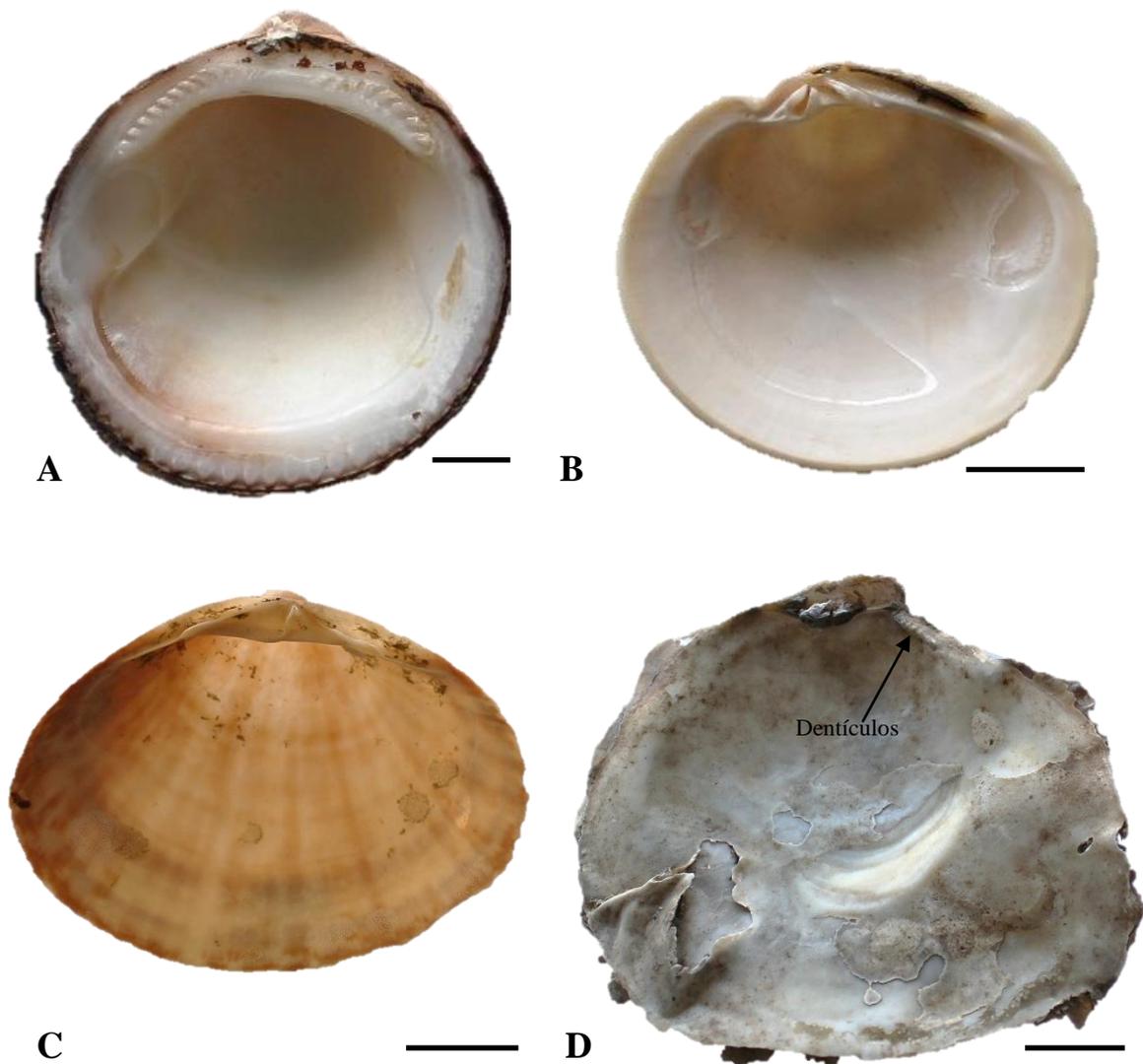


Figura 3.17 – Tipos de dentição mais comuns nos bivalves de Vale de Freixo, ilustrados através de exemplos em vistas internas de valvas de bivalves atuais, coletados na costa continental. Taxodonte (A) em *Glycymeris glycymeris* (LINNAEUS, 1758); heterodonte (B) em *Dosinia exoleta* (LINNAEUS, 1758); desmodonte (C) em *Mactra glauca* BORN, 1778; disodonte (D) em *Ostrea edulis* LINNAEUS, 1758. A escala corresponde a 1 cm.

Dado que muitas das espécies de bivalves que ocorrem em Vale de Freixo, possuem dentição heterodonte (Fig. 3.18), na diagnose são importantes termos genéricos relativos à posição e número de dentes cardinais e laterais da valva esquerda direita, quando existirem exemplares de ambas as valvas. Não será dado relevo à notação de F. Bernard, 1895-1897 e E.C.P.A. Munier-Chalmas, 1895, dado que, em muitos dos exemplares fósseis, a dentição não é facilmente observada na sua totalidade, podendo dar origem a erros na numeração dos dentes, relativamente ao bivalve “teórico” de lâminas contínuas, concebido pelos autores citados. Por outro lado, estas notações, bem como as de J.G. Steinmann, 1889 e de W.H. Dall, 1889, têm-se revelado não totalmente satisfatórias, por não refletirem, de modo preciso, as posições, formas e dimensões da dentição (MARTINELL *et al.* in MARTÍNEZ-CHACÓN & RIVAS, 2009: 242).

Poderemos, também, no que concerne aos dentes cardinais, verificar se são prosóclinos, quando inclinam no sentido da região anterior; opistóclinos, quando o fazem no sentido posterior; ou ainda ortóclinos, quando se apresentam perpendiculares à charneira.

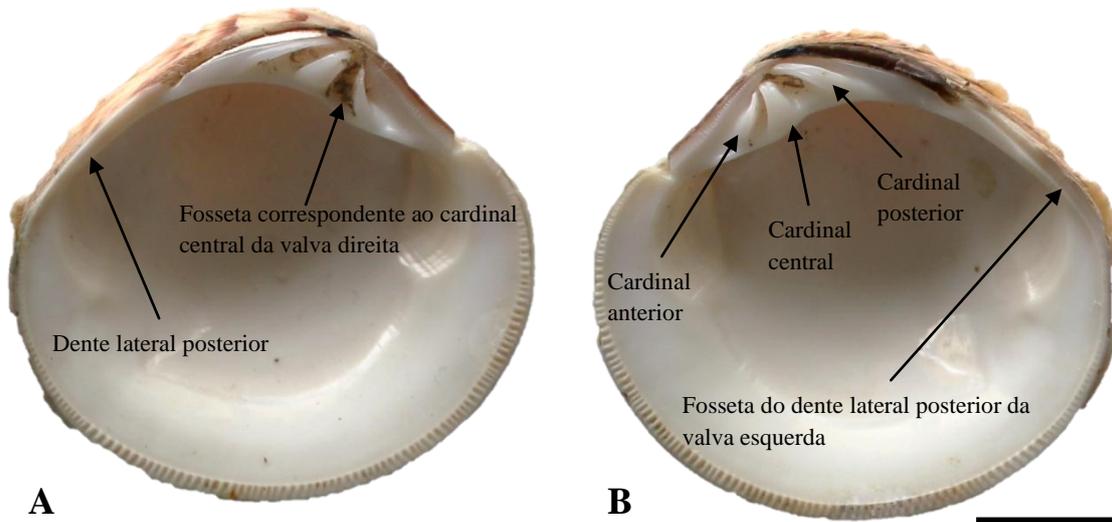


Figura 3.18 – Exemplo de dentição heterodonte em valvas esquerda (A) e direita (B) de *Venus casina* LINNAEUS, 1758, coletada em alcatruzes no porto de Peniche. A escala corresponde a 1 cm.

Em relação ao tipo de inserção do ligamento, se identificável a sua presença no espécime fóssil, utilizaremos uma notação baseada na posição em que se encontra e na sua forma (Tab. 3.3; Fig 3.19 A–D).

Tabela 3.3 – Tipos de inserção de ligamento em bivalves e descrição das características principais. (Baseado em COX *et al. in* MOORE, 1969; MARTINELL *et al. in* MARTÍNEZ-CHACÓN & RIVAS, 2009 e PAREDES, 2012).

Posição		Descrição	Forma	Descrição
Externa	Opistodética	Visível do exterior e em posição posterior ao umbo.	Paravincular	Sulco simples, com ligamento de forma cilíndrica.
	Prosodética	Visível do exterior e em posição oblíqua	Suportado por ninfas	Sulco simples, suportado por superfícies ao longo do bordo dorsal (ninfas).
	Anfidética	Visível do exterior e em posição anterior e posterior em relação ao umbo.	Planivincular	Sulco simples, sem ninfas.
Interna		Invisível ou parcialmente visível com as valvas fechadas.	Multivincular	Área cardinal revestida com covas simples ou múltiplas.
			Duplivincular	Área cardinal apresentando sulcos sucessivos horizontais ou em V (<i>chevron</i>).
			Alivincular	Área cardinal apresentando soquete triangular no centro.
			Resilífer	Resílio (ligamento interno) fixo a uma depressão triangular mediana.
			Condróforo	Resílio em forma de colher inserida e projetada ventralmente.
			Litodesma	Lâmina calcária acessória ao condróforo.

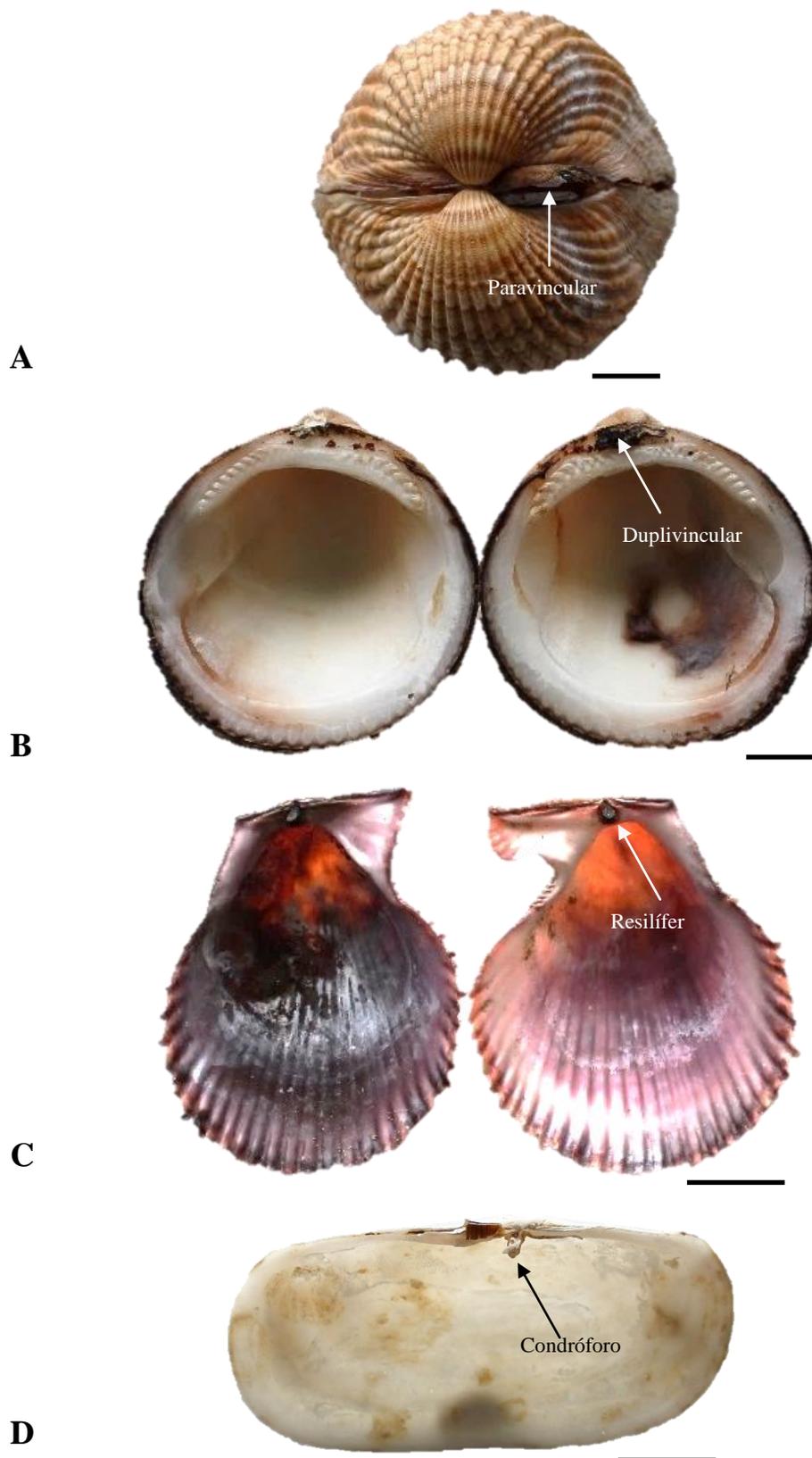


Figura 3.19 – Exemplos, em exemplares atuais, das mais comuns formas de inserção de ligamento que ocorrem em bivalves de Vale de Freixo. Paravincular (A) em *Acanthocardia tuberculata* (LINNAEUS, 1758), coletado em Fábrica (Cacela). Duplivincular (B) em *Glycymeris glycymeris* (LINNAEUS, 1758), coletada em redes no porto de Peniche. Resilífer (C) em *Mimachlamys varia* (LINNAEUS, 1758), coletado em covos no porto de Peniche. Condróforo (D) em *Solecurtus scopula* (TURTON, 1822), coletado em redes no porto de Peniche. Cada escala corresponde a 1 cm.

Em algumas conchas, sobretudo de venerídeos, pode ser feita referência ao escudete, cristas, carenas (quilhas) longitudinais ou sulcos radiais que delimitam a área posterior ao umbo. Certas famílias podem apresentar uma área cardiforme, em posição anterior aos umbos, que corresponde à lúnula (Fig 3.20 A–C).

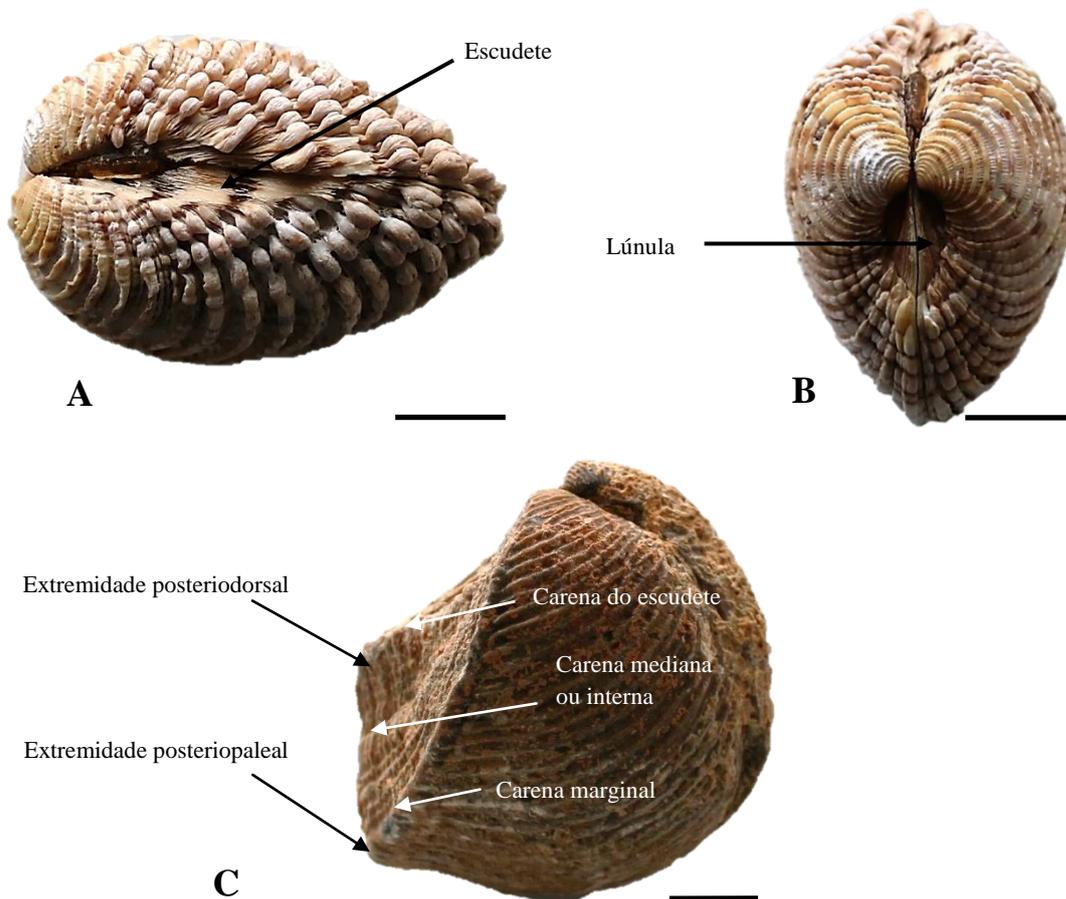


Figura 3.20 – Exemplo de escudete (A) e lúnula (B) em *Venus verrucosa* LINNAEUS, 1758, coletada em alcatruzes no porto de Peniche. Carenas (C) em valva direita de *Trigonía pseudomeriani*, CHOFFAT, 1885, coletado nas “Camadas de Alcobaça”, Évora de Alcobaça. Cada escala corresponde a 1 cm.

Outras estruturas podem ser referidas. É o caso do *foramen* bissal (Fig. 3.21), entalhe bissal e *ctenolium* (Fig 3.22).

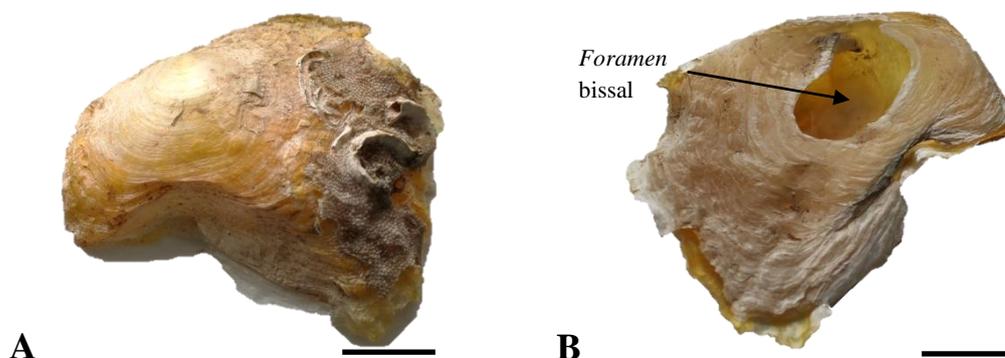


Figura 3.21 – *Anomia ephippium* LINNAEUS, 1758. Vista externa da valva esquerda (A) e *foramen* bissal em vista externa da valva direita (B). Coletada em alcatruzes no porto de Peniche. A escala corresponde a 1 cm.

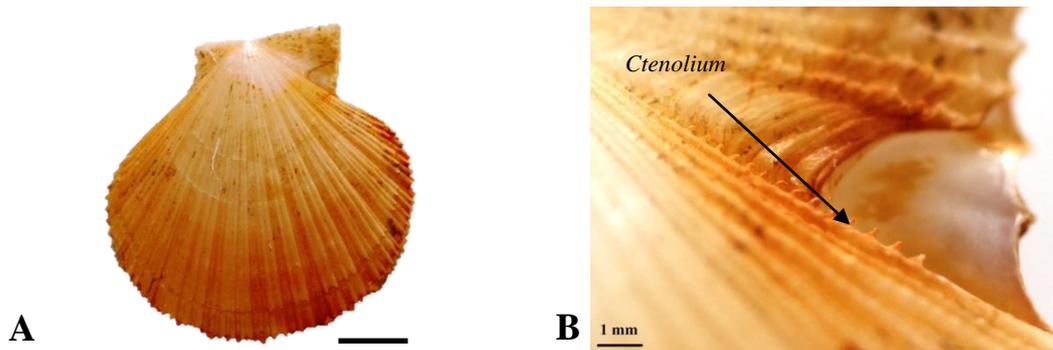


Figura 3.22 – Concha de *Karnekampia sulcata* (MÜLLER, 1776). Vista externa da valva direita (A) e pormenor de entalhe bissal da valva direita e dentes do *ctenolium* (B). Coletada em covos no porto de Peniche. A escala da imagem A corresponde a 1 cm.

Relativamente à ornamentação refira-se que a superfície exterior das valvas pode apresentar uma ornamentação radial e/ou concêntrica (Fig 3.23 A–B).

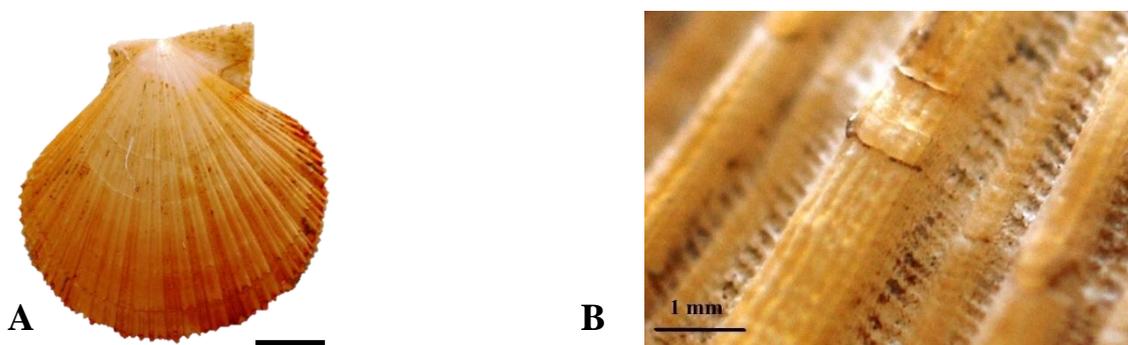


Figura 3.23 – Exemplo de ornamentação radial em costilhas (A) e pormenor de nódulos de interseção entre as costilhas e as linhas de crescimento (B), em *Karnekampia sulcata* (MÜLLER, 1776), coletada em covos no porto de Peniche. A escala da imagem A corresponde a 1 cm.

Na maioria das espécies atuais e fósseis a ornamentação concêntrica é composta por linhas de crescimento simples, as quais, todavia, também podem assumir formas mais ou menos elaboradas, resultando em, por exemplo, estrias, lamelas, sulcos ou cordões (Fig. 3.24 A–B). Também podem estar presentes pregas, as quais correspondem a ondulações contínuas, de maior ou menor amplitude, na superfície das valvas, presentes, por exemplo, nos inoceramídeos do Cretácico. Em certos casos, relativamente comuns nos telinídeos, a ornamentação concêntrica pode ser ainda excêntrica, revelando um desfasamento relativamente à forma geral da valva.

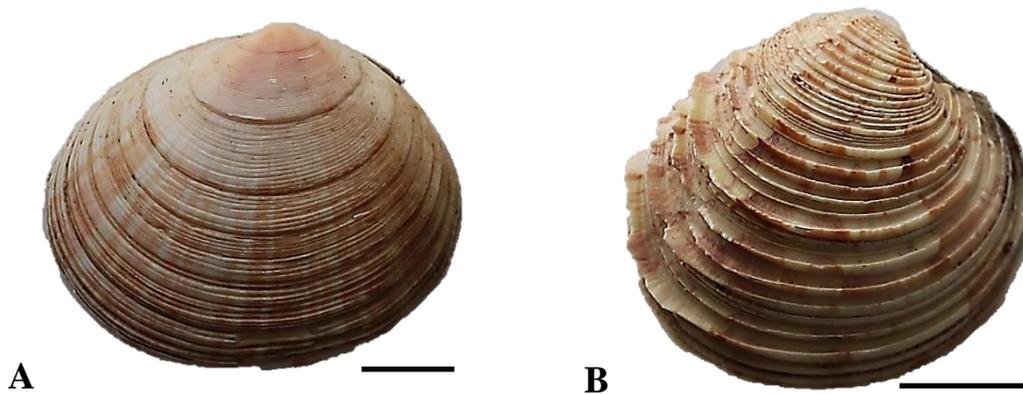


Figura 3.24 – Exemplo de aspetos observáveis na ornamentação concêntrica: linhas de crescimento e sulcos (A) em *Scrobicularia plana* (DA COSTA, 1778); lamelas (B) em *Venus casina* LINNAEUS, 1758. Exemplares coletados em alcatruzes no porto de Peniche. Cada escala corresponde a 1 cm.

A ornamentação radial consiste essencialmente em costilhas e costelas, onde podem aflorar espículas, espinhos, tubérculos, grânulos ou espátulas (3.25 A–D). As costilhas encontram-se separadas por sulcos radiais e as costelas por interespaços, podendo-se apresentar divaricadas. Nas valvas em que as ornamentações radiais e concêntricas se cruzam, são ainda frequentes os nódulos de interseção, bem como elementos reticulados. São também frequentes padrões de ornamentação em que alternam costelas e costilhas de primeira, segunda e, mesmo, terceira ordem.

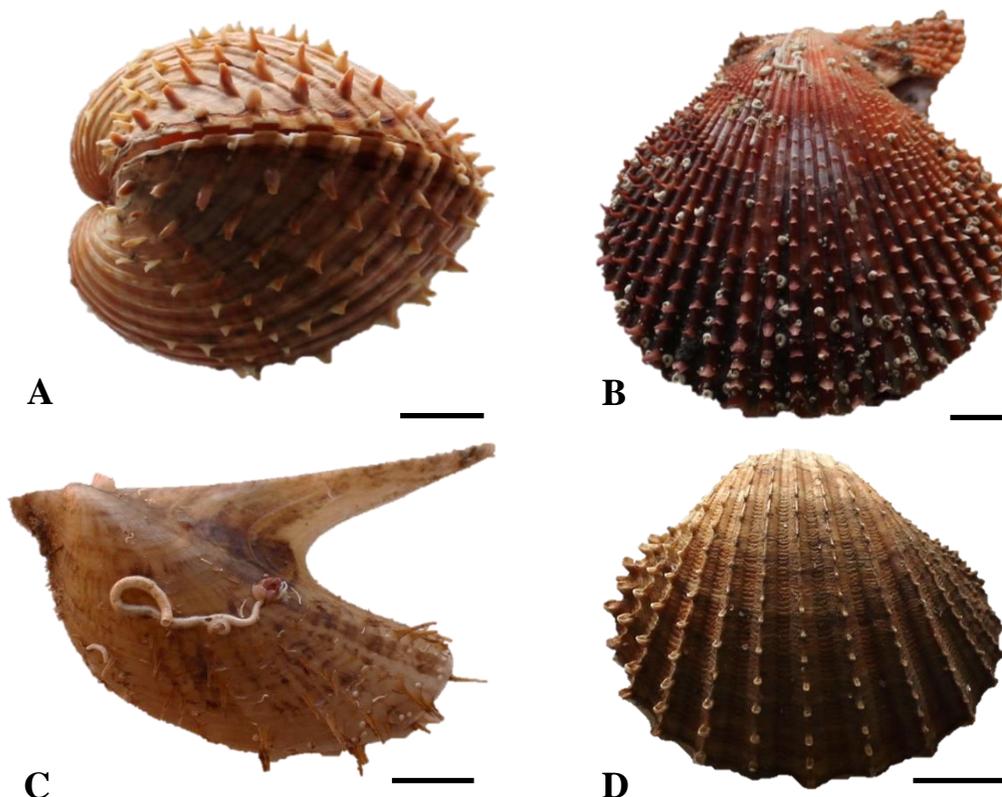


Figura 3.25 – Exemplo de aspetos observáveis na ornamentação radial: (A) espinhos em *Acanthocardia aculeata* (LINNAEUS, 1758), coletada em alcatruzes no porto de Peniche; (B) espátulas espinhosas em *Mimachlamys varia* (LINNAEUS, 1758), coletado em covos na Baleeira (Sagres); (C) espinhos em *Pteria hirundo* (LINNAEUS, 1758) bissado em covos no porto de Peniche; (D) espátulas em *Acanthocardia paucicostata* (G. B. SOWERBY II, 1841) coletado em redes de pesca artesanal na Baleeira (Sagres). Cada escala corresponde a 1 cm.

3.4 – RELAÇÕES FILOGENÉTICAS, EVOLUÇÃO E RADIAÇÃO DOS BIVALVIA

Em termos paleontológicos, o nosso conhecimento da história evolutiva dos bivalves remonta ao primeiro impulso da denominada explosão câmbrica, de idade tommotiana. Assim, na segunda metade do Tommotiano, embora com uma distribuição restrita, surgem os primeiros registos de bivalves fósseis: e.g. *Fordilla troyensis* BARRANDE, 1881 (Fig. 3.26) e *Fordilla sibirica* KRASILOVA, 1977.

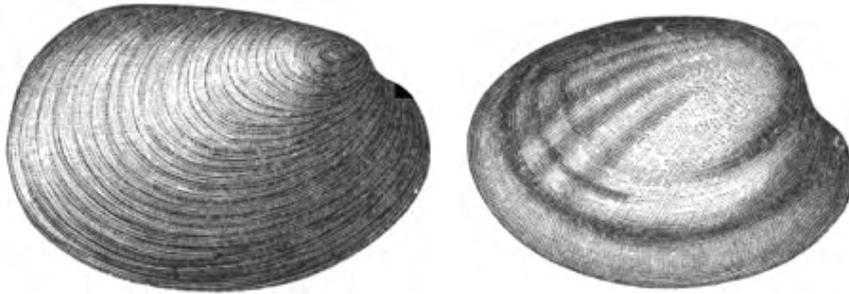


Figura 3.26 – *Fordilla troyensis* Barrande, 1881 in WALCOTT (1886: est. XI, fig 3 e 3b).

Estes bivalves fizeram parte da denominada fauna tommotiana (*circa* 540 Ma) que precedeu a primeira ocorrência conhecida de trilobites, que se registou aproximadamente no início do Atdabaniano (*circa* 530 Ma), coeva com o bivalve *Pojetaia runnegari* JELL, 1980 que apresentava já uma repartição biogeográfica mais alargada (PARKHAEV, 2008).

Apesar da dificuldade de análise e interpretação de muitos dos somatofósseis câmbricos atribuídos a bivalves, alguns dos quais vieram a ser reinterpretados em estudos subsequentes (e.g. POJETA, 2000) como braquiópodes⁶, rostroconchias ou outras formas com afinidade dúbia, a verdade é que, entre outros, os géneros *Fordilla*, *Pojetaia* e *Taurangia* reforçaram o seu estatuto de bivalves primitivos (PARKHAEV, 2008).

Entretanto, o Ordovícico foi dotado de condições ambientais muito particulares que terão proporcionado um enorme incremento na biodiversidade e biocomplexidade da vida marinha. Este evento, habitualmente designado por GOBE (Great Ordovician Biodiversification Event), terá ocorrido essencialmente no Ordovícico Inferior e Ordovícico Médio, num intervalo de tempo de apenas 25 Ma, havendo autores que elencam o GOBE à enorme diversificação que ocorreu no Câmbrico (e.g. SERVAIS *et al.*, 2009). As condições paleoambientais favoráveis a esta radiação, de enorme amplitude na vida marinha, terão tido origem num elevado nível eustático, referido como sendo o maior de todo o Paleozoico (HALLAM, 1992; MILLER *et al.*, 2005, citados em MUNNECKE *et al.*, 2010; HAQ & SCHUTTER, 2008). Assim, terão existido

⁶ Foi o caso dos “pelecípodes” câmbricos, descritos por Nery Delgado (1835-1908), *Davidia dolffusi* DELGADO, 1904 e *Modiolopsis bocagei* DELGADO, 1904; que foram reinterpretados como braquiópodes distorcidos (*vide* POJETA, 2000: 159–160).

grandes áreas de mar epicontinental, de fundos rasos, com as maiores extensões de plataformas tropicais de todo o Fanerozoico (MUNNECKE *et al.*, 2010), com áreas emersas restritas que corresponderiam a arquipélagos emergentes. Segundo COCKS & TORSVIK (2002), as áreas continentais encontravam-se fortemente dispersas como resultado da fragmentação da Rodínia (Fig. 3.27) e a atividade magmática e tectônica teria sido persistente, com movimentos rápidos das placas tectônicas e atividade vulcânica generalizada.

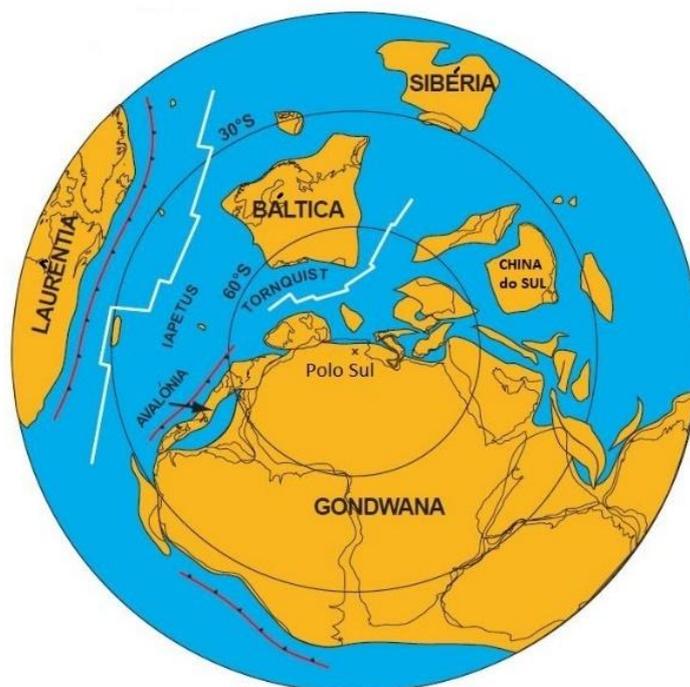


Figura 3.27 – Paleogeografia durante os inícios do Ordovício (*circa* 480 Ma). Da separação do supercontinente Rodínia resultaram a Gondwana, China do Sul, Laurêntia, Báltica, e Sibéria. Dos processos de rifting nas margens da Gondwana resultaram uma série de novos territórios e microcontinentes, como a Avalónia (adaptado de COCKS & TORSVIK, 2002).

Nestas condições terá ocorrido um importante processo de diversificação dos bivalves, a partir de um pequeno grupo de paleotaxodontes câmbricos (COPE & BABIN, 1999). O principal momento de radiação terá ocorrido no início do Ordovício, envolvendo a evolução das brânquias com funções alimentares. Esta alteração morfológica e fisiológica terá promovido o aparecimento de estratégias alimentares de maior sucesso, permitindo aos bivalves o aproveitamento do crescente suplemento de nutrientes disponíveis nos habitats, resultante da particular figuração paleoambiental e paleogeográfica ordovícica. Este passo evolutivo permitiu um rápido crescimento e diversificação, levando à ocupação de diversos nichos ecológicos e habitats, com os bivalves a percorrerem todo um leque estratégias de infaunal a epifaunal.

As faunas Bivalvia ordovícicas, mais precoces, estariam confinadas às plataformas de natureza siliciclástica da Gondwana e Avalónia (BABIN, 2000; COPE, 2002). No entanto, pelo Ordovício Médio os bivalves já apresentavam uma diversidade claramente marcada pela latitude. Os PTERIOMORPHIA distribuíam-se preferencialmente nas baixas latitudes enquanto os

HETEROCONCHIA COX, 1960⁷, manifestavam preferência por latitudes mais elevadas. No Ordovícico tardio, os bivalves colonizaram as plataformas carbonatadas da Laurêntia e da Báltica, ocorrendo um segundo episódio de maior diversificação, nomeadamente em relação aos bivalves pteriomórficos. Antes do final do Ordovícico todas as subclasses dos bivalves estavam estabelecidas e a classe BIVALVIA dispersara-se por todos os oceanos de antanho (BABIN, 2000).

Com o final do Ordovícico surge a extinção hirnantiana, a primeira das cinco extinções de primeira ordem do Fanerozoico e a primeira a envolver paleocomunidades assentes em metazoários. Este evento terá compreendido duas fases de extinção, em que à primeira se associam mecanismos como o arrefecimento induzido pela glaciação, diminuição do nível do mar (e.g. SUTCLIFFE *et al.*, 2000) e alteração nos ciclos químicos nos oceanos (e.g. ZHANG *et al.*, 2009). O segundo momento de extinção é elencado a um evento anóxico em associação a uma transgressão durante o Hirnantiano terminal (e.g. VANDENBROUCKE *et al.*, 2015). Os dois momentos de extinção terão ocorrido na, ou imediatamente abaixo, Biozona de *Normalograptus extraordinarius* SOBOLEVSKAYA, 1974 e na Biozona de *Normalograptus persculptus* SALTER, 1865 (HARPER *et al.*, 2014). No entanto, esta grande extinção poderá ter resultado de um conjunto de fatores desencadeantes, incluindo uma euxinia generalizada em conjunto com a destruição de habitats devido às reconfigurações resultantes dos movimentos das placas tectónicas (HARPER *et al.*, 2014). Segundo COPE (2002), a diminuição do nível eustático terá exposto as plataformas carbonatadas de baixa latitude, resultando na extinção de muitos géneros de bivalves epi e semi-infaunais, incluindo os únicos bivalves perfuradores do Ordovícico.

Depois da extinção hirnantiana, o Silúrico trouxe uma importante reposição ao nível da família e género. Durante o Ludlow os PTERIOMORPHIA, essencialmente adaptados a um modo de vida bissado, experimentaram uma rápida evolução, enquanto outros bivalves se adaptavam aos extensos fundos de substrato macio. Durante o Devónico, além da diversificação em curso desde o Silúrico, regista-se a primeira colonização de habitats de água doce (BABIN, 2000) que se tornaria ubíquo durante o Carbonífero, particularmente nos paleoambientes de natureza deltaica.

A diversificação de bivalves durante o Devónico levaria a que vários *taxa* atingissem o seu acme entre o Devónico Inferior a Devónico Médio (e.g. *Actinodesma*, *Gosseletia*, *Pseudoviculopecten*, *Paracyclas*, *Cardiola* e *Buchiola*), tendo entrado em forte declínio durante a transição Frasniano/Famenniano, tornando-se virtualmente extintos no final do Devónico (AMLER, 1999). No entanto, segundo AMLER (1999), uma nova e importante diversificação de bivalves começou ainda com a transgressão do final do Famenniano, dando origem a vários *taxa*, que exibem já caracteres modernos, atravessam o limite Devónico/Carbonífero, dando origem às linhagens que ainda hoje conhecemos. Apesar de crises bióticas posteriores, de maior

⁷ Clado que reúne os PALAEOHETERODONTA e HETERODONTA.

ou menor amplitude, salientando-se naturalmente a grande extinção do final do Pérmico, terem afetados os bivalves coetâneos das mesmas, as informações paleontológicas indicam que os taxa de bivalves atuais são essencialmente herdeiros dos caracteres transmitidos por essas linhagens da transição devónico-carbonífera.

Entretanto, os estudos filogenéticos, baseados em marcadores moleculares largamente usados em filogenia, incluindo, por exemplo, histonas de ADN nuclear, proteínas afins das histonas de ADN mitocondrial, sequências genéticas baseadas em cADN, sequências genéticas de 18S rARN e 26S rARN, sequências genéticas mitocondriais 16S rARN trouxeram novas pistas sobre a evolução e relações filogenéticas entre os bivalves e entre estes e os outros moluscos (GIRIBET *et al.*, 2006: 7728; BIELER *et al.*, 2014: 39).

Da simbiose resultante da leitura de vários autores (e.g. SALVINI-PLAWEN, 2003; HASZPRUNAR *et al.*, 2008; KOCOT *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011, 2013; TELFORD & BUDD, 2011) pode-se considerar que o Filo MOLLUSCA está dividido em nove classes: GASTROPODA CUVIER, 1795; CEPHALOPODA CUVIER, 1795; BIVALVIA; SCAPHOPODA BRONN, 1862; POLYPLACOPHORA GRAY, 1821; MONOPLACOPHORA, ODHNER, 1940 (*in* WENZ, 1940); CAUDOFOVEATA BOETTGER, 1956 e SOLENOGASTRES GEGENBAUR, 1878. Acresce, a classe ROSTROCONCHIA COX, 1960; exclusivamente fóssil.

Em relação às relações filogenéticas, no seio do Filo MOLLUSCA, vários cenários têm sido traçados, para clados que traduzam as relações entre as classes não extintas suprarreferidas (Fig. 3.28). As mais generalizadas na literatura agrupam-nas em dois clados: ACULIFERA HATSCHKE, 1891 (*in* BLUMRICH, 1891) e CONCHIFERA GEGENBAUR, 1878 (e.g. KOCOT *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011, 2013).

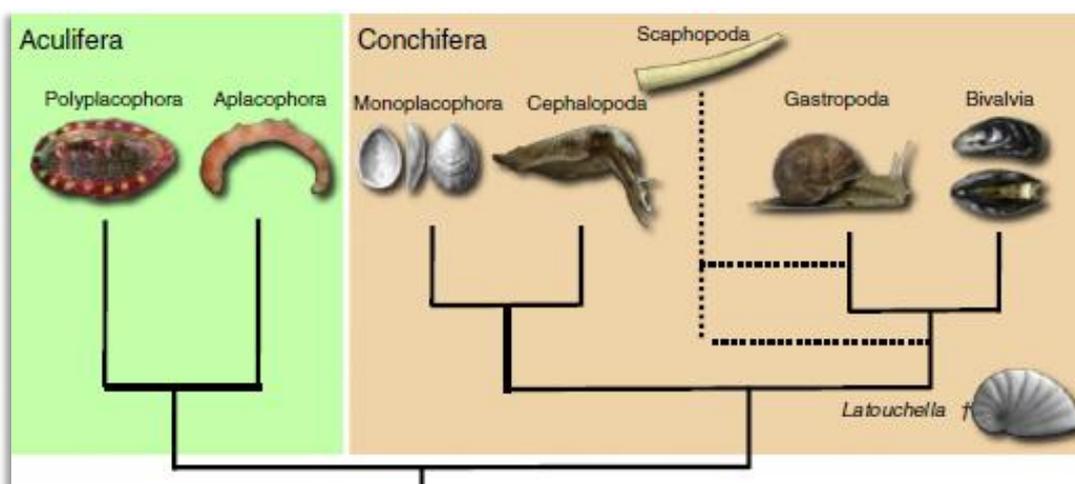


Figura 3.28 – Filogenia de consenso para os MOLLUSCA segundo as análises filogenómicas de KOCOT *et al.*, 2011 e SMITH *et al.*, 2011 *in* TELFORD & BUDD, 2011: fig. 1.

No que respeita aos bivalves, incluindo esta Classe no clado CONCHIFERA, a sua posição, dentro deste clado principal, varia consoante as metodologias de investigação utilizadas. Refira-se o trabalho de filogenia genómica que suporta um clado que reúne bivalves e gastrópodes, como *taxa* irmãos, que denominaram Pleistomollusca (KOKOT *et al.*, 2011: 453). A proposta de SMITH *et al.* (2011: 365) alterada por corrigenda em SMITH *et al.* (2013: 708), por seu turno, invoca a maior afinidade entre os gastrópodes e os escafópodes, colocando-os como *taxa* irmãos dentro do clado CONCHIFERA. Estes cenários são ainda controversos, se por um lado estudos há que confirmam os clados ACULIFERA e CONCHIFERA, outros que não os conseguem confirmar, encontrando outros clados (cf. STÖGER *et al.*, 2013: 6), revelando que ainda existem incongruências na informação filogenética obtida e sua interpretação.

Relativamente à Classe BIVALVIA, dando continuidade a trabalhos iniciados na década de 90 do século passado, com suporte essencialmente nos trabalhos de filogenia que utilizam novos caracteres morfológicos e dados moleculares (e.g. BIELER *et al.*, 2010; 2014) e outros mais focados em sequências de marcadores moleculares (e.g. GONZÁLES *et al.*, 2015; COMBOCH *et al.*, 2017), tem sido reforçado o estudo referente às relações filogenéticas dos grupos taxonómicos mais elevados dos bivalves, estabelecendo-se clados e obtendo-se pistas sobre o seu processo de divergência e evolução ao longo do tempo geológico, através do recurso a relógios moleculares, considerando a primeira aparição fóssil para cada clado (BIELER *et al.*, 2014: 43).

Segundo GONZÁLES *et al.* (2015) e COMBOCH *et al.* (2017) o conhecimento das relações filogenéticas nos bivalves começa a ter uma arquitetura mais estável. Deste modo, estes trabalhos indicam que os clados AUTOBRANCHIA, PTERIOMORPHIA, HETEROCONCHIA, PALAEOHETERODONTA NEWELL, 1965; HETERODONTA NEUMAYR, 1884; ARCHIHETERODONTA GIRIBET *in* TAYLOR, WILLIAMS, GLOVER & DYAL, 2007; EUHETERODONTA, ANOMALODESMATA DALL, 1889; IMPARIDENTIA BIELER, MIKKELSEN & GIRIBET, 2014 e NEOHETERODONTEI serão monofiléticos. No entanto, em COMBOCH *et al.* (2017) algumas famílias não encontram suporte e outras revelaram-se não monofiléticas [e.g. Mallettiidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1858 (1846⁸); Nuculanidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1858 (1854⁸); Yoldiidae DALL, 1908; Malleidae LAMARCK, 1818; Pteriidae GRAY, 1847 (1820⁸); Arcidae LAMARCK, 1809; Propeamussiidae ABBOTT, 1954; Carditidae FÉRUSAC, 1822; Myochamidae CARPENTER, 1861; Lyonsiidae FISCHER, 1887; Pandoridae RAFINESQUE, 1815; Montacutidae CLARK, 1855, Galeommatidae GRAY, 1840, Tellinidae BLAINVILLE, 1814, Semelidae STOLICZKA, 1870 (1825⁸), Psammobiidae FLEMING, 1828; Donacidae FLEMING, 1828; Mactridae LAMARCK, 1809 e Cyrenidae GRAY, 1840].

⁸ As datas anteriores entre parêntesis decorrem do Artigo 40.2 do ICZN.

No que alude às relações evolutivas os clados AUTOBRANCHIA, PTERIOMORPHIA, HETEROCONCHIA, PALAEOHETERODONTA EUHETERODONTA, terão origem e diversificação câmbrica, excetuando os ARCHIHETERODONTA que divergiram dos PALAEOHETERODONTA durante o Câmbrico, mas ter-se-ão diversificado em maior escala durante o Mesozoico. A diversificação dos PROTOBRANCHIA deverá ser silúrica. A maior diversificação dos ANOMALODESMATA terá ocorrido fundamentalmente do Ordovícico para o Devónico, apesar de a sua origem ser câmbrica. Os IMPARIDENTIA ter-se-ão diversificado gradualmente, desde a sua origem no Ordovícico, e continuaram a gerar uma elevada diversidade até ao Cretácico (BIELER *et al.* 2014: 102).

3.5 – SÍNTESE HISTÓRICA SOBRE AS PROPOSTAS DE CLASSIFICAÇÃO PARA OS BIVALVIA

Nesta secção, embora sem pretendermos ser exaustivos, considera-se relevante um enquadramento histórico e cronológico relativamente à classificação dos bivalves. Esta classe, cuja monofilia se encontra bem suportada por estudos recentes (BIELER *et al.*, 2014), teve numerosas propostas de classificação. Os primeiros esforços de reunir as famílias, bem estabelecidas, em subclasses e ordens foram, naturalmente, de essência utilitária e pouco refletiam a história filogenética destes moluscos. Sintetizando autores como IREDALE (1939: 224–228) e NEWEEL (1965: 3–10), verifica-se que a natureza e número de sífões foi adotado por Carl von Linné como critério básico para a definição de ordens; Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) é o primeiro que acresce, ao critério sifonal, a redução progressiva e perda do adutor anterior, tal como fará Rudolph Philippi (1808-1904) e Karl Alfred von Zittel (1839-1904). John Edward Gray (1800-1875) e Edwin Ray Lankester (1847-1929) consideraram que a forma e função do pé, destes moluscos, seriam um critério consistente para a definição de grupos suprafamília. Carl von Linné e Alcide d'Orbigny (1802-1857) utilizariam, como critério, a existência, ou não, de simetria nas valvas⁹.

O paleontólogo Ferdinand Stoliczka (1838-1874) estabeleceu nove ordens que, com alguns ajustes, se tornariam as superfamílias dos investigadores que se seguiram, e esse número iria crescer, atingindo perto das cinco dezenas, ao longo das primeiras décadas do Séc. XX.

Com os trabalhos de Melchior Neumayr (1845-1890), Johann Steinmann (1856-1929), William Dall (1845-1927) e Henri Douvillé (1846-1937), começou a ser dada atenção à história filogenética dos BIVALVIA, como contributo para os seus sistemas de classificação.

Neumayr propõe em 1883, uma classificação em cinco ordens, baseada no tipo de charneira, sendo estas: PALAEOCONCHAE (CRYPTODONTA), DESMODONTA, TAXODONTA, HETERODONTA e DYSODONTA. Douvillé, embora compreendendo que em muitos casos haveria evolução convergente, repartiu os BIVALVIA por três linhagens de acordo com o modo de vida: epifaunal livre, epifaunal fixo e endofaunal. Assim, nesta linha, na classificação de Dall (DALL, 1913: 436–437; 504–507) os bivalves foram divididos em três ordens: PRIONODESMACEA, ANOMALODESMACEA e TELEODESMACEA, ordens que incluíam um número apreciável de

⁹ Martin Lister (1638?-1712), em *Historiae site Synopsis Methodica Conchyliorum libri quatuor*, publicada entre 1685 e 1692 (ROOS, 2011), introduzira a distinção entre equivalve e inequivalve (LISTER, vol. 3, par. 1^a, frontispício; vol. 3, par. 2^a, frontispício).

superfamílias. Dall, faria acertos e melhorias à sua proposta em 1916 e 1920 (IREDALE, 1935: 227).

A conceção de Dall seria incorporada por Arthur Morley Davies (1869-1959), no terceiro capítulo do primeiro volume de *Tertiary faunas* dedicado aos bivalves cenozoicos (DAVIES, 1935: 116–208); enquanto que anos antes, em 1920, tinha seguido mais fielmente as designações de Douvillé, aquando da publicação do seu livro *An introduction to palaeontology* (DAVIES, 1920: 45–93).

Outros trabalhos, à época pioneiros, contribuíram para os sistemas de classificação dos BIVALVIA; nomeadamente os que versaram sobre a ontologia da charneira, por Félix-Edouard Bernard (1863-1898) e sobre a microestrutura da concha por Ove Balthasar Bøggild (1872-1956) onde o autor, com trabalho reconhecido no campo da mineralogia, propunha-se no seu preâmbulo em BØGGILD (1930):

My main object is partly to determine the distribution of the two essential constituents, calcite and aragonite, and partly to describe the form and aggregation of the single elements of those constituents.

Outra escola de pensamento, preconizada nomeadamente por Paul Henri Fischer (1835-1893), Paul Pelsener (1863-1945) e Walter Ridewood (1867-1921), desvalorizou as evidências paleontológicas e centrou-se em estudos de anatomia comparada, tomando as características das brânquias como critério mor para definir grupos suprafamília. Paul Henry Fischer publica em 1884, o *Manuel de Conchyliologie et de paléontologie conchyliologique ou histoire naturelle des mollusques vivants et fossils*. Em 1889, surge a primeira proposta de classificação por Pelsener, que teve a sua versão mais aceite na época em 1906, sintetizada em PELSENER (1906: 205). Esta, haveria ainda de sofrer reformulações em 1911, retomando algumas das decisões das versões de 1889, 1891 e 1892 (ATKINS, 1938: 388–389). A classificação de Pelsenner era tipicamente horizontal e englobou os bivalves nas ordens PROTOBRANCHIA (com duas subordens); FILIBRANCHIA (que incluía cinco subordens); EULLAMELIBRANCHIA (subdividida em nove subordens) e SEPTIBRANCHIA, que figurava uma só subordem. Tom Iredale (1880-1972), propôs adicionar a ordem ISOFILIBRANCHIA para distinguir os mitiloides dos restantes FILIBRANCHIA, já que considerou a estrutura das brânquias suficientemente diferente para albergar esta cisão (IREDALE, 1939: 229–231).

RIDEWOOD (1903: 185–187), por seu turno, estabeleceu três ordens: PROTOBRANCHIA (idêntica à proposta de Pelsener), ELEUTHERORHABDA (com três subordens) e SYNAPTORHABDA (com nove subordens).

A classificação de Johannes Thiele (1860-1935), datada de 1934, contida em *Handbuch der systematischen Weichtierkunde* foi considerada obra de grande fôlego e capaz de substituir a obra de Paul Henry Fischer publicada cerca de 50 anos antes (BIELER & KENNETH, 1989: 1). Nesta classificação, relativamente aos bivalves, THILE (1935: 782–948), estabeleceu três ordens: TAXODONTE (com duas superfamílias), ANISOMYARIA (com cinco superfamílias) e EULAMELLIBRANCHIATA [com as subordens SCHIZODONTA (duas superfamílias), HETERODONTA (quinze superfamílias), ADAPEDONTA (cinco superfamílias) e ANOMALODESMATA (três superfamílias)].

Daphne Atkins (1896-1961), centrou-se nos cílios ctenidiais e em 1938, propôs a separação da classe em dois grupos: MACROCILIOBRANCHIA e MICROCILIOBRANCHIA (ATKINS, 1938: 425–426); na década de 60 do Séc. XX, Richard Denison Purchon (1916-1992), sugeriu alterações na classificação dos bivalves, com base em cinco tipos principais de estômago que estudara (i.e. Gastroproteia, Gastrodeuteia, Gastrotriteia, Gastrotetartica e Gastropempta); Charles Stasek (1931-2007) centrou-se no grau de associação dos ctenídia e palpos labiais.

Os paleontólogos mantiveram o cepticismo sobre esta linha de investigação e Leslie Reginald Cox (1897-1965) e Norman Newell (1909-2005) propuseram novas classificações, onde o registo fóssil contribuiria para uma melhor perceção das linhagens evolutivas. Da contribuição de COX (1960), regista-se a organização em três subclasses (PROTOBRANCHIA; PTERIOMORPHIA e HETEROCONCHIA COX, 1960) que incluíam quinze ordens. A opção de NEWEEL (1965), organizava a Classe BIVALVIA em seis subclasses (PALAEOTAXODONTA KOROBKOV, 1954; CRYPTODONTA NEUMAYR, 1884; PTERIOMORPHIA; PALAEOHETERODONTA; HETERODONTA e ANOMALODESMATA), que abarcavam catorze ordens.

Nos anos 70, Orest Scarlato (1920-1994) e Yaroslav Starobogatov (1932-2004) propuseram três superordens: NUCULIFORMII, MYTILIFORMII e CONOCARDIIFORMII (GIRIBET & WHEELER, 2002: 272) e consideram que a classe ROSTROCONCHIA constituiria uma ordem dos SEPTIBRANCHIA (SCARLATO & STAROBOGATOV, 1978).

Em 1987, Purchon propôs uma classificação em que, alargando a base de trabalho que iniciara mais de duas décadas antes, dividia os Bivalvia em duas subclasses: PROTOBRANCHIA (contendo as ordens NUCULOIDA e SOLEMYOIDA) e LAMELLIBRANCHIA (que incluía as ordens PTERIOMORPHIA, MESOSYNTHETA ANOMALODESMATA e GASTROPEMPTA) (PURCHON, 1987).

Nos últimos anos e com o incremento dos trabalhos filogenéticos outras propostas e contribuições de alteração e consolidação da arquitetura sistemática dos bivalves foram surgindo (e.g. GIRIBET & WHEELER, 2002; GIRIBET & DISTEL, 2003; HARPER *et al.*, 2006; BIELER & MIKKELSEN, 2006; BIELER *et al.* 2010; CARTER *et al.*, 2011, BIELER *et al.*, 2014;

GONZÁLES *et al.*, 2015; COMBOSCH *et al.*, 2017). No entanto, ressalve-se que a filogenia dos bivalves ainda não está totalmente esclarecida. Trata-se de hipóteses filogenéticas, cujos padrões de diversificação podem variar de acordo com os caracteres considerados, a metodologia laboratorial e amostragem efetuada. Alguns clados, de posição mais elevada, nomeadamente AUTOBRANCHIA e HETEROCONCHIA, que têm surgido nos trabalhos mencionados, não foram ainda hierarquizados sob o sistema lineano. O sistema de classificação, mais consensual ao momento, propõe oito subclasses: BIVALVIA *incertae sedis* (FORDILLIDA†¹⁰ e TUARANGIIDA†); PROTOBRANCHIA (AFGHANODESMATIDA †, NUCULANIDA, NUCULIDA e SOLEMYIDA); PTERIOMORPHIA (ARCIDA, COLPOMYIDA †, CYRTODONTIDA †, LIMIDA, MYALINIDA †, MYTILIDA, OSTREIDA e PECTINIDA); PALAEOHETERODONTA (TRIGONIIDA e UNIONIDA); HETERODONTA (inclui as infraclasses ARCHIETERODONTA [ACTINODONTIDA † e CARDITIDA] e EUHETERODONTA [ordem temporária EUHETERODONTA, superordem ANOMALODESMATA e superordem IMPARIDENTIA]), resulta da simbiose dos trabalhos mais recentes e permite a inclusão dos bivalves fósseis, incluindo os pliocénicos, pelo que pode ser usado em alternativa a sistemáticas mais tradicionais, elaboradas para os bivalves neogénicos, que se baseavam em propostas e compilações de diversos autores (e.g. VAUGHT, 1989; SABELI *et al.*, 1992 & MILLARD, 1996). Este sistema é, por conseguinte, o adotado no presente estudo.

¹⁰ O símbolo † refere-se a qualquer taxon exclusivamente fóssil.

CAPÍTULO 4 – RECENSÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE BIVALVIA MARINHOS PLIOCÉNICOS

Os estudos e trabalhos relativos, ou que incluem taxonomia de BIVALVIA pliocénicos marinhos de contextos sedimentares incluídos em setores das Províncias Bioestratigráficas Pliocénicas de Moluscos adjacentes à Bacia do Mondego (i.e. Mediterrânico-Occidental Africana, Franco-Ibérica e Boreal-Céltica) (SILVA & LANDAU, 2007: 24, fig. 4), são bastante numerosos, tendo-se multiplicado substancialmente durante as últimas décadas, facto que torna demasiado ambicioso, e exaustivo, proceder a uma referência cabal. Por este facto, optámos por referir essencialmente os trabalhos mais antigos, para uma perspetiva histórica, os considerados clássicos, os que são de autores importantes historicamente e aqueles cujas estampas foram utilizadas, para efeitos comparativos, no trabalho de identificação e sinonímia. Muitos trabalhos estão omissos, não significando tal menoridade dos mesmos. Existem teses e dissertações, referidas em diversa bibliografia, que deverão ser relevantes, mas às quais não é fácil o acesso, dado não terem sido publicadas. Trabalhos que se dedicam exclusivamente a outros moluscos de jazidas pliocénicas, a bivalves de outras Épocas neogénicas, a bivalves pliocénicos de outras regiões do globo, a aspetos fundamentalmente tafonómicos, ou outros, dando menor relevância aos bivalves, não são, por força do tema desta dissertação, referidos.

Dado o objetivo de enquadramento histórico, considerámos que devíamos conservar as designações taxonómicas e repartições estratigráficas, atribuídas ao tempo da escrita dos trabalhos. Note-se, no entanto, que existem trabalhos referenciados cujos afloramentos são considerados atualmente de diferente cronologia (e.g. Tortoniano, Messiniano, Gelasiano) e existem inúmeras designações taxonómicas que hoje são inválidas ou que caíram em sinonímia.

Os trabalhos e estudos sobre bivalves pliocénicos marinhos do território nacional consideram-se referenciados nos capítulos 2.4 e 6 deste trabalho. O levantamento mais exaustivo será referente ao Pliocénico do território italiano, por razões históricas e de excelência do seu registo deste intervalo estratigráfico. Também serão relevados os trabalhos referentes ao território espanhol, pela importância que as suas jazidas pliocénicas assumiram, nas últimas décadas, no estudo dos bivalves pliocénicos europeus.

No que respeita ao território italiano, são numerosos e clássicos os afloramentos com Pliocénico marinho fossilífero, desde a Zona Subapenina até à Sicília. Assim, várias publicações surgem como obras incontornáveis para consulta. Mesmo antes desses estudos versando sobre os BIVALVIA pliocénicos, ou incluindo estes em estudos mais alargados referentes aos MOLLUSCA cenozoicos, já se encontram referências a fósseis de bivalves em terrenos de diversas regiões da Península Itálica e Sicília, que mais tarde seriam atribuídos ao Pliocénico e Plio-Plistocénico.

Em 1887, no volume 6 do *Bollettino della Società geologica italiana*, entre as pág. 81 e 116, Lodovico Foresti (1829-1913) publica um interessante artigo sobre os fósseis presentes na obra *Ulyssis Aldrovandi patricii bononiensis Musaeum Metallicum in libros III* (Fig. 4.1) de Ulisse Aldrovandi (1522-1605), onde passa em revista os fósseis ilustrados. Os bivalves bolonheses, presumivelmente pliocénicos, constam nas pág. 88, 145, 463, 465, 466, 469 (fig.1–2), 470 (fig. 3), 474, 699 (fig. 3–4), 832, 833, 834, 837 (fig. 3), da obra publicada em 1648 (ALDROVANDI, 1648; FORESTI, 1887).

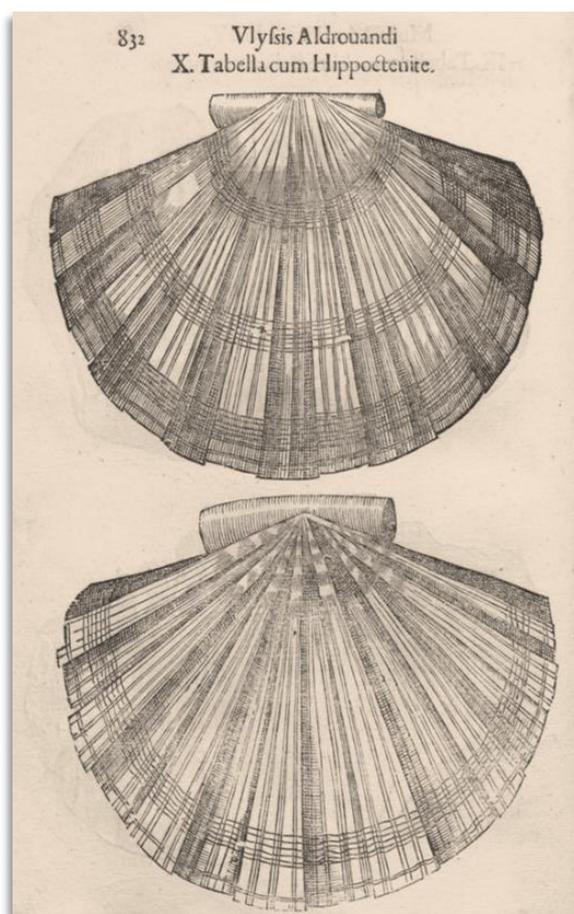


Figura 4.1 – Fac-símile de ilustração de possível *Pecten latissimus* BROCCHI, 1814 in ALDROVANDI (1648: 832).

Segundo SEGUENZA (1874: 118), é a Agostino Scilla (1629-1700) que se deve a primeira referência, em 1670, a fósseis bivalves pliocénicos da região de Messina e da Calábria, na sua obra *La vana speculazione disingannata dal senso: lettera risponsiua circa i corpi marini, che petrificati si trouano in varij luoghi terrestre*, na qual se ilustra, também, um espécime de *Pecten* proveniente destas jazidas (Fig 4.2) (SCILLA, 1670: est. XIX, fig. II).

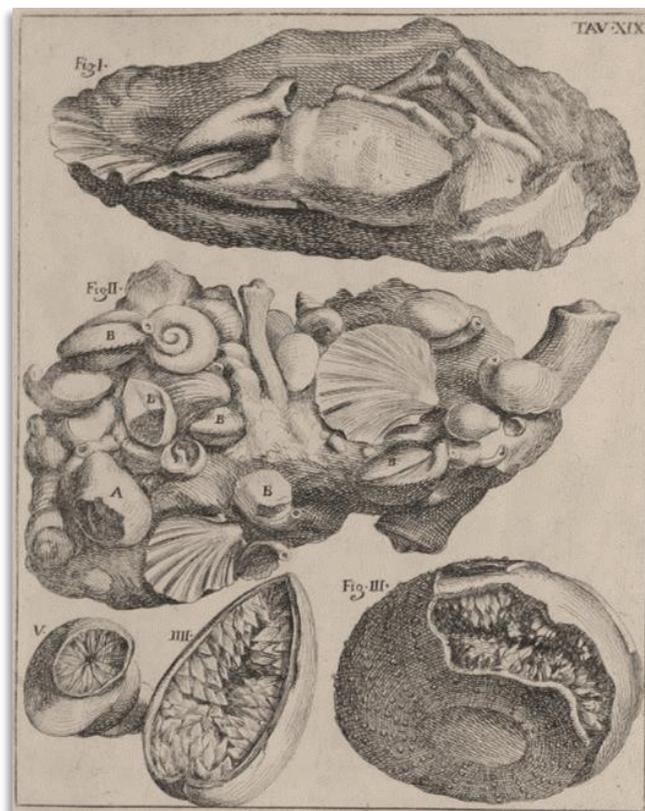


Figura 4.2 – Fac-símile de estampa XIX in *La vana speculazione disingannata dal senso* (SCILLA, 1670). © 2017 Linda Hall Library of Science, Engineering & Technology [acesso a cópia digital em 15 de novembro de 2017].

Relativamente aos fósseis pliocénicos da clássica bacia de Siena, uma das primeiras referências terá sido *Saggio di produzioni naturali dello Stato Sanese che si ritrovano nel Museo del Nobile Sig. Cav.re Giovanni Venturi Gallerani*, publicado em 1750, por Giuseppe Baldassarri (1705-1785) que incluiria bivalves fósseis pliocénicos coletados em afloramentos da área de Siena (TOZZETTI, 1774: 125) e classificados de acordo com BONANNI (1681). A coleção de Baldassarri seria adquirida em 1786 pela *Accademia dei Fisiocritici* (MANGANELLI & SPADINI, 2001: 14), constituindo um dos núcleos da coleção pliocénica do *Museo di Storia Naturale dell'Accademia dei Fisiocritici*.

Segue-se, em 1776, o *Catalogo delle piante che nascono spontaneamente intorno alla città di Siena* (Fig. 4.3), publicado por Biagio Bartolini (1750-1822), que contém um apêndice dedicado a fósseis. Este encontra-se entre as pág. 123 e 134, sendo considerado o primeiro trabalho monográfico sobre os fósseis pliocénicos de Siena e um dos primeiros do género em Itália (MANGANELLI, BENOCCI & SPADINI, 2011: 26). São referidos 26 bivalves (e.g. *Anomia*

testa dilatato-lunata, Concha cordiformis aequilatera, Pinna scabra, Pecten polinglymus, Venus testa cordata) (BARTALINI, 1776), sendo, muitas vezes, indicada sinonímia segundo as obras clássicas de BONANNI (1681, 1684, 1709), (RUMPF, 1711)¹¹, (GUALTIERI, 1742)¹², e LINNAEUS (1758). A coleção de Bartalini seria adquirida em 1826, para o espólio da *Accademia dei Fisiocritici* (MANGANELLI & SPADINI, 2001: 14).



Figura 4.3 – Fac-símile de frontispício de *Catalogo delle piante che nascono spontaneamente intorno alla città di Siena* (BARTALINI, 1776).

Outro exemplo, a título meramente elucidativo, é o texto de Carlo Amoretti (1741-1816) em que, num relato de viagem entre Parma e Velleia, realizada em abril de 1771, AMORETTI (1785: 60):

Nulla dirovvi del viaggio nostro da Parma a Borgo San Donnino, e quindi a Vigoleno, se non che strada facendo, principalmente ov'era tagliato il monte per la nuova non mai terminata strada Ferdinanda, trovammo sovente delle conchiglie marine, come pur le trovai in tutti i colli primi degli Appennini [...].

¹¹ Georg Eberhard Rumpf (1627-1702).

¹² Niccolo Gualtieri (1688-1744).

Relativamente a obras de maior interesse para esta secção de síntese bibliográfica, com foco na classe BIVALVIA, salienta-se o segundo volume da obra de Giambattista Brocchi (1772-1826) *Conchiologia fossile subapennina, con osservazioni geologiche sugli Apennini e sul suolo adiacente*, levada à estampa em 1814. É nesse volume que o autor se dedica, também, à classe BIVALVIA, entre as pág. 459 e 594 (BROCCHI, 1814), abarcando-se nesta referência as páginas dedicadas aos foládios, inclusos na “classe Multivalvia”. Muitas das espécies de bivalves estão ilustradas nas 16 estampas finais (Fig. 4.4).

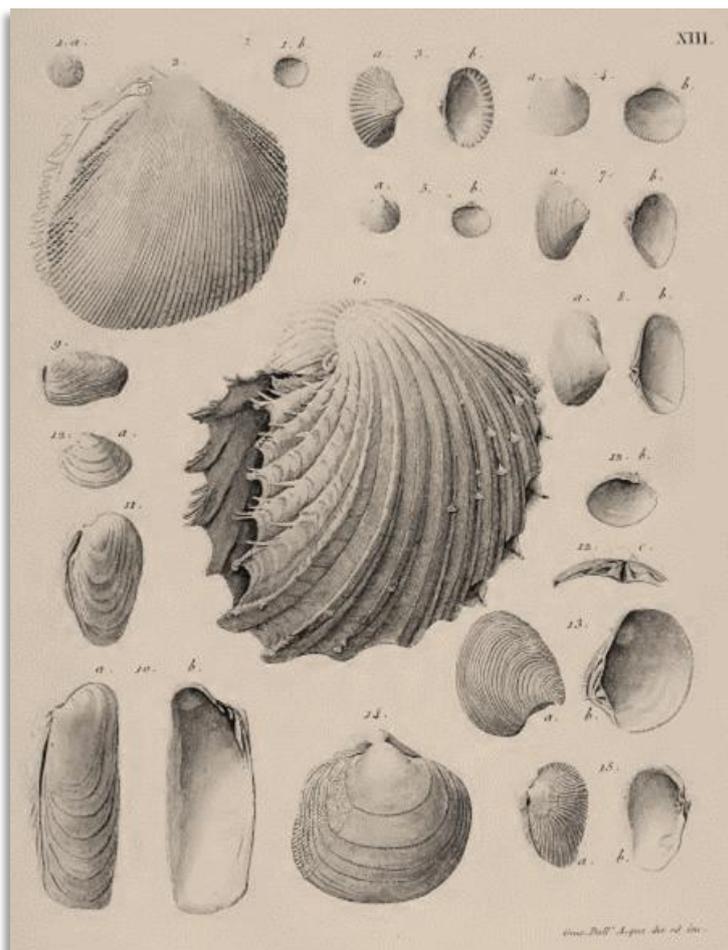


Figura 4.4 – Fac-símile de estampa (Tav. XIII) in *Conchiologia fossile subapennina, con osservazioni geologiche sugli Apennini e sul suolo adiacente* (BROCCHI, 1814).

Em 1836 e 1844, Rodolfo Amando Philippi (1808-1904) publica os dois volumes de *Enumeratio Molluscorum Siciliae cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium, quae in itinere suo observavit*. No primeiro volume PHILIPPI (1836), entre as pág. 1 e 93, enumera e descreve os bivalves sicilianos, Classe ACEPHALA, CUVIER 1789, figurando-os nas est. I a VI. No segundo volume, descreve os bivalves, entre as pág. 1 e 66, figura-os entre as est. XIII e XVIII e apresenta dados comparativos, entre as espécies fósseis e atuais, nas pág. 228 a 232 (PHILIPPI, 1844).

Ainda dentro dos estudos clássicos cenozoicos, que incluem bivalves dos afloramentos com Pliocénico de Itália, sublinhe-se a publicação em trinta volumes, *I Molluschi del Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria* de Luigi Bellardi (1818-1889) e Federico Sacco (1864-1948), publicada entre 1872 e 1904. Os bivalves são descritos e figurados, já apenas por Sacco, entre o volume XXIII e o XXIX (Fig. 4.5 A) (SACCO, 1897a: est. I-X; 1897b: est. I-XXI; 1898a: est. I-XII; 1898b: est. I-XII; 1899: est. I-XIV; 1900: est. I-XIV; 1901: est. I-XXIX), incluem-se adendas e corrigendas no vol. XXX.

Girolamo Cocconi (1824-1904) publica em 1873, *Enumerazione sistematica dei molluschi miocenici e pliocenici delle Provincie di Parma e di Piacenza*, onde lista os bivalves na classe ACEPHALA CUVIER, 1789, entre as pág. 252 e 361 e figura-os nas est. VII a XI (Fig. 4.5 B) (COCCONI, 1873).



Figura 4.5 – A – Fac-símile de estampa (Tav. XII) in SACCO, 1900. B – Fac-símile de estampa (Tav. VIII) in COCCONI, 1873.

Entre 1857 e 1894 Karl Mayer publica “Descriptions de Conquilles fossiles des terrains tertiaires supérieurs”, no *Journal de Conchyliologie*. Nesta publicação descreve amiúde, além de fauna malacológica diversa do cenozoico francês, helvético, alemão, austríaco e argelino, bivalves pliocénicos de localizações italianas. Muitas das descrições correspondem a novas espécies que Mayer propõe para o Pliocénico italiano (e.g. *Lucina bronni* MAYER, 1858; *Cardium brocchi*, MAYER, 1866; *Ostrea addolli* MAYER, 1872; *O. virguliformis* MAYER, 1872). As descrições de bivalves pliocénicos de Itália, elaboradas por Mayer, constam de diversos volumes (i.e. MAYER, 1857: 176–187, 376–380; 1858: 74–76, est. III, fig. 5; 1866: 67–68, est.

II, fig. 4; 1872: 227–229, est. XIV, fig. 1–2; 1876: 168, est. VI e VII, fig. 1; 1886: 238–239, 302–307, est. XI, fig. 4–5, est. XVI, fig. 1, 1a, 2, 3, 3a, 3b e 4; 1889: 61–63, 200–202, 229–238, est. IV, fig. 6, est. V, fig. 1 e 2, est. XI, fig. 1–2, est. XII, fig. 1; 1894: 117–118, 122–123, 128, est. V, fig. 1 e 6, est. VI, fig. 2).

De Giuseppe Seguenza, entres as inúmeras publicações que produziu, sublinha-se a de 1875, no primeiro volume do *Bullettino della Società Malacologica Italiana*, intitulada *Studi Paleontologici sulla Fauna Malacologica dei sedimenti pliocenici depositatisi a grandi profondità*, a qual continua no segundo volume de 1876. A taxonomia dos bivalves é descrita entre as pág. 99 e 124 (SEGUENZA, 1875), bem como num quadro sinóptico nas pág. 18 a 23 (SEGUENZA, 1876).

Privilegiando a abordagem histórica podem referir-se mais alguns exemplos de trabalhos que foram levados à prensa durante o século XIX e primeiras décadas do seguinte. Em 1831, é publicado *Italiens Tertiär-Gebilde und deren organische Einschlusse* de Heinrich Georg Bronn (1800-1862), onde os bivalves, referidos como CONCHIFERA, são descritos, indicada sinonímia e ocorrências entre as pág. 86 e 125 (BRONN, 1831). Em 1835, François-Joseph Cantraine (1801-1868) em *Diagnoses ou descriptions succinctes de quelques espèces nouvelles de mollusques*, descreve alguns bivalves fósseis do Pliocénico do território da atual Itália, entre as pág. 396 e 399 (CANTRAINÉ, 1835).

Em 1841, Pietro Calcara (1819-1854) publica a *Memoria sopra alcune conchiglie fossili rinvenute nella contrada d'Altavilla* onde, entre as pág. 15 e 39, descreve bivalves marinhos e os classifica segundo a opção de Lamarck (CALCARA, 1841), apresentando ainda uma estampa dedicada a bivalves deste afloramento siciliano (CALCARA, *op. cit.*: est. I). Em 1859, Ignazio Libassi (?-?), publica *Sopra alcune conchiglie fossili dei dintorni di Palermo* com 47 páginas e uma estampa que terá constituído um avanço em relação ao trabalho de Calcara (REITANO & VALENTI, 2013: 21).

Lodovico Foresti, publicou, entre outras obras, o *Catalogo dei molluschi fossili pliocenici delle colline bolognesi* em 1867, no vol. VII; série 2, e em 1873, no vol. IV; série 3 das *Memorie della Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*. No mesmo periódico, em 1880, vol. I, série 4, é autor de “Dell’*Ostrea cochlear* Poli e di alcune sue varietà” e, em 1883, vol. III, da série 4, surge “Contribuzione alla Conchiologia terziaria italiana”. Em 1885, publica no vol. 4 de *Bollettino della Società geologica italiana* o trabalho onde, nas pág. 98 e 99, completa a descrição, fornece sinonímia e ilustra *Pecten histrix* DODERLEIN-MELLI na est. V (FORESTI, 1885). Já no vol. 8, da mesma publicação, surge “Del genere *Pyxis* Meneghiniie di una vanetà di *Pyxis pyxidata* (Br.)” com a descrição e ilustração deste de bivalve pliocénico entre as pág. 264 e 269 e estampa IV (FORESTI, 1889). No vol. 16 do *Bullettino della Società malacologica italiana*, em 1891, publica “Di una nuova specie di *Pholadomya pliocenica*” que denominou *Pholadomya elegantula* Foresti, conforme pág. 81 e 82 e est. VI (FORESTI, 1891).

No vol. 18, apresenta uma nova versão do seu trabalho da década de 1870, com descrição dos bivalves da região de Bolonha incluída no artigo “Enumerazione dei brachiopodi e dei molluschi pliocenici dei dintorni di Bologna”, ocupando-se dos bivalves, referidos como PELYCIPODA, entre as pág. 190 e 413 (FORESTI, 1893).

Carlo de Stefani (1851-1924) em 1874, escreve no nº 7 do *Bullettino malacologico italiano* “Fossili pliocenici dei dintorni di S. Miniato (Toscana)” onde discorre sobre bivalves entre as pág. 10 e 34 (STEFANI, 1874). Em 1875, publica “Descrizione delle nuove specie di molluschi pliocenici raccolte nei dintorni di San Miniato al Tadescio” e “Descrizione di nuove specie di molluschi pliocenici italiani” no vol. 1 de *Bullettino della Società malacologica italiana*, onde, na primeira página, faz uma série de correções ao artigo publicado no ano anterior no *Bullettino malacologico italiano*, renova descrições e figura as novas espécies de bivalves para a região de San Miniato (i.e. STEFANI, 1875a: 75–78; est. I, fig. 1–1d e 2–2c). Na segunda nota propõe a nova espécie bivalve: *Arca lineolata* (i.e. STEFANI, 1875b: 88; est. II, fig. 10a e 10b). Em 1876 e 1877-1878, surge em *Atti della Società toscana di scienze naturali, residente in Pisa*, um trabalho distribuído pelos vol. 2 e 3 e intitulado “Molluschi continentali fina ad ora notati in Italia neiterreni pliocenici”, no qual, embora a obra seja dedicada a moluscos continentais, lista, entre diversa fauna pliocénica, bivalves marinhos provenientes de várias localizações de Itália. Discute e estabelece comparações entre os terrenos pliocénicos italianos e os de outras regiões da Europa (i.e. França, Inglaterra, Bélgica, Grécia e Império Austro-Húngaro), sintetizando alguma dessa informação sob a forma de uma tabela (STEFANI, 1876: 173). O volume de 1877-1878, concentra-se totalmente no foco do trabalho, descrevendo a malacofauna não marinha.

Stefani e Dante Pantanelli (1844-1913), publicam “Molluschi pliocenici dei dintorni di Siena” no vol. 4 do *Bullettino della Società malacologica italiana*, neste trabalho os bivalves são incluídos, como classe ACEPHALA, entre as pág. 25 a 64 (STEFANI & PANTANELLI, 1878). Pantanelli publicaria, no vol. 10, adendas e corrigenda ao catálogo anterior, que incluiriam os bivalves entre as pág. 6 e 12 (PANTANELLI, 1884).

Giuseppe Antonio Brugnone (1819-1884), também se dedicou à malacologia pliocénica, nomeadamente da Sicília, sendo de sublinhar aqui apenas as obras que contém referências a bivalves. “Le conchiglie Plioceniche delle vicinanze di Caltanissetta”, publicada no volume 6 do *Bullettino della Società Malacologica Italiana*, descreve as jazidas e adota a classificação de Samuel Peckworth Woodward (1821-1865), 2ª edição de 1871¹³, para a catalogação dos fósseis de moluscos (BRUGNONE, 1880: 98). Os bivalves encontram-se na classe CONCHIFERA, entre as pág. 134 e 155. Apresenta alguma sinonímia, descrição sumária e indicação das localizações de

¹³ A 1ª edição *A manual of the Mollusca, or, A rudimentary treatise of recent and fossil shells* é de 1851 e a 2ª edição da obra em território inglês (póstuma), agora sob a designação *A manual of the Mollusca: a treatise on recent and fossil shells*, é datada de 1871.

recoleção. A única estampa mostra quatro das espécies de bivalves descritas no catálogo: *Ostrea sabbucinae*, *Lepton elongatum*, *Cardita subtrigona* e *Venus libellus*.

Em 1880, Pantanelli publica, no vol. 6 do *Bullettino della Società Malacologia Italiana*, o artigo “Conchiglie plioceniche di Pietrafitta in provincia di Siena”, sem estampas e com os bivalves a ocuparem pouco mais que duas páginas (PANTANELLI, 1880: 268–270).

Em 1881, Odoardo Bagatti (?-?), um jurista, cuja coleção malacológica faz hoje parte do espólio do Museo Cortesi di Castell’Arquato, publica *Aggiunta alla enumerazione sistematica dei Molluschi miocenici e pliocenici delle province di Parma e Piacenza del Cav. Prof. Girolamo Cocconi*, dedicada essencialmente a moluscos e braquiópodes, em que a lista de gastrópodes é a mais extensa, mas 20 géneros de bivalves também são referenciados (GUERRA, 2012-2014:196).

Antonio de Gregorio (1855-1930) publica *Studi su talune conchiglie Mediterranee viventi e fossili*. Os bivalves ocupam parte da extensa publicação, onde há lugar de quando em vez, a exemplares fósseis pliocénicos entre as pág. 37 e 218 (GREGORIO, 1885).

PANTANELLI (1892) publica “Lamellibranchi pliocenici: Enumerazione e sinonimia delle specie dell’Italia superiore e centrale, no vol. 17 do *Bullettino della Società Malacologia Italiana*.

Em 1898, Isacco Namias (?-?) publica, no vol. 15 de *Atti della Società dei naturalisti e matematici di Modena*, o estudo intitulado “Collezione di Molluschi pliocenici delle province di Castell’Arquato esistenti nel Museo di Mineralogia e Geologia dell’Università di Modena”. Em NAMIAS (1898), os bivalves da coleção da instituição são listados sistematicamente, segundo a proposta de P. H. Fischer (1887), com sinonímia, sem ilustração de espécimes, mas com algumas referências bibliográficas a espécimes figurados, tal como pode ser consultado entre as pág. 145 e 200.

Da autoria de Pietro Riccardo Ugolini (1874-1936) existem alguns títulos relacionados com malacofauna pliocénica. Na *Rivista Italiana di Paleontologia* este publica a nota “Molluschi nuovi o poco noti del Pliocene della Val d’Era” onde são descritos e ilustrados, entre as pág. 27 e 29, exemplares de bivalves que considera serem novas espécies pliocénicas: *Modiola grecoi* e *Venericardia bosniasckii* (UGOLINI, 1899a). No vol. 20 do *Bullettino della Società malacologica italiana* publica o artigo “Il *Pectunculus Glycimeris* Linn. e il *Pectunculus Insubricus* Brocc. del Pliocene italiano” onde, entre as pág. 129 e 146, escreve sobre estas espécies e fornece numerosa sinonímia (UGOLINI, 1895a). Na mesma publicação, entre as pág. 147 e 149, encontra-se “Sulla presenza del *Pectun Aduncus* Eichw.: nella panchina pliocenica dei Monti Livornesi” (UGOLINI, 1895b). Em 1898 e 1899, apresenta catálogo resultante das suas recolhas de moluscos pliocénicos nas imediações de Palaia e Laiatico (Toscânia); assim regista-se no *Bollettino della Società geologica italiana* o trabalho “Contribuzione allo studio del pliocene di una parte del bacino dell’Era”, com os BIVALVIA a serem listados ao longo das pág.

86 e 87 (UGOLINI, 1898) e “Appendice al catalogo dei molluschi fossili pliocenici nel Bacino dell'Elsa”, com os bivalves referidos numa página desta nótula (UGOLINI, 1899b: 469). Finalmente, em UGOLINI (1906), surge “Sulla esistenza del "*Pecten Macphersoni*" Berg. nei terreni pliocenici del Piemonte” no *Bollettino della Societa Geologica Italiana*¹⁴, abarcando as págs. 760 a 764.

No último ano do Séc. XIX, Tullo Levi (?-?) deixa-nos “Osservazioni sulla distribuzione dei fossili negli strati pliocenici di Castell'Arquato”, publicado na *Rivista italiana di paleontologia*, vol. 6. No seu texto, onde se refere também aos bivalves placencianos e astianos, utiliza estes termos como tendo um significado meramente de fácies batimétrica e não cronológica (LEVI, 1900: 74); propõe contribuir para acrescentar informações, a obras anteriores, através de exemplares por ele recolhidos e, como tal, de proveniência bem conhecida. A consulta da sua nota introdutória é vinculativa do seu propósito (LEVI, 1900: 59):

Le specie di invertebrati da me raccolte sono certamente poche, rispetto a quelle che trovansi citate come provenienti da Castellarquato [...] ma credo preferibili elenchi meni copiosi di materiali di sicura provenienza, aquelli ricchi quanto si vuole di materiali di provenienza spesso non sicura, come sono quelli acquistati presso commercianti di fossili, capaci, com' è noto, di dare come provenienti dal pliocene di Castellarquato la Rytichonella vespertilio e di dar confusi coi fossili di Riorzo e S. Maria Maddalena i fossili miocenici del prossimo Vigoleno.

Serafino Cerulli-Irelli (1873-1946) publica na *Paleontographia Italica*, entre 1907 e 1909, um trabalho dedicado bivalves plio-pleistocénicos de Monte Mario (Roma). A Fauna Mariana, como a denominou, hoje é considerada pleistocénica e encontra-se referenciada como uma das mais importantes coleções malacológicas existentes nos museus italianos (D'AMICO, 2008). A obra completa é constituída por oito volumes, cuja publicação decorreu entre 1907 e 1916, sendo os volumes posteriores a 1909 dedicados a escafópodes e gastrópodes. Atualmente, a coleção Cerulli-Irelli encontra-se depositada no Museo di Paleontologia dell'Università “La Sapienza” di Roma (D'AMICO, 2008). CERULLI-IRELLI (1907), começa, nas págs. 65 a 69, por fazer um rasgado elogio à qualidade do material malacológico romano, apresenta uma retrospectiva dos estudos feitos até então e breve análise crítica dos mesmos, referencia as principais jazidas (i.e. Valle dell' Inferno, Acquatraversa, Farnesina, Villa Madama e Malagrotta) e descreve sumariamente a sucessão estratigráfica. Faz referência às coleções já existentes que irão, além dos espécimes recolhidos pelo próprio, ser alvo do seu catálogo (e.g.

¹⁴ Nery Delgado consta da lista de sócios da *Società Geologica Italiana*, desde o 1º fascículo do primeiro número do boletim em 1882. Nos boletins posteriores aparece com data de associado de 1881, que foi o ano de fundação da Sociedade, consta sempre desse rol até ao número correspondente ao ano do seu falecimento, 1908.

coleções Meli, Zuccari, Rigacci, Mazzoni e Conti). Opta-se por referir este trabalho dado ser historicamente importante, possuir vasta sinonímia, descrição e discussão dos espécimes, apresentação de dados biométricos, descrição de novas variedades e novas espécies [e.g. *Sphenia parva*, *S. subtriangularis*, *Thyasira (Leptaxinus) suborbiculata*, *T. (Lucinaxcinus) reticulata*; CERULLI-IRELLI, 1909: 147, 155, 156, 172] e apresentar estampas de natureza fotográfica, com qualidade, de espécimes que também ocorrem no pliocénico (Fig. 4.6). A sistemática segue a proposta de P. H. Fischer (1887).

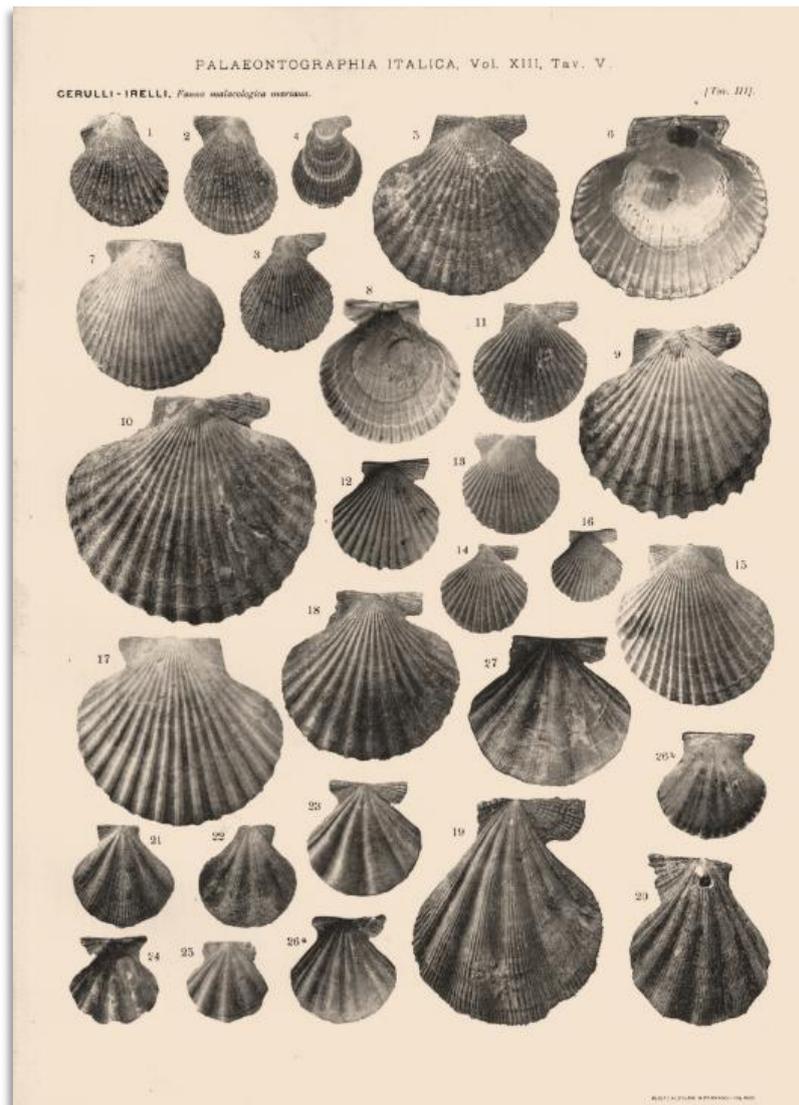


Figura 4.6 – Fac-símile de estampa (Tav. V) in CERULLI-IRELLI, 1907.

Maurice Gignoux (1881-1955) apresenta estudos em que lista de bivalves que ocorrem em afloramentos diversos do território italiano com Placenciano, Astiano e Calabriano, este último proposto, por Gignoux, como pertencente ao Pliocénico superior marinho (cf. GIGNOUX,

1915: 324–325). As espécies de bivalves referenciadas encontram-se em GIGNOUX (1915; 1923).

Já depois da primeira metade do Séc. XX vêm a prelo muitos outros trabalhos, alguns com figuração útil para esta dissertação. Assim, RUGGIERI, BRUNO & CURTI são autores, em 1957-58, de “La malacofauna pliocenica di Altavilla (Palermo)” publicado em *Atti dell'Accademia di Scienze Lettere e Arti di Palermo*, no vol. 18, 4ª série. COMPAGNONI (1964) descreve a fauna de Monte San Giovanni Campano (Frosinone) que atribuiu ao Pliocénico, em que os bivalves estão inclusos nas diagnoses efetuadas entre as pág. 261 e 263, esta idade da jazida é refutada por Bruno Accordi que a considera do Messiniano (ACCORDI, 1964: 416). PALLA (1966) apresentou estudo especialmente dedicado aos bivalves pliocénicos de Bassa Val d'Elsa, Toscana. COMPAGNONI (1966) descreveu a fauna de moluscos, atribuída ao Pliocénico da região de Macco di Palo (Roma). Os bivalves estão descritos e, em parte, figurados entre as pág. 166 a 170 e est. I. São retiradas conclusões de ordem cronológica, comparativamente com a jazida de pliocénica de Anzio, situada na mesma região romana. Em PALLA (1969) surge *Lamellibranchi pliocenico-quadernari del Pedeappennino modenese nella collezione del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, onde se encontra o estudo de cerca de 400 espécimes repartidos por 26 espécies. PELOSIO (1967) publicou *La malacofauna dello stratotipo del Tabianiano (Pliocene inferiore) di Tabiano Bagni (Parma)*. Neste trabalho são, dentro da fauna MOLLUSCA recolhida no Tabianiano¹⁵, descritas 15 e figuradas oito espécies de bivalves. Com GRECO (1970) surge uma monografia sobre os moluscos do Pliocénico inferior de Caltanissetta (Sicília), na qual os bivalves da jazida de Serradifalco são também descritos entre as pág. 293 a 296 e est. V e VI.

Ermini Caprotti, que já versara sobre bivalves pliocénicos italianos em 1967 e 1968, na revista *Natura* (CAPROTTI, 1967; 1968), surge, nos anos setenta, com novos trabalhos onde ponderam atualizações, figuradas com estampas, no que respeita à sistemática e taxonomia dos bivalves pliocénicos, nomeadamente os provenientes da região de Piacenza (e.g. CAPROTTI, 1972, 1974, 1976). RAFFI (1971) apresenta estudo relacionado, sobretudo, com pectinídeos em *I pectinidi del Pliocene e Calabriano dell'Emilia occidentale (Piacentino e Parmense)*, com base em novos espécimes e em coleções do Museu Paleontológico de Parma. Apresenta sinonímia e distribuição estratigráfica para 22 espécies. Em RAFFI (1975), *Significato biostratigrafico di alcune specie di bivalvi nel Piacenziano superiore dell'Emilia occidentale*, é analisada a distribuição estratigráfica dos pectinídeos do Placenciano da região emiliana. PESCE & RAPETTI (1971) apresentam um estudo sobre os bivalves pliocénicos da região de Abruzzo. Estes são alvo de estudo sistemático através de exemplares provenientes de Chieti, no qual se descrevem 17 espécies, ilustradas em parte através de 5 estampas. A classificação supragenérica segue Cox

¹⁵Um dos andares pliocénicos, proposto por Mayer em 1867.

(1960) e Newell (1965). PAVIA & DEMAGISTRIS (1971) publicam “Cardiacea del Pliocene medio e superior dell’Astigiano” na revista *Conchiglie*, descrevendo 15 espécies que são figuradas em três estampas [e.g. *Acanthocardia (A.) aculeata* (LINNAEUS), *A. (A.) paucicostata* (SOWERBY), *Parvicardium hirsutum* (BRONN), *Laevicardium norvegicum* (SPLENGER), *Nemocardium (N.) cyprium* (BROCCHI), *N. (N.) striatulum* (BROCCHI)]. Giulio Pavia, em 1975, publica “I molluschi del Pliocene inferiore di Monteu Roero (Alba, Italia NW)” no *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*. Seguiu-se trabalho de MARASTI & RAFFI (1977) sobre a diversidade taxonômica dos bivalves pliocénicos da região ocidental de Emilia-Romagna. Nesta década importa realçar a memória *Malacofauna pliocenica umbra* de Alberto Malatesta (1915-2007) com as suas 32 estampas.

AIMASSI & FERRERO (1983), publicaram no *Bollettino Malacologico* o artigo “Osservazioni paleoecologiche e biostratigrafiche su una malacofauna pliocenica dell’Astigiano (Buttigliera d’Asti)” identificando um total de 85 espécies de bivalves, listados em tabela entre as pág. 188 e 191; figuram, na est. 2, bivalves identificados como: *Barbatia (B.) modioloides* (CANTRAINE); *Sphenia binghami* f. *testarum* SACCO, BONELLI m.s; *Parvicardium roseum* LAMARCK; *P. ovale* (SOWERBY); *Venus (Ventricoloidea) alternans* (SACCO, BONELLI m.s) e *Gregariella opifex* (SAY). TROPEANO *et al.* (1984) debruçaram-se sobre a jazida pliocénica piemontesa de Loggia. Neste artigo estabelecem afinidade entre esta jazida e a de Monte Roero, estudada por PAVIA (1975), dão nota de 63 espécies de bivalves e listam-nas nas pág. 59 e 60. FARAONE (1986) descreve a malacofauna, com ênfase em pectínídeos, no trabalho “Malacofaune plio-pleistoceniche umbre: le associazioni di Città della Pieve e Monteleone d’Orvieto”, estando os bivalves descritos e maioritariamente figurados entre as pág. 10 e 21. CAVALLO & REPETTO (1988) em “Nuovo giacimento fossilifero della Facies a Congerie nell’Albese”, procuram utilizar as entidades fósseis de uma nova jazida pliocénica da região do Piemonte como bioindicadores para a reconstrução do paleoambiente, o qual postularam ser deltaico-lagunar. Fazem referência e figuram os bivalves *Dreissena deshaysesi* CAPELLINI, 1860 e *Limnocardium* spp. STOLICZKA, 1870 (CAVALLO & REPETTO, 1988: 55–56; fig. 15 e 17).

LANDINI, MENESINI & RAGAINI (1990), publicaram um trabalho sobre os moluscos e otólitos coletados em Castelfiorentino (Florença), provenientes de sedimentos pliocénicos representativos de uma paleocomunidade típica de um ambiente circalitoral de fundos lodosos. Os autores identificaram 24 *taxa* de bivalves, que listam na pág. 181. Em 1992, Oreste Cavallo e Giovanni Repetto publicaram a monografia *Conchiglie Fossili del Roedo. Atlante Iconografico*, no segundo tomo desta publicação ocasional, com chancela da Associazione Naturalistica Piemontese. FERRERO & MERLINO (1992), apresentam um estudo paleoecológico, debruçando-se sobre fatores abióticos como, o substrato, batimetria, salinidade e temperatura, em “Ricostruzione paleoecologica di una malacofauna del bacino astigiano (Italia NW)”, no *Bollettino Malacologico*, com contribuição de 58 *taxa* de bivalves identificados em amostragens

obtidas em S. Anna di Rocca d’Arazzo (Piemonte) (FERRERO & MERLINO, 1992: 117, tab. 2; 130–131, tab. 3). FERRERO, MERLINO & PROVERA (1998) publicaram “Malacofaune plioceniche astigiane concentrate da eventi di alta energia”, também no *Bollettino Malacologico*, em que apresentam um estudo efetuado sobre o conteúdo paleontológico de uma amostragem volumétrica obtida em S. Anna di Rocca d’Arazzo (Piemonte) onde identificaram 52 *taxa* de bivalves (FERRERO, MERLINO & PROVERA, 1998: 49–50). REPETTO (1997) apresenta um trabalho intitulado “La malacofauna pliocenica di Pocapaglia” onde identifica 38 *taxa* de bivalves e figura espécimes de *Abra nitida* e *Tellina incarnata* (REPETTO, 1997: 62, fig. 9–10). FORLI, Dell’ANGELO & TAVIANI (1999) apresentaram “Molluschi del Pliocene inferiore toscano: la sezione Montenero (Grosseto)” em que os bivalves recoletados constam na pág. 117, tab.1.

MONEGATTI & RAFFI (2001) apresentam artigo sobre a diversidade e distribuição estratigráfica dos bivalves pliocénicos mediterrânicos, o qual contém uma extensa lista, em apêndice, com a distribuição dos bivalves pliocénicos estudados desde o Miocénico à atualidade. LACROCE & REPETTO (2003) publicaram um artigo dedicado à família Spondylidae GRAY, 1826, para o Pliocénico italiano. Passam em revista a sinonímia, morfologia, distribuição e figuram as quatro espécies que ocorrem nos afloramentos de Itália com Pliocénico. No *Bollettino Malacologico* de 2004, os mesmos autores, aproveitando obras de construção de um viaduto na zona de Montà d’Alba (Cuneo), publicaram um artigo baseado numa amostragem onde foi possível identificar 31 *taxa* de bivalves (REPETTO & LACROCE, 2003: 195–196, tab. 2). LA PERNA, CEREGATO & TABANELLI (2003), focam-se em seis *taxa* dos géneros pliocénicos de *Jupiteria* BELLARDI, 1875, *Ledella* VERRIL & BUSH, 1897 e *Zealeda* MARWICK, 1924. Ilustrando os espécimes nas figuras das pág. 27 [i.e. *Jupiteria concava* (BRONN, 1831) e *J. fissistriata* (FORESTI, 1897)], 29 [i.e. *J. gibba* (SEGUENZA, 1877) e *J. concava* (BRONN, 1831)], 32 [i.e. *Ledella seminulum* (SEGUENZA, 1877) e *L. messanensis* (JEFFREYS, 1876)] e 34 [i.e. *L. nicotrae* (SEGUENZA, 1877) e *L. peraffinis* (SEGUENZA, 1877)]. Registe-se que os *taxa* *L. messanensis* e *L. nicotrae* são referidos como sendo plistocénicos. FERRERO *et al.* (2005) deram conta de uma amostragem efetuada em jazida pliocénica, de acesso temporário, que lhes permitiu estudar uma associação de moluscos marinhos e vegetais terrestres em Castellengo (Biella). Neste estudo identificaram 86 *taxa* de bivalves. Focado nos moluscos pliocénicos da mesma região italiana refira-se, também, a publicação de AIMONE & FERRERO (1983) “Malacofaune plioceniche di Cossato e Candelo (Biellesse, Italia, NW)”. GUIOLI, REPETTO & GABBA (2009) publicaram “Fossili marini del Pliocene di Volpedo (Piemonte, Italia). Collezioni del civico Museo di Scienze naturali di Voghera e del civico Museo archeologico di Casteggio e dell’Oltrepo Pavese” onde descrevem a reorganização da coleção, em que se incluem 42 *taxa* de bivalves. O elenco sistemático consta das pág. 14–17 e estão figurados *Anadara diluvii* (LAMARCK, 1805) e *Glans (G.) intermedia* (BROCCHI, 1814), nas fig. I e L, est.

1, pág. 8. BRUNETTI & DELLA BELLA (2003, 2008, 2010) descrevem quatro novas espécies de Tellinidae para o Pliocénico Italiano [e.g. *Macalia* (?) *kengii*, *Tellina* (*Moerella*) *ciucianensis*]. PALM & DELL'ANGELO (2010) descrevem uma nova espécie de Nuculanidae para o Pliocénico italiano: *Lembulus forlii*.

Por sua vez, CEREGATO, SCARPONI & DELLA BELLA (2010) publicaram, na *GeoActa*, um estudo de raiz histórica sobre o material tipo de moluscos neogénicos que ainda se conservam na coleção Lodovico Foresti, depositada no Museu de Geologia da Universidade de Bolonha. São referenciados os bivalves *Arca* (*Barbatia*) *arenosa* FORESTI; *Ostrea cochlear alata* FORESTI; *Tapes vetula pliocenica* FORESTI. São reproduzidas as descrições originais de Foresti, entre as pág. 63 e 64, e figurados os espécimes na est. 2. BELLAGAMBA, CALDARELLA & FORLI (2013) publicaram no *Bollettino Malacologico* estudo intitulado “La malacofauna pliocenica di “Le Conchiglie”, Lagune di Sasso Marconi (Bologna)”. Neste identificaram 48 *taxa* de bivalves, listados na tab. 1 entre as pág. 116 e 117, figurando algumas espécies de bivalves na fig. 3 da pág. 124 e fig. 4 da pág. 127. CIAMPALINI *et al.* (2014a), apresentaram no *Biodiversity Journal* o artigo “The marine fossils malacofauna in a Plio-Pleistocene section from Vallin Buio (Livorno, Italy)”, onde incluíram alguns bivalves pliocénicos [i.e. *Nucula piacentina* LAMARCK, 1819; *Bathyarca* cf. *philippiana* (NYST, 1848); *Limopsis aurita* (BROCCHI, 1814)].

CHIRLI (2014, 2015, 2016) edita os volumes 10, 11 e 12 de *Malacofauna Pliocenica Toscana*, dedicados inteiramente aos bivalves. O primeiro é dedicado aos PTERIOMORPHIA, descrevendo 69 *taxa*, apresentando uma nova espécie: *Gregariella pliocenica*; o segundo aos HETEROCONCHIA¹⁶, descrevendo 84 *taxa*; o terceiro volume refere-se aos HETEROCONCHIA e PROTOBRANCHIA, dedicando-se a 59 *taxa*. BRUNETTI & SOSSO (2016) publicaram no *Bollettino Malacologico* o artigo “Note sul giacimento del Pliocene Inferiore di Borzoli (Genova). Bivalvi.” Neste identificam 124 *taxa* de bivalves da jazida estudada, dando relevo a 12 espécies que consideram raras na literatura da especialidade [i.e. *Asperarca nodulosa* (MÜLLER O.F., 1776); *Septifer plioblitus* SACCO, 1898; *Aequipecten bicknelli* SACCO, 1897; *Pecten benedictus* sensu FONTANNES, 1881 non LAMARCK, 1816; *Limea hoernesii* SEGUENZA, 1879; *Diplodonta trigona* (SCACCHI, 1835); *Chama circinata* MONTEROSATO, 1878; *Spaniorinus astensis* MERLINO & PROVERA, 1999; *Meiocardia moltkianoidea* (BELLARDI, 1842); *Myrsopsis pernarum* SACCO, 1900, *Corbula cocconii* FONTANNES, 1881; *Gastrochaena* cf. *obesa* FONTANNES, 1881], apontam para a probabilidade de duas espécies não descritas dos géneros *Crassatina* e *Gari* e dão nota da primeira ocorrência, no Pliocénico italiano, para o bivalve *Ervilia macoma* NORDSIECK, 1972.

¹⁶ HETEROCONCHIA *sensu* HERTWIG, 1895.

Quanto ao território mediterrânico francês o Pliocénico marinho aflora localmente em bacias cenozoicas. Francisque Fontannes (1839-1886), depois de vários trabalhos dedicados à estratigrafia e paleontologia dos terrenos cenozoicos da região, surge, em 1882, com o segundo volume da obra de “Les Mollusques Pliocenes de la vallée du Rhone et du Roussillon: Acéphalés des formations marines et saumâtres”, dedicado aos bivalves, tendo sido o primeiro volume, datado de 1879, dedicado aos gastrópodes e escafópodes.

No tomo 2, fascículos 14 a 26, da obra “Les mollusques marins du Roussillon”, publicado entre 1887 e 1898, dedicado aos *Pelecypoda*, os autores Jules Bucquoy (1829-1920), Gustave-Frédéric Dollfus (1850-1931) e Philippe Dautzenberg (1849-1935), referem amiúde as ocorrências pliocénicas do trabalho de Fontannes (BUCQUOY, DOLLFUS & DAUTZENBERG, 1886-1898). Em 1887, Jules Depontallier (?-?) publica, no *Bulletin de la Société Géologique de France*¹⁷, a “Liste des principales espèces du Pliocène des environs de Cannes” com referência a bivalves pliocénicos desta região da bacia do Var; nomeadamente, Cannes, de Biot, d'Antibes, e de Villeneuve-Loubet. Ainda neste boletim, VIGUIER (1889) apresenta um estudo sobre o Pliocénico de Montpellier, no qual se refere a ocorrência de *Ostrea cucullata* Born, *O. serresi* Tourn. e *Spondylus crassicosta* Lk. (Fig. 4.7).



Figura 4.7 – Fac-símile de estampa X in VIGUIER, 1889.

¹⁷ Paul Léon Choffat consta da lista de sócios da *Société Géologique de France*, com data de associação de 1875 e Nery Delgado de 1882.

Na mesma publicação, em 1903, o geólogo Charles Jean Julien Depéret (1854-1929) e o militar e malacologista Eugène Caziot (1844-1931), publicam “Gisements pliocènes et quaternaires marins des environs de Nice”. Entre as pág. 322 e 327 dedicam-se às espécies de moluscos do “Pliocénico antigo”, “Astiano” e Placenciano. Fazem referência a jazidas, menos conhecidas à época, encontradas na margem esquerda do Var (e.g. de La Madeleine e de La Mantega), a norte de Nice (Fontaine du Temple, Gairaut e La Trinité-Victor) e este de Nice (Mont-Alban, península de Saint-Jean). No que respeita aos bivalves, DÈPERET & CAZIOT (1903: 323–326) referem as espécies: *Limopsis aurita*, *Arca diluvii*, *Corbula gibba*, *Yoldia nitida*, *Leda commutata*, *Ostrea cochlear*, *O. barriensis*, *O. hornesi*, *Pecten jacobeus*, *P. reghiensis*, *Amussium cristatum*, *Chlamys scabrellus*, *Venus scalaris*, *V. multilamella*, *V. plicata*, *Isocardia cor*, *Cytherea rudis*, *C. pedemontana*, *Lucina spinifera* e *L. cf. orbicularis*.

Em 1982, Jean Cataliotti-Valdina publica a obra “Faune (la) Malacologique du Pliocene des Alpes-Maritimes deuxième partie: bivalvia” nas *Notes et monographies techniques du CRA*. São inventariadas 27 espécies, ou variedades, de bivalves encontrados no Parque Natural de Vaugrenier. MARTINELL & DOMÈNECH (1984) identificaram 64 espécies de bivalves em três afloramentos com Pliocénico, situados na margem direita do rio Têt. MARTINELL & DOMÈNECH (1986) debruçaram-se sobre a malacofauna pliocénica do afloramento de Saint-Isidore, situado na bacia do Var. Os mesmos autores (MARTINELL & DOMÈNECH, 1987-88) apresentaram estudo referente aos moluscos, incluindo bivalves, de Rossilhão e de Empordá (Catalunha). GIBERT, DOMÈNECH & MARTINELL (2007) dedicaram-se ao estudo de aspetos relacionados com bioerosão de bivalves da jazida de Nefiach, situada no vale do Têt, já anteriormente estudada por MARTINELL & DOMÈNECH (1990). Neste artigo fazem referência à ocorrência, nos primeiros três metros de sedimentos marinhos, de abundantes bivalves dos géneros *Acanthocardia*, *Corbula*, *Dosinia*, *Laevicardium*, *Solen* e *Tellina*. No terço superior da secção existem horizontes de lumachelas, formados essencialmente por ostreídeos e pectinídeos, com poucos centímetros de espessura e valvas orientadas paralelamente à estratificação. As espécies mais comuns são *Saccostrea cucullata*, *Pecten benedictus* e *Aequipecten scabrellus* (GIBERT, DOMÈNECH & MARTINELL, 2007: 785 fig. 3A-E).

No que respeita aos trabalhos sobre bivalves dos *Faluns* atribuídos ao “Redoniano”, remetemos as questões de discussão sobre a datação dos depósitos considerados pliocénicos para o capítulo 2.2, e fazemos aqui sùmula de alguns dos trabalhos realizados, na sua maioria relativos às áreas paleogeográficas fechadas do Golfo Ligeriano (Anjou, Bretanha e Alta-Normandia) e abertos (Baixo-Loire, Cotentin, Vendée e Oléron). Os primeiros textos que referem bivalves dos *Faluns*, em parte atribuíveis ao “Redoniano”, já que o autor cita as localizações, são da autoria de Pierre-Aimé Millet de la Turtaudière (1783-1873) (LAURIAT-RAGE, 1981: 9). Por exemplo, na sua obra editada em 1854, *Paléontologie de Maine et Loire: comprenant avec des observations et l'indication des diverses formations géologiques du*

département de Maine et Loire, un relevé des roches, des minéraux et des fossiles qui se rapportent à chacune d'elles, Millet descreve o “Faluniano” (*sensu* d’Orbigny) na pág. 125. O “Faluniano propriamente dito” (tradução nossa) é descrito a partir da página 136. Os bivalves “falunianos” são listados em MILLET (1854: 167-173) sendo muitas das jazidas referidas atribuídas, por LAURIAT-RAGE (1981), ao “Redoniano” (e.g. Sceaux, Thorigné, Reneauliau, Noëlle). Millet, aparece como autor de espécies de bivalves (Fig. 4.8) que, muitas vezes, têm no presente outro autor atribuído (e.g. *Mactra oblonga* SAY, 1822; *Mactra sulcata* BORY de SAINT-VINCENT, 1827; *Astarte distans* CONRAD, 1862). Nesta obra de 1854 não existem diagnose nem estampas das espécies que o autor nomeia. Em DESVAUX¹⁸ (1834: 314), já surgem algumas das espécies de bivalves inéditas de Millet (i.e. *Cythera fallax*, *Venus pallasiana*, *Crassina cuneata* e *Arca elegans*).

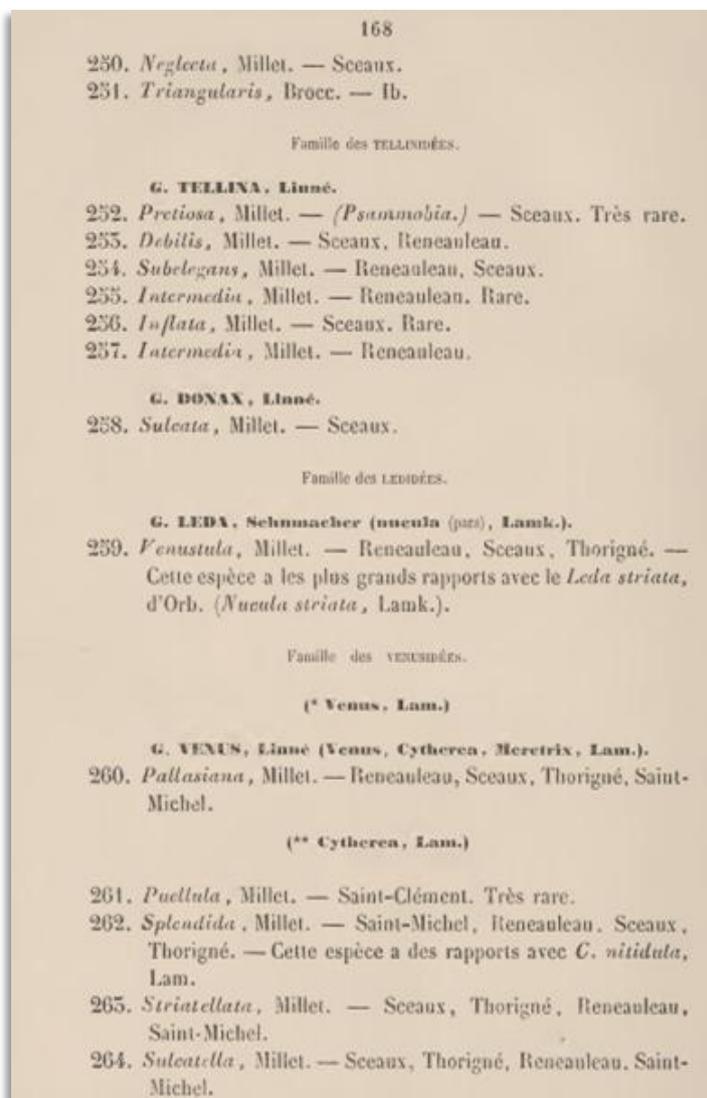


Figura 4.8 – Fac-símile da página 168, como exemplo das inúmeras espécies de bivalves nomeadas por P.-A. Millet in *Paléontologie de Maine et Loire*.

¹⁸ Auguste-Niçaise Desvaux (1784-1856).

Segundo Lauriat-Rage (*op. cit.*, 1981) de Millet foi ainda publicada, em 1866, com referências aos bivalves “redonianos”, a obra *Paléontographie, ou Description des fossiles nouveaux du terrain tertiaire marin ou terrain Miocène supérieur du Département de Maine-et-Loire*. A mesma autora também cita diversos trabalhos de M.G. Dolffus sobre o “Redoniano”. São exemplo, além dos trabalhos de maior fôlego, algumas notas curtas, como a que descreve a ocorrência de *Cardita striatissima* (DOLFFUS, 1901: 275–276):

[...] Il s'agit de spécimens recueillis dans un gisement extrêmement limité situé vers la pointe de l'île d'Oléron (Feuille Tour-de-Chassiron de la carte géologique) et dont le niveau n'avait pu être précisé, c'est probablement l'espèce dont Mares, Beltremieux, Boissellier ont parlé sous le nom de *Cardita Jouanneti*, mais c'est une espèce bien différente qui est la *Cardita striatissima* Nyst in Cailliaud, espèce abondante dans les sables tertiaires supérieurs delà Basse-Loire, et caractéristique du Miocène supérieur de cette région pour lequel j'ai proposé la création d'un étage Redonien (type à Rennes). Cette espèce n'est connue ni dans le Bordelais, ni en Touraine, nous ne la connaissons ni dans le Pliocène, ni dans les mers actuelles. Elle se trouve dans une série de gisements isolés qui, de l'île d'Oléron [...]

Os trabalhos de M.G. Dolffus em parceria com Ph. Dautzenberg, já referidos neste trabalho, relativos aos bivalves neogénicos da Bacia do Loire, tem também importância no contexto de bivalves do “Redoniano” (LAURIAT-RAGE, 1981: 9). Os estudos mais significativos sobre estas faunas devem-se, sobretudo, a Agnès Lauriat-Rage do Museum National d'Histoire Naturelle, em Paris (STEYER & BUFFETAUT, 2012: 491). LAURIAT (1973a) surge com o trabalho, em que utiliza os bivalves para o estudo de características climáticas do Atlântico neogénico, *Essai de synthèse sur la climatologie de l'Atlantique européen au Néogène d'après les Bivalves*. LAURIAT (1973b) publica “Les sous-espèces redoniennes d'*Astarte omalii* Jonkaire considérées d'un point de vue biogéographique”. Em 1977, sai à estampa o trabalho *Signification climatologique des Bivalves du Pliocène de l'ouest de la France (Redonien) d'après leur étude biogéographique et isotopique* (LAURIAT-RAGE & VERGNAUD-GRAZZINI, 1977). LAURIAT-RAGE & RAGE (1978) publicam *Le gisement rédonien (Pliocène de la Morelière, île d'Oléron): étude préliminaire de sa faune de bivalves*, onde atestam que os bivalves confirmam a idade pliocénica da jazida, que havia ficado de novo acessível. LAURIAT-RAGE (1981) publica *Astarte (Digitariopsis) grueti n.sp. et Astarte (Digitariopsis) excurrens lardeuxi n.subsp., bivalves endémiques du redonien (pliocène de l'Ouest de la France)*, trabalho em que descreve dois Astartidae. Destes, a segunda espécie é considerada como confinada ao interior da região do Golfo Ligeriano. Por sua vez, no seu extenso estudo monográfico de

LAURIAT-RAGE (1981), intitulado *Les Bivalves du Redonien (Pliocene atlantique de France). Signification stratigraphique et paleobiogeographique* e ilustrado com 18 estampas, a autora refere 178 espécies de bivalves, 186 se incluídas as subespécies, distribuídas por 44 famílias, recoletadas em 60 jazidas. Este estudo faz referência a endemismos “redonianos” e casos de nanismo nos Astartidae. O estudo paleontológico dos bivalves inclui sinonímias detalhadas, bem como uma discussão e listagem de jazidas (LAURIAT-RAGE, *op. cit.*: 25–114). A autora desenvolve, com suporte no estudo dos bivalves, conclusões de ordem estatigráfica e paleogeográfica.

Mais tarde LAURIAT-RAGE (1982) apresenta trabalho especialmente dedicado aos Astartidae do “Redoniano”, com 16 estampas finais. A mesma autora dedica, depois, trabalho aos bivalves “redonianos” da Normandia, obtidos por sondagens em 11 jazidas, nem todas consideradas pliocénicas (LAURIAT-RAGE, 1986: 9), e ilustrados em quatro estampas. LAURIAT-RAGE *et al.* (1989a) publicam estudo sobre as jazidas “redonianas” de la Manière, fazendo referência aos bivalves das pág. 124 a 129, com uma listagem de 47 espécies identificadas nas várias jazidas, na pág. 125. Na mesma publicação, *Géologie de la France*, apresenta-se estudo para a determinação da idade e paleoambiente, de uma série de jazidas pliocénicas do sul da Bretanha, através da determinação taxonómica de bivalves e estudos isotópicos das suas conchas (LAURIAT-RAGE *et al.*, 1989b: 228, fig. 2; est. 2).

Relativamente aos estudos referentes a bivalves pliocénicos dos depósitos das bacias do território espanhol e suas regiões autónomas (i.e. Catalunha, Comunidade Valenciana e Andaluzia) refiram-se alguns estudos efetuados. Em relação às ocorrências pliocénicas catalãs, as principais bacias são conhecidas desde o Séc. XIX. Posteriormente, PORTA *et al.* (1979) reconheceram pequenos depósitos em Baix Penedes. Os primeiros estudos terão sido efetuados por Alexandre Vézian (1821-1903) em 1856, na dissertação que escreveu para a Universidade de Montpellier: *Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone et de ses rapports avec les formations correspondantes du bassin de la Méditerranée*, reconhecendo o Pliocénico em Papiol, Hospitalet e Bordeta e listando, também, as primeiras espécies de bivalves conhecidas para esta região mediterrânica (ALMERA, 1894: 13–15). Outro geólogo francês, Léon Carez (1854-1932), em 1881, apresenta uma dissertação *Etude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne* onde discorda de Vézian em relação à extensão do Pliocénico em Barcelona (cf. CAREZ, 188: 283–285).

De Manuel de Chia i Bajandas (1856-1917), em 1879, assinala-se “Apuntes geológicos sobre los terrenos terciario medio e superior del bajo Ampurdán”, publicado na *Revista de Gerona*, onde se refere a localizações com Pliocénico, com referências aos bivalves pliocénicos (e.g. *Pecten pleuronectes*, *P. jacobeus*; géneros *Arca*, *Pectunculus*, *Pinna*, *Isocardia*, *Cardium*, *Venericardia*, *Venus*) (CHIA, 1879: 342), retirando ilações de carácter batimétrico e paleoclimático e admitindo temperaturas marinhas mais elevadas durante o Pliocénico (CHIA, 1879: 343).

A obra, datada de 1894, *Descripción de los terrenos pliocénicos de la cuenca del Bajo Llobregat y llano de Barcelona* de Jaime Almera (1845-1919) é dedicada ao Pliocénico marinho e lacustre. Nesta estão descritas estratigraficamente localizações fossilíferas, listados bivalves pliocénicos marinhos e diversos cortes esquemáticos de afloramentos (e.g. ALMERA, 1894: 47, fig. 4; 49, fig. 5; 53, fig. 6; 56, fig. 7). A litoestratigrafia geral encontra-se numa sinopse contida na pág. 101. A publicação possui apêndice, entre as pág. 113 e 116, referente ao Pliocénico de Girona, com descrição sumária de jazidas e listagem de bivalves. A segunda parte é um catálogo paleontológico, no qual os bivalves se encontram entre as pág. 208 a 249 e est. VIII, IX, X, XII, XIII e XIV. Apresenta, ainda, indicações de figuração em obras diversas e fornece tabela onde constam as ocorrências por jazida.

Em 1898, num trabalho de Jaime Almera e Arturo Bofill i Poch (1844-1929), denominado *Moluscos fósiles de los terrenos terciarios superiores de Cataluña: decripciones y figuras de las formas nuevas y enumeración de todas las encontradas en dichos yacimientos*, estes autores atualizam o que haviam publicado em 1892 na *Crónica científica: revista internacional de ciencias* (vide ALMERA & BOFILL i POCH, 1897: 4). Nesta publicação, que aqui se refere mais longamente pela importância histórica no contexto da paleontologia pliocénica catalã e do Neogénico europeu, os bivalves pliocénicos (incluídos no Placenciano, Astiano e

Messiniano) são enumerados, figurados (Fig. 4.9 A-B), apresentada sinonímia e nomeadas as ocorrências para cada espécie, entre as pág. 107 e 167. ALMERA & BOFILL i POCH (1898) descrevem numerosas variedades, subvariedades e também novas espécies da sua autoria¹⁹ (i.e. ALMERA & BOFILL i POCH, 1897: *Ostrea papiolina*: 110; est.VIII, fig. 9; *Pecten pseudo-bollensis*: 112; est.VIII, fig. 11; *P. sub-bollensis*: 113; est. VIII, fig. 13; *P. sub-labnae*: 113; est. VIII, fig. 15; *P. pseudo-venustus*: 114; est. VIII, fig. 14; *P. callistus*: 114; est. VIII, fig. 16; *P. aculeatus*: 115; est. VIII, fig. 17; *P. tenner*: 115; est. IX, fig. 1; *Septifer cucullatus*: 119; est. IX, fig. 4; *Modiola sanctensis*: 119; est. IX, fig. 5; *Dreissensia subdubia*: 120; est. X, fig. 3; *D. subsimplex*: 121; est. X, fig. 5; *D. unguiformis*: 121; est. X, fig. 5; *Unio papiolensis*: 129; est. XII, fig. 2; *Cardium spelucense*: 131; est. XII, fig. 1; *C. edesma*: 134; est. XII, fig. 12; *C. rubricati*²⁰: 136; est. XII, fig. 11; *C. subtenue*²⁰: 137; est. XIII, fig. 6 e 7; *C. laevicosta*: 139; est. XIII, fig. 5; *C. chiae*: 139; est. XII, fig. 14; *C. spondyloopsis*: 140; est. XIII, fig. 8; *Lucina ornatissima*: 141; est. XII, fig. 4; *Cyrena nostras*: 143; est. VII, fig. 16; *Cardita rubricatica*: 144; est. XII, fig. 5 e 6; *Tapes emporitensis*: 152; est. XII, fig. 19; *Maetra emporitensis*: 153; est. IX, fig. 7; *Lutraria sanctensis*: 153; est. VII, fig. 17 e 18; *Tellina tenuiuscula*: 155; est. XII, fig. 9; *Thracia spelunciana*: 165; est. XIII, fig. 16; *Anatina rubricati*: 166; est. XIII, fig. 18).

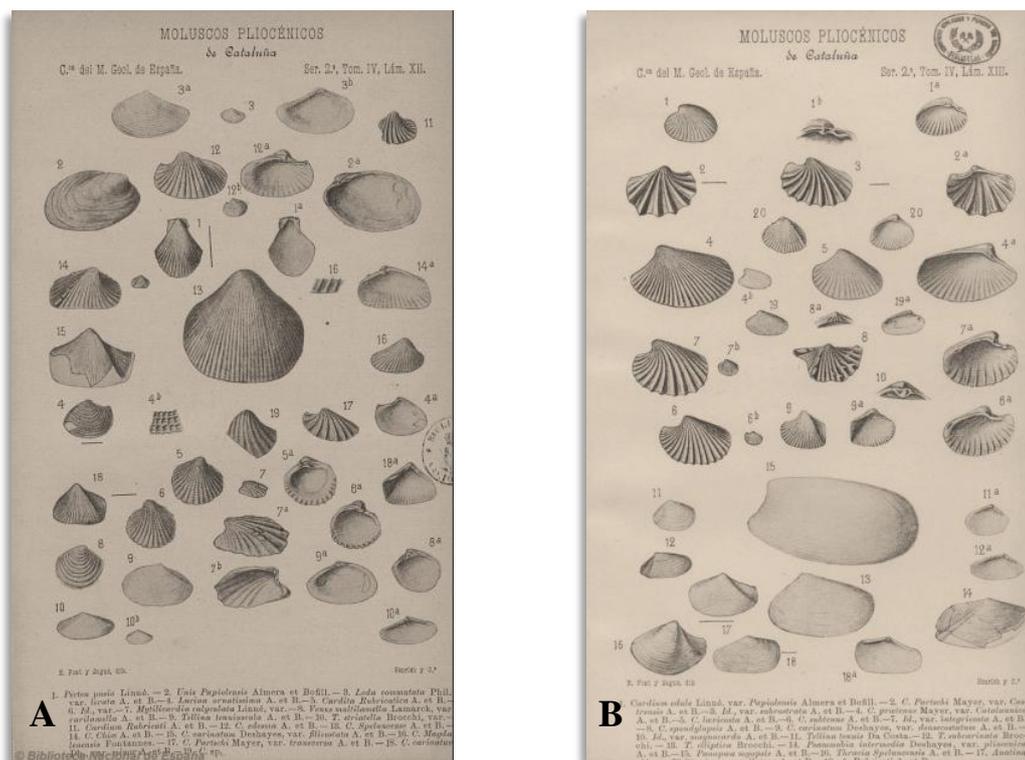


Figura 4.9 – Fac-símile de estampas (A) Lam. XII e (B) Lam. XIII in ALMERA & BOFILL i POCH, 1898.

¹⁹ Algumas destas espécies, variedades e subvariedades constam do seu trabalho de 1892 e no trabalho de J. Almera de 1894.

²⁰ Espécie encontrada em jazidas atribuídas ao Messiniano, considerado Pliocénico pelos autores catalães.

Depois destes trabalhos sobre os bivalves atravessar-se-ia um hiato, em que só no final de década de 70 os moluscos voltariam a ser alvo de atenção GILI & MARTINELL (1994: 350). CUENCA ANAYA (1979-1987) reviu a sistemática dos bivalves, descritos por Almera & Bofill i Poch, em artigos publicados no *Estudios geológicos* e *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geologia)*. MARTINELL & MARQUINA (1981) apresentaram um estudo sobre a malacofauna de St. Vicenc dels Horts onde identificaram 30 *taxa* de bivalves, que podem ser consultados em tabela sinóptica na pág. 17, dos quais seis constituíam novidade para o Pliocénico da Bacia de Baix Llobregat [i.e. *Pinna pectinata* LINNAEUS, 1758; *Chlamys multistriata* (POLI, 1795); *Laevicardium crassum* (GMELIN, 1790); *Spisula (Hemimacra) hyalina* (BROCCHI, 1814); *Tellina (Angulus) albicans* (GMELIN, 1790) e *Circomphalus foliaceolamellosus* (DILLWIN, 1817)]. Em DOMÈNECH, 1983 é apresentada a dissertação *Els bivalves del Pliocè de L'Empordà: sistemática i paleoecologia*. Nesta obra monográfica são identificadas e figuradas, em 24 estampas, 135 espécies de bivalves. DOMÈNECH (1986) apresentou um artigo dedicado às ordens NUCULOIDA, ARCOIDA e MYTILOIDA da bacia pliocénica de Empordà, do qual constam cinco espécies de nuculoides, cinco de arcoídes e duas de mitiloides, incluindo sinonímia, descrições, dados biométricos e considerações sobre repartição biogeográfica e paleoecologia. A sistemática baseia-se em Newell (1969) revista por Vokes (1980) e os espécimes são figurados numa estampa inclusa na pág. 150.

Por sua vez, MARTINELL (1985) apresenta uma síntese paleontológica do Pliocénico marinho catalão. Cingindo-nos aos bivalves, o número de *taxa* que, até à época, haviam sido identificados, nas diversas bacias eram: Baix Ebre, 24 espécies; Baix Llobregat i pla de Barcelona, 257 espécies e Alt Empordà, 135 espécies. Também AGUIRRE *et al.* (2014) apresentam um estudo sobre uma bioconstrução pliocénica, formada na Bacia do Baix Ebre, onde identificaram uma associação dominada por pectinídeos, venerídeos e foládios (*Lithophaga*). Verificaram, também, que na zona mais periférica da bioconstrução, abundavam associações faunísticas dominadas por *Neopycnodonte cochlear* e *Hinnites ercolianus*.

Quanto ao Pliocénico andaluz, na província de Almeria (e.g. bacias de Poniente, Almería-Níjar e Vera), o estudo desta região começou a ser aprofundado após a “Nota sobre el Plioceno de la costa de Almeria” de MÉNDEZ-CECILIA (1971a), com destaque para os pectinídeos, o grupo de bivalves mais abundante e diversificado. MÉNDEZ-CECILIA (1971b), identificou 16 espécies e três variedades, das quais uma nova: *Chlamys clavata* var. *almeriense*. Em Aguillas, BRÉBION *et al.* (1978: 61–67) determinaram 29 espécies de bivalves em sete jazidas, retirando ilações estratigráficas, paleoecológicas e paleobiogeográficas. Certas espécies foram estudadas com maior pormenor [e.g. *Glycymeris bimaculata bimaculata* (POLI), *Oopecten (Gigantopecten) latissimus latissimus* (BROCCHI)]. Os seus dados sugerem um meio favorável à reprodução e crescimento de bivalves, em que as faunas proviriam de biótopos de diferentes batimetrias (10-60 m), formando associações para-autóctones (*op.cit.* 1978: 67, 74).

Em AGUIRRE *et al.* (1996) é fornecida uma lista de pectinídeos com dados de abundância relativa, consoante o tipo de litofácies, a par de uma análise correlativa entre a morfologia das valvas e o tipo de substrato. Por sua vez, AGUIRRE & GARCIA (2003) apresentam um estudo sequencial e tafonómico para o Pliocénico Inferior do setor NE da Bacia Almería-Níjar. Neste trabalho os bivalves (e.g. *Korobkovia oblonga*, *Neopycnodonte cochlear*, *N. navicularis*, *Chlamys varia*, *Flexopecten flexuosa*, *Flabellipecten bosniasckii*, *Pecten jacobaeus*, *Ostrea lamellosa*, *O. edulis*, *Isognomon (Hippochaeta) maxilatus*, *Amusium cristatum*, *Anomia* sp., *Gigantopecten* sp., *Spondylus* sp.) são suporte de informação para as conclusões obtidas. O trabalho de M. A. Méndez-Cecilia foi atualizado em JIMÉNEZ *et al.* (2009), com um estudo de 22 espécies de pectinídeos provenientes de Campo de Dalías, Almería-Níjar e Carboneras. Deste consta descrição dos espécimes, sinonímia, classificação segundo Waller (2006) e respetiva ilustração em sete estampas fotográficas. Ainda para o Pliocénico Inferior da Bacia de Almería-Níjar, AGUIRRE (2017: 7; fig. 4) estudou um contexto excecional com concentrações autóctones de *Amusium cristatum* em estratos laminados, de carácter monoespecífico-pauciespecífico em que esta espécie pode representar mais de 90% da associação presente (AGUIRRE, 2017:7; fig. 4). A progradação de fácies prodelta terá provocado o rápido enterramento destas populações com episódios de mortandade em massa, pelo efeito negativo do acarreio sedimentar sobre o seu nicho ecológico (AGUIRRE, *op. cit.*: 10).

No que respeita à província de Málaga, Domingo de Orueta y Aguirre (1833-1895) lista seis espécies de bivalves pliocénicos para a região de Málaga na obra *Los barros de Tejares* (1874), encontrados por si, ou referenciados por Édouard Verneuil (1805-1873), aquando do seu périplo por Espanha (ORUETA y AGUIRRE, 1874: 7–8). Já em 1892, Auguste Michel-Levy (1844-1911) e Jules Bergeron (1853-1919), bem como Wilfrid Kilian (1862-1925) e Marcel Bertrand (1847-1907), em trabalhos decorrentes de missões à Andaluzia, na sequência do sismo que afetou a região andaluza no dia de Natal de 1884, listam já um número apreciável de bivalves pliocénicos para a região. Não obstante, no capítulo XII do volume XXX de *Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France* são citados vários autores anteriores por MICHEL-LEVY & BERGERON (1884), entre os quais Johann Christoph Wilhelm Scharenberg (?-?) que listara bivalves num trabalho de 1854, intitulado “Bermekungen uber die geognostischen ver hältnisse der Südküste von Andalusien” e publicado no *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*. A consulta à obra original permite verificar que são referidos: *Pecten cristatus* Gold.; *P. scabrellus* Lamk.; *P. burdigalensis* Lamk.; *Arca diluvii* Lamk.; *Flabellum cuneatum* Gold. e *Pinna* (SCHARENBERG, 1854: 585–586). Também David Thomas Ansted (1814-1880), que em 1857, no artigo “On the Geology of Málaga and the Southern part of Andalucía” no *Quarterly Journal of the Geological Society*, listou *Pectunculus glycymeris*, *Venus umbonaria*, *Ostrea navicularis*, *Nucula placentina*, *Arca diluviana* e *Leda* sp., que haviam sido recoletados por Verneuil. Na secção, que Bergeron dedica a sinonímias e

descrições de exemplares, lista ainda três espécies de bivalves de Los Tejares (pág. 274–279) e 41 para San Pedro de Alcántara (pág. 300–343) (LEVY & BERGERON, 1892), dos quais uma nova espécie: *Corbula hispanica* (LEVY & BERGERON, *op. cit.*: 37; est. XXIII, fig. 9a-d).

Em 1917, Domingo de Orueta y Duarte (1862-1926) publicou a monografia intitulada *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*, um clássico da petrografia espanhola, onde no capítulo XIII se dedica aos terrenos pliocénicos de Estepona, terminando com quadros sinópticos dos fósseis recolhidos pelos geólogos franceses (ORUETA y DUARTE, 1917: 415). São referenciadas 41 espécies de bivalves para a jazida de San Pedro de Alcántara e quatro para Los Tejares.

Os estudos sobre a malacofauna pliocénica da região de Málaga recomeçaram durante a década de 70 do Séc. XX, nomeadamente com um trabalho de González Donoso & de Porta, datado de 1977 (LOZANO-FRANCISCO, 1997: 44)²¹. PALMQVIST, GUERRERO & SALVA (1989) apresentaram um estudo paleoecológico, com componente estatística, referente a amostragem efetuada em moluscos de Guladamansa (Estepona), onde utilizam também os 28 *taxa* de bivalves pliocénicos coletados (PALMQVIST, GUERRERO & SALVA, 1989: 31, tab. 1).

LOZANO-FRANCISCO (1997) apresentou dissertação em que são descritas e figuradas profusamente 173 espécies de bivalves pliocénicos de Estepona (jazidas de Padrón, Velerín, Velerín-carretera, Parque Antena, Guadalmanza, Bizcornil) e Vélez Málaga. Por sua vez, LOZANO FRANCISCO *et al.* (1993) identificam 19 espécies de bivalves da ordem ARCOIDA e LOZANO-FRANCISCO *et al.* (1995) discutem a sinonímia entre *Limopsis (Pectunculina) aradassi* (TESTA, 1842) e *L. (P.) anomala* (EICHWALD, 1830). VERA-PELÁEZ *et al.* (1995: 96–97; 99–102) apresentam uma panorâmica da malacofauna de Málaga, apontando a identificação de 168 espécies de bivalves, indicando a sua repartição por famílias e um quadro sinóptico da sua distribuição e abundância por jazida. Outros artigos e resumos de comunicações possuem dados interessantes, nomeadamente quanto à diversidade de espécies bivalves já identificadas em diversas jazidas malaguenhas [e.g. GUERRA-MERCHÁN *et al.* (1996); LOZANO-FRANCISCO *et al.* (2003a, 2003b)]. Também AGUIRRE & MÉNDEZ-CHAZARRA (2010) apresentaram um estudo tafonómico sobre concentrações fósseis da Bacia de Almayate, em contexto de plataforma carbonatada temperada com leve acarreo terrígeno (AGUIRRE, 2000: 438; AGUIRRE & MÉNDEZ-CHAZARRA, 2010: 150), em que as entidades consistem, sobretudo, em bivalves (e.g. *Chlamys* RÖDING, 1798; *Hippochaeta* SANGIOVANNI, 1884 e *Aequipecten* FISHER, 1886).

Em relação ao Pliocénico de Huelva, um dos primeiros estudos que referem bivalves é a “Reseña geológica de la provincia de Huelva” (1878) de Joaquín Gonzalo y Tarín (1837-1910), parte integrante do tomo V do *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*. Este engenheiro de minas trata do Pliocénico entre as págs. 81 e 89, referindo-se, de quando em vez, a

²¹ Esta paginação da dissertação de Lozano-Francisco refere-se à versão digital, cuja paginação é diferente da versão em suporte de papel.

bivalves. Termina com uma listagem de fósseis e respetivas jazidas (e.g. Niebla, Lucena, Huelva, Trigueros), onde constam 17 bivalves (GONZALO y TARÍN, 1878: 89). Em 1887, em “Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva. Descripción geológica. Estratigrafía” publicado em *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, o mesmo autor atualiza o anterior trabalho sobre o Pliocénico (pág. 562–576), acrescentando uma listagem sinóptica mais extensa, com foraminíferos, mas em que constam os mesmos 17 taxa de bivalves e jazidas da obra anterior (GONZALO y TARÍN, 1887: 575).

No ano de 1892, foi publicada em *Actas de la Sociedad Española de Historia Natural*, uma pequena nota de Francisco de las Barras de Aragón (1869-1955), a propósito da sua visita ao Pliocénico de Huelva, nomeadamente a Cabezos de San Pedro e a um outro afloramento situado por detrás do Hotel Colón (BARRAS de ARAGÓN, 1892: 154). O autor lista *Arca diluvii* e *Cytherea islandicoides* coletadas na “marga azul” e, nas “areniscas marillas”, *Ostrea digitalina*, *O. lamelosa*, *Pecten cristatus* e *P. varius* (BARRAS de ARAGÓN, *op. cit.*: 154–155). Nesta mesma publicação, em 1895 e 1897, de Salvador Calderón y Arana (1851-1911), surgem notas curtas sobre fósseis de Bollullos del Condado (Huelva), nas quais são mencionados os bivalves *Ostrea cochlear*, *Pecten aduncus*, *Lima inflata*, *Modiola barbata*, *Clavagella bacillaris*, *Arca barbata*, *Pectunculus* sp., *Glycimeris faujasi*, *Cardium* sp., *Cytherea* sp., *Corbula gibba*, *Tellina compressa* e *T. planata* (CALDERÓN, 1896: 70) e referências a exemplos de bivalves, em nota de rodapé, existentes nas argilas pliocénicas da bacia do Guadalquivir (CALDERÓN, 1895: 5) e ainda a foraminíferos, retirados de sedimentos contidos no interior de um *Pecten cristatus* (CALDERÓN, 1893: 32). Em 1899, Barras de Aragón publica *Apuntes para una descripción geológico mineralógica de la provincia de Sevilla*, dando também lugar às suas considerações sobre o Pliocénico (pág. 260–277). Ao longo do texto refere várias localidades com a “marga azul”, incluídas na bacia do Guadalquivir. Menciona os bivalves pliocénicos existentes, nomeadamente nas coleções universitárias de Sevilha, em coleções privadas ou observados em afloramentos com Pliocénico (e.g. BARRAS de ARAGÓN, 1899: 263, 264, 266, 269, 270, 271, 272).

No *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*²², do ano de 1902, na página 94, existem referências a bivalves pliocénicos de Moguer (e.g. *Pinna*, *Ostrea*, *Lucina*, *Chlamys* e *Corbula*) recolhidos pelo jurista Julio del Mazo y Franza (?-?) e identificados pelo militar Manuel de Miquel y Irizar (?-?), durante uma sessão da sociedade (MAZO, 1902).

Das décadas de 40 a 70 do Séc. XX surgiriam vários estudos que fariam menção aos bivalves pliocénicos (CIVIS *et al.*, 1987: 12–14). Não obstante, o conhecimento mais

²² Nery Delgado consta da lista de sócios correspondentes da *Real Sociedad Española de Historia Natural* e El-Rei D. Carlos de Bragança como sócio protetor. D. Carlos já não consta do tomo de 1909, com comunicação do seu falecimento na pág. 47. O tomo de 1908, relata, na pág. 36, o falecimento em 1907, do sócio numerário (desde 1872) José Vicente Barboza du Bocage. O tomo de 1910, relata o falecimento de Nery Delgado na pág. 38.

aprofundado dos bivalves pliocénicos da região de Huelva deve-se a um conjunto de trabalhos encabeçados por geólogos da Universidade de Salamanca (e.g. GONZÁLEZ-DELGADO, 1979; PORTA, 1979; ANDRÉS, 1982, 1983, 1984, 1985, 1987, 1989; ANDRÉS & PORTA, 1987; RICO-GARCÍA, 2008). Das coleções desta universidade é publicado, em 1984, catálogo dos moluscos pliocénicos de Huelva, constando os bivalves das pág. 19 e 27, provenientes de Camino Cruz, Casa del pino, Curva de las viñas, Bonares Km. 8, Bonares Km. 8-b e Autovía de Niebla, entre outros afloramentos (GONZÁLEZ-DELGADO *et al.*, 1984).

Dos restantes estudos, destacam-se: GONZÁLEZ-DELGADO (1979), com tese sobre o *Estudio de los Bivalvia del Neógeno de Niebla (Huelva)*, ANDRÉS (1982), com dissertação intitulada *Estudio malacológico (Clase Bivalvia) en el Plioceno marino de Bonares (Huelva)*, ANDRÉS (1983), com *Los Veneridae (Bivalvia) en el Plioceno de Bonares* e ANDRÉS (1985), com *Los Tellinacea (Bivalvia) en el Plioceno de Bonares (Huelva)*. Neste estudo descreve 16 espécies de Tellinacea [i.e. *Tellina (Arcopagia) corbis*, *T. (Laciolina) incarnata*, *T. (Oudardia) compressa*, *T. (Peronaea) planata*, *T. (Peronidia) bipartita*, *T. (Tellinella) distorta*, *Macoma (Psammacoma) elliptica*, *Gastrana fragilis*, *Leporimetis lacunosa*, *Donax (Cuneus) cf. venustus*, *Gari (Psammobia) fervensis*, *Abra (Syndosmya) alba*, *A. (S.) prismatica*, *Solecortus scopulus*, *Azorinus (A.) chamasolen* e *Pharus legumen*], incluindo também dados tafonómicos, cronoestratigráficos e batimétricos.

ANDRÉS (1986), em *Aportaciones a la Paleoecología de los moluscos del Plioceno marino de Huelva*, dá ênfase a aspetos tafonómicos e paleoecológicos, sendo que os taxa de bivalves estudados se encontram listados em quadro sinóptico (pág. 8–9). ANDRÉS (1987), em *Los Heterodonta (Bivalvia) en el Plioceno marino de Bonares (Huelva)*, estuda 28 espécies de heterodontes (e.g. *Myrtea spinifera*, *Lucinella divaricata*, *Diplodonta rotundata*, *Acanthocardia paucicostata*, *Spisula subtruncata* e *Corbula gibba*), descritos entre as pág. 88 e 136 e ilustrados em cinco estampas. Na mesma linha de trabalho, ANDRÉS (1989) apresenta ainda o *Estudio sistemático de los bivalvos Palaeotaxodonta y Pteriomorphia (Arcoïda, Mytiloïda) del Plioceno de Bonares (Huelva, España)*, com descrição de 10 espécies (e.g. *Nuculana pella*, *N. fragilis*, *Nucula nucleus*, *Glycymeris insubrica*, *G. bimaculata*, *Arca tetragona*, *Barbatia mytiloides*) com figurações em duas estampas. ANDRÉS & PORTA (1987) apresentaram dados sobre a distribuição dos pectinídeos no Neogénico de Huelva, fazendo referência aos espécimes pliocénicos.

Por sua vez, CASTANO, CIVIS & GONZÁLEZ-DELGADO (1988) ocuparam-se do estudo dos moluscos pliocénicos de La Palma del Condado e Moguer, contabilizando 68 espécies de bivalves na primeira jazida e 71 na segunda. A significativa concentração *port-mortem* de valvas desarticuladas levou os autores a concluir que se trataria de casos de remobilização pós-tempestade. MAYORAL & REGUANT (1995) publicaram um artigo, de índole paleoecológica e tafonómica, especialmente focado no bivalve *Glycymeris insubrica* BROCCHI, 1814, no qual

definiram oito tipos de paleocomunidades, baseadas na abundância relativa de *Glycymeris*, *Corbula*, *Lucina*, *Acanthocardia*, *Venus*, *Spisula*, *Ostrea* e *Neopycnodonte* e segundo critérios de SCOTT (1976), tendo em conta associações faunísticas e relações tróficas. Também AGUIRRE (1998b) descreveu uma bioconstrução de *Saccostrea cucullata* [sic] BORN, 1778 que se preservou *in situ* em depósitos do Pliocénico superior, gerados em lagoa costeira ou baía interdistributária com um delta, em Puerto Real.

No trabalho de RICO-GARCÍA (2008), sobre pectinídeos, foram identificadas, nas três unidades pliocénicas definidas para a bacia de Vejer, 13 espécies (i.e. *Aequipecten scabrellus*, *A. opercularis*, *Chlamys multistriata*, *C. varia*, *Flexopecten flexuosus*, *Hinnites crispus*, *H. ercolianus*, *Macrochlamys latissima*, *Manupecten pesfelis*, *Palliolum excisum*, *Pecten jacobaeus*, *P. benedictus* e *P. maximus*) descritas, com dados biométricos, com sinonímia e figuração (pág. 103–132). LOZANO-FRANCISCO & LANDAU (1999) descreveram três novas espécies no Pliocénico de Huelva: *Donax (D.) triangula*, *Callista (C.) veri* e *Donax (Chion) garciai*. BELAÚSTEGUI & MUÑIZ (2016) apresentaram um estudo sobre icnologia da área de Lepe (Huelva), que faz menção a bivalves pliocénicos preservados nas unidades 5 a 8 da sucessão estudada [e.g. unid. 5: *Nuculana (Lembulus) emarginatus*, *Azorinus chamasolen miocaenicus*, *Chamalea dertoparva*, *Megacardita jouanneti*; unid. 6: *Glycymeris* sp., *Nucula (N.) nucleus*, *Tellina* sp., *Donax* sp., *Crassostrea* sp., *Mytilus edulis*, *Mytilus* sp., *N. (L.) pella*, *Pholas* sp; unid. 7: *Tellina (Peronidia) planate* [sic], *Tellina* sp., *Donax* sp., *Venus* sp., *Tugonia (Tugonia) anatina*] (BELAÚSTEGUI & MUÑIZ, 2016: 132).

Em relação aos estudos mais diretamente ligados aos bivalves das bacias neogénicas norte-africanas com Pliocénico marinho, situadas nos territórios da Argélia e Marrocos, salientam-se os trabalhos de geólogos franceses e a escola que criaram nestes países.

No que respeita aos bivalves pliocénicos do território argelino refira-se, na senda dos trabalhos estratigráficos de Auguste Nicolas Pomel (1821-1898), o estudo de FICHEUR²³ (1890) que estabelece um primeiro inventário da fauna “saheliana” argelina (FICHEUR, 1890: 382–383), onde se incluíam entidades faunísticas miocénicas e pliocénicas. Este trabalho, como atesta o próprio, resultou da sua companhia de cartografia na região de Cabília (*op. cit.*, 1890: 6):

J'ai été chargé par MM. Pomel et Pouyanne²⁴, Directeurs du Service Géologique de l'Algérie, de reprendre et de poursuivre ces études, en vue d'établir la carte Géologique de la Kabylie. Ce travail, commencé en Mars 1884, a été terminé pour la partie principale en Octobre 1886. Les divisions stratigraphiques, que j'ai reconnues, et que je me propose de décrire dans ce mémoire, étaient définitivement fixées à cette époque.

WELSCH²⁵ (1888) e DALLONI²⁶ (1915, 1933) atribuíam parte desta fauna ao Pliocénico, já os estudos de BRIVES²⁷ (1894: 24–25, 1897a, 1897b) atribuem à fauna marinha do “Saheliano” (Fig. 4.10) um cunho exclusivamente Miocénico (SATUR, 2012: 11). Por outro lado, os bivalves atribuídos por Ficheur ao Pliocénico “recente” incluem: *Anomia ephippium*, *Ostrea lamellosa*, *Pecten opercularis*, *P. scabrellus*, *P. cristatus*, *P. complanatus*, *Pectunculus violacescens*, *Venus verrucosa* e *Solecurtus* sp. (FICHEUR, 1890: 394–395). Consulte-se, por exemplo, em DALLONI (1915: 448–453) o rol de bivalves atribuídos ao Placenciano e Astiano.

Outros trabalhos abrangeram bivalves pliocénicos²⁸ e trouxeram mais dados, nomeadamente no campo da estratigrafia (e.g. PERRODON, 1957) e paleoecologia (e.g. SATOUR, 2012). Em SATOUR *et al.* (2013) é possível consultar, além das conclusões de índole tafonómica, paleoecológica e paleoambiental, um inventário sistemático dos bivalves pliocénicos que ocorrem no centro (17 espécies inclusas nas famílias Arcidae, Pectinidae, Anomiidae, Gryphaeidae, Ostreidae, Cardiidae, Tellinidae e Veneridae) e margem noroeste da Bacia de Chelif (10 espécies inclusas nas famílias Pectinidae e Ostreidae).

²³ Louis Emile Ficheur (1854-1923)

²⁴ Justin Pouyanne (1835-1901)

²⁵ Jules-Augustin-Hippolyte Welsch (1858-1929)

²⁶ Marius-Gustave Dalloni (1880-1959)

²⁷ Abel Brives (1868-1928)

²⁸ Grande parte dos trabalhos das últimas décadas referem-se exclusivamente a bivalves tortonianos ou messinianos, pelo que não são aqui referidos.

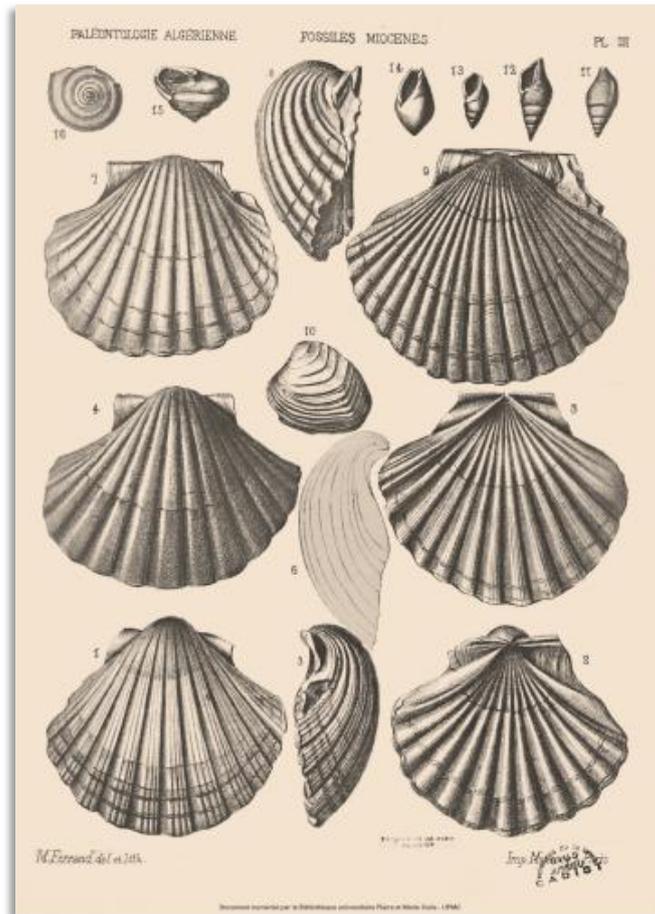


Figura 4.10 – Fac-símile da estampa III in BRIVES, 1897b.

No território marroquino destacam-se estudos de CHAVAN (1944, 1952) sobre o “Saheliano”, dos quais o segundo foca alguns bivalves pliocénicos (e.g. *Lissochlamys excisa*, *Pecten planomedi*, *P. planarie*, *Saxostrea forskali*). BEN MOUSSA (1994), dedica um estudo de índole bioestratigráfica, paleogeográfica e paleoecológica aos bivalves neogénicos²⁹ do norte de Marrocos (fachadas atlântica e mediterrânica). Também em CIVIS *et al.* (1997), alude-se a bivalves da Bacia de Bou Regreg (e.g. *Pelecycora brocchii*, *Plagiocardium papillosum*, *Palliolum excisum*, *Chlamys pesfelis*, *Amussium cristatum*, *Glycymeris insubricus*). GONZÁLEZ-DELGADO, CÍVIS & ANDRÉS (1999) focam as comunidades bentónicas de Plioceno inferior de Oued Arjat (Bacia de Bou Regreg), em que os bivalves ascendem a 67 espécies (tab. pág. 90), parcialmente figuradas (i.e. *Chamelea lamellosa*, *Corbula gibba*, *Abra prismatica*, *Pitar rudis*, *Nuculana fragilis*, *N. pella*) na est. 2. Por fim, NÉRAUDEAU & MASROUR (2008: 216), em síntese dos equinídeos neogénicos da costa atlântica marroquina, referem *Pecten benedictus*, *Chlamys multistriata* e *Ostrea lamellosa* em sedimentos pliocénicos.

²⁹ O inclui também bivalves do Tortoniano e Messiniano, trata-se de uma reprodução de uma *Thèse d'État* datada de 1991.

Na região de East Anglia, o *Crag* britânico individualizado por Edward Charlesworth em 1835 é constituído pelas Formações de *Coralline Crag*, *Red Crag* e *Mammiliferous Crag* (*Norwich Crag* sensu LYELL, 1839). Os fundamentos, desta proposta, podem ser lidos em CHARLESWORTH, 1835: 81–94). Sublinhe-se que esta comunicação foi também efetuada oralmente, perante a *Geological Society*, em 27 de maio de 1835. Neste documento são feitas alusões aos bivalves coletados em vários afloramentos do *Crag*. A título de mero exemplo, nas pág. 84-85, são feitas referências relativas ao *Coralline Crag*:

The following are among some of the most abundant genera: Pectunculus, Cyprina, Cytherea, Astarte, Venericardia, Ostrea, and Pecten.

De qualquer modo, pese o facto de atualmente apenas a Formação de *Coralline Crag* ser considerada inteiramente pliocénica, segundo o critério que estabelecemos, daremos importância às obras clássicas sobre o *Crag*, apenas no que concerne aos bivalves, sem excluirmos algumas obras com base em datação não consentânea com a aceite atualmente. As discussões, em torno das Formações do *Crag*, em pleno Séc. XIX (Fig. 4.11), podem ser seguidas em vários artigos e comunicações (e.g. CHARLESWORTH, 1838: 40–43; LYELL 1839: 323–330; PRESTWICH³⁰, 1868a, 1868b, 1870, 1871a, 1871b, 1871c).

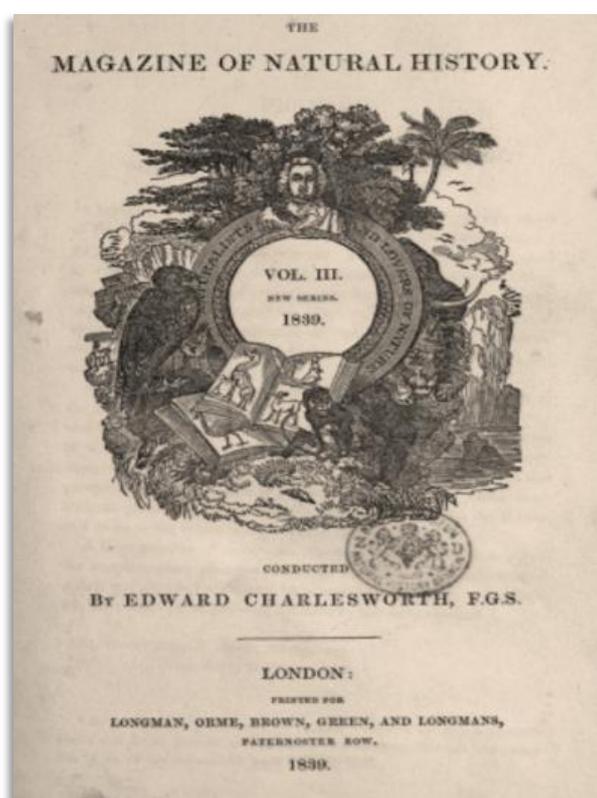


Figura 4.11 – Fac-símile de frontispício do volume de 1839, do *The Magazine of Natural History*, onde constam os artigos de Lyell e Charlesworth relativos às diferentes formações do *Crag*.

³⁰ Joseph Prestwich (1812-1896).

A primeira publicação sobre os fósseis do *Red Crag* terá sido efetuada por Samuel Dale (1659-1739), numa carta de resposta a Edward Lhwyd (1660-1709), publicada no *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, em 1705, onde Dale descreve *Harwich Cliff* e lista 28 fósseis por si identificados, onde inclui alguns bivalves (e.g. *Pecten minor fossilis unica aurita*, *Pectunculus fossilis fere circinatus Strijs tenuibus, valvis per ginglymon connexis*, *Pectunculus fossilis crassus rostro acuto Strijs majoribus*) (DALE: 1705: 1577–1578). Mais tarde, em 1730, publicaria *The history and antiquities of Harwich and Dovercourt: topographical, dynastical and political. First collected by Silas Taylor alias Domville, gent. Keeper of the King's Stores there; and now much enlarged in all its parts with notes and observations relating to natural history. Illustrated with many Copper Plates representing the Cliff itself, the Fossils contained therein, and other Principal Things*, com segunda edição em 1732 (HARMER, 1909: 86; MORRIS, 1974: 122). No entanto, segundo (MORRIS, 1974: 123), Dale atribui as fundações do seu trabalho a um manuscrito de Silas Taylor (1624-1678):

In the preface Dale stated that the foundations of the book were laid by Silas Taylor about the year 1676. Captain Taylor, who had been an officer in the Roundhead army during the civil war, died at Harwich in 1678, and his manuscript passed to Dale who began to edit it with a view to publication.

Este facto confirma-se em DALE, 1730: i-ii. No entanto, a partir da pág. 257 começa o *Appendix* de sua autoria. Na pág. 290 surge a descrição dos fósseis de bivalves (Fig. 4.12) (DALE, 1730: 290–295).

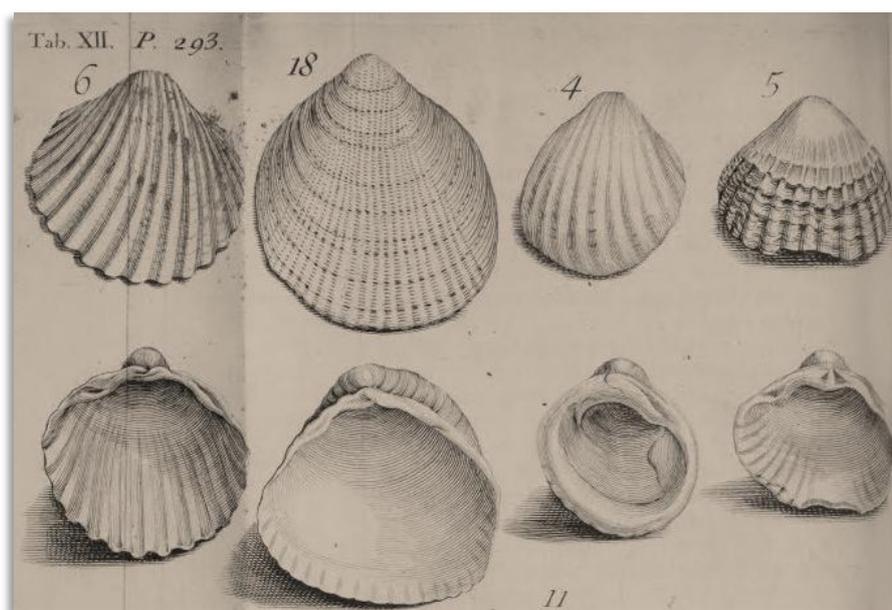


Figura 4.12 – Fac-símile de parte da estampa XII in DALE, 1730: 293.

Com James Sowerby (1757-1822) e seus filhos, foi publicado *The mineral conchology of Great Britain; or, Coloured figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells, which have been preserved at various times and depths in the earth*, em 7 volumes entre 1812 e 1846, onde constam algumas ilustrações de fósseis de bivalves do *Crag* (e.g. SOWERBY, 1812: 58, est. XXI).

William Smith (1769-1839), em 1816, publicou a primeira de quatro partes de *Strata Identified by Organized Fossils*. Os bivalves do *Crag*: *Pectunculus* LAMARCK., *Cardium* LINNAEUS e *Mya lata* J. SOWERBY 1815, foram figurados através de ilustrações de Sowerby (SMITH, 1816: est. III). SMITH (1816: 5) refere-se ao *Crag* como:

[...] a local term for shells mixed with sand, overlaying the Chalk, in the counties of Norfolk and Suffolk.

Em 1833, Samuel Woodward publica *An Outline of the Geology of Norfolk*, obra na qual, em tabelas sistemáticas, apresenta bivalves³¹ recoletados no *Crag* (WOODWARD: 43–44). Inclusas na est. II apresenta figuras dos bivalves: *Mya subovata*, *M. subtruncata*, *Maetra Listeri* ?, *M. magna*, *M. triangularis*, *M. cuneata* SOWERBY, *Tellina ovalis*, *T. praetenuis* LEATHES, *T. solidula* LINNAEUS, *Astarte plana* SOWERBY, *A. ovalis*, *A. antiquata* LEATHES, *A. angulata*, *Cardium Parkinsoni*, *C. obliquum* e *Mytilus antiquorum* SOWERBY. Em LYELL (1839) o autor apresentou considerações, de caráter cronológico e paleoecológico, em função da fauna bivalve dos *Crag*. O artigo tem uma tabela com *taxa* de bivalves, conhecidos para os *Coralline Crag* e *Red Crag*, entre as pág. 327 e 328.

Em 1843, da autoria de John Morris (1810-1886), surge *A Catalogue of British Fossils*³², sem inclusão de quaisquer estampas. Neste catálogo Morris aborda os bivalves, sustentado nas propostas de classificação de Lamarck e organiza a sua síntese em CONCHIFERA DIMYARIA (MORRIS, 1843: 77–105), CONCHIFERA MONOMYARIA (MORRIS, 1843: 105–118) e RUDISTAS (MORRIS, 1843: 118). Optámos por transcrever, para efeitos de conhecimento histórico, a lista de espécies de bivalves, conhecidas à época, para os *Crag* mantendo a ordem alfabética e a taxonomia adoptada. Em MORRIS (1843), nas páginas referentes aos CONCHIFERA podem ser encontradas referências a bivalves das Formações de *Coralline Crag* (i.e. DYMIARIA: *Agina purpurea*, *Amphidesma album*, *A. prismaticum*, *Arca noae*, *Artemis sinuata*, *Astarte bipartita*, *A. gracilis*, *A. mutabilis*, *A. nitida*, *A. oblonga*, *A. pygmaea*, *Cardium elongatum*, *Corbula* ? *granulata*, *Cyprina rustica*, *C. vulgaris*, *Dosina turgida*, *Gastrochaena pholadia*, *Isocardia Cor*, *Kellia dubia*, *K. suborbicularis*, *Lucina digitaris*, *L. dilatata*, *L. radula*, *L.*

³¹ Todas as espécies mencionadas, sem autor atribuído, foram assinaladas como *nobis* por Woodward, nesta publicação de 1833.

³² Daniel Sharpe (1806-1856) consta da lista de individualidades às quais o autor presta agradecimentos (MORRIS, 1843: vi).

rotundata, *Lutraria elliptica*, *Maetra arcuata*, *Modiola discors*, *Montacuta ovata*, *M. substriata*, *Naearea sulcata*, *Nucula laevigata*, *N. nucleus*, *N. pygmaea*, *N. semistriata*, *N. trigonula*, *Pandora margaritacea*, *Panopaea Ipsviciensis*, *Pectunculus pilosus*, *P. pygmaeus*, *P. sublaevigatus*, *Pholas papyracea*, *Pleurodon ovalis*, *Psammobia Feroensis*, *P. florida*, *P. scopula*, *P. vespertina*, *Saxicavata rugosa*, *Sphenia Binghami*, *Tellina donacina*, *T. obliqua*, *Teredo navalis*, *Venericardia chamaeformis*, *V. senilis*; MONOMYARIA: *Hinnus dubuissoni*, *Lima exilis*, *L. fragilis*, *L. oblonga*, *L. plicatula*, *Limatula ovata*, *L. subauriculata*, *Pecten complanatus*, *P. Princeps*, *P. striatus*, *P. tumidus*); Formação de *Red Crag* (i.e. DYMIARIA: *Arca lactanea*, *Artemis lentiformis*, *A. sinuata*, *Astarte obliquata*, *A. oblonga*, *Cardium angustatum*, *C. edule*, *C. groenlandicum*, *C. Parkinsoni*, *Corbula complanata*, *C. nucleus*, *Cyprina rustica*, *Dosina fasciata*, *D. imbricata*, *D. turgida*, *Glycimeris vagina*, *Isocardia Cor*, *Kellia dubia*, *Lucina dilatata*, *L. radula*, *L. rotundata*, *Lutraria compressa*, *L. elliptica*, *Maetra arcuata*, *M. deaurata*, *M. glauca*, *M. solida*, *M. stultorum*, *M. subtruncata*, *Mytilus edulis*, *Nucula laevigata*, *N. lanceolata*, *N. minuta*, *N. nucleus*, *Pandora margaritacea*, *Panopaea gentilis*, *P. norvegica*, *Pectunculus subobliquus*, *Pholas candida*, *P. cylindrica*, *P. lata*, *Pullastra virginea*, *Saxicavata rugosa*, *Tellina benedenii*, *T. calcarea*, *T. crassa*, *Thracia pubescens*, *Venericardia corbis*, *V. orbicularis*, *V. scalaris*, *V. senilis*, *Venerupis irus*, *Venus ovata*; MONOMYARIA: *Lima exilis*, *L. fragilis*, *Pecten gracilis*, *P. grandis*, *P. opercularis*, *P. striatus*) e *Mammiliferous Crag* (i.e. DYMIARIA: *Amphidesma album*, *Astarte borealis*, *A. compressa*, *A. oblonga*, *Cardium edule*, *Corbula nucleus*, *Cyprina vulgaris*, *Donax trunculus*, *Dosina fasciata*, *Lucina divaricata*, *L. radula*, *Lutraria compressa*, *Maetra arcuata*, *M. solida*, *M. stultorum*, *M. subtruncata*, *Modiola vulgaris*, *Mya arenaria*, *Mytilus antiquorum*, *M. edulis*, *Nucula Coboldiae*, *N. oblongoides*, *N. tenuis*, *Pectunculus pilosus*, *Psammobia solidula*, *Saxicavata rugosa*, *Solen siliqua*, *Tellina calcarea*, *T. crassa*, *T. fabula*, *T. obliqua*, *T. ovata*, *T. praetenuis*, *Venericardia corbis*; MONOMYARIA: *Pecten obsoletus*, *P. opercularis*)

Este rol de bivalves do *Crag* teria um maior desenvolvimento na publicação clássica de Searles Valentine Wood (1798-1880): *A monograph of the Crag Mollusca: with descriptions of shells from the upper Tertiaries of the British Isles*. Ao tempo, o *Coralline Crag* era entendido como sendo Miocénico, o *Red Crag* como Pliocénico e o *Mammaliferous Crag* como Plistocénico (WOOD, 1846). Entre 1851 e 1860, publicam-se pela *Paleontographical Society*³³, as partes correspondentes aos bivalves do *Crag*, sempre em numeração contínua, com um total de 341 páginas e 31 estampas (Fig. 4.13), das quais, a última respeitante a uma adenda de Wood, contém também gastrópodes. Os volumes suplementares 3 e 4 são, em parte, dedicados aos bivalves, para além de gastrópodes, escafópodes e braquiópodes. Em adenda, existem mais inclusões de BIVALVIA. Nos suplementos, os conteúdos referentes a bivalves encontram-se em:

³³ A Comissão Geológica do Reino consta, à época, da lista de membros da *Paleontographical Society*.

WOOD (1872-74: 99–166, 2 est.) e WOOD (1879: 41–49, 1 est.). Além destes suplementos, publicados pelo próprio Wood, existe outro publicado por seu filho, Searles Valentine Wood (1830-1884) em 1882.

Alfred Bell (1835-1925)³⁴ publicou alguns trabalhos onde faz referência a bivalves dos Crag britânicos. A título de exemplo em BELL (1870: 216–217) são referidas novas ocorrências de bivalves para os Crag (i.e. *Ostrea cristata* BRONN, *Ostrea cochlear* POLI, *Pecten westendorpianus* NYST, *Cardita borealis* CONRAD, *Tapes pullastra*, *Neoera artica* SARS, *Pholas dactylus* LINNAEUS, *Toxopneustes drobachiensis* MÜLLER).

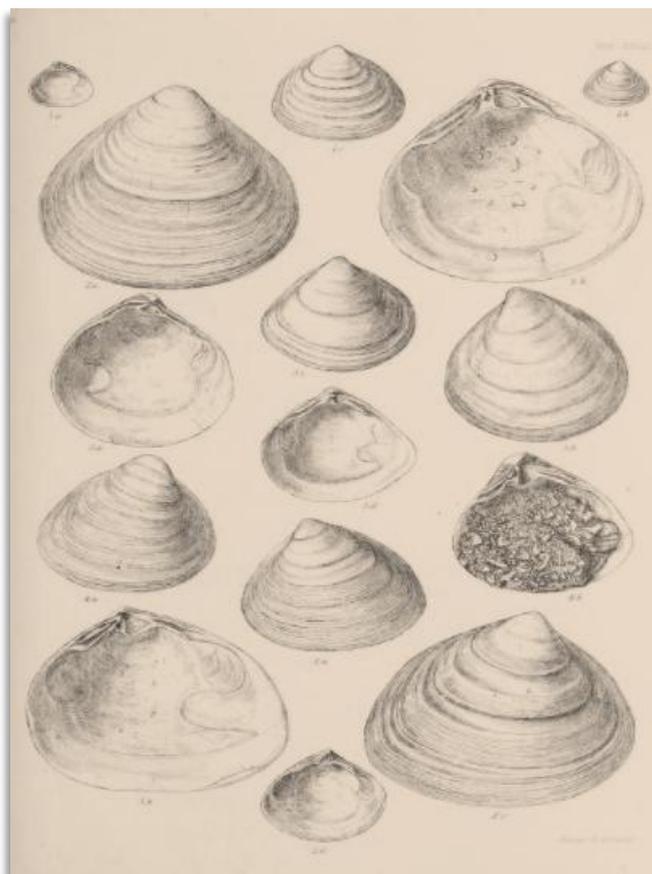


Figura 4.13 – Fac-símile de estampa XXIII in WOOD, 1851-1860.

Em 1890, Clement Reid (1853-1916) publica *The Pliocene deposits of Britain*, onde pormenoriza a evolução do conhecimento sobre este intervalo estratigráfico até à penúltima década do Séc. XIX, no sentido que à época era admitido em Inglaterra, fazendo, também, referências diversas aos bivalves de East Anglia e St. Erth (e.g. REID, 1890: 30, 32, 63, 86, 103, 107, est. II–IV). *The Pliocene Mollusca of Great Britain: being supplementary to S.V. Wood's Monograph of the Crag Mollusca*, da autoria de Frederic William Harmer (1835-1923), trouxe

³⁴ A. Bell também publicou em conjunto com o seu irmão R. Bell (e.g. BELL, A & BELL, R. 1871. The English Crag, and their Stratigraphical Divisions indicated by their Invertebrate Fauna. *Geological Magazine*, 8 (84): 256–263.

novas atualizações ao elenco sistemático dos moluscos citados para o *Crag*, embora incidindo sobretudo nos GASTROPODA e restringido-se a bivalves dulciaquícolas³⁵. Este trabalho em dois volumes também está disponível, sob a forma de fascículos, na *Paleontographical society* em paginação sequencial. Refira-se que, no vol. 72, Harmer ensaia considerações sobre o *Crag* e nomeia, por vezes, bivalves marinhos como suporte das suas conclusões, para além de apresentar mapas de distribuição (e.g. HARMER, 1918-1920: 491, 497) e atualizar o quadro de correlação (HARMER, *op. cit.*: 488) em relação ao que apresentara anteriormente (HARMER, 1913-1914: 5), discorrendo sobre a similaridade entre o *Crag* e depósitos contemporâneos da Bélgica e Holanda (e.g. HARMER, *op. cit.*: 486–488; 492–494). Neste texto vale-se, em parte, de alguns dos seus trabalhos prévios [e.g. *Quarterly Journal of the Geological Society* (HARMER: 1896: 758–776, 1898: 308–366, 1900: 705–743); *Proceedings of the Geologists' Association* (HARMER, 1902: 416–451, 1909: 86–102) e *Bulletin de la Société Belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie* (HARMER, 1905: 322–328)]. Leia-se, a título de exemplo, HARMER (1909: 86):

The visits to East Anglia had for their principal object the examination of the Pliocene and Pleistocene strata for which it offers special and, as to the former, unique opportunities. [...] A brief reference to deposits of similar age in adjoining regions, however, seems desirable, particularly to those of Belgium and Holland, the study of which has thrown much light on the later Tertiary history of our own country [sublinhado nosso].

Além de Harmer, outros autores já tinham procedido à discussão centrada na eventual relação entre os depósitos dos *Crag* britânico e belga (e.g. WOOD, 1848-50; DUMONT, 1851a, 1851b; LYELL, 1852; LANKESTER 1864a, 1864b, 1867; GODWIN-AUSTEN³⁶, 1866).

³⁵ Harmer tinha, juntamente com A. Bell, o propósito de realizar uma monografia sobre os BIVALVIA do *Crag*, mas a idade do autor tolheu a possibilidade de dar andamento ao projeto. As notas de Harmer ficaram sob a forma manuscrita, incluindo propostas de novas espécies (e.g. *Cardita incerta*) (MARKHAM, 2007: 18).

³⁶ Henry Haversham Godwin-Austen (1834-1923).

Entretanto, na margem mais meridional da Bacia do Mar do Norte, os estudos históricos do Pliocénico da Bélgica confundem-se com os estudos relativos ao seu Neogénico, como é apanágio dos trabalhos geológicos clássicos relativos às bacias com Neogénico da Europa. Em consequência dos estudos efetuados no Séc. XIX, considerava-se que o Pliocénico da Bélgica estava dividido, na nomenclatura de André Hubert Dumont (1809-1857), em *Système Scaldesien* (D'OMALIUS D'HALLOY & DUMONT, 1849: 544; DUMONT, 1851a: 182) e *Système Diestien* (DUMONT, 1839: 466). Para uma atualização do significado cronoestratigráfico destes, e de outros termos relativos ao neogénico belga, remetemos para a leitura de LAGA & LOUWYE (2006). Em relação aos bivalves do território belga, tidos como pliocénicos, os primeiros trabalhos mais importantes a referir serão os de Henri-Pierre Nyst (1813-1880) que, muito jovem, durante os tempos conturbados da independência belga, ao tempo integrada no Reino Unido dos Países-Baixos, se tinha interessado pela paleontologia, como se atesta em DUPONT (1882: 10):

La révolution de 1830 avait eu lieu. [...] Après le bombardement des docks, Gérard, l'un des membres de la Société, se rendit dans cette ville accompagnée du jeune Nyst pour juger de visu des désastres et de l'aspect d'une cité qui avait subi pareille épreuve. De nombreux exemplaires de la Cyprina tumida, dans les tranchées et barricades faites par la population, frappent les yeux, du futur paléontologiste et sont recueillis avec ardeur pour être rapportés.

Entretanto, no início da década de 30 de oitocentos, M. de la Jonkaire publicava, nas *Mémoires de la Société d'histoire naturelle de Paris*, “Notice géologique sur les environs d'Anvers” e “Note sur le genre *Astarte* Sowerby (Crassine Lamk)” (Fig. 4.14). No primeiro referiu-se a bivalves, incluindo espécies por identificar e descrever [e.g. *Pecten plebeius*, *P.* sp. nov. (quatro espécies) *Pectunculus pulvinatus*, *P. mummiiformis*, *Astarte obliquata?*, (*A.* sp. nov. quatro ou cinco espécies), *Isocardia cor*, *Lucina circinnata*, *Cyprina islandicoides*, *Venus* sp. nov. (duas espécies)] (DE LA JONKAIRE, 1832a: 114–115). No segundo propôs novas espécies a partir de fósseis recolhidos na região de Anvers (i.e. *Astarte omalii*, *A. corbuloides*, *A. basterotii*, *A. burtinea*) (DE LA JONKAIRE, 1832b: 129–130, est. VI).

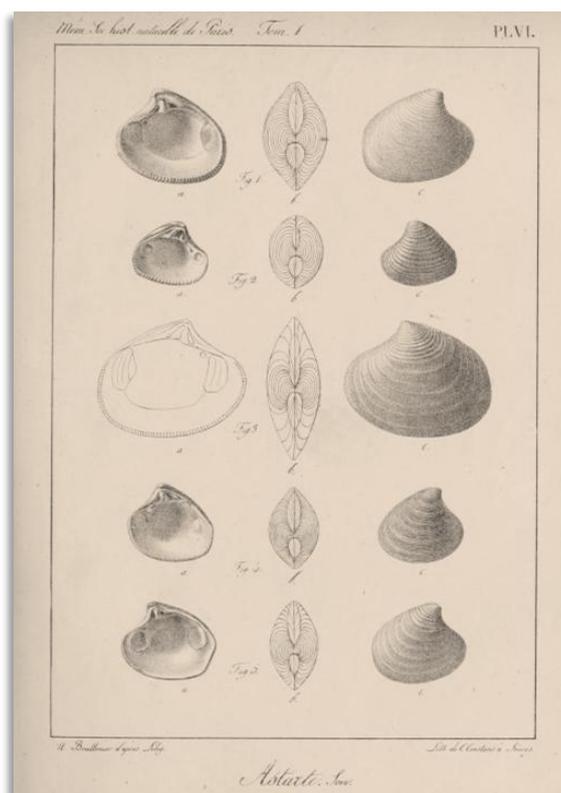


Figura 4.14 – Fac-símile da estampa VI in DE LA JONKAIRE, 1832b.

Nesta descrição incluiremos fundamentalmente, por razões históricas, os trabalhos de Nyst sobre os bivalves recolhidos em jazidas que, à data, eram consideradas pliocénicas. Em NYST (1835a: 235–236) é descrito um mitilídeo, proveniente de Anvers, designado como *Mytilus cochleatus* KICKX. Segue-se uma publicação sobre os fósseis da região de Anvers, na qual descreve bivalves, em grande parte da sua coleção pessoal, que considerou como novas espécies ou variedades (e.g. *Corbula bicostata*, *C. planulata*, *Lucina curviradiata*, *Axinus unicariatus*, *Astarte galeotti*, *A. Kickxii*, *A. nystiana*, *Tellina donaciformis*, *T. astartea*, *Cyprina tumida*, *Cytherea cycladiformis*, *C. trigona*, *Venus lupinoides*, *Isocardia lunulata*, *Cucullaea pusilla*, *Nucula nitida*, *N. Deshayesiana*, *Pecten gerardii*, *Ostrea ungulata*) (NYST, 1835b:1–21) e figurou em cinco estampas da autoria de Henri-Guillaume Galeotti (1814-1858). NYST & WESTENDORP³⁷ (1839) atualizam as espécies que, entretanto, tinham sido encontradas na região de Anvers, no *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences et des Beaux-Lettres de Bruxelles*, onde consideraram como novas espécies, os bivalves *Solen genuis*, *Glycimeris angusta*, *Crassatella afinnis*, *Erycina trigona*, *Corbula granulata*, *C. ambigua*, *Tellina benedenii*, *T. tenuilamellosa*, *Lucina flandrica*, *Astarte radiata*, *Cytherea sulcata*, *C. lamellata*, *Venus*

³⁷ Gerard Daniel Westendorp (1813-1868).

fragilis, *Venericardia kickxii*, *Isocardia crassa*, *Arca decusata*, *Trigonocoelia*³⁸ *sublaevigata*, *T. decusata*, *Nucula haesendonckii*, *Pecten radians*) (Fig. 4.15) (NYST & WESTENDORP, 1839: 395–407; est. 1–3).



Figura 4.15 – Fac-símile de estampa I in NYST & WESTENDORP, 1839.

Em NYST (1843a), *Description des coquilles et des polypiers fossiles des terrains tertiaires de la Belgique* [também publicado, no mesmo ano, incluso no t. 17 de *Mémoires couronnés et Mémoires des Savants Étrangers de l'Académie Royale des Sciences et des Belles-lettres de Bruxelles*, mas com 15 est. (Fig. 4.16)], os bivalves, com alguns braquiópodes, são figurados nas primeiras 34 do total de 48 estampas. Esta obra, que indicava a distribuição cronológica das 554 espécies relatadas em relação às cinco etapas em que André Dumont havia dividido o “Terciário” belga, incluía espécimes pliocénicos provenientes fundamentalmente de Anvers e Caloo. Mais uma vez Nyst descreveu novas espécies. Em NYST (1861a: 196–197; 1861b 198–202; 1865: 30–32) encontramos mais bivalves considerados pliocénicos (i.e. *Lucina drouetii*, *Pecten woodii*, *P. duwelzii*, *Modiola rombea*).

Não poderíamos terminar este périplo sem referir a sua última obra “Conchyliologie des terrains tertiaires de la Belgique-Terrain pliocène scaldisien”, publicada a título póstumo, em

³⁸ O género *Trigonocoelia* havia sido proposto por GALEOTTI & NYST (1835) em "Notice sur un nouveau genre de coquilles (*Triconocaelia*) de la famille des Arcacées" in *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles*, 2: 287–347.

1881, em *Annales du Musée Royal d'Histoire Naturelle*, na qual pretendia fazer a revisão da fauna malacológica “terciária” da Bélgica, tendo começado por 260 espécies do *Scaldisien*.

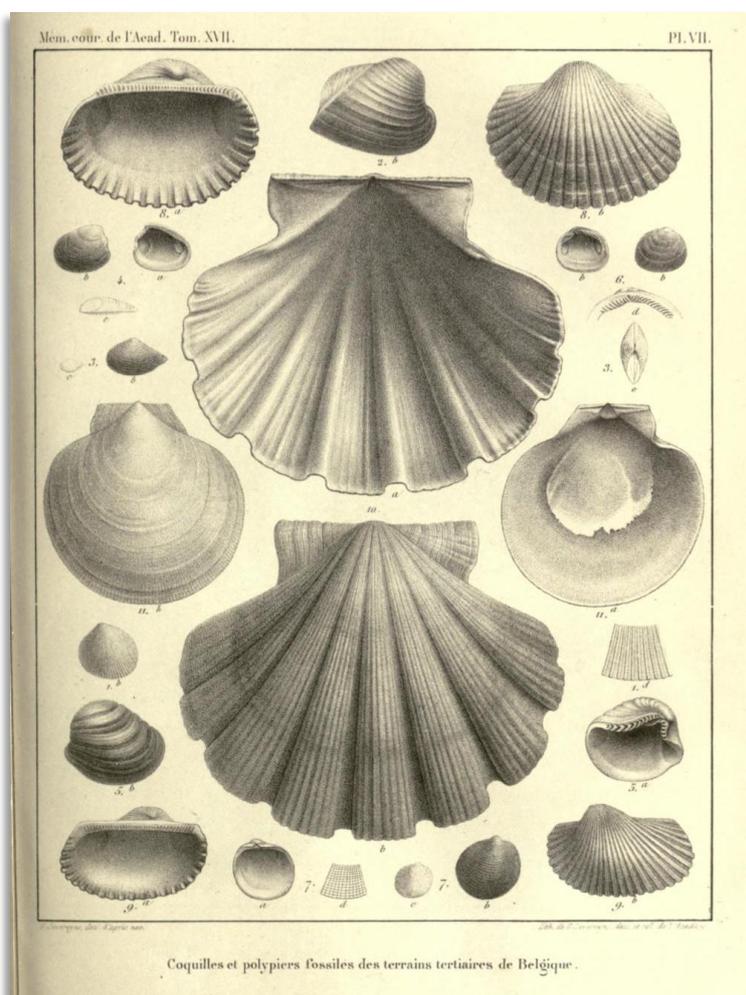


Figura 4.16 – Fac-símile de estampa VII in NYST, 1835b.

Da autoria de Paul Cogels (1845-1912) é publicado no ano de 1874, em *Annales de la Société Malacologique de Belgique*, o estudo “Observations Géologiques et Paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés a Anvers lors du creusement des nouveaux bassins” onde naturalmente faz referências aos bivalves, apresentando inclusivamente listas e tabelas por ocorrência e repartição estratigráfica, segundo o vigente nas décadas finais do Séc. XIX (e.g. COGELS, 1874a: 11, 19–20, 24–25). Por sua vez, Ernest Vanden Broeck publicou “Esquisse Géologique et Paléontologique des dépôts Pliocènes des environs d’Anvers”, um estudo focado em foraminíferos, mas onde apresenta tabelas de ocorrência de moluscos (onde inclui braquiópodes), para os diversos “horizontes” pliocénicos (e.g. *Sables à Panopaea Menardi*, *Sables à Pectunculus pilosus*, *Sables à Isocardia cor*) (e.g. VANDEN BROECK, 1874-76: 118–121, 124, 134–137, 157, 187–188, 212–213, 260–261, 267–268, 272–274, 276, 278, 280–281, 285–286, 293; adenda e corrigenda: 345–362).

Em GLIBERT (1957a, 1957b) é publicado trabalho relativo aos bivalves e braquiópodes, com inclusão de entidades provenientes de terrenos com Pliocénico. Nas palavras de GLIBERT o propósito deste estudo consistiria na (1957a: 1):

[...] *revision de la systématique, de la nomenclature et de la répartition stratigraphique des pélecypodes du Miocène supérieur (Diestien), du Pliocène (Scaldisien) et du Pléistocène inférieur (Merxemien) de la Belgique déposés dans les collections de l'Institut royal des Sciences naturelles et provenant, pour la plupart, des environs de la Ville d'Anvers.*

Estas publicações são acompanhadas por estampas no nº 9 e nº 47 do tomo 33. Na primeira listam-se os bivalves mais comuns do *Scaldisien*, com a respetiva repartição estratigráfica (pág. 8–12), sendo que as descrições dessas espécies listada surgem no decurso da restante publicação e no nº 47.

Nos últimos anos têm-se destacado os trabalhos de Robert Marquet sobre os moluscos do Neogénico belga. Em MARQUET (1995: 242–246; est.1, fig. 2; est. 2, fig. 5) é descrita *Atrina fragilis kalloensis* n. subsp. para o Pliocénico de Kallo. MARQUET (2002) (colab. MOERDIJK & NIEULANDE) publica *The Neogene Amphineura and Bivalvia (Protobranchia and Pteriomorphia) from Kallo and Doel (Oost-Vlaanderen, Belgium)*, monografia ornada de 34 estampas e se indicam seis novas ocorrências para o Pliocénico belga, das quais três inéditas para a Ciência.

Em 2004, o mesmo autor apresenta um estudo relativo à ecologia e evolução dos bivalves pliocénicos da bacia de Antuérpia. Refere MARQUET (2004: 206) que:

It consists of 178 nominal species and four subspecies. Of these species 90 (51%) are extinct, whereas 88 (49%) still occur in the Recent fauna.

O autor resume na tab. 2 a repartição estratigráfica, batimetria e ocorrência nas diversas unidades pliocénicas³⁹ da região (MARQUET, 2004: 207–209). Em MARQUET (2005) é continuado o trabalho relativo aos bivalves, iniciado na publicação de 2002, incluindo também os escafópodes. Identifica primeiras ocorrências e novas espécies e subespécies para o Pliocénico da Bélgica [e.g. *Semiericyna (S.) nitida* (TURTON, 1822), *Isocrassina bipartita* (SOWERBY, 1823), *Goodallia parvula* (WOOD, 1853), *Plagiocardium scabrum* (PHILIPPI, 1844), *Thracia (T.) convexa* (WOOD, 1815), *Cuspidaria (C.) cuspidata* (OLIVI, 1792), *Isocrassina fusca ariejansseni* subsp. nov., *Nemocardium (Microcardium) doelense* MARQUET & VAN NIEULANDE sp. nov., *Spisula (S.) albertantonorum* sp. nov.]. Os exemplares são ilustrados em 62 estampas.

³⁹ Inclui o Gelasiano.

Em relação aos bivalves pliocénicos e plistocénicos do território da Holanda, refira-se que a maioria dos espécimes dá à costa devido à erosão marinha, nomeadamente na região de Zeeland, ou são obtidos em poços, sondagens e escavações. Assim, deixando de fora várias publicações escritas em holandês, refira-se BRAKMAN (1937) que deixa uma curta nota sobre *Astarte trigonata* NYST proveniente do *Scaldesien*. BROEK (1949) descreve e ilustra, em duas estampas, vários Astartidae [i.e. *Astarte mutabilis* WOOD, *A. omalii* DE LA JONKAIRE, *A. basterotii* DE LA JONKAIRE, *A. sulcata* (DA COSTA), *A. sulcata* var *elliptica* (BROWN), *A. trigonata* NIJST, *A. incerta* WOOD, *A. obliquata* SOWERBY, *A. semisulcata withami* (SMITH), *A. montagui* (DYLLWYN), *A. triangularis* (MONTAGU), *A. digitaria* (LINNAEUS)]. BENTHEM JUTTING⁴⁰ (1941) publica artigo sobre a ocorrência de exemplares fósseis de *Mya arenaria* no “Pliocénico Superior” da Holanda.

Por sua vez, HEERING (1950) apresenta uma extensa publicação sobre bivalves e escafópodes do Pliocénico e Plistocénico, ilustrados com 17 estampas. MEULEN (1951) regista um novo género e espécie: *Glibertia prosperi*. BURG (1950) refere cinco espécies para o Pliocénico [i.e. *Mysella bidentata* (MONTAGU), *Erycina kautskyi* (GLIBERT), *Mya arenaria* LINNAEUS, *Phaxas pellucidus* (PENNANT) e *Macoma obliqua* (SOWERBY)] ilustrados em estampa. Continuando a linha do artigo anterior, BURG (1952) dá notícia de moluscos pliocénicos, incluindo um espécime de *Leda pygmaea*, que presume, tal como no trabalho de 1950, não se tratar de um exemplar reelaborado a partir de depósitos pliocénicos. VAN REGTEREN ALTENA⁴¹ et al. (1966) dedicam um trabalho a bivalves fósseis onde se incluem espécimes pliocénicos, ilustrados em quatro estampas. VAN REGTEREN ALTENA et al. (1969) continuam o seu trabalho anterior, integrando sete estampas. VAN URK (1971) dedica-se inteiramente ao género *Ensis*, com base em exemplares fósseis que incluem espécimes coletados no *Scaldesien* da Bélgica e Holanda. SPAINK (1972) dedica-se ao género *Astarte* do Neogénico holandês. JANSSEN & VAN DER SLIK (1971, 1972, 1974a, 1978) retomam os trabalhos de REGTEREN ALTENA et al. (1966, 1969) e continuam o trabalho monográfico sobre bivalves, incluindo exemplares pliocénicos da Bélgica e Holanda, figurados em dez, sete, catorze e sete estampas, respetivamente. JANSSEN & VAN DER SLIK (1974b) apresentam, também, trabalho sobre os astartídeos. JANSSEN, PEETERS & VAN DER SLIK (1984) encerram a monografia, dedicada aos bivalves fósseis neogénicos, agora com 41 estampas. BURG (1987) publica estudo sobre os moluscos pliocénicos do norte da região de Peel, no qual lista 86 espécies de bivalves (BURG, 1987: 29–30). Em BURG (1995) surge uma nota, com uma figura, sobre a preservação

⁴⁰ W.S.S. van Benthem Jutting (1899-1991) curadora da coleção de moluscos do Museu Zoológico de Amsterdão (entre 1925 e 1964) e da Academia das Ciências de Zeeland. Foi editora da publicação *Basteria* (entre 1948 e 1977).

⁴¹ Carel Octavius van Regteren Altena (1907-1976) com importante trabalho em moluscos neogénicos da Holanda e Indonésia. Fundador da Sociedade Malacológica Holandesa em 1935 (serviu como tesoureiro entre 1934 e 1940 e presidente entre 1948 e 1967) e editor da publicação *Basteria* (entre 1945 e 1968).

de coloração em exemplares de *Pseudamussium gerardi* provenientes de Peel. Na sequência do trabalho anterior, JANSSEN & DIJKSTRA (1996a) contestam a identificação de Burg e apresentam estudo comparativo entre dois pectinídeos que ocorrem amíude no Pliocénico da Bacia do Mar do Norte [i.e. *Palliolum gerardi* (NYST, 1835) e *Palliolum tigrinum* (MÜLLER, 1776)], apresentando duas estampas (JANSSEN & DIJKSTRA, 1996: 110–111). BURG (1996), contra-argumenta e reafirma a sua identificação em BURG (1995) e JANSSEN & DIJKSTRA (1996b) encerram a interessante discussão mantendo a sua diagnóstico.

MOERDIJK (2003) apresenta artigo sobre a primeira ocorrência *Mactromeris polynyma* (STIMPSON, 1860) na margem sul da Bacia do Mar do Norte, a partir de exemplar obtido em dragagem efetuada em Westerschelde e em exemplares belgas, anteriormente identificados como sendo de *Spisula arcuata* (SOWERBY, 1817). JANSSEN & MOERDIJK (2004) apresentam uma revisão dos *Cyclocardia* pliocénicos da Bacia do Mar do Norte (Grã-Bretanha, Bélgica e Holanda), com inclusão de uma estampa figurando lectótipos de *Cyclocardia chamaeformis* (J de C. SOWERBY, 1825) e *C. scalaris* (J. de C. SOWERBY, 1825) (JANSSEN & MOERDIJK, 2004: 82), consideraram *C. orbicularis* e *C. chamaeformis* um caso de sinonímia. Também em MOERDIJK *et al.* (2010: 67–290), encontramos um capítulo dedicado aos bivalves fósseis das costas da Holanda, incluindo exemplares pliocénicos. MOERDIJK & POORTEN (2006) reportam uma nova espécie de *Acanthocardia* (i.e. *A. sliggersi*) para o Placenciano e Gelasiano da Holanda, ilustrada em uma estampa (MOERDIJK & POORTEN, 2006: 91). POWER (2010) apresenta um estudo de revisão alargado, ornado de 10 estampas e relativo aos Astartidae da Bacia do Mar do Norte, discutindo, em concreto, os subgéneros *Isocrassina* CHAVAN, 1950, *Laevastarte* HINSCH, 1952 e *Ashtarotha* DALL, 1903, para além de alocar os espécimes de *Astarte* no género *Laevastarte*. Por fim, MOERDIJK & POWER (2013) descrevem e figuram uma nova espécie de *Laevastarte*, *Laevastarte quiespacis*, a partir de exemplares obtidos em sondagens efetuadas na parte ocidental da província de Noord-Brabant, a par de outros *ex situ*, obtidos em dragagens no estuário de Westerschelde (província de Zeeland).

PARTE II – BIVALVIA PLIOCÉNICOS DE VALE DE FREIXO

CAPÍTULO 5 – A JAZIDA DE VALE DE FREIXO

5.1 – LOCALIZAÇÃO

A jazida situa-se a cerca de 500 m a SW da igreja de Carnide, concelho de Pombal (Fig. 5.1), com coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator): 29SNE23150151775 (Carta Militar do Serviço Cartográfico do Exército, nº 274 – Pombal, escala 1:25 000, edição de 1984), inserida na unidade P – Pliocénico marinho de Vale de Carnide, folha 23-A Pombal, da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50 000 (MANUPELLA *et al.*, 1978).

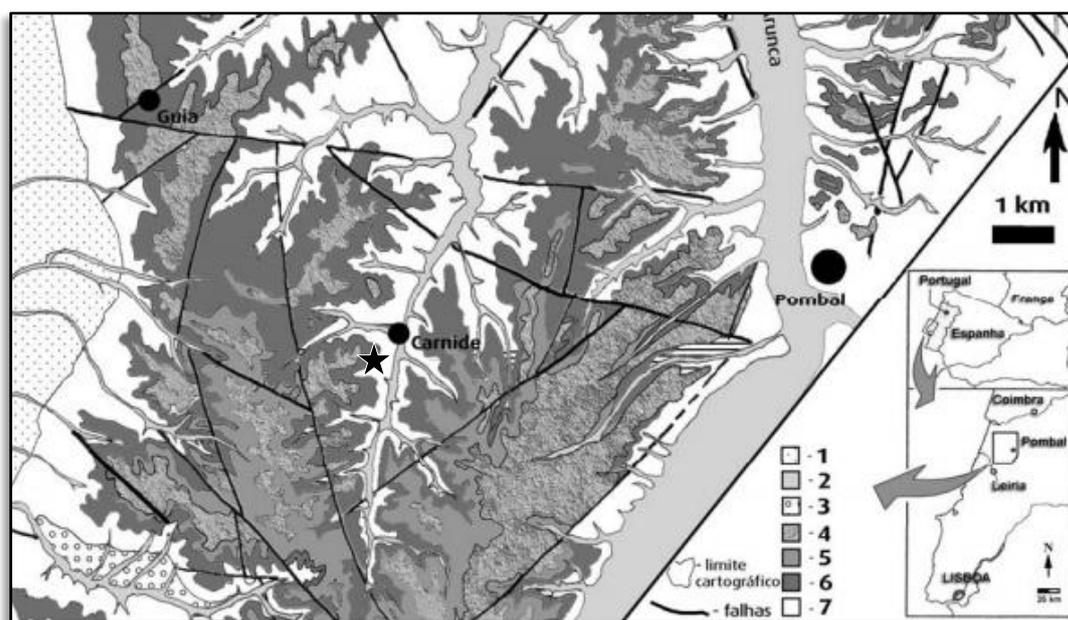


Figura 5.1 – localização geográfica da jazida de Vale de Freixo★ e cartografia geológica simplificada do setor de Carnide na região do Baixo Mondego.

1- Coberto de areias eólicas; 2- Aluviões; 3- Depósitos de Abelheira (sector N) e Depósitos de Carpalhosa (sector S); 4- Formações de Estevães e Ranha; 5- Formação de Barracão; 6- Formações de Carnide, Ilha e Roussa; 7- Formações ante-Pliocénicas *in* CARVALHO, FERREIRA SOARES & CALLAPEZ., 2005: 626, fig.1.

A jazida fossilífera aflora num terreno particular de uma quinta local, onde outrora laborou uma antiga exploração a céu aberto, em cuja lavra se procedia à extração de argila e areia para as indústrias locais. Os níveis fossilíferos apenas se observam em corte vertical e de forma pontual, devido à sua geometria lenticular e a estarem mascarados por depósitos de escorrência e pela vegetação densa que envolve todo o local. Por esse motivo, entre setembro de 2017 e março de 2018, período em que decorreu a amostragem, a sua extensão lateral, quase sempre coberta, não ultrapassava, a dezena de metros.

5.2 – ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO, ESTRATIGRÁFICO, ECOESTRATIGRÁFICO E PALEOAMBIENTAL

A sucessão marinha pliocénica, de carácter fossilífero, é lenticular e tem atitude sub-horizontal (e.g. SILVA, 2001), é parte integrante da Formação de Carnide (CACHÃO, 1989), que se caracteriza genericamente por uma sedimentação siliciclástica fina de plataforma interna que representa uma sequência de eventos deposicionais, relacionados com oscilações hidrodinâmicas, que se expressam nas variações de fácies registadas (CARVALHO, FERREIRA SOARES & CALLAPEZ, 2005: 626). A sequência fossilífera apresenta, da base para o topo, (2) conglomerados oligomíticos com clastos de quartzo e quartzito bem rolados com abundante malacofauna preferencialmente orientada e envolvida em matriz areno-lutítica cinzenta (CARVALHO *et al.*, 2005), em desconformidade sobre sedimentos argilosos miocénicos (Argilitos de Amor). A este sobrepõe-se um estrato de areia fina a média, mal calibrada, de tom acizentado (3) (CARVALHO *et al.*, *op. cit.*), também com abundante malacofauna e outro (4) de areia fina de tom acastanhado a amarelado, medianamente calibrada e também rica em conteúdo fossilífero. Estes estratos, habitualmente designados na bibliografia (e.g. SILVA, 2001) como “camadas” reconhecidas através dos algarismos 2, 3 e 4, possuem abundantes somatofósseis de moluscos bivalves gastrópodes e foraminíferos, para além de escafópodes, braquiópodes, fragmentos de decápodes, balanídeos, antozoários, briozoários e serpulídeos, entre outros. A encimar esta sequência fossilífera existe um estrato, que identificámos como 5, com 10 a 15 cm de espessura, constituído por uma argila fortemente plástica, impermeável e desprovido de macrofósseis, não referenciado em colunas litoestratigráficas das obras consultadas. Este assenta em descontinuidade de carácter erosivo sobre o estrato 4 e a sua impermeabilidade foi fundamental para a excelente preservação dos somatofósseis. A este estrato argiloso segue-se (6) uma areia fina, micácea, bem calibrada, por vezes arcósica, de tom amarelado, pontuada por seixos muito bem rolados de natureza maioritariamente quartzítica, de fácies litoral e, aparentemente, sem macrofósseis. Lateralmente, no sentido NNE, o estrato 4 torna-se progressivamente menos espesso (Fig. 5.2 A-C).

A limitar inferiormente a Formação de Carnide, observa-se uma descontinuidade sedimentar com extensão regional, sobre argilas cinzentas claras da Formação Argilitos de Amor, atribuída ao Miocénico médio (e.g. PAIS, CUNHA & LEGOINHA, 2010; PAIS *et al.*, 2013). Por sua vez, no local do afloramento, a unidade estudada encontra-se limitada superiormente por uma superfície ravinante, sobre a qual assenta a Formação de Ilha (*sensu* CARVALHO, 1998), azoica, cujos sedimentos siliciclásticos correspondem a seixos de quartzito branco, muito bem rolados, envolvidos em matriz arenosa grosseira micácea, que caracteriza um ambiente deposicional com elevada oscilação energética em ambiente marinho intramareal (CARVALHO, FERREIRA SOARES & CALLAPEZ, 2005: 626). Segue-se a Formação de Roussa, confinada a uma

estreita faixa NNE-SSW, que apresenta uma grande variação lateral de espessuras, com máximos de 15-18 m no *graben* de Roussa, que, pela sua forma e estrutura, poderá corresponder a um canal aberto em planície intramareal (CARVALHO, FERREIRA SOARES, & CALLAPEZ, *op. cit.*: 627).



Figura 5.2 – A – Corte na extremidade NNE da jazida de Vale de Freixo, onde o estrato 4 denota menor espessura. B – Pormenor de corte da jazida fossilífera com ênfase no contacto entre o estrato 2 e a Formação Argilitos de Amor. C – Pormenor da sequência fossilífera (estratos 2, 3 e 4) encimada pelo estrato argiloso (5).

O perfil estilizado (Fig. 5.3) é o resultado da simbiose entre a consulta bibliográfica (e.g. SILVA, 2001; CARVALHO *et al.*, 2005; CARVALHO, FERREIRA SOARES & CALLAPEZ, 2005; SILVA *et al.*, 2010) e a observação e registo efetuado no afloramento, parcialmente acessível numa frente de corte com direção NNE-SSW. Dado que a espessura da sequência fossilífera varia lateralmente, as medidas apresentadas, para os estratos 2 a 6, representam um consenso representativo da realidade observada.

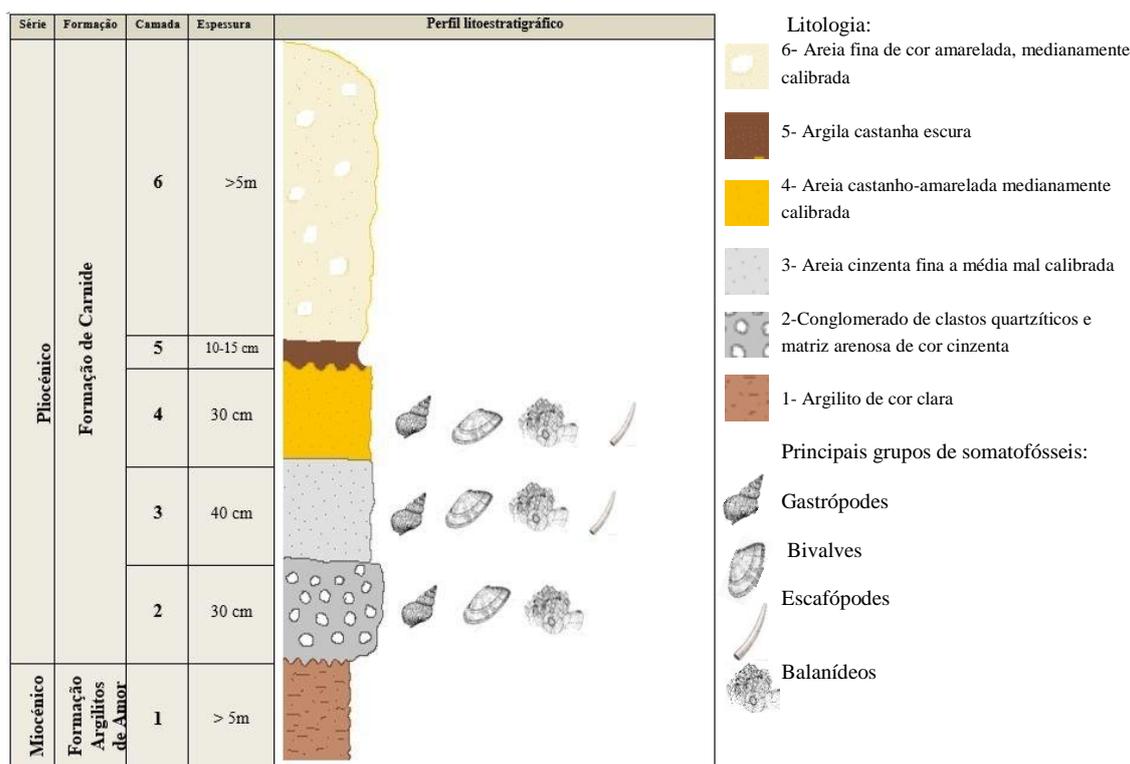


Figura 5.3 – Perfil cronoestratigráfico e litoestratigráfico da jazida de Vale de Freixo. Elaborado com base em levantamento pessoal e informações bibliográficas (e.g. SILVA, 2001; CARVALHO, FERREIRA SOARES, & CALLAPEZ, 2005).

Segundo SILVA (2001, 2003), a associação de moluscos gastrópodes indica que o ambiente marinho teria sido pouco profundo, de salinidade normal e temperaturas subtropicais, conclusão alicerçada na presença de gastrópodes termófilos (e.g. *Strioterebrum reticulare*, *Ficus condita*, *Marginella iberica*, *Genota ramosa*, *Tribia uniangulata*, *Solatia piscatoria* e *Cypraecassis testiculus*) (SILVA, 2003: A154). Na verdade, encontrámos boa parte das espécies termófilas que foram referidas nos trabalhos de TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951), ZBYSZEWSKI (1959), SILVA (2001) e SILVA *et al.* (2010), a saber: *Palliolium excisum*, *Circomphalus foliaceolamellosus*, *Solariella cincta*, *Ancilla aligata*, *Ficus condita* (Fig. 5.4), *Marginella iberica*, *Amalda glandiformis elongata*, *Genota ramosa*, *Solatia piscatoria*, e espécies da família Terebridae.

Segundo VIEIRA *et al.* (2006: 675), a presença de quistos de dinoflagelados de *Selenopemphix armageddonensis* e de *Lingulodinium machaerophorum*, com processos bastante desenvolvidos, também sugere ambiente marinho de pouca profundidade com alguma influência de águas salobras, mas de temperatura elevada, dada a ocorrência das espécies termófilas *Tectatodinium pellitum* e *L. machaerophorum*.

Muitos dos somatofósseis que encontramos correspondem a espécies estenoalinas, suportando salinidades de ambientes francamente marinhos, caso dos equinóides e escafópodes por exemplo, pelo que é também de admitir a exclusão de um ambiente de água salobra.



Figura 5.4 – Gastrópode termófilo *Ficus condita* BRONGNIART, 1823 acompanhado de *Simnia spelta* (LINNAEUS, 1758). Formação de Carnide, base do estrato 4 da jazida de Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 1 cm.

No entanto, segundo CARDOSO (1984), a predominância de certas espécies de foraminíferos bentônicos [e.g. *Ammonia beccarii* (LINNAEUS, 1758), *Elphidium crispum* (LINNAEUS, 1758) e *Cibicides lobatulus* (WALKER & JACOB, 1798)⁴² (Fig. 5.5 A–B) indicariam uma zona costeira infralitoral.

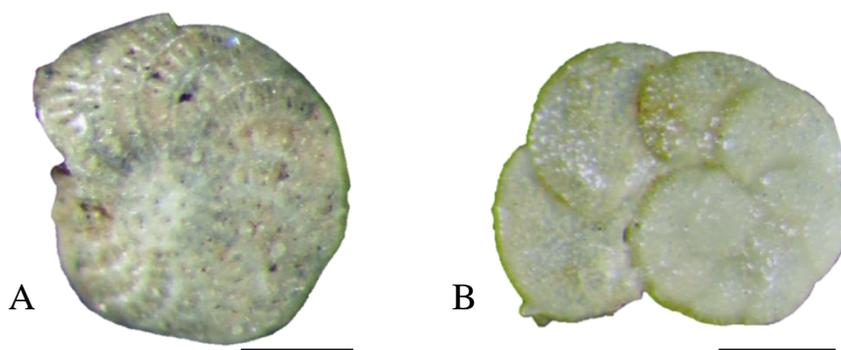


Figura 5.5 – A – *Elphidium crispum* (LINNAEUS, 1758); B – *Cibicidoides lobatulus* (WALKER & JACOB, 1878). Formação de Carnide, estrato 3 da jazida de Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 500 μ m.

⁴² Sinónimo de *Cibicidoides lobatulus* (WALKER & JACOB, 1878).

Acresce o facto de também existirem espécies características de maior profundidade [e.g. *Globocassidulina crassa* (D'ORBIGNY, 1839); *Hanzawaia nitidula* (BANDY, 1953); *Bolivina catanensis* Seguenza, 1862; *Bulimina elongata* D'ORBIGNY, 1846] conjuntamente com raras espécies planctónicas [e.g. *Globigerina bulloides* D'ORBIGNY, 1826, *Globigerinoides ruber* (D'ORBIGNY, 1839), *G. trilobus* (REUSS, 1850)⁴³, *Orbulina universa* D'ORBIGNY, 1839] levaram CARDOSO (1984: 192) a afirmar:

[...] implica a existência de zona costeira fortemente aberta às influências oceânicas, onde chegariam, arrastadas pela corrente ou pelas vagas. [...]

*Por outro lado, o facto de se conhecerem para certas espécies, várias subespécies, com formas intermédias, como é o caso de 7 formas intraespecíficas de *Globulina gibba* encontradas, poderá reflectir certa variabilidade das condições ambientais.*

Quanto à paleotemperatura, CARDOSO (1984: 192), considerou que a associação de foraminíferos presente apontaria para condições correspondentes a águas temperadas:

*[...] a presença de *Orbulina universa* e *Globigerinoides ruber*, indicaria, em geral, águas temperadas a quentes; estão no mesmo caso algumas das espécies bentónicas mais abundantes, como *Ammonia beccarii* e *Cibicides lobatulus*. Das que apontam para águas mais frias citam-se *Cassidulina crassa* e *C. laevigata* cuja presença poderá estar, no entanto, relacionada com maiores profundidades e portanto com temperaturas mais baixas. *Globigerina bulloides*, também característica de águas frias, pode estar bem representada em zonas de transição. No seu conjunto, a fauna de Foraminíferos estudada, é indicadora de águas temperadas.*

As associações de foraminíferos encontrados nas lavagens de sedimentos (Fig. 5.5 A-B e 5.6 A-B) do estrato 3 de Vale de Freixo, corroboram com LEGOINHA (2001: 19), para um ambiente infralitoral:

*Infralitoral - maior abundância e diversidade de foraminíferos bentónicos. A componente de formas com carapaça aglutinante é pouco importante; relação planctónicos/bentónicos entre 0 e 15%. Géneros predominantes: *Ammonia*, *Amphistegina*, *Asterigerinata*, *Elphidium*, *Cibicides*, *Heterostegina*, *Massilina*, *Nonion*, *Operculina*, *Quinqueloculina*, *Triloculina*. Géneros às vezes presentes: *Cancris*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Globobulimina*, *Lagena*, *Pyrgo*, *Textularia*.*

⁴³ Sinónimo de *Trilobatus trilobus* (REUSS, 1850).

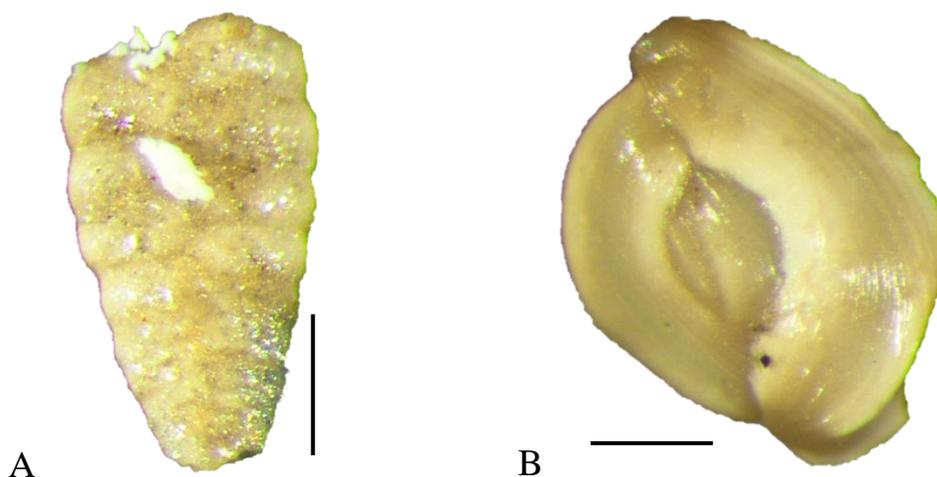


Figura 5.6 – A – *Textularia* DEFRANCE, 1824; B – *Adelosina* D'ORBIGNY, 1826. Formação de Carnide, estrato 3 da jazida de Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 500 μm .

Da observação macroscópica e à lupa binocular constatamos que o substrato era móvel, constituído essencialmente por areia com uma forte componente bioclástica. Observando em ampliação de até 30x, são visíveis numerosos microfragmentos de invertebrados, incluindo fauna malacológica, briozoários, equinodermes, nomeadamente radíolas, e microfósseis. Esta constatação está em sintonia com a fauna malacológica encontrada, que é maioritariamente adaptada a fundos móveis. Em relação aos organismos que necessitam de substrato duro, como por exemplo *Petalonchus* e *Balanus*, observou-se, em exemplares recolhidos na jazida, que se fixaram maioritariamente sobre conchas ou bioclastos.

Em termos batimétricos a maioria da fauna recolhida é tipicamente infralitoral, ou seja, de um ambiente em imersão permanente e com luz incidente que permitia a sobrevivência de algas fotófilas. SILVA (2001) aponta para um valor na ordem dos 30-24 m e CACHÃO (1989) confirma o carácter infralitoral dos nanofósseis que identificou. Por outro lado, identificámos os gastrópodes *Acteon tornatilis* (LINNAEUS, 1758), *Neverita olla* DE SERRES, 1829, *Diodora italica* (DEFRANCE, 1820), entre outros, cujo habitat não ultrapassa o ambiente infralitoral (SANTOS, 2000). Os fósseis de *Patina pellucida* LINNAEUS, 1758, que encontramos, dois no estrato 3 e um no estrato 4, sugerem profundidades infralitorais compatíveis com campos de Laminariales (SILVA *et al.*, 2006). Esta é uma alga fotófila, cuja penetração batimétrica pode servir para estabelecer o limite inferior do andar infralitoral, tendo capacidade de crescer desde o início da zona subtidal até profundidades de 35m, mas na costa de Portugal continental é raro observá-la para além dos 24m (SALDANHA, 1997).

Ao tempo, nas áreas emersas, adjacentes à linha de costa pliocénica da região de Carnide, a flora, segundo os estudos de Filomena Diniz, sintetizados em DINIS, SILVA & CACHÃO (2016: 53), tendo como base material recolhido em Vale de Freixo e nas jazidas

vizinhas de Vale Farpado e Vale da Bouchada, indicam *Pinus* como o *taxon* dominante, seguido de *Quercus* e Taxodiaceae. No cortejo da flora identificada os *taxa* de clima quente e húmido totalizam 6 a 13%, os de clima temperado variam entre 13 a 16% e os *taxa* mediterrânicos oscilam entre 1,6 a 18%.

Em termos ecoestratigráficos e cronoestratigráficos a associação de gastrópodes sugere a SILVA (2001: 673–675), correlação cronológica com a MPMU1 (*Mediterranean Pliocene Molluscan Unit 1*), ou seja, compatível com uma idade pliocénica anterior a 3,0 Ma. Os dados dos nanofósseis calcários (CACHÃO, 1990) permitiram o posicionamento na Biozona CN12a de OKADA & BUKRY (1980) e NN16 de MARTINI (1971). A conjugação entre estes estudos sugere, aos autores citados, um posicionamento cronoestratigráfico abrangendo desde o topo do Zanciano até à metade inferior do Placenciano, cerca dos 3,70-3,61 Ma aos 3,0 Ma, ou mesmo apenas até aos 3,52 Ma, tendo em conta os dados isotópicos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtidos a partir de valvas de *Palliolum excisum* (BRONN, 1831) e tomando em consideração o topo da margem de erro na datação obtida da razão isotópica (SILVA, 2001: 669–670). Por sua vez, apesar da datação obtida para a fauna de moluscos de Vale de Freixo, devido à sua localização geográfica mais setentrional, na extremidade mais meridional da Província Biogeográfica Pliocénica Franco-Ibérica, e refletindo as temperaturas oceânicas superficiais máxima e mínima (SST), SILVA *et al.* (2010: 253) consideram a paleofauna de moluscos da Bacia do Mondego correlacionável com a MPMU2 (*Mediterranean Pliocene Molluscan Unit 2*), existente depois do evento de arrefecimento que ocorreu no Mediterrâneo *circa* dos 3,0 Ma. MONEGATTI & RAFFI (2007: 129) propuseram uma LPMU1 (*Lusitanian Pliocene Mollusc Unit 1*) baseada na associação de moluscos da Bacia do Mondego.

5.3 – ASPETOS TAFONÓMICOS GERAIS DA JAZIDA

A base da terminologia que utilizamos foi adaptada de KIDWELL *et al.* (1986); KIDWELL & HOLLAND (1991); KIDWELL (1991) e KIDWELL & BOSENCE (1991). A descrição dos aspetos tafonómicos, incluindo os de carácter biostratinómico e fossildiagénico, que observámos, abarcaram as tradicionais três camadas fossilíferas da Formação de Carnide. Foram tomadas em conta a concentração, distribuição, orientação e conservação dos fósseis, inclusos nos diferentes estratos fossilíferos 2, 3 e 4.

No estrato 2 observámos concentrações de valvas de grandes bivalves. Esta acumulação deverá ter funcionado como um substrato duro colonizável (Fig. 5.7), dada a enorme frequência de evidências de bioerosão e incrustação. As valvas de grandes bivalves são, em geral, da mesma dimensão, sugerindo uma seleção por paleocorrentes, associada a fraca taxa de deposição, constituindo um exemplo típico de *time-averaging* (FÜRSICH & ABERHAN, 1990) com mistura temporal de indivíduos pertencentes a diferentes gerações da mesma paleocomunidade. Por outro lado, observa-se a sua acumulação preferencial em determinadas áreas, o que poderá ter sido potenciado pelas configurações morfológicas dos fundos marinhos e por correntes de vortex. O estado de desarticulação das valvas é generalizado. Estas são essencialmente de grandes bivalves do género *Glycymeris*, mas também com abundância de outras espécies [e.g. *Callista chione* (LINNAEUS, 1758), *Pecten benedictus* LAMARCK, 1819 e *Palliolum excisum* (BRONN, 1831)]. Estas valvas terão sofrido dispersão e concentração, sendo que a sua disposição em corte permite perceber que foram dispostas preferencialmente com a comissura voltada para baixo, situação de estabilidade que ocorre geralmente sob certas condições de hidrodinamismo mais elevadas. Em planta, a partir dos fragmentos de matriz retirados, não foi possível distinguir qualquer orientação azimutal preferencial. O empacotamento das valvas de grandes bivalves é denso e a geometria da concentração tabular.



Figura 5.7 – Aspeto do estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo, rico em valvas de *Glycymeris* spp.

São visíveis processos bioestratinômicos de bioerosão, principalmente nas grandes valvas de *Glycymeris*, correspondente por exemplo a *Oichnus* isp., *Maeandropolydora* isp. e *Entobia* isp. (Fig. 5.8).



Figura 5.8 – Exemplos de bioerosão por *Maeandropolydora* isp. e *Oichnus* isp. em valvas de *Glycymeris* sp., coletadas no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 1 cm.

As algas, fungos, esponjas, bactérias microendolíticas e certos gastrópodes terão sido importantes agentes de processos biostratinômicos neste ambiente. Pela quantidade de elementos de balanídeos, observados no sedimento, a bioincrustação deverá ter sido muito importante, mas as condições de dinamismo hidráulico, o tempo de exposição e a posterior compactação do sedimento não terão permitido a conservação da maior parte destas bioincrustações de balanídeos em posição de vida, como acontece, nomeadamente, no estrato 4. No entanto, é possível observar, com facilidade, várias bioincrustações de briozoários (Fig. 5.9) e serpulídeos.



Figura 5.9 – Exemplos de bioincrustação por briozoários e bioerosão por esponja endolítica em face interna de VD de *Hinnites crispus* (BROCCHI, 1814), coletado no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo.

Muitos dos aspetos de bioerosão e bioincrustação serão pós-morte, já que se observam nas superfícies interna e externa das valvas (Fig. 5.10).



Figura 5.10 – Exemplos de bioerosão em face interna e externa de valva de *Glycymeris* sp., coletadas no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 1 cm.

In situ, algumas conchas de grandes bivalves apresentam-se fragmentadas, embora a maioria esteja intacta. No entanto, revelam-se frágeis, muitas vezes já com fraturas, e partem-se facilmente. A abrasão está presente, em grau superior ao dos estratos suprajacentes, mas o arredondamento é pouco importante, exceto em espécimes de *Palliolum*, os quais podem ocorrer com um desgaste bastante significativo. De facto, não se encontraram figuras de desgaste umbonal nas dezenas de valvas de *Glycymeris* spp. observadas. Figuras de desgaste, por truncamento e por deslizamento, também não foram observadas, nas valvas de grandes bivalves, podendo indicar ausência de elevado hidrodinamismo (FERNÁNDEZ-LÓPEZ, 2000). No entanto, admite-se condições de algum hidrodinamismo, dada a disposição preferencial das valvas com a concavidade voltada para baixo e de longo tempo de exposição. Os macrogastrópodes, mais raros, encontram-se geralmente fragmentados, principalmente no ápex e labro. Há exemplares que se apresentam rolados. Este facto pode corroborar a existência de algum hidrodinamismo, mas também podem ser resultado de um maior tempo de exposição da necrocenose.

Os somatofósseis apresentam uma alteração na coloração, geralmente em tons de cinzento-escuro, mas as estruturas delicadas dos bivalves têm um bom grau de preservação. É comum a conservação das lamelas de *Arcopagia corbis* (BRONN, 1831) e *Circomphalus foliaceolamellosus* (DILLWYN, 1817) e de aurículas de *Palliolum excisum* (BRONN, 1831) (Fig. 5.11).



Figura 5.11 – Exemplo de conservação de aurículas em VE de *Palliolum excisum* (BRONN, 1831), coletado no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

Não se observaram indivíduos em posição de vida, se não se considerarem os incrustantes. A exceção mais notável encontrada foi um *Thylacodes arenarius* (LINNAEUS, 1758), assente sobre o substrato miocénico endurecido (Fig. 5.12).



Figura 5.12 – *Thylacodes arenarius* (LINNAEUS, 1758) assente sobre o substrato miocénico, coletado na base do estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

O sedimento que preenche o interior valvas dos grandes bivalves, é idêntico à matriz arenosa deste conglomerado. A observação e lavagem deste conteúdo permitiram recuperar pequenos bivalves e gastrópodes, além de muito material fragmentado (Fig. 5.13), sendo espelho da elevada paleodiversidade existente no estrato 2.

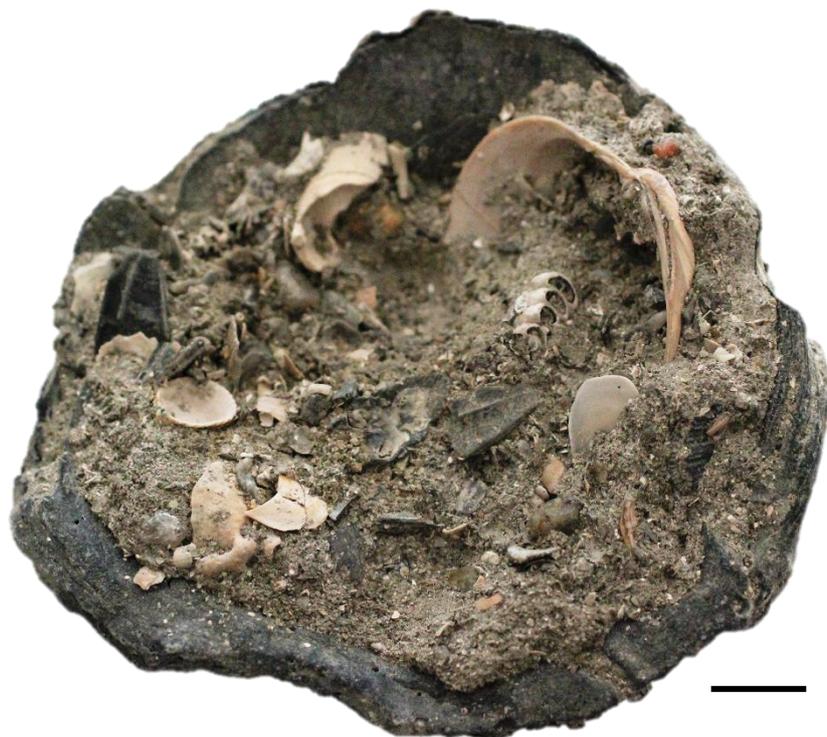


Figura 5.13 – Exemplos de preenchimento de valva com microgastrópodes, microbivalves, fragmentos de macrobivalves, fragmentos de macrogastrópodes e elementos de balanídeos em VD de *Hinnites crispus* (BROCCHI, 1814). Coletado no estrato 2 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

No estrato 3 a taxa de desarticulação das valvas dos bivalves fósseis é muito elevada. No entanto, para o topo do estrato, verifica-se que existe uma tendência de decréscimo, sobretudo se considerarmos os *taxa* Tellinidae, Mactridae e Pharidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1856. O grau de abrasão é muito baixo, embora ocasionalmente se possam encontrar fósseis de gastrópodes muito rolados. Também ocorrem muitos espécimes fragmentados, mas, muitas vezes, com os fragmentos ainda próximos.

A tanatocenose sofreu dispersão, mas as entidades da orictocenose não apresentam orientações preferenciais; estão, regra geral, sub-horizontais com distribuição aleatória e o empacotamento das conchas é do tipo *matrix supported*. Existe aproximação dos elementos fósseis, comparativamente ao estrato 4, resultante da maior compactação do sedimento. No caso de valvas de maiores dimensões, tal como no estrato 2, as valvas desarticuladas dispõem-se preferencialmente com a concavidade voltada para o muro do estrato. Em planta, a partir dos fragmentos de matriz retirados, não foi possível, mais uma vez, distinguir qualquer orientação

azimutal preferencial. Encontraram-se alguns macrorrestos vegetais, incluindo um com marcas de atividade de *Teredo navalis* LINNAEUS, 1758.

Observam-se processos de bioerosão generalizada, com uma elevada taxa de *Oichnus* isp. Também se observam casos de *Maeandropolydora* isp. e *Entobia* isp., entre outros. Muitos dos casos de fragmentação de conchas poderá ter resultado do seu enfraquecimento por via destes processos (Fig. 5.14).



Figura 5.14 – Exemplos de bioerosão em espécimes de gastrópodes coletados no estrato 3 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 1 cm.

A bioincrustação é generalizada; com forte presença de vermetídeos, balanídeos e briozoários (Fig. 5.15).

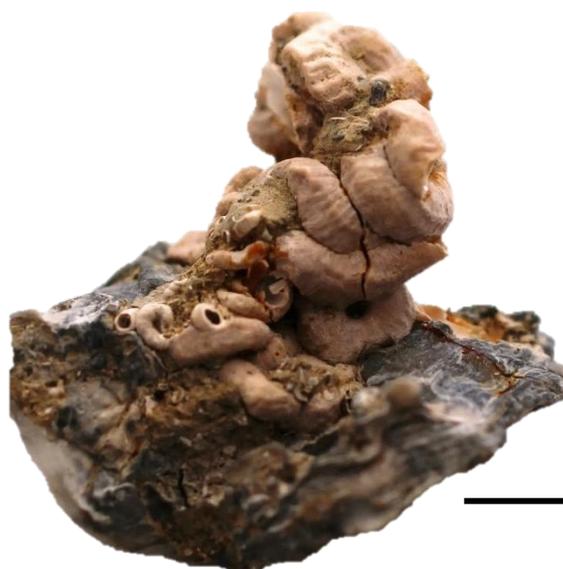


Figura 5.15 – Exemplos de bioincrustação *Petalonchus glomeratus* (LINNAEUS, 1758) sobre valva de *Ostrea edulis* LINNAEUS, 1758; coletado no estrato 3 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

Não se observaram aspetos de bioturbação, preservados no sedimento, com exceção de algumas aglomerações, globosas ou nidiformes, constituídas fundamentalmente por uma mistura de sedimento com bioclastos, que poderão corresponder a resíduos potenciados pela atividade predatória de decápodes.

Os somatofósseis apresentam geralmente uma descoloração, em tons de cinzento a castanho claro, mas existem casos notáveis de preservação dos padrões de cor (Fig. 5.16). Destacam-se os casos de exemplares de *Natica raropunctata* SASSI, 1827; *N. euclista* FONTANNES, 1897; *Solariella cincta* (PHILIPPI, 1836) e *Marginella iberica* LANDAU, LA PERNA & MARQUET, 2006.



Figura 5.16 – Exemplo de preservação de padrões de cor, em exemplar de *Natica raropunctata* SASSI, 1827; coletado no estrato 3 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

As estruturas delicadas dos bivalves e gastrópodes apresentam um bom grau de preservação. É comum a conservação das lamelas de *Arcopagia corbis* (BRONN, 1831) e *Circumphalus foliaceolamellosus* (DILLWYN, 1817); aurículas de *Palliolum excisum* (BRONN, 1831) e outros pectinídeos; espinhos de grandes Cardiinae LAMARCK, 1809 e muricídeos; lamelas internas de *Calyptraea chinensis* (LINNAEUS, 1758) e *Crepidula unguiformis* LAMARCK, 1822 e labros finos de gastrópodes diversos.

Como foi referido, não se observaram indivíduos de espécies vágeis em posição de vida. A exceção, são os organismos epibiontes como vermetídeos, balanídeos e briozoários que, muitas vezes, foram observados sobre conchas ou pequenos fragmentos rochosos (Fig. 5.17). O sedimento que se encontra dentro dos somatofósseis é idêntico ao envolvente.



Figura 5.17 – Exemplo de bioincrustação por balanídeos e bioerosão em exemplar de *Genota ramosa* (BASTEROT, 1825); coletado no estrato 3 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

No estrato 4 o estado de dissociação das valvas dos bivalves fósseis é médio-baixa, no que respeita aos abundantes Tellinidae e Mactridae. O grau de arredondamento e abrasão é praticamente nulo. Existem somatofósseis fragmentados, mas agora com clara incidência em espécimes de maior dimensão, ou fragilidade [e.g. *Atrina fragilis* (PENNANT, 1777), *Acanthocardia aculeata* (LINNAEUS, 1758), *Ficus condita* BRONGNIART, 1823 e *Scaphella lamberti* (SOWERBY, 1816)]. Os somatofósseis não apresentam orientações preferenciais e, no caso dos bivalves, estão, regra geral, sub-horizontais. Em planta, a partir dos fragmentos de matriz retirados, mais uma vez não foi possível distinguir qualquer orientação azimutal preferencial. Os fósseis apresentam maior dispersão do que no estrato 3, dado que o sedimento se apresenta menos compactado.

Observam-se processos de bioerosão generalizada, correspondendo a atividade de organismos epibiontes e a *Oichnus* isp. (Fig. 5.18).



Figura 5.18 – Exemplo de *Oichnus* isp. em valva de *Callista chione* (LINNAEUS, 1758), coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

A bioincrustação é generalizada nos organismos epibentônicos, com forte presença de balanídeos (Fig. 5.19). Não se observaram aspetos de bioturbação no sedimento, com exceção de raras aglomerações semelhantes às observadas no estrato 3.



Figura 5.19 – Exemplo de bioincrustação por balanídeos em exemplar de *Palliolium excisum* (BRONN, 1831) coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

Os somatofósseis apresentam uma coloração geralmente clara, em tons castanho claro a creme, com casos notáveis de preservação pigmentar [e.g. várias espécies de Tellinidae; *Neverita olla* DE SERRES, 1829; *Amalda glandiformis elongata* (DESHAYES, 1838); *Cancilla alligata* (DEFRANCE, 1824) e *Marginella iberica* LANDAU, LA PERNA, & MARQUET, 2006] (Fig. 5.20).



Figura 5.20 – Exemplo de preservação de coloração em *Marginella iberica* LANDAU, LA PERNA & MARQUET, 2006, coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

As estruturas delicadas dos bivalves e gastrópodes apresentam também uma qualidade de preservação notável (Fig. 5.21), superior à do estrato 3, sendo frequente a presença da protoconcha nos espécimes de gastrópodes (Fig. 5.22).

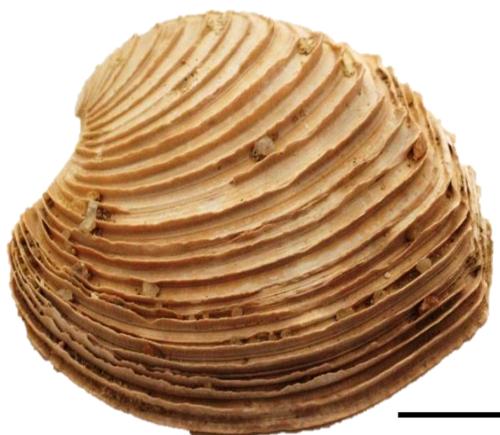


Figura 5.21 – Exemplo de preservação de lamelas em exemplar de valva esquerda de *Circomphalus foliaceolamellosus* (DILLWYN, 1817), coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

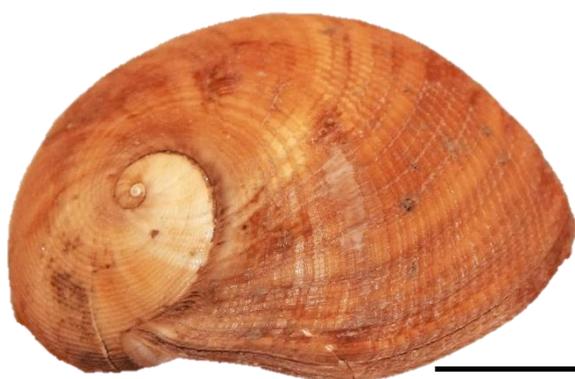


Figura 5.22 – Exemplo de preservação de protoconcha em exemplar de *Sinum striatum* (DE SERRES, 1829), coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

Outro caso de preservação nos somatofósseis do estrato 4 é a presença de ligamentos entre as valvas de alguns bivalves (Fig. 5.23).

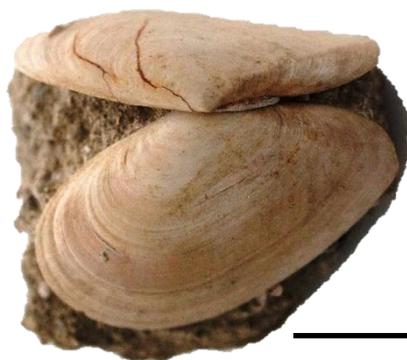


Figura 5.23 – Exemplo de preservação de ligamento em exemplar de *Bosemprella incarnata* (LINNAEUS, 1758); coletado no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. A escala corresponde a 1 cm.

Geralmente, não observámos indivíduos em posição de vida. No entanto, este estrato revelou algumas exceções. Estas são, tal como nos estratos inferiores, os organismos epibiontes como os balanídeos, que foram observados sobre conchas, e alguns exemplares de *Crepidula unguiformis* LAMARCK, 1822 que se observaram alojados dentro de conchas de gastrópodes (Fig. 5.24 A–B). Outro caso são Tellinidae infaunais em posição sub-horizontal e com a valva direita voltada para cima e perfurada por *Oichnus* isp., o que poderá corresponder a uma posição de vida (SILVA, 2001:56).

O sedimento que se encontra dentro dos somatofósseis é idêntico ao sedimento envolvente.



Figura 5.24 – Exemplares de *Crepidula unguiformis* LAMARCK, 1822 alojados dentro de conchas de gastrópodes [A – *Neverita olla* DE SERRES, 1829 e B – *Fasciolaria lawleiana* (D'ANCONA, 1872)]; coletados no estrato 4 da Formação de Carnide, Vale de Freixo. Cada escala corresponde a 1 cm.

Registe-se que em qualquer dos estratos fossilíferos não foram encontrados moldes e, em geral, as entidades da orictocenose se apresentam em bom estado de preservação, sem evidências de ação significativa de fenómenos diagenéticos de dissolução. Observámos indivíduos correspondentes a diversos estados de crescimento.

Não é de excluir que fenómenos de recristalização possam ter ocorrido durante a fósil-diagéne, com substituição da componente aragonítica das conchas por calcite, um carbonato de cálcio mais estável.

Também não observámos exemplos de permineralização de tecidos moles, nem de cimentação significativa de cavidades ou poros. Aparentes processos de cimentação, com agregação de partículas sedimentares (LOPÉZ, 2000), revelaram-se inexistentes após lavagem; tratava-se de material de carácter argiloso e não de um cimento carbonatado/ou outro. Não existe conservação de *periostracum* nem de quaisquer tecidos moles internos; excetuando alguns casos de conservação de ligamentos de charneiras, em espécimes oriundos do estrato 4, mais raramente do 3, pelo que o processo de biodegradação foi extensivo.

No seu conjunto a orictocenose da jazida de Vale de Freixo contém elementos alóctones, considerando os macrorrestos vegetais encontrados; elementos autóctones, se

considerarmos os balanídeos, os briozoários, os exemplares de *Crepidula unguiformis* que se observaram alojados dentro de conchas de gastrópodes e alguns dos bivalves endobentônicos, que poderão estar em posição de vida. No entanto, considerando a maioria dos somatofósseis observados, pode ser classificada como parautóctone (*sensu* KIDWELL *et al.*, 1986: 233) já que é formada essencialmente por espécimes autóctones que não foram transportados significativamente e, como tal, não foram deslocados para fora de seu habitat original. Assim, terão fossilizado no habitat onde viveram, ou pelo menos muito próximo, mas maioritariamente não conservados em posição de vida (SILVA, 2001).

CAPÍTULO 6 – *CHECKLIST* ICONOGRÁFICA DOS BIVALVES DE VALE DE FREIXO

Neste trabalho, segue-se o esquema de classificação que se alicerça fundamentalmente nas propostas de BIELER, CARTER & COAN (2010) e CARTER *et al.* (2011), com atualizações e segundo WORMS (2018). Concetualmente esta classificação utiliza a hierarquia lineana e expressa-se, ao nível infraclasse, por ordem alfabética seguindo o preconizado em BIELER, CARTER & COAN (2010). A coleção pliocénica de Vale de Freixo aqui reportada está, por ora, depositada, para estudo mais aprofundado e trabalhos subsequentes, na residência do autor.

Na identificação da concha/valva tivemos em conta, quando possível, aspetos relacionados com a forma geral da concha/valva, forma das margens, espessura, simetria, umbo, ornamentação externa, charneira, inserções musculares, linha paleal e ornamentação da margem e face internas. Para identificação dos exemplares apoiámo-nos nas respetivas diagnoses, na observação de estampas e, quando aplicável, observando exemplares atuais. A adicionar à extensa bibliografia citada nos capítulos 3 e 4 refira-se a consulta das seguintes obras, trabalhos e base de dados: DOLLFUS & DAUTZENBERG (1902-1913); COSSMANN & PEYROT (1909-1914); NOBRE (1932); GLIBERT (1945); GOFAS, AFONSO & BRANDÃO (1981); STUDENCKA (1986); BRAMBILLA, GALLI & SANTI (1988); OLIVER & VON COSEL (1992a, 1992b); POPPE & GOTO (1993); GOFAS, LE RENARD & BOUCHET (2001); ARDOVINI & COSSIGNANI (2004); SEGERS, SWINNEN & DE PRINS (2009); HUBER (2010, 2015); SALAS *et al.* (2012); MOSHKOVITZ (2012); CIAMPALINI *et al.* (2014b); HYLLEBERG (2014); CRIPPA & RAINERI (2015); CÁRDENAS, BAJO & MAESTRE (2017); OÑATE (2017); WORMS (2018). Com este capítulo pretende-se uma checklist iconográfica para os Bivalvia de Vale de Freixo, com vista a um futuro desenvolvimento do estudo desta fauna malacológica.

6.1 – SUBCLASSE PROTOBRANCHIA PELSENEER, 1889

Ordem NUCULIDA DALL, 1889

Superfamília Nuculoidea J. E. GRAY, 1824

Família Nuculidae J. E. GRAY, 1824

Género *Ennucula* IREDALE, 1931

[*Nucula obliqua* LAMARCK, 1819]

Ennucula laevigata (J. DE C. SOWERBY, 1818)

ESTAMPA I – FIGURAS 1, 2, 4, 5, 6

Material estudado: 6 VD (RP-VF3-B647 a RP-VF3-B651, RP-VF4-B291); 2 VE (RP-VF3-B646, RP-VF4-B292).

Observações: Segundo LA PERNA (2007: 117) os Nuculidae de bordo ventral interno não crenulado são, em regra, alocados em três géneros: *Nuculoma* COSSMANN, 1907, *Leionucula* QUENSTEDT, 1930 e *Ennucula* IREDALE, 1931. Os géneros *Nuculoma* e *Leionucula* foram descritos com base em espécies mesozoicas e o género *Ennucula* com base em espécie atual dos mares da Austrália. Seguiremos a opção de LA PERNA (2007) e adotamos o género *Ennucula*. Assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência *E. laevigata* para o Pliocénico de Portugal.

Género *Nucula* LAMARCK, 1799

[*Arca nucleus* LINNAEUS, 1758]

Nucula nucleus (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA I – FIGURA 3

Material estudado: 2 exemplares articulados (RP-VF3-B652 e RP-VF3-B653); 1 VD (RP-VF3-B659); 5 VE (RP-VF3-B654 a RP-VF3-B658).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 63–64) assinalaram a ocorrência *Nucula nucleus* LINNAEUS sp. (*Arca*) para o Pliocénico de Nadadoiro (Caldas da Rainha) e Monte-Real (Leiria). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298), ZBYSZEWSKI (1959: 71) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *N. nucleus* no Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKI (1959, 1943) também refere a ocorrência de *N. nucleus* para o Pliocénico de Fonte da Telha.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Nucula nucleus (LINNAEUS) var. *nitida* – DOLFFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 21, fig. 1, 1a, 1b, 2, 2);

Nucula nucleus (LINNAEUS) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 6, fig. 9-10).

Observações: Segundo LA PERNA (2007: 113) os espécimes fósseis de *N. nucleus* e *N. hanleyi* não são distinguíveis.

Ordem NUCULANIDA CARTER, J. G., CAMPBELL, D. C. & M. R. CAMPBELL, 2000

Superfamília Nuculanoidea H. ADAMS & A. ADAMS, 1858 (1854)

Família Nuculanidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1858 (1854)

Género *Lembulus* RISSO, 1826

[*Arca pella* LINNAEUS, 1758]

Lembulus pella (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA I – FIGURAS 7, 8, 9, 10

Material estudado: 4 exemplares articulados (RP-VF3-B090, RP-VF3-B091, RP-VF4-B042, RP-VF4-B043); 12 VD (RP-VF3-B084 a RP-VF3-B089, RP-VF4-B036 a RP-VF4-B041); 17 VE (RP-VF3-B078 a RP-VF3-B082, RP-VF4-B025 a RP-VF4-B035).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 65) assinalaram a ocorrência de *Leda pella* [= *Lembulus pella*] no Pliocénico (Placenciano) de Águas Santas (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298), ZBYSZEWSKI (1959: 71) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *L. pella* no Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Leda (Lembulus) pella (LINNAEUS) – DOLFFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 21, fig. 4, 4a-b, 5);

Leda pella (LINNAEUS) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 6, fig. 19-22);

Nuculana (Lembulus) pella (LINNAEUS) – SANTOS (2000: est. 1, fig. 4-6).

6.2 – SUBCLASSE HETERODONTA NEUMAYR, 1884

6.2.1 – INFRACLASSE ARCHIHETERODONTA GIRIBET IN TAYLOR, WILLIAMS, GLOVER & DYAL, 2007

Ordem CARDITIDA DALL, 1889

Superfamília Carditoidea FÉRUSSAC, 1822

Família Carditidae FÉRUSSAC, 1822

Género *Cardita* BRUGUIÈRE, 1792

[*Chama calyculata* LINNAEUS, 1758]

Cardita calyculata (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA II – FIGURAS 1, 2, 3, 4, 5

Material estudado: 3 VD (RP-VF3-B007, RP-VF3-B008, RP-VF2-B001) e 1 VE (RP-VF3-B006).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 43) assinalaram a ocorrência de *Cardita calyculata* LINNAEUS sp. (*Chama*) no Pliocénico (Placenciano) de Águas Santas e Nadadoiro (Caldas da Rainha); ZBYSZEWSKI (1959: 78) assinala a ocorrência de *Cardita calyculata* Águas Santas e Nadadoiro (Caldas da Rainha).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Cardita calyculata (LINNAEUS) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 5, fig. 6-7);

Cardita (Cardita) calyculata (LINNAEUS) – SANTOS (2000: est. 13, fig. 4-5).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *C. calyculata* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Género *Cardites* LINK, 1807

[*Chama antiquata* LINNAEUS, 1758]

Cardites antiquatus (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA III – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 1 VD (RP-VF3-B009) e 1 VE (RP-VF3-B010).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 47–48) assinalaram a ocorrência de *Cardita (Venericardia) antiquata* LINNAEUS sp. (*Chama*) [= *Cardites antiquatus*] para o Pliocénico de Águas Santas, Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKI (1959: 78) cita DOLLFUS & COTTER (1909) referindo *Venericardia*

antiquata [= *C. antiquatus*] no Pliocénico de Águas Santas, Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Cardita antiquata (LINNAEUS) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 5, fig. 12-15).

Género *Centrocardita* SACCO, 1899

[*Chama aculeata* POLI, 1795]

Centrocardita aculeata (POLI, 1795)

ESTAMPA II – FIGURAS 6, 7, 8, 9

Material estudado: 1 VD (RP-VF3-B011) e 5 VE (RP-VF3-B012 a RP-VF3-B016).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *C. aculeata* para o Pliocénico de Portugal.

Género *Cyclocardia* CONRAD, 1867

[*Cardita borealis* CONRAD, 1832]

Cyclocardia scalaris (J. DE C. SOWERBY, 1825)

ESTAMPA III – FIGURAS 5, 6, 7, 8

Material estudado: foram coletadas cerca de sete dezenas de valvas selecionaram-se 20 para estudo. 10 VD (RP-VF3-B623 a RP-VF3-B630; RP-VF4-B282 e RP-VF4-B283) e 10 VE (RP-VF3-B631 a RP-VF3-B639; RP-VF4-B284).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 45–46) assinalaram a ocorrência de *Cardita (Coripia) scalaris* [= *Cyclocardia scalaris*] para o Pliocénico de Águas Santas (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *Cardita scalaris* e ZBYSZEWSKI (1959: 79) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *C. (C.) scalaris* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Cardita scalaris SOWERBY – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 5, fig. 8-11).

Género *Megacardita* SACCO, 1899
[*Venericardia jouanneti* BASTEROT, 1825]

Megacardita striatissima (CAILLIAUD, in MAYER, 1868)

ESTAMPA IV – FIGURAS 1, 2, 3, 4, 5

Material estudado: foram coletadas 104 VD e 91 VE. Seleccionaram-se 50 para estudo. 1 exemplar articulado RP-VF4-B077; 25 VD (RP-VF2-B006 a RP-VF2-B010; RP-VF3-B134 a RP-VF3-B143; RP-VF4-B078 a RP-VF4-B087); 25 VE (RP-VF2-B003 a RP-VF2-B005; RP-VF3-B221 a RP-VF3-B233; RP-VF4-B089 a RP-VF4-B097).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 48) assinalaram a ocorrência de *Cardita striatissima* NYST (MAYER) no Pliocénico (Placenciano) de Águas Santas, Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298), ZBYSZEWSKI (1959: 79) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *Venericardia striatissima* NYST (MAYER) no Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKI (1959: 79) assinala a ocorrência de *Venericardia striatissima* NYST (MAYER) no Pliocénico de Águas Santas, Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Cardita striatissima NYST (MAYER) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 5, fig.16-23);

Megacardita striatissima (CAILLIAUD, in MAYER, 1868) – CARVALHO *et al.* (2005).

Observações: LA PERNA, MANDIC & HARZHAUSER (2017) propuseram nova designação para *Cardita striatissima* var. *abbreviata* DOLLFUS & COTTER, 1909 i.e *Megacardita redoniana* La PERNA, MANDIC & HARZHAUSER, 2017. Para os autores citados a alocação ao género *Megacardita* é provisória.

Superfamília Crassatelloidea
Família Astartidae D'ORBIGNY, 1844 (1840)

Género *Astarte* J. SOWERBY, 1816
[*Venus scotica* MATON & RACKET, 1807]

Astarte fusca (POLI, 1791)
ESTAMPA V – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 16 VD (RP-VF3-B024 a RP-VF3-B039) e 9 VE (RP-VF3-B040 a RP-VF3-B048).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 42) assinalaram a ocorrência de *Astarte fusca* Poli sp. (*Tellina*) [=A.fusca] no Pliocénico (Placenciano) de Águas Santas, Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298), ZBYSZEWSKI (1959: 78) e assinalaram a ocorrência de *A. fusca* no Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Astarte fusca POLI sp. (*Tellina*) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 5, fig. 1-4; 5a-b);

Astarte fusca POLI – ZBYSZEWSKI (1959: est. 10, fig. 34 e 35);

Astarte (Astarte) fusca incrassata (BROCCHI, 1814) – SANTOS (2000: est. 14, fig. 1-2).

Observações: Segundo HUBER (2010) e HUBER & GOFAS (2017) *Venus incrassata* BROCCHI, 1814, bem como toda a sinonímia utilizada por diversos autores, que teve como base a descrição original de G. Brocchi, é considerada sinónimo da espécie atual *A. fusca* (POLI, 1791). Também são sinónimos de *A. fusca* (POLI, 1791) as designações: *Astarte affinis* CANTRAINE, 1835; *Venus crenulata* RISSO, 1826; *Venus petagnae* O. G. COSTA, 1830.

Género *Digitaria* S. V. WOOD, 1853
[*Tellina digitaria* LINNAEUS, 1758]

Digitaria digitaria (LINNAEUS, 1758)
ESTAMPA V – FIGURAS 5, 6, 7, 8

Material estudado: 11 VD (RP-VF3-B330 a RP-VF3-B333; RP-VF4-B106 a RP-VF4-B112) e 10 VE (RP-VF3-B334 a RP-VF3-B339; RP-VF4-B113 a RP-VF4-B116).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 37–38) assinalaram a ocorrência de *Lucina (Digitaria) digitaria* (LINNAEUS) sp. *Tellina* [=*Digitaria digitaria*] no Pliocénico de Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha). MORAIS (1941: 4)

assinala a presença de *Woodia digitaria* [= *D. digitaria*] para o Pliocénico de Marinha Grande. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *L. (D.) digitaria* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Lucina (Digitaria) digitaria (LINNAEUS) sp. *Tellina* – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 3, fig. 23-24).

Género *Goodallia* TURTON, 1822
[*Mactra triangularis* MONTAGU, 1803]

Goodallia triangularis (MONTAGU, 1803)

ESTAMPA V – FIGURAS 9, 10, 11

Material estudado: 3VD (RP-VF4-B347 a RP-VF4-B349).

Observações: Assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência *G. triangularis* para o Pliocénico de Portugal.

6.2.2 – INFRACLASSE EUHETERODONTA

Superordem IMPARIDENTIA BIELER, MIKKELSEN & GIRIBET, 2014

Superfamília Galeommatoidea J.E. GRAY, 1840

Família Galeommatidae GRAY, 1840

Género *Spaniorinus* DALL, 1900

[*Solecardia* (*S.*) *cossmanni* DALL, 1900]

Spaniorinus ambiguus (NYST & WESTENDORP, 1839)

ESTAMPA VI – FIGURAS 1, 2, 3 4

Material estudado: 1VD (RP-VF4-B098)

Observações: A identificação foi efetuada com base em imagens de valva e pormenor de charneira de *S. ambiguus* consultadas em JANSSEN & VAN DER SLIK (1971: est 15, fig.77a-b; est 25, fig. 77c-d). Assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *S. ambiguus* para o Pliocénico de marinho de Portugal.

Família Lasaeidae GRAY, 1842

Género *Scacchia* PHILIPPI, 1844

[*Tellina elliptica* SCACCHI, 1833]

Scacchia oblonga (PHILIPPI, 1836)

ESTAMPA VI – FIGURAS 5, 6, 7, 8

Material estudado: 2VD (RP-VF3-B731, exemplar P.C.), 2 VE (RP-VF4-B315, RP-VF3-B670).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 6) assinalaram a ocorrência de *Scacchia elliptica* (SCACCHI) sp. (*Tellina*) para Águas Santas (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKI (1959: 87) cita DOLLFUS & COTTER (1909).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Scacchia elliptica (SCACCHI) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 3, fig. 34-37).

Observações: A identificação foi efetuada com base em imagens SEM de charneira de *S. oblonga*, consultadas em VAN DER LINDEN (1996: 65, fig. 5-7). Assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *S. oblonga* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Superfamília Ungulinoidea GRAY, 1854

Família Ungulinidae GRAY, 1854

Género *Diplodonta* BRONN, 1831

[*Venus lupinus* BROCCHI, 1814]

Diplodonta rotundata (MONTAGU, 1803)

ESTAMPA XVII – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 7 VD (RP-VF3-B660 a RP-VF3-B664, RP-VF4-B293, RP-VF4-B294); 4 VE (RP-VF3-B665 a RP-VF3-B667, RP-VF4-B295).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Diplodonta rotundata MONTAGU – DOLFFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 88, fig. 5, 5a-d);

Diplodonta (Diplodonta) rotundata (MONTAGU, 1803) – SANTOS (2000: est. 12, fig. 1-4).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *D. rotundata* para o Pliocénico de Portugal.

Ordem ADAPEDONTA COSSMANN & PEYROT, 1909

Superfamília Hiatelloidea J.E. GRAY, 1824

Família Hiatellidae GRAY, 1824

Género *Hiatella* BOSC, 1801

[*Hiatella monoperta* BOSC, 1801]

Hiatella rugosa (LINNAEUS, 1767)

ESTAMPA XXXI – FIGURA 5

Material estudado: 1 VE (RP-VF3-B017).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *H. rugosa* para o Pliocénico de Portugal.

Superfamília Solenoidea LAMARCK, 1809
Família Pharidae H. ADAMS & A. ADAMS, 1856
Subfamília Cultellinae DAVIES, 1935

Género *Ensis* SCHUMACHER, 1817
[*Ensis magnus* SCHUMACHER, 1817]

Ensis sp.

ESTAMPA VII – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 1 espécime articulado quebrado em duas partes RP-VF4-B254; 3 fragmentos de valvas indeterminadas (RP-VF3-B560, RP-VF3-B561; RP-VF4-B253).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 6) assinalaram a ocorrência de *Ensis siliqua* (LINNAEUS) sp. (*Solen*) para Nadadoiro (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram *E. siliqua* nas jazidas de Igreja de Carnide e Vale da Bouchada. ZBYSZEWSKI (1959: 87) cita DOLLFUS & COTTER (1909) e assinala *E. siliqua* nas jazidas de Igreja de Carnide e Vale da Bouchada. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 13) assinalaram a ocorrência de *E. siliqua* para o Pliocénico de Monte Real.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Ensis siliqua (LINNAEUS) sp. *Solen* – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 1, fig. 6-8).

Subfamília Pharinae H. ADAMS & A. ADAMS, 1856

Género *Pharus* GRAY, 1840
[*Solen legumen* LINNAEUS, 1758]

Pharus legumen (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA VII – FIGURA 3

Material estudado: 3 espécimes articulados (RP-VF3-B556 a RP-VF3-B558); 1 VE (RP-VF3-B559).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 5) assinalaram a ocorrência de *Pharus legumen* (LINNAEUS) sp. (*Solen*) para o Pliocénico de Águas Santas, Negreiro, Nadadoiro e Selir do Porto (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 13) assinalaram a ocorrência de *Pharus legumen* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKI (1959: 87)

cita DOLLFUS & COTTER (1909) e TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951), refere ainda Alfeite, Seixal e Fonte da Telha (Setúbal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Pharus legumen (LINNAEUS, 1758) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 1, fig. 3-5).

Género *Phaxas* LEACH in GRAY, 1852

[*Solen pellucidus* PENNANT, 1777]

Phaxas pellucidus (PENNANT, 1777)

ESTAMPA VII – FIGURAS 4, 5

Material estudado: 1 espécime articulado (RP-VF4-B275).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *P. pellucidus* para o Pliocénico de Portugal.

Ordem CARDIIDA FERUSSAC, 1822

Superfamília Cardioidea LAMARCK, 1809

Família Cardiidae LAMARCK, 1809

Subfamília Cardiinae LAMARCK, 1809

Género *Procardium* TER POORTEN & LA PERNA, 2017

[*Cardium indicum* LAMARCK, 1819]

Procardium diluvianum (LAMARCK, 1819)

ESTAMPA VIII – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 6 fragmentos (RP-VF3-B732 a RP-VF3-B734; RP-VF4-B383 a RP-VF4-B385).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Cardium (Ringicardium) hians BRONN – ZBYSZEWSKY: (1959: est. 10, fig. 33 e 37).

Observações: Segundo proposta de TER POORTEN & LA PERNA, 2017 *C. hians* BROCCHI, 1814, é colocado em *Procardium* gen. nov., esta proposta foi aceite pela arquitetura sistemática seguida nesta dissertação. Em TER POORTEN & LA PERNA (2017: 737):

The synonymy between C. hians and C. diluvianum is based on the following considerations: (i) both types share a comparable size, rib morphology and

number of ribs; (ii) both species were described from fine-grained deposits of Pliocene age, usually referred to as Argille Subappennine, widely cropping out in northern Italy.

DOLLFUS, COTTER & GOMES (1903-04: 43, est. 16, fig. 4-6.), assinalaram a ocorrência de *Cardium hians* var. *recta* no Miocénico (Tortoniano) de Cacela; CHAVAN (1940) assinalou a ocorrência de *C. (Ringicardium) hians* no Miocénico (Tortoniano) de Cacela; SANTOS (2000: 104, est. 14, fig. 6) assinalou a ocorrência de *C. (Bucardium) hians* no Miocénico (Tortoniano) de Cacela. Segundo TER POORTEN & LA PERNA (2017: 737):

All records of C. hians from the Miocene of Europe were based on misidentifications.

Deste modo, estes espécimes corresponderiam a *P. avisanense* (FONTANNES, 1879). Assim, as citações para o Pliocénico de Alfeite e S. Joanes (ZBYSZEWSKY, 1943); Carnide (TEIXEIRA & ZBYSZEWSKY, 1951; ZBYSZEWSKY, 1959) poderão constituir ocorrências de *P. diluvianum* para o Neogénico nacional.

Segundo TER POORTEN & LA PERNA (2017: 737) o *P. diluvianum* estaria distribuído, do Pliocénico inicial a Plistocénico tardio, desde a bacia do Guadalquivir ao mediterrâneo oriental, provavelmente estendia-se mais para sul, ao longo da costa ocidental de África, com uma distribuição similar ao *P. indicum*. Poderemos incluir a Bacia do Mondego como a área conhecida mais setentrional de repartição para este género durante o Pliocénico.

Subfamília Lymnocardiinae STOLICZKA, 1870

Género *Acanthocardia* J.E. GRAY, 1851

[*Cardium aculeatum* LINNAEUS, 1758]

Acanthocardia aculeata (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA VIII – FIGURAS 5, 6

Material estudado: 3 VD (RP-VF3-B531, RP-VF4-B230, RP-VF4-B231); 1 VE (RP-VF4-B232).

Principais referências de ocorrência no Pliocénico marinho de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 50) assinalaram a ocorrência de *Cardium aculeatum* LINNAEUS [= *Acanthocardia aculeata*] no Pliocénico de Negreiro (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria).

MORAIS (1941: 4) assinalou a presença de *C. (Acantocardia) [sic] aculeatum* [=*A. aculeata*] para o Pliocénico de Marinha Grande. ZBYSZEWSKI (1959: 80) cita DOLLFUS & COTTER (1909) e MORAIS (1941). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 13) assinalaram a ocorrência de *C. aculeatum* para o Pliocénico de Monte Real.

Observações: DOLLFUS & COTTER (1909: 50) propuseram a var. *major* para os exemplares de Monte Real.

Bien que nous n'ayons pas d'échantillons complets nous pensons devoir créer une variété major pour nos échantillons de Monte-Real, qui sont bien plus robustes que tous les spécimens vivants auxquels nous les avons comparés.

Assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *A. aculeata* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Género *Papillicardium* SACCO, 1899

[*Cardium papillosum* POLI, 1791]

Papillicardium papillosum (POLI, 1791)

ESTAMPA IX – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 42 VD (RP-VF3-B389 a RP-VF3-B415; RP-VF4-B129 a RP-VF4-B143) e 34 VE (RP-VF3-B416 a RP-VF3-B436; RP-VF4-B144 a RP-VF4-B156).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 52) assinalaram a ocorrência de *Cardium (Parvicardium) papillosum* POLI [=*Papillicardium papillosum*] no Pliocénico de Águas Santas. ZBYSZEWSKI (1959: 80–81) cita DOLLFUS & COTTER (1909).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *P. papillosum* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Género *Parvicardium* MONTEROSATO, 1884

[*Cardium parvum* PHILIPPI, 1844]

Parvicardium scriptum (BUCQUOY, DAUTZENBERG & DOLLFUS, 1892)

ESTAMPA IX – FIGURAS 5, 6

Material estudado: 1 VD (exemplar P.C.).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *P. scriptum* para o Pliocénico de Portugal.

Subfamília Laevicardiinae KEEN, 1951

Género *Laevicardium* SWAINSON, 1840

[*Cardium oblongum* GMELIN, 1791]

Laevicardium crassum (GMELIN, 1791)

ESTAMPA IX – FIGURAS 7, 8, 9, 10, 11

Material estudado: 34 VD (RP-VF3-B437 a RP-VF3-B454; RP-VF4-B156 a RP-VF4-B172) e 15 VE (RP-VF3-B455 a RP-VF3-B464; RP-VF4-B173 a RP-VF4-B177).

Principais referências de ocorrência no Pliocénico marinho de Portugal: TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *Cardium norvegicum* (SPENGLER, 1799) [= *Laevicardium crassum*] no Pliocénico das jazidas de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKI (1959: 81) assinala a ocorrência de *Cardium (Laevicardium) norvegicum* [= *L. crassum*] para o Pliocénico de Pombal e Alfeite. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *C. (L.) norvegicum* [= *L. crassum*] para as jazidas da região de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Cardium (Laevicardium) norvegicum (SPENGLER, 1799) – ZBYSZEWSKI (1959: est. 10, fig. 31);

Laevicardium (Laevicardium) crassum (GMELIN, 1791) – SANTOS (2000: est. 16, fig. 1-4).

Subfamília Orthocardiinae SCHNEIDER, 2002

Género *Europicardium* POPOV, 1977

[*Cardium multicoatum* BROCCHI, 1814]

Europicardium multicoatum (BROCCHI, 1814)

ESTAMPA IX – FIGURAS 12, 13, 14, 15

Material estudado: 19 VD (RP-VF3-B064 a RP-VF3-B077; RP-VF4-B020 a RP-VF4-B024) e 24 VE (RP-VF3-B050 a RP-VF3-B063; RP-VF4-B010 a RP-VF4-B018).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e ZBYSZEWSKI (1959: 78) assinalaram a ocorrência de *Cardium (T.) multicoatum* [= *E. multicoatum*] no Pliocénico de Igreja de Carnide e Vale Farpado (Pombal) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) para as jazidas da região de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Cardium (T.) multicoatum (BROCCHI, 1814) – ZBYSZEWSKI (1959: est. 10, fig. 1 e 13);

Trachycardium (T.) multicostatum (BROCCHI, 1814) – SANTOS (2000: est. 15, fig. 7-8).

Observações: Segundo LA PERNA (2017), a espécie *Cardium multicostatum* BROCCHI, 1814, amíude citada como *Trachycardium multicostatum* (BROCCHI, 1814)⁴⁴, foi revista e faz parte de sete espécies neogénicas recolocadas no género *Europicardium* POPOV, 1977.

Superfamília Tellinoidea BLAINVILLE, 1814

Família Donacidae FLEMING, 1828

Género *Donax* LINNAEUS, 1758

[*Donax rugosus* Linnaeus, 1758]

Donax variegatus (GMELIN, 1791)

ESTAMPA XIV – FIGURAS 4, 5

Material estudado: 6 VD (RP-VF3-B682 a RP-VF3-B684, RP-VF4-B323 a RP-VF4-B325); 18 VE (RP-VF3-B671 a RP-VF3-B681, RP-VF4-B316, RP-VF4-B322).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: ZBYSZEWSKI (1959: 85) cita a ocorrência de *Donax variegatus* para a jazida da Igreja de Carnide. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *D. variegatus* para as jazidas da região de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Donax variegatus GMELIN – ZBYSZEWSKI (1959: est. 10, fig. 2, 4).

⁴⁴ Brocchi (1814: 506, est. 13, fig. 2).

Família Psammobiidae FLEMING, 1828

Género *Gari* SCHUMACHER, 1817

[*Gari vulgaris* SCHUMACHER, 1817]

Gari depressa (PENNANT, 1777)

ESTAMPA X – FIGURA 5

Material estudado: 3 VD (RP-VF2-B024, RP-VF3-B467, RP-VF4-B192) e 1 VE (RP-VF4-B189).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 11) assinalaram a ocorrência de *Psammobia vespertina* CHEMNITZ sp. (*Solen*) [= *Gari depressa*] em Nadadoiro. ZBYSZEWSKI (1959: 85–86) cita a ocorrência indicada por DOLLFUS & COTTER (1909).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Psammobia vespertina CHEMNITZ sp. (*Solen*) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 1, fig. 14, 15).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *G. depressa* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Gari tellinella (LAMARCK, 1818)

ESTAMPA X – FIGURAS 6, 7, 8, 9

Material estudado: 4 VD (RP-VF4-B191, RP-VF4-B205, RP-VF4-B206, RP-VF4-B222); 3 VE (RP-VF4-B190, RP-VF4-B203, RP-VF4-B204).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *G. tellinella* para o Pliocénico de Portugal.

Gari fervensis (GMELIN, 1791)

ESTAMPA X – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 12 VD (RP-VF3-B478 a RP-VF3-B481, RP-VF4-B179, RP-VF4-B181 a RP-VF4-B187); 6 VE (RP-VF3-B482 a RP-VF3-B485, RP-VF4-B178, RP-VF4-B188).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: ZBYSZEWSKI (1959: 85) cita a ocorrência de *Psammobia faroensis* [sic] CHEMNITZ [= *Gari fervensis*] para a jazida da Igreja de Carnide. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *P. faroensis* [sic] CHEMNITZ [= *G. fervensis*] para as jazidas da região de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Psammobia faroensis [sic] CHEMNITZ – ZBYSZEWSKI (1959: est. 10, fig. 3);
Gari (Psammobia) fervensis (GMELIN, 1791) – SANTOS (2000: est. 24, fig. 1-4).

Família Semelidae STOLICZKA, 1870 (1825)

Género *Abra* LAMARCK, 1818
[*Mactra tenuis* MONTAGU, 1803]

Abra alba (W. WOOD, 1802)
ESTAMPA XII – FIGURAS 7, 8, 9, 10

Material estudado: 2 VD (RP-VF4-B311 e RP-VF4-B312); 2 VE (RP-VF4-B313 a RP-VF4-B314).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 18–19) assinalaram a ocorrência de *Syndosmya alba* W. WOOD sp. (*Mactra*) [= *Abra alba*] para o Pliocénico de Nadadoiro (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKI (1959: 86) cita DOLLFUS & COTTER (1909).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Abra (Syndosmya) alba (WOOD, 1802) – SANTOS (2000: est. 24, fig. 9-12).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *A. alba* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Abra prismatica (MONTAGU, 1808)
ESTAMPA XIII – FIGURAS 8, 9, 10

Material estudado: 4 VD (RP-VF3-B686, RP-VF4-B369 a RP-VF4-B371); 1 VE (RP-VF4-B372).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 13) assinalaram a ocorrência de *Syndosmya (Abra) prismatica* Lask. [= *Abra prismatica*] para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Família Tellinidae BLAINVILLE, 1814
Subfamília Arcopagiinae M. HUBER, LANGLEIT & KREIPL, 2015

Género *Arcopagia* T. BROWN, 1827
[*Tellina crassa* PENNANT, 1777]

Arcopagia corbis (BRONN, 1831)
ESTAMPA XI – FIGURAS 1, 2, 3, 4, 5

Material estudado: 2 exemplares articulados (RP-VF3-B124 e RP-VF4-B070); 8 VD (RP-VF2-B002; RP-VF3-B125 a RP-VF3-B128; RP-VF4-B071 a RP-VF4-B073) e 8 VE (RP-VF3-B129 a RP-VF3-B133; RP-VF4-B074 a RP-VF4-B076).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 22–23) assinalaram a ocorrência de *Tellina (Arcopagia) ventricosa* DE SERRES sp. (*corbis*) [= *Arcopagia corbis*] para o Placenciano de Águas Santas e Nadadoiro (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). ZBYSZEWSKY (1943, 1959:86) assinala *T.(A.) ventricosa* (DE SERRES, 1829) para o Pliocénico de Alfeite e S. Joanes. MORAIS (1941: 4) assinalou a presença de *A. ventricosa* (DE SERRES, 1829) no Pliocénico de Marinha Grande. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298), ZBYSZEWSKY (1959: 86) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 13) indicam *T. (A.) ventricosa* (DE SERRES, 1829) para o Pliocénico de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Tellina (Arcopagia) ventricosa DE SERRES sp. (*Corbis*) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 2, fig. 23);

Tellina (Arcopagia) corbis (BRONN, 1831) – SANTOS (2000: est. 19, fig. 1-3).

Observações: Consideramos que a espécie indicada para o Pliocénico de Caldas da Rainha e Monte Real possa corresponder a *Arcopagia corbis* (BRONN, 1831), apoiados nas palavras dos autores DOLLFUS & COTTER (1909: 22):

Il ne nous paraît aucunement douteux que le Tellina corbis de Bronn, bien que non figuré, soit la même espèce que le Corbis ventricosa décrit deux années antérieurement par M. de Serres, bien que la figure de la Géognosie des Terrains tertiaires du Midi de la France soit médiocre et ne montre pas les stries entre les lamelles qui sont indiquées dans la diagnose.

Quanto às referências de MORAIS (1941), TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951), ZBYSZEWSKY (1959) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978) só uma procura e análise, a efetuar futuramente, aos exemplares nas coleções de referência do Museu da Ciência da Universidade

de Coimbra e Museu Geológico (LNEG) poderão esclarecer se se tratou da mesma opção tomada por DOLLFUS & COTTER (1909).

Arcopagia crassa (PENNANT, 1777)

ESTAMPA XII – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 2 VD (RP-VF3-B528, RP-VF3-B529); 3 VE (RP-VF4-B227 a RP-VF4-B229).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 21–22) assinalaram a ocorrência de *Tellina (Arcopagia) crassa* PENNANT [= *Arcopagia crassa*] para Nadadoiro (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298), ZBYSZEWSKY (1959: 86) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12–13) indicam *T. (A.) crassa* para o Pliocénico de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Tellina (Arcopagia) crassa PENNANT – DOLLFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 8, fig. 3a-b, 4a-b);

Tellina (Arcopagia) crassa PENNANT – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 2, fig. 22);

Tellina (Arcopagia) crassa (PENNANT, 1777) – SANTOS (2000: est. 19, fig. 4-6).

Subfamília Gastraninae M. HUBER, LANGLEIT & KREIPL, 2015

Género *Gastrana* SCHUMACHER, 1817

[*Gastrana donacina* SCHUMACHER, 1817]

Gastrana fragilis (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XII – FIGURAS 3, 4, 5, 6

Material estudado: 4 VD (RP-VF3-B522, RP-VF3-B523, RP-VF4-B223, RP-VF4-B226); 6 VE (RP-VF3-B524 a RP-VF3-B527, RP-VF4-B224, RP-VF4-B225).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 23–24) assinalaram a ocorrência de *Capsa fragilis* LINNAEUS sp. (*Tellina*) [= *Gastrana fragilis*] de Negreiro, Selir do Porto, Nadadoiro (Caldas da Rainha) e Senhora da Vitória (Alcobaça). MORAIS (1941: 4) assinalou a presença de *G. fragilis* para o Pliocénico de Marinha Grande. ZBYSZEWSKY (1959: 87) assinala as ocorrências de *G. fragilis* supracitadas.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Capsa fragilis (LINNAEUS, 1758) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 3, fig. 1-5);

Gastrana fragilis (LINNAEUS, 1758) – SANTOS (2000: est. 22, fig. 4-7).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência *G. fragilis* para o Pliocénico marinho de Carnide (Pombal).

Subfamília Macominae OLSSON, 1961

Género *Macomopsis* SACCO, 1901

[*Tellina elliptica* BROCCHI, 1814]

Macomopsis sp.

Material estudado: 2 VD (RP-VF4-B336, RP-VF4-B337).

Observações: a escassez do material impede-nos de sermos mais precisos.

Macomopsis elliptica (BROCCHI, 1814)

ESTAMPA XIII – FIGURAS 3, 4, 5

Material estudado: 5 espécimes articulados (RP-VF3-B687, RP-VF4-B341, RP-VF4-B342 RP-VF4-B345, RP-VF4-B346); 4 VD (RP-VF4-B732 a RP-VF4-B735); 4VE (RP-VF3-B736 a RP-VF4-B739).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 19–20) assinalaram a ocorrência de *Tellina elliptica* BROCCHI, 1814 var. *Major* D. C. G. [= *Macomopsis elliptica*] para o Pliocénico de Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *T. elliptica* BROCCHI [= *M. elliptica*] para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 86–87) cita as referências anteriores. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978:13) assinalaram a ocorrência de *T. (Macoma) elliptica* BROCCHI [= *M. elliptica*] para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Tellina elliptica BROCCHI, 1814 var. *Major* D. C. G. – DOLLFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 7, fig. 8 a-b, 9a-b);

Tellina (Macomopsis) elliptica BROCCHI var. *Major* D. C. G. – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 2, fig. 15-17);

Macoma (Psammacoma) elliptica (BROCCHI, 1814) – SANTOS (2000: est. 22, fig. 1-3).

Subfamília Tellininae BLAINVILLE, 1814

Género *Bosemprella* M. HUBER, LANGLEIT & KREIPL, 2015

[*Tellina incarnata* LINNAEUS, 1758]

Bosemprella incarnata (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XIII – FIGURAS 1, 2

Material estudado: Três espécimes articulados (RP-VF3-B685, RP-VF4-B334, RP-VF4-B335); 3 VD (RP-VF4-B338 a RP-VF4-B340); 3VE (RP-VF3-B688, RP-VF4-B343, RP-VF4-B344).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Tellina (Laciolina) incarnata (LINNAEUS, 1758) – SANTOS (2000: est. 20, fig. 1-2).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *B. incarnata* para o Pliocénico de Portugal.

Género *Oudardia* MONTEROSATO, 1884

[*Tellina oudardii* PAYRAUDEAU, 1826]

Oudardia compressa (BROCCHI, 1814)

ESTAMPA XIII – FIGURAS 6, 7

Material estudado: 3 VD (RP-VF4-B326 a RP-VF4-B328); 6 VE (RP-VF4-B329 a RP-VF4-B333).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Tellina compressa (BROCCHI, 1814) – DOLLFUS, COTTER & GOMES (1903-04: est. 8, fig. 7-8).

Tellina (Oudardia) compressa (BROCCHI, 1814) – SANTOS (2000: est. 20, fig. 6-9).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *O. compressa* para o Pliocénico de Portugal.

Género *Peronidia* DALL, 1900
[*Tellina albicans* GMELIN, 1791]

Peronidia albicans (GMELIN, 1791)
ESTAMPA XIV – FIGURAS 1, 2, 3

Material estudado: 11 exemplares articulados (RP-VF3-B668 e RP-VF3-B669; RP-VF4-B296 a RP-VF4-B304); 2 VD (RP-VF4-B309 e RP-VF4-B310); 4 VE (RP-VF4-B305 a RP-VF4-B308);

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 20–21) assinalaram a ocorrência de *Tellina (Peronaea) nitida* POLI [= *Peronidia albicans*] para o Pliocénico de Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKY (1959: 87) assinala a ocorrência de *T. (P.) nitida* citando DOLLFUS & COTTER (1909).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Tellina nitida POLI – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 2, fig. 18-20).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *P. albicans* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Superfamília Chamoidea LAMARCK, 1809
Família Chamidae LAMARCK, 1809

Género *Chama* LINNAEUS, 1758
[*Chama lazarus* LINNAEUS, 1758]

Chama gryphoides LINNAEUS, 1758
ESTAMPA XV – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 2 VD (RP-VF3-B342; RP-VF4-B117) e 2 VE (RP-VF3-B340; RP-VF3-B341).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: COX (1936: 70) assinala a ocorrência de *Chama gryphoides* LINNAEUS para o Pliocénico da Mina (Marinha Grande).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *C. gryphoides* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Ordem LUCINIDA GRAY, 1854
Superfamília Lucinoidea J. FLEMING, 1828
Família Lucinidae J. FLEMING, 1828
Subfamília Codakiinae IREDALE, 1937

Gênero *Lucinoma* DALL, 1901
[*Lucina filosa* STIMPSON, 1851]

Lucinoma borealis (LINNAEUS, 1767)

ESTAMPA XVI – FIGURAS 5, 6, 7, 8, 9

Material estudado: 5 exemplares articulados (RP-VF4-B054 a RP-VF4-B058), 3 VD (RP-VF4-B059 a RP-VF4-B061) e 4 VE (RP-VF3-B110 e RP-VF3-B111; RP-VF4-B062 e RP-VF4-B063).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a presença de *Lucinoma borealis* no Pliocénico das jazidas de Vale de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Lucinoma borealis (LINNAEUS, 1767) – SANTOS (2000: est. 11, fig. 4-6).

Subfamília Lucininae J. FLEMING, 1828

Gênero *Megaxinus* BRUGNONE, 1880
[*Lucina transversa* BRONN, 1831]

Megaxinus transversus (BRONN, 1831)

ESTAMPA XVI – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 2 exemplares articulados (RP-VF4-B067 e RP-VF4-B068); 1 VD (RP-VF4-B069).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Lucina transversa BRONN – DOLFFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 18, fig. 3, 3a-c);

Megaxinus (Megaxinus) trasnversus (BRONN, 1831) – SANTOS (2000: est. 10, fig. 6-8);

Megaxinus trasnversus (BRONN, 1831) – MOCHO, PEREIRA & LOURENÇO (2010: fig. 2, f).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *M. transversus* no Pliocénico nacional.

Subfamília Pegophyseminae J. D. TAYLOR & GLOVER, 2011

Género *Loripinus* MONTEROSATO, 1884

[*Lucina fragilis* PHILIPPI, 1836]

Loripinus fragilis (PHILIPPI, 1836)

ESTAMPA XVII – FIGURAS 5, 6

Material estudado: 2 VD (exemplares P.C.).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Lucina fragilis PHILIPPI – DOLFFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 17, fig. 4, 4a, 5).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *L. fragilis* para o Pliocénico marinho nacional.

Superfamília Mactroidea LAMARCK, 1809

Família Cardiliidae P. FISCHER, 1887

Género *Cardilia* DESHAYES, 1835

[*Isocardia semisulcata* LAMARCK, 1819]

Cardilia michelottii DESHAYES, 1835

ESTAMPA XX – FIGURAS 1, 2, 3

Material estudado: 1 VE (RP-VF4-B005).

Observações: Assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *C. michelottii* para o Pliocénico de Portugal. Segundo SIGNORELLI & RAVEN (2018: 143) a inclusão da família Cardiliidae na superfamília Mactroidea necessita de confirmação.

Família Mactridae LAMARCK, 1809

Subfamília Lutrariinae GRAY, 1853

Género *Lutraria* LAMARCK, 1799

[*Mya lutraria* LINNAEUS, 1758]

Lutraria lutraria (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XVIII – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 4 exemplares articulados (RP-VF3-B018, RP-VF4-B006 a RP-VF4-B008); 1 VE partida (RP-VF3-B019).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 13–14) assinalaram a ocorrência de *L. lutraria* no Placenciano de Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). ZBYSZEWSKY (1943, 1959: 84) assinala a ocorrência de *L. lutraria* no Pliocénico de Alfeite, Amora, S. Joanes, Casal do Vale dos Ossos, Descida de Espaleque e Fonte da Telha. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 13) referem-na para Monte Real.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Lutraria lutraria (LINNAEUS, 1758) – DOLFFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 4, fig.5);

Lutraria lutraria (LINNAEUS, 1758) – DOLFFUS & COTTER (1909: est. 2, fig. 1, 4-6);

Lutraria (Lutraria) lutraria (LINNAEUS, 1758) – SANTOS (2000: est. 17, fig. 5-7).

Observações: em fragmento coletado, próximo do exemplar articulado, foi possível verificar que a margem inferior do seno paleal não é coalescente com a linha paleal. Tal observação, em conjunto com a posição mais anterior do umbo, permite considerar, com razoabilidade, que o exemplar que figuramos será de *L. lutraria*. Assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *L. lutraria* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Subfamília Mactrinae LAMARCK, 1809

Género *Mactra* LINNAEUS, 1767

[*Cardium stultorum* LINNAEUS, 1758]

Mactra stultorum (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XIX – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: foram recoletados cerca de 50 espécimes. Seleccionaram-se para estudo 4 espécime articulados (RP-VF3-B721, RP-VF3-B722, RP-VF4-B359 e RP-VF4-B360); 6 VD

(RP-VF3-B723 a RP-VF3-B725, RP-VF4-B361 a RP-VF4-B363); 6 VE (RP-VF3-B726 a RP-VF3-B728, RP-VF4-B364 a RP-VF4-B366).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 14–15) assinalaram a ocorrência de *Mactra corallina* LINNAEUS [=*Mactra stultorum*] para o Pliocénico de Águas Santas e Nadadoiro (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298), ZBYSZEWSKY (1959: 83) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978:12) indicam *Mactra corallina* LINNAEUS [=*M. stultorum*] para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Mactra corallina LINNAEUS – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 1, fig. 18-19).

Género *Spisula* GRAY, 1837

[*Cardium solidum* LINNAEUS, 1758]

Spisula subtruncata (DA COSTA, 1778)

ESTAMPA XIX – FIGURAS 8, 9, 10

Material estudado: 6 VD (RP-VF3-B716 a RP-VF3-B720, RP-VF4-B358); 11 VE (RP-VF3-B709 a RP-VF3-B715, RP-VF4-B354 a RP-VF4-B357).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 16–17) assinalaram a ocorrência de *Mactra (Spisula) subtruncata* DA COSTA var. *triangula* RENIER [=*Spisula subtruncata*] para o Pliocénico de Águas Santas e Negreiro (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKY (1943, 1959:85) cita esta espécie também para o Pliocénico de Alfeite, Pinhal Novo e Fonte da Telha. MORAIS (1941: 4) assinalou a presença de *M. subtruncata* DA COSTA [=*S. subtruncata*] para o Pliocénico de Marinha Grande. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298), ZBYSZEWSKY (1959: 85) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) indicam *M.(S.) subtruncata* var. *triangula* [=*S. subtruncata*] para o Pliocénico de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Mactra (Spisula) subtruncata DA COSTA var. *triangula* RENIER – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 2, fig. 7-14);

Spisula (Spisula) subtruncata (DA COSTA, 1778) – SANTOS (2000: est. 17, fig. 1-4).

Spisula solida (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XIX – FIGURAS 5, 6, 7

Material estudado: 1 espécime articulados (RP-VF4-B352); 7 VD (RP-VF3-B703 a RP-VF3-B708, RP-VF4-B352); 12 VE (RP-VF3-B695 a RP-VF3-B702, RP-VF4-B350 e RP-VF4-B351).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 15–16) assinalaram a ocorrência de *Maetra (Spisula) solida* LINNAEUS [= *Spisula solida*] para o Pliocénico Nadadoiro, Negreiro e Águas Santas (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). ZBYSZEWSKY (1959: 83–84) cita DOLLFUS & COTTER (1909). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978:13) indicam *M.(S.) solida* LINNAEUS [= *S. solida*] para o Pliocénico de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Maetra solida LINNAEUS var. *ovalis* – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 1, fig. 20-23);

Maetra solida LINNAEUS var. *elliptica* – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 1, fig. 24-27).

Observações: DOLLFUS & COTTER (1909) consideraram para Águas Santas e Nadadoiro a var. *Maetra solida* var. *elliptica* BROWN que deverá corresponder a *S. sólida*.

Ordem MYIDA STOLICZKA, 1870

Superfamília Myoidea LAMARCK, 1809

Família Corbulidae LAMARCK, 1818

Género *Corbula* BRUGUIÈRE, 1797

[*Corbula sulcata* LAMARCK, 1801]

Corbula gibba (OLIVI, 1792)

ESTAMPA XVIII – FIGURAS 3, 4

Material estudado: 9 VD (RP-VF3-B380 a RP-VF3-B388) e 1 VE (RP-VF3-B379).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 299) assinalaram a ocorrência de *Corbula gibba* OLIVI no Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Corbula (Varicorbula) gibba (OLIVI, 1792) – SANTOS (2000: est. 33, fig. 6-8).

Corbula revoluta (BROCCHI, 1814)

ESTAMPA XVIII – FIGURAS 5, 6

Material estudado: 3 VD (RP-VF3-B377, RP-VF3-B378, RP-VF4-B193); 1 VE (RP-VF4-B194)

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Corbula revoluta (BROCCHI, 1814) – SANTOS (2000: est. 33, fig. 4-5).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência *Corbula revoluta* (BROCCHI, 1814) para o Pliocénico de Portugal.

Ordem VENERIDA GRAY, 1854
Superfamília Veneroidea RAFINESQUE, 1815
Família Veneridae RAFINESQUE, 1815

Género *Callista* POLI, 1791
[*Callista chione* (LINNAEUS, 1758)]

Callista chione (LINNAEUS, 1758)
ESTAMPA XX – FIGURAS 4, 5, 6, 7, 8

Material estudado: foram coletadas dezenas de valvas desarticuladas. Selecionaram-se 40 para estudo. 1 espécime articulado RP-VF4-B105; 20 VD (RP-VF3-B329, RP-VF3-B537 a RP-VF3-B545, RP-VF4-B233 e RP-VF4-B242); 20 VE (RP-VF3-B546 a RP-VF3-B555; RP-F4-B104, RP-VF4-B243 a RP-VF4-B251).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 34–35) assinalaram a ocorrência *Meretrix (Callista) chione* (LINNAEUS) sp. (*Venus*) [= *Callista chione*] no Pliocénico de Águas Santas, Negreiro e Nadadoiro (Caldas da Rainha). MORAIS (1941: 4) refere a ocorrência de *M. chione* [= *C. chione*] para o Pliocénico de Marinha Grande. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *M. chione* [= *C. chione*] no Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 83) cita os autores supraenumerados e assinala a ocorrência de *M. chione* [= *C. chione*] na jazida pliocénica de Quinta de Santo Amaro (Alfeite).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Meretrix (Callista) chione (LINNAEUS) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 4, fig. 1-2);

Meretrix chione (LINNAEUS) – ZBYSZEWSKY (1959: est. 10, fig. 30);

Callista (Callista) chione (LINNAEUS) – SANTOS (2000: est. 28, fig. 5-8).

Género *Chamelea* MÖRCH, 1853
[*Venus gallina* LINNAEUS, 1758]

Chamelea gallina (LINNAEUS, 1758)
ESTAMPA XXI – FIGURAS 7, 8, 9, 10

Material estudado: 30 VD (RP-VF3-B486 a RP-VF3-B507, RP-VF4-B195 a RP-VF4-B202), 25 VE (RP-VF3-B508 a RP-VF3-B521, RP-VF4-B213 a RP-VF4-B221).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *Venus gallina* LINNAEUS [= *Chamelea gallina*] para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Género *Circomphalus* MÖRCH, 1853

[*Venus plicata* GMELIN, 1791]

Circomphalus foliaceolamellosus (DILLWYN, 1817)

ESTAMPA XXII – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 1 VD (RP-VF3-B022); 3 VE (RP-VF3-B020, RP-VF3-B021, RP-VF4-B009) e um fragmento umbonal da VD (RP-VF3-B023).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 29) assinalaram a ocorrência *Venus (Circomphalus) plicata* GMELLIN [= *C. foliaceolamellosus*] no Pliocénico de Monte Real (Leiria). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *Chione (Clausinella) plicata* SCHROET. in CHEMN. [= *C. foliaceolamellosus*] no Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1943, 1959: 82) assinala a ocorrência de *Venus (Clausinella) foliaceo-lamellosa* [= *C. foliaceolamellosus*] no Pliocénico de Alfeite, S. Joanes e Fonte da Telha. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *Chione (Clausinella) plicata* [= *C. foliaceolamellosus*] e *Venus (Clausinella) foliaceo-lamellosa* GMELLIN [= *C. foliaceolamellosus*] no Pliocénico das jazidas da região de Carnide. SILVA (2003: A155) refere *C. foliaceolamellosus* para a jazida de Vale de Freixo (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Venus (Circomphalus) plicata – DOLLFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 13, fig. 1, 1a, 2, 2, 3, 3 e 4);

Circomphalus foliaceolamellosus (DILLWYN, 1817) – SANTOS (2000: est. 27, fig. 6-9);

Circomphalus foliaceolamellosus (DILLWYN, 1817) – MOCHO, PEREIRA & LOURENÇO (2010: fig. 2, m1, m2).

Género *Clausinella* GRAY, 1851

[*Pectunculus fasciatus* DA COSTA, 1778]

Clausinella fasciata (DA COSTA, 1778)

ESTAMPA XXII – FIGURAS 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Material estudado: 20 VD (RP-VF2-B025, RP-VF2-B027, RP-VF2-B031, RP-VF3-B300 a RP-VF3-B305; RP-VF3-B316 a RP-VF3-B326); 15 VE (RP-VF2-B026, RP-VF2-B028 a RP-VF2-B030, RP-VF3-B299, RP-VF3-B306 a RP-VF3-B315).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 32–33) assinalaram a ocorrência de *Venus (Clausinella) fasciata* DA COSTA sp. (*pectunculus*) [= *Clausinella fasciata*] no Pliocénico de Águas Santas e Nadadoiro (Caldas da Rainha). Morais (1941: 4) refere a ocorrência de *Glausinela* [sic] *fasciata* DA COSTA [= *C. fasciata*] para o Pliocénico de Marinha Grande. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *Venus fasciata* [= *C. fasciata*] no Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 82) cita as referências anteriores. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *V. (C.) fasciata* [= *C. fasciata*] no Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Venus fasciata (DA COSTA, 1778) – DOLLFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 12, fig. 7-13);

Venus (Clausinella) fasciata (DA COSTA, 1778) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 4, fig. 3-10);

Clausinella fasciata (DA COSTA, 1778) – SANTOS (2000: est. 31, fig. 1-4).

Género *Dosinia* SCOPOLI, 1777

[*Chama dosin* SCOPOLI, 1777 (ex ADANSON, 1757)]

Dosinia lupinus (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XXIII – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 1 VD (RP-VF3-B532); 3 VE (RP-VF3-B533 a RP-VF3-B536).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *Dosinia lupinus* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *D. lupinus* no Pliocénico das jazidas da região de Carnide.

Género *Gouldia* C. B. ADAMS, 1847

[*Thetis cerina* C. B. ADAMS, 1845]

Gouldia minima (MONTAGU, 1803)

ESTAMPA XXIV – FIGURAS 6, 7

Material estudado: 5 VD (RP-VF3-B689, RP-VF3-B692 a RP-VF3-B694, exemplar P.C.); 2 VE (RP-VF3-B690 e RP-VF3-B691).

Observações: assinalamos, pela primeira, vez a ocorrência de *G. minima* para o Pliocénico de Portugal

Género *Pitar* RÖMER, 1857
[*Venus tumens* GMELIN, 1791]

Pitar rudis (POLI, 1795)
ESTAMPA XXIV – FIGURAS 1, 2, 3, 4, 5

Material estudado: 1 espécime originalmente articulado RP-VF4-B252.

Observações: assinalamos, pela primeira, vez a ocorrência de *Pitar rudis* para o Pliocénico de Portugal

Género *Tapes* MEGERLE VON MÜHLFELD, 1811
[*Venus literata* LINNAEUS, 1758]

Tapes vetula (BASTEROT, 1825)
ESTAMPA XXV – FIGURAS 1, 2, 3

Material estudado: 1 exemplar articulado (RP-VF4-B004); 1 fragmento umbonal de VE (RP-VF3-B530).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 28) indicam a presença de *Tapes vetula* para o Pliocénico de Águas Santas e Negrelho (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKI (1948: 58) refere *T. vetula* para o Pliocénico português. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *T. vetula* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKI (1959: 83) *T. (C.) vetula* [= *T. vetula*] em Pombal, Alfeite e Amora. SILVA (1993, 1995) refere *T. (C.) vetula* [= *T. vetula*] para Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Tapes aenigmaticus FISCHER & TOURNOUËR – DOLLFUS, COTTER & GOMES (1903-1904: est. 9, fig. 6, 7; est. 11, fig. 3);

Tapes vetulus (BASTEROT, 1825) sp. (*Venus*) – DOLLFUS & COTTER (1909: 28, est. 3, fig. 13-15);
Tapes (Callistotapes) vetula (BASTEROT, 1825) – ANTUNES, FONSECA & ROCHA (1973: est. 2, fig. 18; est. 3, fig. 24);

Paphia (Callistotapes) vetula (BASTEROT, 1825) – SANTOS (2000: 160, est. 30, fig. 5-6).

Observações: Segundo FISHER-PIETTE & MÉTIVIER (1971: 98) e CANAPA *et al.* (2003: 1129) o género *Paphia* RÖDING, 1798, deve ser restringido ao Indo-Pacífico. Pelo facto optámos por considerar o género *Tapes* MEGERLE VON MÜHLFELD, 1811, como sendo o mais adequado.

Género *Timoclea* T. BROWN, 1827

[*Venus ovata* PENNANT, 1777]

Timoclea ovata (PENNANT, 1777)

ESTAMPA XXIII – FIGURAS 5, 6, 7

Material estudado: 5 VD (RP-VF3-B640 e RP-VF4-B641, RP-VF4-B285 a RP-VF4-B287); 7 VE (RP-VF4-B642 a RP-VF4-B645, RP-VF4-B288 a RP-VF4-B290).

Principais referências de ocorrência no Pliocénico marinho de Portugal: (DOLLFUS & COTTER (1909: 31–32) indicam a presença de *Venus (Timoclea) ovata* (PENNANT) [= *Timoclea ovata*] para o Pliocénico de Águas Santas. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *V. ovata* e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *V. (T.) ovata* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKI (1959: 82) recupera as ocorrências indicadas em DOLLFUS & COTTER (1909) e TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Venus (Timoclea) ovata (PENNANT) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 3, fig. 19-20);

Timoclea (Timoclea) ovata (PENNANT) – SANTOS (2000: est. 32, fig. 5-6).

Género *Venus* LINNAEUS, 1758

[*Venus verrucosa* LINNAEUS, 1758]

Venus casina LINNAEUS, 1758

ESTAMPA XXI – FIGURAS 3, 4, 5, 6

Material estudado: 5 VD (RP-VF3-B473 e RP-VF3-B477); 6 VE (RP-VF3-B468 a RP-VF3-B472 e RP-VF4-B180).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *Venus casina* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *Venus casina* no Pliocénico das jazidas da região de Carnide.

Venus verrucosa LINNAEUS, 1758
ESTAMPA XXI – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 7 VD (RP-VF2-B032 a RP-VF2-B038); 4 VE (RP-VF2-B039 a RP-VF2-B042).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 30–31) assinalaram a ocorrência de *Venus (Ventricola) verrucosa* (Linnaeus, 1758) [= *V. verrucosa*] para o Pliocénico de Águas Santas, Negreiro, Nadadoiro e Selir do Porto (Caldas da Rainha). COX (1936: 70) cita a ocorrência de *Antigona (V.) verrucosa* [= *V. verrucosa*] na jazida da Mina (Marinha Grande). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *V. verrucosa* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 83) assinala as ocorrências suprarreferidas. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *V. (V.) verrucosa* var. *tumida* no Pliocénico das jazidas de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Venus (Ventricola) verrucosa (LINNAEUS, 1758) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 3, fig. 16-18);

Venus (Venus) verrucosa (LINNAEUS, 1758) – SANTOS (2000: est. 27, fig. 1-2).

6.3 – SUBCLASSE PTERIOMORPHIA BEURLEN, 1944

Ordem ARCIDA STOLICZKA, 1871
Superfamília Arcoidea LAMARCK, 1809
Família Arcidae LAMARCK, 1809

Gênero *Anadara* GRAY, 1847
[*Arca antiquata* LINNAEUS, 1758]

Anadara diluvii (LAMARCK, 1805)
ESTAMPA XXVI – FIGURAS 3, 4, 5, 6, 7

Material estudado: 1 VD (RP-VF3-B001); 3 VE (RP-VF4-B001 a RP-VF4-B003).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 53–54) assinalaram a ocorrência de *A. diluvii* (LAMARCK) DESHAYEE no Pliocénico de Águas Santas (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKI (1959: 72) assinala a presença nos afloramentos com Pliocénico de Cruz de Pau, Torre da Marinha e Casal do Vale dos Ossos.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Arca diluvii (LAMARCK) DESHAYEE – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 6, fig. 7, 8);

Anadara (Anadara) diluvii (LAMARCK, 1805) – SANTOS (2000: est. 3, fig. 3-6).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *Anadara diluvii* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Anadara pectinata (BROCCHI, 1814)
ESTAMPA XXVI – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 14 VD (RP-VF3-B102 a RP-VF3-B109 e RP-VF4-B047 a RP-VF4-B052), 10 VE (RP-VF3-B093 a RP-VF3-B101 e RP-VF4-B53).

Referências selecionadas de ocorrência para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 58–59) assinalaram a ocorrência de *Arca (Pectinarca) pectinata* [= *Anadara pectinata*] no Pliocénico (Placenciano) de Águas Santas e Nadadoiro (Caldas da Rainha). MORAIS (1941: 4) assinalou esta espécie para o Pliocénico de Marinha Grande.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Arca (Pectinarca) pectinata (BROCCHI, 1814) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 6, fig. 11-14);

Anadara (Anadara) pectinata (BROCCHI, 1814) – SANTOS (2000: est. 4, fig. 1, 2).

Observações: assinalamos, pela primeira vez a ocorrência de *Anadara pectinata* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Género *Arca* LINNAEUS, 1758

[*Arca noae* LINNAEUS, 1758]

Arca tetragona POLI, 1795

ESTAMPA XXVII – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 2 VD provenientes do estrato 3 da Formação de Carnide de Vale de Freixo.

Referências selecionadas de ocorrência para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 55) assinalaram a ocorrência de *Arca tetragona* no Pliocénico de Nadadoiro e COX (1936: 69) cita a ocorrência de *Navicula tetragona* (POLI) [= *A. tetragona*] na jazida da Mina (Marinha Grande).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *A. tetragona* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Género *Barbatia* GRAY, 1842

[*Arca barbata* LINNAEUS, 1758]

Barbatia mytiloides (BROCCHI, 1814)

ESTAMPA XXVII – FIGURAS 3, 4

Material estudado: 1 exemplar articulado (RP-VF3-B112); 2 VD (RP-VF3-B113 e RP-VF3-B114); 6 VE (RP-VF3-B115 a RP-VF3-B117 e RP-VF4-B064 a RP-VF4-B066).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 57–58) assinalaram a ocorrência de *Arca (Soldania) mytiloides* [= *Barbatia mytiloides*] no Pliocénico de Águas Santas, Negreiro, Nadadoiro, Selir do Porto (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *Arca mytiloides* [= *B. mytiloides*] para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1943, 1959: 72) assinala a ocorrência de *A. (Barbatia) mytiloides* (BROCCHI, 1814) [= *B. mytiloides*] no Pliocénico de Alfeite, Quinta da Barroca, Casal de Vale dos Ossos (Paio Pires), Descida de Espaleque (Caparica) e Fonte da Telha. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *A. (B.) mytiloides* no Pliocénico das jazidas de vale de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Arca (Soldania) mytiloides (BROCCHI, 1814) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 6, fig. 15-18);
Barbatia (Barbatia) mytiloides (BROCCHI, 1814) – SANTOS (2000: est. 2, fig. 1-3).

Família Glycymerididae DALL, 1908

Género *Glycymeris* DA COSTA, 1778

[*Arca glycymeris* LINNAEUS, 1758]

Glycymeris glycymeris (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XXVIII – FIGURAS 1, 2, 3, 4, 5

Material estudado: foram recoletados cerca de 30 espécimes. Selecionaram-se, para estudo, 3 exemplares articulados (RP-VF3-B465, RP-VF4-B207, RP-VF4-B208); 5 VD (RP-VF2-B056 a RP-VF2-B057, RP-VF3-B466, RP-VF4-B100, RP-VF4-B210); 5 VE (RP-VF2-B059 a RP-VF2-B061, RP-VF4-B99, RP-VF4-B209).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 61–62) assinalaram a ocorrência de *Pectunculus glycymeris* LINNAEUS sp. (*Arca*) [= *Glycymeris glycymeris*] para o Pliocénico de Águas Santas, Negreiro, Nadadoiro, Selir (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). MORAIS (1941: 4) assinalou *Glycimeria* [sic] *glycymeris* (LINNAEUS) para o Pliocénico de Marinha Grande. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978:12) assinalaram a ocorrência de *G. glycymeris* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 73–74) referiu as ocorrências supracitadas.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Pectunculus glycymeris LINNAEUS – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 5, fig. 24-28; est. 6, fig. 3).

Família Noetiidae STEWART, 1930

Género *Striarca* CONRAD, 1862

[*Arca centenaria* SAY, 1824]

Striarca lactea (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XXVII – FIGURAS 5, 6

Material estudado: foram coletadas mais de uma centena de valvas. Selecionaram-se 20 para estudo. 10 VD (RP-VF3-B367 a RP-VF3-B371; RP-VF4-B119 e RP-VF4-B123); 10 VE (RP-VF3-B372 a RP-VF3-B376; RP-VF4-B124 a RP-VF4-B128).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 56–57) indicam a presença de *Arca (Fossularca) lactea* LINNAEUS [= *Striarca lactea*] para o Pliocénico

de Nadadoiro (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *A. lactea* LINNAEUS [=*S.lactea*] para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 77) cita *A. (F.) lactea* LINNAEUS [=*S. lactea*] provenientes de Nadadoiro de Carnide. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *A. (F.) lactea* LINNAEUS [=*S. lactea*] para o Pliocénico das jazidas de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Arca (Fossularca) lactea LINNAEUS – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 6, fig. 9-10);

Striarca lactea (LINNAEUS) – SANTOS (2000: est. 4, fig. 4-5).

Ordem LIMIDA MOORE, 1952

Superfamília Limoidea RAFINESQUE, 1815

Família Limidae RAFINESQUE, 1815

Género *Lima* BRUGUIÈRE, 1797

[*Lima alba* CUVIER, 1797]

Lima lima (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XXIX – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 8 VD (RP-VF2-B020 a RP-VF2-B023; RP-VF3-B327 e RP-VF3-B328; RP-VF4-B101 e RP-VF4-B102); 6 VE (RP-VF2-B019; RP-VF3-B005; RP-VF4-B103).

Referências selecionadas de ocorrência para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 72–73) indicam a presença de *Radula lima* (LINNAEUS) sp. (*Ostrea*) [=*Lima lima*] para o Pliocénico de Nadadoiro (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKI (1959: 77) refere que foi encontrada em Nadadoiro.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Radula lima (LINNAEUS) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 7, fig.1);

Lima lima (LINNAEUS, 1758) – HENRIQUES DA SILVA (1959: est. 8, fig.3).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a sua ocorrência de *L. lima* para o Pliocénico de Carnide.

Género *Limaria* LINK, 1807

[*Lima inflata* LINK, 1807]

Limaria loscombi (G. B. SOWERBY I, 1823)

ESTAMPA XXX – FIGURAS 3, 4

Material estudado: 3 VE (RP-VF3-B364 a RP-VF3-B366).

Observações: assinalamos, pela primeira, vez a ocorrência de *L. loscombi* (G. B. SOWERBY I, 1823) para o Pliocénico de Portugal.

Limaria tuberculata (OLIVI, 1792)

ESTAMPA XXX – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 2 VD (RP-VF3-B360 e RP-VF3-B361); 2 VE (RP-VF2-B362 e RP-VF3-B363).

Referências selecionadas de ocorrência para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 73–74) assinalaram a ocorrência de *Radula (Mantellum) inflata* CHEMNITZ sp. (*Pecten*) [= *Limaria tuberculata*] no Pliocénico de Nadadoiro (Caldas da Rainha). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *R. inflata* (CHEMNITZ) [= *L. tuberculata*] para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 77) cita um espécime de *Lima (M.) inflata* (CHEMNITZ) [= *L. tuberculata*] provenientes de Nadadouro e outro de Carnide. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *R. (M.) inflata* (CHEMNITZ) [= *L. tuberculata*] para o Pliocénico das jazidas de Carnide.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Lima (Mantellum) inflata (CHEMNITZ) – ZBYSZEWSKY (1959: est. 10, fig. 18).

Ordem MYTILIDA FÉRUSSAC, 1822
Superfamília Mytiloidea RAFINESQUE, 1815
Família Mytilidae RAFINESQUE, 1815
Subfamília Modiolinae G. TERMIER & H. TERMIER, 1950

Género *Modiolus* LAMARCK, 1799
[*Mytilus modiolus* LINNAEUS, 1758]

Modiolus sp.

ESTAMPA XIV – FIGURAS 6, 7

Material estudado: 1 fragmento de valva (exemplar P.C.).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 71) assinalaram a ocorrência de *Modiola adriatica* LAMARCK para o Pliocénico de Nadadoiro (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKY (1959: 74) citou DOLLFUS & COTTER (1909) e assinala a ocorrência para o Pliocénico de Alfeite e Quinta de Santo Amaro.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Modiola adriatica LAMARCK, 1819 – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 8, fig. 3).

Observações: optámos por deixar em nomenclatura aberta pelo facto de não considerármos o espécime suficiente para uma identificação a nível específico. Assinalamos, pela primeira, vez a ocorrência do género *Modiolus* para o Pliocénico de Carnide.

Subfamília Musculinae IREDALE, 1939

Género *Gregariella* MONTEROSATO, 1883
[*Modiolus sulcatus* RISSO, 1826]

Gregariella sp.

ESTAMPA XIV – FIGURAS 8, 9

Material estudado: 1 VE (RP-VF4-B382).

Observações: optámos por deixar em nomenclatura aberta pelo facto de não considerármos o espécime suficiente para uma identificação a nível específico. Assinalamos, pela primeira, vez a ocorrência do género *Gregariella* para o Pliocénico de Portugal.

Ordem OSTREIDA FÉRUSSAC, 1822
Superfamília Ostreoidea RAFINESQUE, 1815
Família Gryphaeidae VIALOV, 1936
Subfamília Pycnodonteinae STENZEL, 1959

Género *Neopycnodonte* STENZEL, 1971
[*Ostrea cochlear* POLI, 1795]

Neopycnodonte cochlear (POLI, 1795)
ESTAMPA XV – FIGURAS 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12

Material estudado: 9 VD (RP-VF3-B343 a RP-VF3-B346; RP-VF3-B350 a RP-VF3-B354); 3 VE (RP-VF3-B347 a RP-VF3-B349 e RP-VF3-B355).

Observações: assinalamos, pela primeira, vez a ocorrência de *N. cochlear* (POLI, 1795) para o Pliocénico de Portugal.

Família Ostreidae RAFINESQUE, 1815
Subfamília Ostreinae RAFINESQUE, 1815

Género *Ostrea* LINNAEUS, 1758
[*Ostrea edulis* LINNAEUS, 1758]

Ostrea edulis LINNAEUS, 1758
ESTAMPA XXX – FIGURA 5

Material estudado: 1 exemplar com agregado de valvas esquerdas com fragmento de *Atrina* sp. (RP-VF4-B118); 2 VD (RP-VF3-B113 e RP-VF3-B114); 4 VE (RP-VF3-B356 a RP-VF3-B359). Várias VD e VE erodidas provenientes dos estratos 2 e 3 não catalogadas.

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: CHOFFAT (1889: 122) assinala *Ostrea edulis* em Selir do Porto (Caldas da Rainha). DOLLFUS & COTTER (1909: 84–85) assinalaram a ocorrência de *O. edulis* no Pliocénico de Águas Santas, Negreiro, Nadadoiro, Selir do Porto, Senhora da Vitória (Alcobaça) e Monte Real (Leiria). MORAIS (1941: 4) refere *O. edulis* para o Pliocénico de Marinha Grande. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *O. edulis* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 77) aloca os exemplares de DOLLFUS & COTTER (1909) na espécie *O. lamellosa* Brocchi, 1814 [= *O. edulis*]. MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12–13) assinalaram a ocorrência de *O. edulis* no Pliocénico das jazidas de vale de Carnide (Pombal) e Monte Real (Leiria).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Ostrea edulis LINNAEUS, 1758 – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 9, fig.1-5);

Ostrea (Ostrea) edulis LINNAEUS, 1758 – SANTOS (2000: est. 10, fig. 1, 2).

Observações: Consideramos, de acordo com o critério adoptado por diversos autores consultados (e.g. LAURIAT-RAGE, 1981; LOZANO-FRANCISCO, 1997; SANTOS, 2000), que *O. lamellosa* e *O. edulis* constituem uma única espécie.

Superfamília Pinnoidea LEACH, 1819

Família Pinnidae LEACH, 1819

Género *Atrina* GRAY, 1842

[*Pinna nigra* DILLWYN, 1817]

Atrina sp.

ESTAMPA XXXI – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 3 fragmentos umbonais de VE (RP-VF4-B044 a RP-VF4-B046) e 1 framento umbonal de VE sobre *Ostrea edulis* (RP-VF3-B092).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: seguem-se referências a espécimes atribuíveis ao género *Atrina*. CHOFFAT (1889: 122) assinala *Pinna* sp. em Selir do Porto (Caldas da Rainha). DOLLFUS & COTTER (1909: 68–69) indicam a presença de *P. pectinata* para o Pliocénico de Negreiro, Nadadoiro, Selir do Porto. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *P. pectinata* no Pliocénico de de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKI (1959: 74) apenas cita DOLLFUS & COTTER (1909) e omite a referência de TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Atrina af. *pectinata* (LINNAEUS, 1767) – SANTOS (2000: est. 6, fig. 1-2).

Superfamília Pterioidea GRAY, 1847 (1820)

Família Pteriidae GRAY, 1847 (1820)

Género *Pteria* SCOPOLI, 1777

[*Mytilus hirundo* LINNAEUS, 1758]

Pteria hirundo (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XXXI – FIGURAS 3, 4

Material estudado: 4 fragmentos umbonais de VD (RP-VF3-B118 a RP-VF3-B121); 2 fragmentos umbonais de VE (RP-VF3-B122 a RP-VF3-B123).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *Avicula hirundo* (LINNAEUS, 1758) [= *P. hirundo*] no Pliocénico das jazidas de Vale de Carnide (Pombal).

Ordem PECTINIDA GRAY, 1854

Superfamília Anomioidea RAFINESQUE, 1815

Família Anomiidae RAFINESQUE, 1815

Género *Heteranomia* WINCKWORTH, 1922

[*Anomia squamula* LINNAEUS, 1758]

Heteranomia squamula (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA VII – FIGURAS 6, 7, 8

Material estudado: 5 VE (RP-VF4-B381 e 4 exemplares de P.C.).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *Heteranomia squamula* para o Pliocénico de Portugal

Género *Pododesmus* PHILIPPI, 1837

[*Pododesmus decipiens* PHILIPPI, 1837]

Pododesmus squama (GMELIN, 1791)

ESTAMPA VII – FIGURAS 9, 10

Material estudado: 4 VE (RP-VF3-B597 a RP-VF3-B600).

Observações: Distinguido de outros Anominidae com base na densa estriação radial (cerca de duas centenas) (HOLMES, 2017) assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *P. squama* para o Pliocénico de Portugal.

Superfamília Pectinoidea RAFINESQUE, 1815

Família Pectinidae RAFINESQUE, 1815

Subfamília Palliolinae KOROBKOV, 1960

Género *Palliolum* MONTEROSATO, 1884

[*Pecten incomparabilis* RISSO, 1826]

Palliolum excisum (BRONN, 1831)

ESTAMPA XXXII – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: foram coletadas dezenas de valvas. Selecionaram-se 30 para estudo. 15 VD (RP-VF3-B562 a RP-VF3-B566, RP-VF4-B255 a RP-VF4-B264); 15 VE (RP-VF3-B567 a RP-VF3-B571; RP-VF4-B265 a RP-VF4-B274).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 77–78) assinalaram a ocorrência de *Chlamys excisus* BRONN sp. (*Pecten*) [= *Palliolum excisum*] no Pliocénico de Águas Santas, Negreiro, Nadadoiro, Selir do Porto (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). MORAIS (1941: 4) referiu *Chlamis* [sic] *excisa* (BRONN) [= *P. excisum*] para o Pliocénico de Marinha Grande. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *C. excisa* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 76) cita as ocorrências referidas em DOLLFUS & COTTER (1909), MORAIS (1941) e TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *C. excisa* no Pliocénico das jazidas de vale de Carnide (Pombal). SILVA (2001, 2003: A155) refere *P. excisum* para a jazida de Vale de Freixo (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Chlamys excisus BRONN sp. (*Pecten*) – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 8, fig.5-8);

Chlamys excisus BRONN– ZBYSZEWSKY (1959: est. 10, fig. 29, 36).

Sufamília Pectininae RAFINESQUE, 1815

Género *Aequipecten* P. FISCHER, 1886

[*Ostrea opercularis* LINNAEUS, 1758]

Aequipecten opercularis (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XXXIII – FIGURAS 4, 5

Material estudado: 1 VD (RP-VF4-B277).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: CHOFFAT (1889: 122) assinala *Pecten opercularis* em Selir do Porto (Caldas da Rainha). DOLLFUS & COTTER (1909: 81–82) assinalaram a ocorrência de *P. (Aequipecten) opercularis* LINNAEUS sp. (*Ostrea*) [= *Aequipecten opercularis*] no Pliocénico de Selir do Porto e Monte Real (Leiria). ZBYSZEWSKY (1959: 76) cita as ocorrências referidas em DOLLFUS & COTTER (1909) e ainda para o Pliocénico de Alfeite, Quinta da Barroca e Fonte da Telha (Setúbal). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 13) assinalaram a ocorrência de *Chlamys opercularis* [= *A. opercularis*] no Pliocénico das jazidas de Monte Real (Leiria).

ZBYSZEWSKY (1959: 75) cita a ocorrência de *Chlamys scabrella* LAMARCK [= *Aequipecten scabrella*] para a jazida de Igreja de Carnide (Pombal). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *C. scabrella* no Pliocénico de Carnide (Pombal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Pecten (Aequipecten) opercularis LINNAEUS – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 7, fig. 11-13);

Chlamys opercularis LINNAEUS – VEIGA FERREIRA (1955: est. 2, fig. 12; est. 4, fig. 22);

Aequipecten opercularis (LINNAEUS, 1758) – MOCHO, PEREIRA & LOURENÇO (2010: fig. 2, c1, c2).

Observações: Recolheram-se 4 valvas (2 VD e 2 VE) atribuíveis a *A. scabrella* (LAMARCK, 1819) ou a *A. opercularis* (LINNAEUS, 1758). Visualmente algumas variedades desta última espécie confundem-se com *A. scabrella*. A identificação do exemplar, figurado como *A. opercularis*, foi suportada com apoio em imagens SEM da microescultura da valva e demais considerações presentes na discussão efetuada por LOZANO-FRANCISCO (1997) e RICO-GARCÍA (2008). Assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *A. opercularis* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Refira-se que ZBYSZEWSKY (1959: 75) cita a ocorrência de *Chlamys scabrella* LAMARCK [= *A. scabrella*] para a jazida de Igreja de Carnide (Pombal). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 12) assinalaram a ocorrência de *C. scabrella* no Pliocénico de Carnide (Pombal). Para visualizar *A. scabrella* figurados para o Neogénico nacional consulte-se:

Chlamys scabrella LAMARCK – ZBYSZEWSKY (1959: est. 10, fig. 5); *Chlamys scabrella* LAMARCK – VEIGA FERREIRA (1951: est. 9, fig. 36-37, 40, 42-43); *Aequipecten scabrella* (LAMARCK, 1819) – SANTOS (2000: est. 8, fig. 1-2).

Género *Flexopecten* SACCO, 1897

[*Ostrea flexuosa* POLI, 1795]

Flexopecten flexuosus (POLI, 1795)

ESTAMPA XXXIII – FIGURAS 1, 2, 3

Material estudado: 10 VD (RP-VF3-B601 a RP-VF2-B610); 9 VE (RP-VF3-B611 e RP-VF3-B619).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 82–83) assinalaram a ocorrência de *Pecten (Flexopecten) flexuosus* POLI sp. (*Ostrea* [=*Flexopecten flexuosus*]) para o Pliocénico de Nadadoiro e Selir do Porto (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKY (1959: 76) cita as ocorrências referidas em DOLLFUS & COTTER (1909).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Flexopecten flexuosus (POLI – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 7, fig. 5-6).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *F. flexuosus* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Género *Pecten* O. F. MÜLLER, 1776

[*Ostrea maxima* LINNAEUS, 1758]

Pecten benedictus LAMARCK, 1819

ESTAMPA XXXIII – FIGURAS 6, 7

Material estudado: 9 VD (RP-VF2-B047 a RP-VF2-B052, RP-VF3-B279, RP-VF4-B279 e RP-VF4-B280); 4 VE (RP-VF2-B053 a RP-VF2-B055 e RP-VF4-B281)

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 79–80) assinalaram a ocorrência de *Pecten benedictus* LAMARCK no Pliocénico de Águas Santas, Negreiro, Nadadoiro e Selir do Porto (Caldas da Rainha), Monte Real (Leiria) e Alfeite (Almada). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) e MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978:12) assinalaram a ocorrência *P. benedictus* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 74) cita as ocorrências referidas em DOLLFUS & COTTER (1909) e

TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951). Acrescenta as jazidas de S. Joanes, Corroios, Quinta da Barroca, Cruz de Pau, Torre da Marinha, Casal do Vale dos Ossos e Fonte da Telha (Setúbal).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Pecten benedictus LAMARCK – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 7, fig.3-4).

Sufamília Pedinae BRONN, 1862

Género *Hinnites* DEFRANCE, 1821

[*Hinnites cortesyi* DEFRANCE]

Hinnites crispus (BROCCHI, 1814)

ESTAMPA XXXIV – FIGURAS 1, 2

Material estudado: 6 VD (RP-VF2-B016 a RP-VF2-B018 e RP-VF2-B044 a RP-VF2-B046); 2 VE (RP-VF2-B015 e RP-VF2-B043).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 74–75) assinalaram a ocorrência de *Hinnites crispus* BROCCHI sp. (*Ostrea*) para o Pliocénico de Nadadoiro e Selir do Porto (Caldas da Rainha). ZBYSZEWSKY (1959: 75) cita as ocorrências referidas em DOLLFUS & COTTER (1909), atribuindo-lhe a designação *Chlamys crispa*.

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Hinnites crispus BROCCHI – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 8, fig. 4).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *H. crispus* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Hinnites ercolianus COCCONI, 1873

ESTAMPA XXXIV – FIGURAS 3, 4

Material estudado: 3 VE (RP-VF2-B012 a RP-VF3-B014).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *H. ercolianus* para o Pliocénico de Portugal. Registe-se que Choffat (1889: 122) refere *Pecten pusio* em Selir do Porto, nos espécimes identificados por M. Van den Broeck e M. G. Vincent.

Género *Mimachlamys* IREDALE, 1929

[*Pecten asperrimus* LAMARCK, 1819]

Mimachlamys varia (LINNAEUS, 1758)

ESTAMPA XXXV – FIGURAS 1, 2, 3, 4

Material estudado: 7 VD (RP-VF3-B572 a RP-VF3-B578); 15 VE (RP-VF3-B579 a RP-VF3-B593).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 75–76) assinalaram a ocorrência de *Chlamys varius* Linnaeus sp. (*Ostrea*) [= *Mimachlamys varia*] no Pliocénico de Águas Santas, Nadadoiro e Selir do Porto (Caldas da Rainha) e Monte Real (Leiria). MORAIS (1941: 4) refere *Chlamis* [sic] *varia* [= *M. varia*] para o Pliocénico de Marinha Grande. ZBYSZEWSKY (1959: 75) cita as ocorrências referidas em DOLLFUS & COTTER (1909) e MORAIS (1941). MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA (1978: 13) assinalaram a ocorrência de *C. varia* no Pliocénico de Monte Real (Leiria).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Chlamys varius LINNAEUS – DOLLFUS & COTTER (1909: est. 7, fig. 7-10);

Chlamys varia LINNAEUS – VEIGA FERREIRA (1955: est. 1, fig. 6).

Observações: assinalamos, pela primeira vez, a ocorrência de *M. varia* para o Pliocénico de Carnide (Pombal).

Género *Talochlamys* IREDALE, 1929
[*Chlamys famigerator* IREDALE, 1925]

Talochlamys multistriata (POLI, 1795)
ESTAMPA XXXV – FIGURAS 5, 6, 7

Material estudado: 4 VE (RP-VF3-B594 a RP-VF3-B596, RP-VF4-B276).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: DOLLFUS & COTTER (1909: 76–77) assinalaram a ocorrência *Chlamys multistriata* POLI sp. (*Ostrea*) [= *Talochlamys multistriata*] no Pliocénico de Nadadoiro (Caldas da Rainha) e Senhora da Vitória (Alcobaça). TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951: 298) assinalaram a ocorrência de *C. multistriata* para o Pliocénico de Carnide (Pombal). ZBYSZEWSKY (1959: 76) cita as ocorrências referidas em DOLLFUS & COTTER (1909) e TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI (1951).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Chlamys multistriata POLI – VEIGA FERREIRA (1951: est. 8, fig. 32-35);

Chlamys multistriata POLI – VEIGA FERREIRA (1955: est. 1, fig. 2);

Crassadoma multistriata (POLI, 1795) – SANTOS (2000: est. 17, fig. 3-6).

Família Propeamussiidae ABBOTT, 1954

Género *Similipecten* WINCKWORTH, 1932

[*Pecten similis* LASKEY, 1811]

Similipecten similis (LASKEY, 1811)

ESTAMPA XXXII – FIGURAS 5, 6, 7, 8

Material estudado: cerca de duas dezenas de valvas desarticuladas (exemplares P.C.).

Principais referências para o Pliocénico de Portugal: CARVALHO, CALLAPEZ & FERREIRA SOARES (2005) assinalaram a ocorrência *Similipecten similis* (LASKEY, 1811) Para o Pliocénico de Vale de Freixo (Carnide).

Figuração para o Neogénico de Portugal:

Similipecten similis (LASKEY, 1811) – CARVALHO, CALLAPEZ & FERREIRA SOARES (2005).

7- DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

No decorrer deste trabalho identificámos um total de 86 taxa de BIVALVIA. Identificámos 81 destes *taxa* até ao nível específico e optámos por deixar cinco em nomenclatura aberta (i.e. *Ensis* sp., *Atrina* sp., *Macomopsis* sp., *Modiolus* sp., *Gregariella* sp.). O elenco taxonómico atualizado distribui-se por 32 famílias e 75 géneros. As famílias mais representadas são Veneridae (11 espécies), Pectinidae e Tellinidae (oito espécies cada). Constam, desta lista taxonómica, 23 primeiras citações de ocorrência para o registo estratigráfico do Pliocénico de Portugal e outras 19 são novidade para a sucessão marinha pliocénica da região de Carnide, no concelho de Pombal (Tabela 7.1).

Tabela 7.1 – Lista de famílias e espécies de moluscos bivalves identificados em Vale de Freixo. Assinalam-se as novas ocorrências para o registo estratigráfico do Pliocénico de Portugal (*) e para a sucessão marinha pliocénica da região de Carnide, no concelho de Pombal (**).

Família Nuculidae	Família Semelidae	Família Arcidae
<i>Ennucula laevigata</i> *	<i>Abra alba</i> **	<i>Anadara diluvii</i> **
<i>Nucula nucleus</i>	<i>Abra prismatica</i>	<i>Anadara pectinata</i> **
Família Nuculanidae	Família Tellinidae	<i>Arca tetragona</i> **
<i>Lembulus pella</i>	<i>Arcopagia corbis</i>	<i>Barbatia mytiloides</i>
Família Carditidae	<i>Arcopagia crassa</i>	Família Glycymerididae
<i>Cardita calyculata</i> **	<i>Gastrana fragilis</i> **	<i>Glycymeris glycymeris</i>
<i>Cardites antiquatus</i>	<i>Macomopsis</i> sp.	Família Noetiidae
<i>Centrocardita aculeata</i> *	<i>Macomopsis elliptica</i>	<i>Striarca lactea</i>
<i>Cyclocardia scalaris</i>	<i>Bosemprella incarnata</i> *	Família Limidae
<i>Megacardita striatissima</i>	<i>Oudardia compressa</i> *	<i>Lima lima</i> **
Família Astartidae	<i>Peronidia albicans</i> **	<i>Limaria loscombi</i> *
<i>Astarte fusca</i>	Família Chamidae	<i>Limaria tuberculata</i>
<i>Digitaria digitaria</i>	<i>Chama gryphoides</i> **	Família Mytilidae
<i>Goodallia triangularis</i> *	Família Lucinidae	<i>Modiolus</i> sp.**
Família Galeommatidae	<i>Lucinoma borealis</i>	<i>Gregariella</i> sp.*
<i>Spaniorinus ambiguus</i> *	<i>Megaxinus transversus</i> *	Família Gryphaeidae
Família Lasaeidae	<i>Loripinus fragilis</i> *	<i>Neopycnodonte cochlear</i> *
<i>Scacchia oblonga</i> **	Família Cardiliidae	Família Ostreidae
Família Ungulinidae	<i>Cardilia michelottii</i> *	<i>Ostrea edulis</i>
<i>Diplodonta rotundata</i> *	Família Mactridae	Família Pinnidae
Família Hiatellidae	<i>Lutraria lutraria</i> **	<i>Atrina</i> sp.
<i>Hiatella rugosa</i> *	<i>Mactra stultorum</i>	Família Pteriidae
Família Pharidae	<i>Spisula subtruncata</i>	<i>Pteria hirundo</i>
<i>Ensis</i> sp.	<i>Spisula solida</i>	Família Anomiidae
<i>Pharus legumen</i>	Família Corbulidae	<i>Heteranomia squamula</i> *
<i>Phaxas pellucidus</i> *	<i>Corbula gibba</i>	<i>Pododesmus squama</i> *
Família Cardiidae	<i>Corbula revoluta</i> *	Família Pectinidae
<i>Procardium diluvianum</i>	Família Veneridae	<i>Palliolum excisum</i>
<i>Acanthocardia aculeata</i> **	<i>Callista chione</i>	<i>Aequipecten opercularis</i> **
<i>Papillicardium papillosum</i> **	<i>Chamelea gallina</i>	<i>Flexopecten flexuosus</i> **
<i>Parvicardium scriptum</i> *	<i>Circomphalus foliaceolamellosus</i>	<i>Pecten benedictus</i>
<i>Laevicardium crassum</i>	<i>Clausinella fasciata</i>	<i>Hinnites crispus</i> **
<i>Europicardium multicostratum</i>	<i>Dosinia lupinus</i>	<i>Hinnites ercolanianus</i> *
Família Donacidae	<i>Gouldia minima</i> *	<i>Mimachlamys varia</i> **
<i>Donax variegatus</i>	<i>Pitar rudis</i> *	<i>Talochlamys multistriata</i>
Família Psammobiidae	<i>Tapes vetula</i>	Família Propeamussiidae
<i>Gari depressa</i> **	<i>Timoclea ovata</i>	<i>Similipecten similis</i>
<i>Gari tellinella</i> *	<i>Venus casina</i>	
<i>Gari fervensis</i>	<i>Venus verrucosa</i>	

Em relação aos estudos prévios que integram dados sobre os bivalves do Pliocénico marinho de Carnide (e.g. TEIXEIRA & ZBYSZEWSKI, 1951; ZBYSZEWSKI, 1959; MANUPPELLA, ZBYSZEWSKY & FERREIRA, 1978), registamos que não encontramos, durante o nosso trabalho de campo, algumas das espécies citadas pelos autores referidos, entre as quais: *Glycymeris cor*, *Chlamys inaequicostalis*, *Astarte* af. *concentrica*, *Cardita (Pteromeris) corbis*, *Lucina (Divaricella) divaricata*, *Dosinia exoleta* e *Panopaea glycymeris*. Este facto poderá dever-se a pequenas diferenças entre a composição das associações presentes nas várias jazidas conhecidas, apesar da sua proximidade geográfica. Por sua vez, a diversidade dos moluscos bivalves identificados até ao momento, para o Pliocénico de Carnide, foi substancialmente incrementada, passando de apenas 48, para mais de nove dezenas de espécies.

Quanto ao cortejo de moluscos bivalves identificados por DOLLFUS & COTTER (1909) para o conjunto das diversas jazidas clássicas sitas nos concelhos de Caldas da Rainha, Nazaré, Alcobaça e Leiria, contabilizam-se 78 espécies distribuídas por 27 famílias. Desta forma, a jazida de Vale de Freixo, *per se*, ombreia com a diversidade específica evidenciada pelas jazidas situadas mais a sul, não obstante estas devam necessitar de novas amostragens e de uma revisão profunda dos seus elencos, também com o contributo das coleções museológicas, trabalho a que nos propomos numa próxima etapa dos nossos estudos.

A diversidade e abundância da associação de moluscos bivalves estudada, a par da dos moluscos gastrópodes e de outros elementos macro (corais, briozoários, serpulídeos, equinídeos...) e microfaunísticos (foraminíferos bentónicos e planctónicos, ostracodos...) presentes, sugerem desde logo que o ambiente deposicional local da jazida de Vale de Freixo deveria ser francamente aberto a influências marinhas e capaz de suportar uma biocenose significativa, cujos elementos conservados, por analogia e aplicação de critérios subjacentes ao Actualismo taxonómico, encerram todo um conjunto de informações relativas à paleocomunidade original e aos fatores bióticos e abióticos que controlaram o seu desenvolvimento de curto a longo termo.

Assim, as considerações paleoecológicas aqui explanadas foram inferidas fundamentalmente a partir dos moluscos bivalves. Estas completam as considerações que incluíram análises realizadas a partir de outros grupos de somatofósseis da orictocenose (e.g. gastrópodes e foraminíferos) e as de carácter tafonómico, conforme consta nos pontos 5.2 e 5.3 do presente estudo.

As fácies, a composição taxonómica e a abundância relativa dos moluscos bivalves evidenciam alguma diferença que terá existido entre o substrato do fundo marinho registado pelo estrato 2 e o representado pelos estratos 3 e 4. No estrato 2, a granulometria do sedimento seria bastante mais grosseira, heterométrica e, localmente, este seria mais endurecido. Exemplo

observável é a ocorrência de grandes indivíduos do género *Hinnites* (Fig. 7.1) com marca de sedimentação e inclusão de clastos siliciosos. No estrato 2 observámos, também, concentrações de valvas de grandes bivalves, formando coquinas misturada com clastos arredondados de quartzo e de quartzito, naquilo que deverá ter funcionado como um substrato duro colonizável.

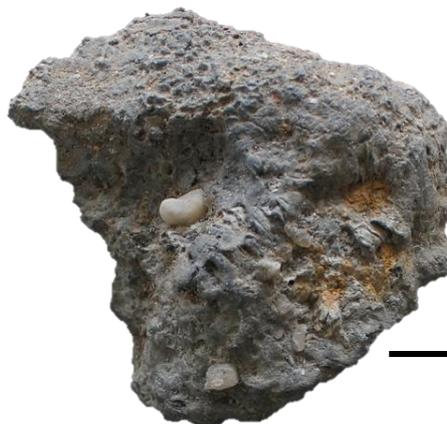


Figura 7.1 – Vista lateral externa de fragmento de VD de *Hinnites crispus* (BROCCHI, 1814), coletado no estrato 2 de Vale de Freixo, no qual são visíveis as marcas de cimentação e a incorporação de clastos siliciosos. A escala corresponde a 1 cm.

Embora não tenhamos, nesta fase do trabalho, efetuado uma análise quantitativa à amostragem, a maior abundância relativa de bivalves endobentónicos, bem como a sua diversidade interespecífica (Tab. 7.2), corrobora a existência de fundos de substrato móvel. O facto de os estratos 3 e 4 apresentarem um predomínio de somatofósseis das famílias Mactridae e Tellinidae sugere a prevalência provável de fundos móveis, de granulometria fina e bem oxigenados. A ocorrência de espécies com nichos ecológicos consentâneos com um modo de vida epibentónico sésil, bissado ou cimentado, não é incompatível com esta conclusão, dado que podem ter utilizado como substrato de fixação conchas ou bioclastos. Este fenómeno de *feedback* tafonómico é observável noutros tipos de invertebrados presentes na jazida [e.g. *Petalconchus glomeratus* (LINNAEUS, 1758)].

Tabela 7.2 – Moluscos bivalves identificados em Vale de Freixo e sua relação com o substrato: endobentônicos (En); semi-endobentônicos (SEn); epibentônicos cimentados (Epc); epibentônicos bissados (Epb); epibentônicos de natação livre (Epn) e perfuradores ou criptobentônicos (PC) (adaptado de SANTOS, 2000).

<i>Ennucula laevigata</i>	En	<i>Lutraria lutraria</i>	En
<i>Nucula nucleus</i>	En	<i>Mactra stultorum</i>	En
<i>Lembulus pella</i>	SEn	<i>Spisula subtruncata</i>	En
<i>Cardita calyculata</i>	En	<i>Spisula solida</i>	En
<i>Cardites antiquatus</i>	En	<i>Corbula gibba</i>	En
<i>Centrocardita aculeata</i>	En	<i>Corbula revoluta</i>	En
<i>Cyclocardia scalaris</i>	En	<i>Callista chione</i>	En
<i>Megacardita striatissima</i>	En	<i>Chamelea gallina</i>	En
<i>Astarte fusca</i>	En	<i>Circomphalus foliaceolamellosus</i>	En
<i>Digitaria digitaria</i>	En	<i>Clausinella fasciata</i>	En
<i>Goodallia triangularis</i>	En	<i>Dosinia lupinus</i>	En
<i>Spaniorinus ambiguus</i>	En	<i>Gouldia minima</i>	En
<i>Scacchia oblonga</i>	En	<i>Pitar rudis</i>	En
<i>Diplodonta rotundata</i>	En	<i>Tapes vetula</i>	En
<i>Hiatella rugosa</i>	PC/ Epb	<i>Timoclea ovata</i>	En
<i>Ensis sp.</i>	En	<i>Venus casina</i>	En
<i>Pharus legumen</i>	En	<i>Venus verrucosa</i>	En
<i>Phaxas pellucidus</i>	En	<i>Anadara diluvii</i>	En
<i>Procardium diluvianum</i>		<i>Anadara pectinata</i>	En
<i>Acanthocardia aculeata</i>	En	<i>Arca tetragona</i>	En
<i>Papillicardium papillosum</i>	Epb	<i>Barbatia mytiloides</i>	En
<i>Parvicardium scriptum</i>	Epb	<i>Glycymeris glycymeris</i>	En
<i>Laevicardium crassum</i>	En	<i>Striarca lactea</i>	Epb
<i>Europicardium multicostatum</i>	En	<i>Lima lima</i>	Epb
<i>Donax variegatus</i>	En	<i>Limaria loscombi</i>	Epn
<i>Gari depressa</i>	En	<i>Limaria tuberculata</i>	Epn
<i>Gari tellinella</i>	En	<i>Modiolus sp.</i>	Epb
<i>Gari fervensis</i>	En	<i>Gregariella sp.</i>	Epb
<i>Abra alba</i>	En	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	Epc
<i>Abra prismatica</i>	En	<i>Ostrea edulis</i>	Epc
<i>Arcopagia corbis</i>	En	<i>Atrina sp.</i>	SEn
<i>Arcopagia crassa</i>	En	<i>Pteria hirundo</i>	Epb
<i>Gastrana fragilis</i>	En	<i>Heteranomia squamula</i>	Epc
<i>Macomopsis elliptica</i>	En	<i>Pododesmus squama</i>	Epc
<i>Bosemprella incarnata</i>	En	<i>Palliolum excisum</i>	
<i>Oudardia compressa</i>	En	<i>Aequipecten opercularis</i>	Epb
<i>Peronidia albicans</i>	En	<i>Flexopecten flexuosus</i>	Epn
<i>Chama gryphoides</i>	Epc	<i>Pecten benedictus</i>	Epn
<i>Lucinoma borealis</i>	En	<i>Hinnites crispus</i>	Epc
<i>Megaxinus transversus</i>	En	<i>Hinnites ercolanianus</i>	Epc
<i>Loripinus fragilis</i>	En	<i>Mimachlamys varia</i>	Epb
<i>Cardilia michelottii</i>		<i>Talochlamys multistriata</i>	Epb
		<i>Similipecten similis</i>	

No que respeita às condições hidrodinâmicas, verifica-se que no estrato 2 as valvas de grandes bivalves são, em geral, equidimensionais, sugerindo uma seleção biostratinômica em que terão intervindo paleocorrentes de fundo, associadas a fraca taxa de deposição, constituindo um exemplo típico de *time-averaging* (FÜRSICH & ABERHAN, 1990) com mistura temporal de indivíduos pertencentes a diferentes gerações da mesma paleocomunidade. Por outro lado, observa-se a sua acumulação preferencial em determinadas áreas, o que poderá ter sido

potenciado pelas configurações morfológicas dos fundos marinhos e por correntes de vortex. O estado de desarticulação das valvas é generalizado. Estas terão sofrido dispersão e concentração, sendo que a sua disposição em corte permite perceber que foram dispostas preferencialmente com a comissura voltada para baixo, situação de estabilidade que ocorre geralmente sob certas condições de hidrodinamismo mais elevadas. Para o topo do estrato 3 e no estrato 4 as valvas encontram-se frequentemente articuladas o que, conjuntamente com a notável preservação de estruturas delicadas das valvas, indicará níveis de hidrodinamismo relativamente diminutos, em ambiente marinho resguardado, com taxa de deposição mais elevada.

A análise da repartição batimétrica revelou que grande parte das espécies bivalves identificadas subsiste em ambientes infra e circalitorais (e.g. SANTOS, 2000; CÁRDENA, BAJO & MAESTRE, 2017). No entanto, existência de espécies que não ultrapassam o limite inferior do andar infralitoral (e.g. *Spisula subtruncata*, *Circomphalus foliaceolamellosus*, *Macomopsis elliptica*) apontam para que o paleoambiente, representado pela sequênciaossilífera de Vale de Freixo, corresponderia a este andar batimétrico pouco profundo. A identificação de *Neopycnodonte cochlear* na orictocenose, espécie hoje mais comum a maiores profundidades, não incompatibiliza esta conclusão, dado que aparenta ser pouco frequente na associação e poderá ter sido tolerante a uma batimetria mais fraca, situada ainda dentro da zona fótica.

A associação faunística indica ambiente francamente marinho, com salinidade normal. É particularmente elucidativo a presença de somatofósseis de organismos, como os equinídeos, que não toleram baixos níveis de salinidade, como seriam os de ambientes de água salobra. Os bivalves presentes reforçam estas conclusões dado que se verifica a presença de espécies estenoalinas (e.g. *Lembulus pella* e *Papilicardium papillosum*) (e.g. CÁRDENA, BAJO & MAESTRE, 2017).

A fauna de moluscos de Vale de Freixo integra várias espécies termófilas, das quais já destacámos, por exemplo, espécies das famílias Ficidae, Mitridae, Conidae ou Terebridae (e.g. SILVA, 1993, 1996, 2001, 2003; SILVA *et al.*, 2010). Os moluscos bivalves *Cardita calyculata*, *Oudardia compressa*, *Circomphalus foliaceolamellosus*, *Tapes vetula*, *Procardium diluvianum*, *Europicardium multicostratum*, *Palliolum excisum* ou *Cardilia michelottii*, que possuem afinidades subtropicais a tropicais, sugerem paleotemperaturas das águas superficiais oceânicas acima das atuais registadas para a costa ocidental portuguesa. Estes dados estão de acordo com trabalhos prévios (e.g. SILVA 2001, 2003; MONEGATTI & RAFFI, 2007; SILVA *et al.*, 2010).

Em termos de tipos de regime alimentar e respetivas relações tróficas há a considerar, pela análise do registo da faunícula de moluscos, a presença de uma paleobiocenose que incluía organismos moluscos detritívoros, filtradores, carnívoros, comensais e parasitas.

Em relação aos bivalves encontrámos espécies suspensívoras e detritívoras. Não vislumbrámos quaisquer espécies de bivalves carnívoros (e.g. *Cuspidaria* spp.) e, em termos específicos, os bivalves suspensívoros seriam predominantes (Tab. 7.3).

Tabela 7.3 – Nicho trófico dos bivalves identificados em Vale de Freixo: detritívoros (D); suspensívoros (S) (LOZANO-FRANCISCO, 1997; SANTOS, 2000).

<i>Ennucula laevigata</i>	D	<i>Lutraria lutraria</i>	S
<i>Nucula nucleus</i>	D	<i>Mactra stultorum</i>	
<i>Lembulus pella</i>	D	<i>Spisula subtruncata</i>	S
<i>Cardita calyculata</i>	S	<i>Spisula solida</i>	
<i>Cardites antiquatus</i>		<i>Corbula gibba</i>	S
<i>Centrocardita aculeata</i>		<i>Corbula revoluta</i>	S
<i>Cyclocardia scalaris</i>		<i>Callista chione</i>	S
<i>Megacardita striatissima</i>		<i>Chamelea gallina</i>	
<i>Astarte fusca</i>	D	<i>Circomphalus foliaceolamellosus</i>	S
<i>Digitaria digitaria</i>		<i>Clausinella fasciata</i>	S
<i>Goodallia triangularis</i>		<i>Dosinia lupinus</i>	S
<i>Spaniorinus ambiguus</i>		<i>Gouldia minima</i>	
<i>Scacchia oblonga</i>		<i>Pitar rudis</i>	S
<i>Diplodonta rotundata</i>	D	<i>Tapes vetula</i>	S
<i>Hiatella rugosa</i>	S	<i>Timoclea ovata</i>	S
<i>Ensis</i> sp.	S	<i>Venus casina</i>	
<i>Pharus legumen</i>		<i>Venus verrucosa</i>	S
<i>Phaxas pellucidus</i>		<i>Anadara diluvii</i>	S
<i>Procardium diluvianum</i>		<i>Anadara pectinata</i>	S
<i>Acanthocardia aculeata</i>		<i>Arca tetragona</i>	S
<i>Papillicardium papillosum</i>		<i>Barbatia mytiloides</i>	S
<i>Parvicardium scriptum</i>		<i>Glycymeris glycymeris</i>	S
<i>Laevicardium crassum</i>	S	<i>Striarca lactea</i>	S
<i>Europicardium multicoatum</i>	S	<i>Lima lima</i>	S
<i>Donax variegatus</i>		<i>Limaria loscombi</i>	S
<i>Gari depressa</i>		<i>Limaria tuberculata</i>	S
<i>Gari tellinella</i>		<i>Modiolus</i> sp.	S
<i>Gari fervensis</i>	S	<i>Gregariella</i> sp.	S
<i>Abra alba</i>	D	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	S
<i>Abra prismatica</i>		<i>Ostrea edulis</i>	S
<i>Arcopagia corbis</i>	S	<i>Atrina</i> sp.	S
<i>Arcopagia crassa</i>	D	<i>Pteria hirundo</i>	S
<i>Gastrana fragilis</i>		<i>Heteranomia squamula</i>	
<i>Macomopsis elliptica</i>	D	<i>Pododesmus squama</i>	
<i>Bosemprella incarnata</i>	D	<i>Palliolum excisum</i>	
<i>Oudardia compressa</i>	D	<i>Aequipecten opercularis</i>	S
<i>Peronidia albicans</i>		<i>Flexopecten flexuosus</i>	S
<i>Chama gryphoides</i>		<i>Pecten benedictus</i>	
<i>Lucinoma borealis</i>	S	<i>Hinnites crispus</i>	S
<i>Megaxinus transversus</i>		<i>Hinnites ercolanianus</i>	S
<i>Loripinus fragilis</i>		<i>Mimachlamys varia</i>	S
<i>Cardilia michelottii</i>		<i>Talochlamys multistriata</i>	S
		<i>Similipecten similis</i>	

Os moluscos bivalves estariam integrados num paleoecossistema em que existia alguma constância das características físico-químicas do meio, mas com uma ligação oceânica capaz de permitir uma disponibilidade constante de recursos alimentares, necessária para o sustento de

uma paleocomunidade com uma forte componente de organismos suspensívoros. Este quadro paleoambiental reforça as conclusões tendentes a apontar para um ambiente infralitoral, pouco profundo, próximo da linha de costa, bem iluminado, resguardado e com um hidrodinamismo baixo a moderado, mas com energia suficiente para que as partículas tróficas fossem colocadas em suspensão.

Na rede trófica de Vale de Freixo os bivalves fariam parte da dieta alimentar de outros organismos, nomeadamente dos gastrópodes carnívoros, como atesta a forte prevalência de valvas perfuradas por rádulas. Os gastrópodes apresentariam um espectro de comportamento alimentar ainda mais diversificado. Com efeito, estão presentes bastantes espécies de gastrópodes carnívoros (e.g. géneros *Schilderia*, *Simnia*, *Erato*, *Cerithiopsis*, *Semicassis*, *Ficus*, *Epitonium*, *Acirsa*, *Tonna*, *Actaeon*, *Marginella*, *Muricopsis*, *Gibberula*, *Cancellaria*, *Sveltia*, *Solatia*, *Fasciolaria*, *Conus*, *Ringicula*, *Fusiturris*, *Clavatula*, *Crassispira*, *Mangelia*, *Bela*, *Genota*, *Natica*, *Euspira*, *Neverita*), herbívoros (e.g. géneros *Helcion*, *Clanculus*, *Clelandella*, *Calliostoma*), suspensívoros (e.g. géneros *Turritela*, *Calyptrea*, *Crepidula*, *Petaloconchus* e *Thylacodes*), necrófagos (e.g. géneros *Nassarius* e cf. *Neptunea*) e parasitas (e.g. géneros *Odostomia*, *Turbonilla* e *Eulima*), os quais foram objeto de estudo, entre outros, por SILVA (1993, 2001, 2003).

Em suma, o presente estudo monográfico sobre os moluscos bivalves da jazida de Vale de Freixo permitiu identificar 86 espécies, incluindo 42 inéditas para a sucessão marinha pliocénica da região de Carnide, proporcionando um melhor conhecimento sobre a paleobiocenose então existente. Esta investigação em Paleontologia, centrada no universo dos moluscos bivalves, permitiu reforçar e corroborar que o paleoambiente consentâneo à formação do depósito seria francamente marinho, de meio infralitoral e com salinidade normal, em que os valores médios de temperatura das águas superficiais seriam mais cálidos por comparação com os registados atualmente no litoral português, à mesma latitude. Por outro lado, a repartição paleobiogeográfica de algumas espécies de moluscos bivalves para o Pliocénico foi expandida. Caso notável é o do molusco bivalve *Cardilia michelottii*, pertencente a um género com afinidades indo-pacíficas e, até ao presente, apenas identificado para o Pliocénico de Itália (e.g. SIGNORELLI & RAVEN, 2018).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, R.T. 1954. *American seashells*. Van Nostrand Company, New York, 541 p.
- ABBOTT, R.T. 1974. *American seashells. The marine mollusca of the Atlantic and Pacific coast of North America*. Ed. 2. Van Nostrand Company, New York, 663 p.
- ACCORDI, B. 1964. L'affioramento di Monte S. Giovanni Campano (Frosinone), è pliocénico?. *Geologica Romana*, **3**: 415–416.
- ADAMS, H. & A. ADAMS. 1854–1858. *The genera of Recent Mollusca arranged according to their organisation*, Vol. 2. Van Voorst, London, 661 p.
- AGUIRRE, J. 1998a. El Plioceno del SE de la Península Ibérica (Provincia de Almería). Síntesis estratigráfica, sedimentaria, bioestratigráfica y paleogeográfica. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **11**: 297–315.
- AGUIRRE, J. 1998b. Bioconstrucciones de *Saccostrea cucullata* Born, 1778 en el Plioceno superior de Cádiz (SW de España): Implicaciones paleoambientales y paleoclimáticas. *Revista Española de Paleontología*, **13** (1): 27–36.
- AGUIRRE, J. 2000. Evolución paleoambiental y análisis secuencial de los depósitos pliocenos de Almayate (Málaga, sur de España). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **13**: 431–443.
- AGUIRRE, J. 2017. *Amusium cristatum* shell beds in the lower Pliocene deposits of Almería-Níjar Basin (SE Spain). [Niveles de *Amusium cristatum* en depósitos del Plioceno inferior de la Cuenca de Almería-Níjar (SE España)]. *Revista Española de Paleontología*, **32** (1): 3–16.
- AGUIRRE, J., BELAÚSTEGUI, Z., DOMÈNECH, R., de GIBERT, J.M. & MARTINELL, J. 2014. Snapshot of a lower Pliocene *Dendropoma* reef from Sant Onofre (Baix Ebre Basin, Tarragona, NE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **395**: 9–20.
- AGUIRRE, J., BRAGA, J.C., JIMÉNEZ, A.P. & RIVAS, P. 1996. Substrate-related changes in pectinid fossil assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **126**: 291–308.
- AGUIRRE, J., CACHÃO, M., DOMÈNECH, R., LOZANO-FRANCISCO, M C., MARTINELL, J., MAYORAL, E., SANTOS, A., VERA-PELÁEZ, J. L. & SILVA, C. M. 2005. Integrated biochronology of the pliocene deposits of the Estepona basin (Málaga, S Spain). Palaeobiogeographic and palaeoceanographic implications. [Biocronología integrada de los depósitos pliocenos de la cuenca de Estepona (Málaga, S de España). Implicaciones paleobiogeográficas y paleoceanográficas.]. *Spanish Journal of Palaeontology*, **20** (2): 225–244.
- AGUIRRE, J., DOMÈNECH, R., MARTINELL, J., MAYORAL, E., SANTOS, A. & PÉREZ-ASENSIO, J.N. 2017. Witnesses of the early Pliocene sea-level rise in the Manilva Basin (Málaga, S Spain). [Testigos de la transgresión del Plioceno inferior en la Cuenca de Manilva (Málaga, S de España)]. *Spanish Journal of Palaeontology*, **32** (1): 35–52.
- AGUIRRE, J. & MÉNDEZ-CHAZARRA, N. 2010. Tafonomía de los carbonatos templados pliocenos de la Cuenca de Almayate (Málaga, S de España). *Revista Española de Paleontología*, **25** (2): 149–163.
- AGUIRRE, J., YESARES-GARCÍA, J. 2003. Tafonomía y análisis secuencial del Plioceno Inferior en el sector NE de la cuenca de Almería-Níjar (SE de España). *Revista Española de Paleontología*, **18** (1): 61–82.
- AIMASSI, G. & FERRERO, E. 1983. Osservazioni paleoecologiche e biostratigrafiche su una malacofauna pliocenica dell'Astigiano (Buttigliera d'Asti). *Bollettino Malacologico*, **19** (9–12): 177–206.
- AIMONE S. & FERRERO E. 1983. Malacofaune plioceniche di Cossato e Candelo (Biellese, Italia NW). *Bollettino Museo Regionale di Scienze Naturali. Torino*, **1** (2): 279–328.

- ALDROVANDI, U. 1648. *Musaeum metallicum in libros IIII distributum Bartholomaeus Ambrosinus*. Bononiael: Marcus Antonius Bernia, Parma, 979 p.
- ALFARO, P., DELGADO, J., ESTÉVEZ, A., SORIA, J.M. & YÉBENES, A. 2002. Onshore and offshore compressional tectonics in the eastern Betic Cordillera (SE Spain). *Marine Geology*, **186**: 337–349.
- ALMERA, J. 1894. *Descripción de los terrenos pliocénicos de la cuenca del Bajo Llobregat y llano de Barcelona*. Mapa Geológico de la Provincia de Barcelona, 355 p.
- ALMERA, J. & BOFILL i POCH, A. 1898. Moluscos fósiles recogidos en los terrenos pliocénicos de Cataluña. Descripciones y figuras de las formas nuevas y enumeración de todas las encontradas en dichos yacimientos. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, **24**: 1–223.
- AMLER, M. R. W. 1999. Extinction and radiation of bivalves in the Late Devonian. In: L. HARPER, J. TAYLOR, & A. CRAME (eds). *Paper and poster abstracts. – Biology and Evolution of the Bivalvia*. Cambridge, September, 1999, Malacological Society of London, London, pp. 14–17.
- AMORETTI, C. 1785. Lettera a P. Don Francesco Soave su un viaggio fatto da Pavia a Velleia. *Opuscoli scelti sulle scienze e sulle arti tratti dagli Atti delle Accademie, e dalle altre Collezioni filosofiche, e letterarie, e dalle opere più recenti inglesi, tedesche, francesi, latine, e italiane, e da manoscritti originali, e inediti*, **8** (1): 59–68.
- AMOROSI, A., SCARPONI, D. & RICCI LUCCHI, F. 2002. Palaeoenvironmental changes in the Pliocene Intra-Appenninic Basin, near Bologna (Northern Italy). *Geobios*, **35** (24): 7–18.
- ANDRÉS, I. 1983. *Estudio malacológico (Clase Bivalvia) del Plioceno marino de Bonares (Huelva)*. Resumen de Tesis Doctoral. Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca, 38 p.
- ANDRÉS, I. 1984. Los Veneridae (Bivalvia) en el Plioceno de Bonares. *Studia Geologica Salmanticense*, **19**: 101–131.
- ANDRÉS, I. 1985. Los Tellinacea (Bivalvia) en el Plioceno de Bonares (Huelva). *Studia Geologica Salmanticense*, **20**: 79–113.
- ANDRÉS, I. 1986. Aportaciones a la Paleocología de los moluscos del Plioceno marino de Huelva. *Iberus* **6** (1): 1–17.
- ANDRÉS, I. 1987. Los Heterodonta (Bivalvia) en el Plioceno de Bonares (Huelva). *Studia Geologica Salmanticense*, **24**: 83–149.
- ANDRÉS, I. 1989. Estudio sistemático de los bivalvos Palaeotaxodonta y Pteriomorphia (Arcoidea, Mytiloidea) del Plioceno de Bonares (Huelva). *Studia Geologica Salmanticense*, **26**: 317–353.
- ANDRÉS, I & PORTA, J. 1987. La distribución de los Pectinidae en el Neógeno de Huelva. Datos preliminares. In: J. CIVIS (ed.). *Paleontología del Neógeno de Huelva*. Ediciones de la Universidad de Salamanca, Salamanca, pp. 143–151.
- ANDREWS, J. 1977. *Shells and Shores of Texas*. University of Texas Press, Austin, 365 p.
- ANTHONISSEN, D. E. & OGG, J. G. 2012. Cenozoic and Cretaceous Biochronology of Planktonic Foraminifera and Calcareous Nannofossils. In: F. M. GRADSTEIN, J. G. OGG, M. SCHMITZ & G. OGG (eds). *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, Amsterdam, pp. 1083–1127.
- ANTUNES, M.T. & BALBINO, A.C. 2010. The great white shark *Carcharodon carcharias* (Linné, 1758) in the Pliocene of Portugal and its Early distribution in western Atlantic. *Revista Española de Paleontología*, **25** (1): 1–6.
- ANTUNES, M.T., FONSECA, B. & ROCHA, R. 1973. Notes sur la géologie et la paléontologie du Miocène de Lisbonne. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 2ª ser., **17** (2): 450–513.

- ANTUNES, M.T., LEGOINHA, P. & BALBINO, A. C. 2015. Megalodont, mako shark and planktic foraminifera from the continental shelf off Portugal and their age. *Geologica Acta*, **13**: 181–190. doi: 10.1344/GeologicaActa2015.13.3.1
- ANTUNES, M. T. & PAIS, J. 1993. The Neogene of Portugal. *Ciências da Terra*, **12**: 7–22.
- ARDOVINI, R. & COSSIGNANI, T. 2004. *West African seashells (including Azores, Madeira and Canary Is.) / Conchiglie dell'Africa Occidentale (incluse Azzorre, Madeira e Canarie)*. English-Italian edition, L'Informatore Piceno, Ancona, 319 p.
- ARISTÓTELES. 2006. *História dos animais*. Tradução de M. F. S. SILVA, consultoria científica de C. ALMAÇA. INCM, Lisboa, 317 p.
- ATKINS, D. 1938. Memoirs: On the Ciliary Mechanisms and Interrelationships of Lamellibranchs. *Journal of Cell Science*, ser. 2, **80**: 345–435.
- BABIN, C. 2000. Ordovician to Devonian diversification of the Bivalvia. *American Malacological Bulletin*, **15** (2): 167–178.
- BALSON, P.S., MATHERS, S.J. & ZALASIEWICZ, J.A. 1993. The lithostratigraphy of the Coralline Crag (Pliocene) of Suffolk. *Proceedings of the Geologists' Association*, **104** (1): 59–70.
- BATTAGLIA, S., LEONI, L., RAPETTI, F. & SPAGNOLO, M. 2011. Dynamic evolution of badlands in the Roglio basin (Tuscany, Italy). *Catena*, **86** (1): 14–23. doi.org/10.1016/j.catena.2011.01.016
- BIANUCCI, G., MIJÁN, I., LAMBERT, O., POST, K. & MATEUS, O. 2013. Bizarre fossil beaked whales (ODONTOCETI, Ziphiidae) fished from the Atlantic Ocean floor off the Iberian Peninsula. *Geodiversitas*, **35** (1): 105–153. http://dx.doi.org/10.5252/g2013n1a6
- BARRAS de ARAGÓN, F. 1892. Formación pliocena de los Cabezos (Huelva). *Actas de la Sociedad Española de Historia Natural*, **21**: 153–155.
- BARRAS de ARAGÓN, F. 1899. *Apuntes para una descripción geológico-mineralógica de la provincia de Sevilla*. Imprenta, Litografía y Librería de Alonso e Hijos, Palencia, 555p.
- BASTEROT, M. DE. 1825. *Mémoire géologique sur les environs de Bordeaux. Première partie, contenant les observations générales sur les mollusques fossiles, et la description particulière de ceux qu'on rencontre dans ce bassin*. J. Tastu, Paris, 100 p.
- BELAÚSTEGUI, Z. & MUÑIZ, F. 2016. Ichnology of the Lepe area (Huelva, SW Spain): trace fossils at the Pliocene 'Arroyo Valleforero' section and modern traces at the Piedras Estuary. *Comunicações Geológicas*, **103**: 131–142.
- BELL, A. 1870. On some new or little-known shells &c. of the Crag formations. *Annals and Magazine of Natural History*, ser. 4, **6** (33): 213–217.
- BELLAGAMBA, M., CALDARELLA, M. & FORLI, M. 2013. La malacofauna pliocenica di “Le Conchiglie”, Lagune di Sasso Marconi (Bologna). *Bollettino Malacologico*, **49** (2): 114–130.
- BEN MOUSSA, A. 1994. Les bivalves néogènes du Maroc septentrional (façades atlantique et méditerranéenne). Biostratigraphie, paléobiogéographie et paléoécologie. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon*, **132**: 1–281.
- BERGGREN, W. A. 1998. The Cenozoic Era: Lyellian (chrono) stratigraphy and nomenclatural reform at the millennium. In: D. J. BLUNDELL. & A. C. SCOTT (eds) *Lyell: the Past is the Key to the Present*. *Geological Society, London, Special Publications*, **143**: 111–132.
- BERNARD, F. 1895. Première note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches. *Bulletin de la Société Géologique de France*, ser. 3, **23**: 104–154.

- BERNARD, F. 1896a. Deuxième note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches. (Taxodontes). *Bulletin de la Société Géologique de France*, ser. 3, **24**: 54–82.
- BERNARD, F. 1896b. Troisième note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches (Anisomyaires). *Bulletin de la Société Géologique de France*, ser. 3, **24**: 412–449.
- BERNARD, F. 1897. Quatrième note sur le développement et la morphologie de la coquille chez les Lamellibranches (Anisomyaires). *Bulletin de la Société Géologique de France*, ser. 3, **25**: 559–566.
- BEURLEN, K. 1944. Beiträge zur Stammesgeschichte der Muscheln. *Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Abteilung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München, Sitzungsberichte*, **1–2**: 133–145.
- BIELER, R. & KENNETH, J.B. 1989. Johannes Thiele and his contributions to zoology. Part 1. Biography and bibliography. *Nemouria; occasional papers of the Delaware Museum of Natural History*, **34**: 1–30.
- BIELER, R. & MIKKELSEN, P.M. 2006. Bivalvia – a look at the Branches. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **148**: 223–235.
- BIELER, R., CARTER, J.G. & COAN, E.V. 2010. Classification of Bivalve Families. In: BOUCHET, P. & ROCROI, J.-P. 2010. Nomenclator of Bivalve Families. *Malacologia*, **52** (2): 113–133.
- BIELER, R., MIKKELSEN, P. M., COLLINS, T.M., GLOVER, E. A., GONZÁLEZ, V. L., GRAFF, D. L., HARPER, E. M., HEALY, J., KAWAUCHI, G. Y., SHARMA, P. P., STAUBACH, S., STRONG, E. E., TAYLOR, J. D., TËMKIN, I., ZARDUS, J. D., CLARK, S., GUZMÁN, A., MCINTYRE, E., SHARP, P. & GIRIBET, G. 2014. Investigating the Bivalve Tree of Life – an exemplar-based approach combining molecular and novel morphological characters. *Invertebrate Systematics*, **28**: 32–115.
- BLAINVILLE, H. 1814. Mémoire sur la classification méthodique des animaux mollusques, et établissement d'une nouvelle considération pour y parvenir. *Bulletin des Sciences par la Société Philomatique de Paris*, **1814**: 175–180.
- BLAINVILLE, H. 1816. Prodrome d'une nouvelle distribution systématique du règne animal. *Bulletin des Sciences, par la Société Philomatique de Paris*, **1816**: 113–124.
- BLUMRICH, J. 1891. Das Integument der Chitonen. *Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie*, **52**: 404–476.
- BOETTGER, C.R. 1956. Beiträge zur systematik der Urmollusken (Amphineura). *Zoologischer Anzeiger Supplement*, **19**: 223–256.
- BØGGILD, Ø. B. 1930. The shell structure of the mollusks. *Det Kongelige Danske videnskabernes selskabs skrifter. Naturvidenskabelig og matematisk afdeling*, **9** (2): 230–326.
- BONANNI, P. 1681. *Ricreatione dell'occhio e della mente nell'osservation' delle chioccioline : proposta a' curiosi delle opere della natura*. Varese, Roma, 248 p.
- BONANNI, P. 1684. *Recreatio mentis, et ocvli in obseruatione animalium testaceorum curiosis naturæ inspectoribus. Italico sermone primùm proposita. Nunc denuò ab eodem Latinè oblata, centum additis testaceorum iconibus, circa quæ varia problemata proponuntur*. Varesij, Romæ, 270 p.
- BONANNI, P. 1709. *Musaeum Kircherianum Sive Musaeum A P. Athanasio Kirchero In Collegio Romano Societatis Jesu iam Pridem Incoeptum: Nuper restitutum, auctum, descriptum & Iconibus illustratum Excellentissimo Domino Francisco Mariae Ruspolo Antiquae Urbis Agyllinae Principi Oblatum*. Typis Georgii Plachi Caelaturam Profitentis, & Characterum Fusoriam propè S. Marcum, Romæ, 522 p. doi.org/10.5962/bhl.title.120244

- BRAGA, J.C., BETZLER, C., MARTIN, J.M. & AGUIRRE, J. 2003. Spit-platform temperate carbonates: the origin of landward-downlapping beds along a basin margin (Lower Pliocene, Carboneras Basin, SE Spain). *Sedimentology*, **50**: 553–563. doi: 10.1046/j.1365-3091.2003.00564.x.
- BRAGA, J.C., MARTIN, J.M. & QUESADA, C. 2003. Patterns and average rates of late Neogene–Recent uplift of the Betic Cordillera, SE Spain. *Geomorphology*, **50**: 3–26. doi:10.1016/S0169-555X(02)00205-2
- BRAKMAN, C. 1937. Een weinig bekende Nederlandsche fossiele *Astarte*: *Astarte trigonata* Nijst. *Basteria*, **2** (4): 61.
- BRAMBILLA, G., GALLI, C. & SANTI, G. 1988. La fauna marina pleistocenica del Colle di Castenedolo (Brescia, Italia Settentrionale): osservazioni cronologiche ed ambientali. *Natura Bresciana*, **25**: 35–62.
- BRANDÃO, J. M. 2013. Paul Deshayes (1796-1875) e a Comissão Geológica do Reino: uma colaboração com o Estado português. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, **20** (3): 401–418.
- BREBRION, P. 1964. *Les Gastéropodes du Redonien et leur signification*. Thèse d'État, Univ. Paris, France, 775 p.
- BREBRION, P. 1971. Les Gastéropodes et Scaphopodes du Pliocène portugais. Remarques stratigraphiques et paléogéographiques. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **17** (2–3): 129–138.
- BREBRION, P. 1974. Nouvelle contribution à l'étude des gastéropodes du Pliocène portugais. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **58**: 151–160.
- BREBION, P., LAURIAT-RAGE, A., PAJAUD, D., POUYET, S. & ROMAN, J. 1978. Les faunes pliocènes des environs d'Aguilas (provinces d'Almera et de Murcia, Espagne méridionale). *Bulletin du Muséum national d'histoire naturelle*, ser 3, 51, *Sciences de la Terre*, **68**: 55–76.
- BRIVES, A. 1894. Terrains miocènes de la région de Carnot (Algérie). *Bulletin de la Société Géologique de France*, ser. 3, **22**: 17–29.
- BRIVES, A. 1897a. Les terrains tertiaires du bassin du Chéelif et du Dahra. In: A. POMEL & J. POUYANNE (dir.). *Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie*, 2^a ser. *Stratigraphie: Descriptions régionales*, n^o2. Fontana & C^a, Alger, 101 p.
- BRIVES, A. 1897b. Fossiles Miocènes 1^a partie. In: A. POMEL & J. POUYANNE (dir.). *Matériaux pour la carte géologique de l'Algérie*, 1^a ser. *paléontologie monographies*, n^o3. Fontana & C^a, Alger, 38 p.
- BROCCHI, G. 1814. *Conchiologia fossile subapennina, con osservazioni geologiche sugli Apennini e sul suolo adiacente*, Vol. 2. Dalla Stamperia Reale, Milano, 712 p.
- BROEK, A.N.Ch. TEN. 1949. Plio-Pleistocene Astartidae van de Zeeuwse stranden. *Zoologische Mededelingen*, **30** (10): 115–132.
- BRONN, H.G. 1831. *Italiens Tertiär-Gebilde und deren organische Einschlusse*. Heidelberg, 176 p.
- BRONN, H.G. 1862-1866. *Die Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs, wissenschaftlich dargestellt in Wort und Bild*, Vol. 3. C. F. Winter'sche, Leipzig, 976 p.
- BRUGNONE, G. A. 1880. Le conchiglie Plioceniche delle vicinanze di Caltanissetta. *Bollettino della Società Malacologica Italiana*, **6**: 85–157.
- BRUNETTI, M.M. & DELLA BELLA, G. 2003. Due nuovi Bivalvi per il Pliocene italiano. *La Conchiglia*, **306**: 15–19.
- BRUNETTI, M.M. & DELLA BELLA, G. 2008. *Macalia* (?) *kengii* n. sp. un nuovo bivalve per il Pliocene toscano (Tellinidae, Macominae). *Bollettino Malacologico*, **44** (9–12): 115–118.

- BRUNETTI, M.M. & DELLA BELLA, G. 2010. *Tellina (Moerella) ciucianensis* n. sp., un nuovo bivalve per il Pliocene toscano. *Bollettino Malacologico*, **46** (1): 39–43.
- BRUNETTI, M.M. & SOSSO, M. 2016. Note sul giacimento del Pliocene Inferiore di Borzoli (Genova). Bivalvi. *Bollettino Malacologico*, **52** (2): 122–136.
- BUCQUOY, E., DAUTZENBERG, Ph. & DOLLFUS, G. 1887–1889. *Les Mollusques marins du Roussillon. Pèlècypodes*, Vol. 2. Baill & Fils, Paris, 884 p.
- BURG, W.J. VAN DER. 1950. Over enige tot nu toe uit het Middenplioceen van Nederland onbekende molluskensoorten. *Basteria*, **14** (1–2): 20–27.
- BURG, W.J. VAN DER. 1952. Over enige tot nu toe uit het Middenplioceen van Nederland onbekende molluskensoorten, 2. *Basteria*, **16** (4): 49–56.
- BURG, W.J. VAN DER. 1987. The stratigraphic distribution of Pliocene molluscs from deposits of the northern Peel district in The Netherlands. *Basteria*, **51** (1–3): 25–32.
- BURG, W.J. VAN DER. 1995. Remnants of a colour pattern on *Pseudamussium gerardi* (Nyst) (Bivalvia: Pectinidae) from the Pliocene of the northern Peel district, the Netherlands. *Basteria*, **59** (1–3): 29–30.
- BURG, W.J. VAN DER. 1996. The identity of a fossil valve with a colour pattern from the Pliocene of the northern Peel district, the Netherlands (Bivalvia, Pectinidae). *Basteria*, **60** (1–3): 79–82.
- CACHÃO, M. 1989. *Contribuição para o estudo do Pliocénico marinho Português*. Dissertação PAPCC, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 210 p.
- CACHÃO, M. 1990. Posicionamento Biostratigráfico da Jazida Pliocénica de Carnide (Pombal). *Gaia*, **2**: 11–16.
- CACHÃO, M. & SILVA, C.M. 2000. The three main marine depositional cycles of the Neogene of Portugal. *Ciências da Terra*, **14**: 301–310.
- CAHUZAC, B., ALVINERIE, J., LAURIAT-RAGE, A., MONTENAT, C. & PUJOL, C. 1992. Palaeogeographic maps of the northeastern Atlantic Neogene and relation with the Mediterranean Sea. *Paleontologia i Evolució*, **24–25**: 279–293.
- CALCARA, P. 1841. *Memoria sopra alcune conchiglie fossili rinvenute nella contrada d'Altavilla*. Stamperia d'Antonio Muratori, Palermo, 86 p.
- CALDERÓN, S. 1893. Foraminíferos pliocénicos de Andalucía. *Actas de la Sociedad Española de Historia Natural*, **22**: 31–33.
- CALDERÓN, S. 1895. Algunas observaciones sobre las arcillas del Valle del Guadalquivir. *Actas de la Sociedad Española de Historia Natural*, **24**: 3–6.
- CALDERÓN, S. 1896. Fósiles contenidos en una muestra de arenisca de Bollullos del Condado (Huelva). *Actas de la Sociedad Española de Historia Natural*, **25**: 69–70.
- CAMACHO, H.H., DAMBORENEA, S. & DEL RIO, C. 2007. Bivalvia. In: H. H. CAMACHO & M. I. LONGOBUCCO (eds). *Los Invertebrados Fósiles*. Fundación de Historia Natural Félix Azara, Universidad Maimónides, Buenos Aires, pp. 387–440.
- CANAPA, A., SCHIAPARELLI, S., MAROTA, I. & BARUCCA, M. 2003. Molecular data from the 16S rRNA gene for the phylogeny of Veneridae (Mollusca: Bivalvia). *Marine Biology*, **142**: 1125–1130. doi 10.1007/s00227-003-1048-1
- CANTARERO, I., TRAVÉ, A., ALÍAS, G. & BAQUÉS, V. 2013. From hydrothermal to meteoric fluid regimes in a segmented fault affecting crystalline and carbonate rocks: case study of the Barcelona Plain (NE Spain). *Geofluids*, **14** (1): 20–44.

- CANTRAINED, F. J. 1835. Diagnoses ou descriptions succinctes de quelques espèces nouvelles de mollusques. *Bulletin de l'Académie Royale des Sciences et Belles-lettres de Bruxelles*, **2** (11): 380–411.
- CAPROTTI, E. 1967. Paleotaxodontida plaisanciens de Castell'Arquato (Plaisance) (Mollusca, Bivalvia). *Natura*, **58** (4): 278–297.
- CAPROTTI, E. 1968. Arcidi e Limopsidi nel Piacenziano (Pliocene) di Castell'Arquato (Mollusca, Bivalvia). *Natura*, **59** (2): 85–106.
- CAPROTTI, E. 1972. I Bivalvi dello stratotipo Piacenziano (Castell'Arquato, Piacenza). *Natura*, **63** (1): 47–86.
- CAPROTTI, E. 1974. Molluschi del Tabianiano (Pliocene Inferiore) della Val d'Arda. Loro connessioni temporali e spaziali. *Conchiglie*, **10** (1–2): 1–47.
- CAPROTTI, E. 1976. Malacofauna dello stratotipo piacenziano (Pliocene di Castell'Arquato). *Conchiglie*, **12**: 1–55.
- CARACUEL, J.E, CORBÍ, H., SORIA, J.M., USERA, J. & YÉBENES, A. 2005. Asociaciones de foraminíferos bentónicos y evolución paleoambiental del Plioceno inferior en el sector de Elche-Crevillente (Cuenca del Bajo Segura, Alicante): Resultados preliminares. *Geogaceta*, **37**: 191–194.
- CÁRDENAS, J., BAJO, I. & MAESTRE, M.V. 2017. Estudio paleontológico de los bivalvos (Mollusca) del Tortonense superior de Arroyo Trujillo, Cantillana (Sevilla). [Palaeontological study of the bivalves (Mollusca) of the late Tortonian of Arroyo Trujillo, Cantillana (Sevilla)]. *Spanish Journal of Palaeontology*, **32** (2): 367–386.
- CARDOSO, J.L. 1984. O Pliocénico Marinho de Caldas da Rainha e de Pombal. Sedimentologia e Micropaleontologia. Enquadramento Paleogeográfico e Paleocológico. In: *Volume d'hommage au géologue G. Zbyszewski. Recherche sur les Civilisations*, Paris, pp. 155–201.
- CAREZ, L. 1881. *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*. F. Savy, Paris, 327 p.
- CARPENTER, P.P. 1861. Lectures on Mollusca; or “shell-fish” and their allies. *Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution*: 151–283.
- CARTER, J. G. 1990a. Evolutionary significance of shell microstructure in the Palaeotaxodonta, Pteriomorpha and Isofilibranchia (Bivalvia: Mollusca). In: J. G. CARTER (ed.). *Skeletal Biomineralization: Patterns, Processes and Evolutionary Trends*, Vol. 1. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 135–296.
- CARTER, J. G. 1990b. Shell microstructural data for the Bivalvia. In: J. G. CARTER (ed.). *Skeletal Biomineralization: Patterns, Processes and Evolutionary Trends*, Vol. 1. Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 297–411.
- CARTER, J. G., ALTABA C. R., ANDERSON, L. C., ARAUJO, R., BIAKOV, A. S., BOGAN, A. E., CAMPBELL, D. C., CAMPBELL, M., JIN-HUA, C., COPE, J. C. W., DELVENE, G., DIJKSTRA, H. H., ZONG-JIE, F., GARDNER, R. N., GAVRILOVA, V. A., GONCHAROVA, I. A., HARRIES, P. J., HARTMAN, J. H., HAUTMANN, M., HOEH, W. R., HYLLEBERG, J., BAO-YU, J., JOHNSTON, P., KIRKENDALE, L., KLEEMANN, K., KOPPKA, J., KRIZ, J., MACHADO, D., MALCHUS, N., MARQUEZ-ALIAGA, A., MASSE, J.-P., MCROBERTS, C. A., MIDDELFART, P. U., MITCHELL, S., NEVESSKAJA, L. A., ÖZER, S., POJETA Jr., J., POLUBOTKO, I. V., PONS, J. M., POPOV, S., SANCHEZ, T., SARTORI, A. F., SCOTT, R. W., SEY, I. I., SIGNORELLI, J. H., SILANTIEV, V. V., SKELTON, P. W., STEUBER, T., WATERHOUSE, J. B., WINGARD, G. L. & YANCEY, T. 2011. A synoptical classification of the Bivalvia (Mollusca). *Paleontological Contributions*, **4**: 1–47.
- CARVALHO, A.M.G. 1961. Note sur les Bryozoaires du Pliocène de Pombal. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **14**: 95–103.

- CARVALHO, A.M.G. 1971. *Briozoários do Terciário Português (Cheislostomata) do Neogénico da Orla Ocidental*. Publicações do Centro de Estudos de Estratigrafia e Geologia, Faculdade de Ciências de Lisboa, Lisboa, 176 p.
- CARVALHO, G.S. & COLOM, G. 1954. Contribuição para o estudo da micropaleontologia dos depósitos detríticos pliocénicos de Portugal. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, **37**: 37–60.
- CARVALHO, M. 1998. Estudo preliminar do PlioQuaternário do Baixo Mondego. Sector Monte-Redondo Pombal. Actas do V Congresso Nacional de Geologia. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, **84** (1): 173–176.
- CARVALHO, M., CALLAPEZ, P.M., & FERREIRA SOARES, A. 2005. First record of *Similipecten similis* (Laskey, 1811) (Mollusca, Bivalvia, Pectinacea) in the Pliocene of Portugal. *Portugalia*, **5**: 29–30.
- CARVALHO, M., CALLAPEZ, P.M., FERREIRA SOARES, A., GOMES, H. & OLIVEIRA, M. 2005. Intraspecific variation of *Megacardita striatissima* (Cailliaud, in Mayer, 1868) (Mollusca, Bivalvia, Carditoidea) in the Pliocene of Pombal (West Central Portugal). *Portugalia*, **5**: 29.
- CARVALHO, M., FERREIRA SOARES, A. & CALLAPEZ, P.M. 2005. Evolução sedimentar Plio-Plistocénica na região do Baixo Mondego: sector Pombal-Monte Redondo-Soure (Beira Litoral, Portugal). *Actas do VII Congresso Nacional de Geologia*. Estremoz, Junho/Julho de 2006, Sociedade Geológica de Portugal, Estremoz, pp. 625–628.
- CASTANO, M.J., CIVIS, J. & GONZALÉZ-DELGADO, J.A. 1988. Los molluscos del Plioceno de la Palma del Condado y Moguer (Huelva). Aproximacion paleoecologica. *Iberus*, **8** (2): 173–186.
- CASTRADORI, D., RIO, D., HILGEN, F.J. & LOURENS, L.J. 1998. The Global Standard Stratotype section and Point (GSSP) of the Piacenzian Stage (Middle Pliocene). *Episodes*, **21** (2): 88–93.
- CATALANO, S., CIANFARRA, P., MAGGI, M., ROMAGNOLI, G., SALVINI, F., TORTORICI, G. & TORTORICI, L. 2013. The architecture of the peri-Tyrrhenian collision belt from Central Apennines to Sicily and the dynamics of the central Mediterranean. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*, **29**: 27–30.
- CAVALLO, O. & REPETTO G. 1988. Un nuovo giacimento della Facies a Congerie nell'Albese. *Rivista piemontese di storia naturale*, **9**: 43–62.
- CEREGATO, A., SCARPONI, D. & DELLA BELLA, G. 2010. The Neogene mollusc type material from the collection of Lodovico Foresti preserved in the “Giovanni Capellini” Museum of Geology of Bologna University, Italy. *GeoActa*, **9**: 53–65.
- CERULLI-IRELLI, S. 1907. Fauna malacologica mariana. Parte prima: Ostreidae, Anomiidae, Spondilidae, Radulidae, Pectinidae, Mytilidae, Arcidae, Nuculidae, Carditidae, Astartidae. *Palaeontographia Italica*, **13**: 65–140.
- CERULLI-IRELLI, S. 1908. Fauna malacologica mariana. Parte seconda: Leptonidae, Galeommidae, Cardiidae, Chamidae, Cyprinidae, Veneridae. *Palaeontographia Italica*, **14**: 1–64.
- CERULLI-IRELLI, S. 1909. Fauna malacologica mariana. Parte terza e appendice: Cyrenidae, Donacidae, Psammobiidae, Solenidae, Mesodesmatidae, Mactridae, Cardiidae, Myidae, Corbulidae, Glycymeridae, Gastrochaenidae, Thyasiridae, Diplodontidae, Lucinidae, Tellinidae, Scrobiculariidae, Cuspidariidae, Pandoridae, Verticordiidae, Lyonsidae, Anatinidae, Pholadomyidae, Clavagellidae. *Palaeontographia Italica*, **15**: 125–214.
- CHAISSON, W.P., & PEARSON, P.N. 1997. Planktonic foraminifer biostratigraphy at Site 925: middle Miocene–Pleistocene. In: N.J. SHACKLETON, W.B. CURRY, C. RICHTER, & T.J. BRALOWER (eds). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, Vol. 154. College Station, TX, pp. 3–32.

- CHAMBERS, W. & CHAMBERS, R. 1881. *Encyclopaedia - A Dictionary of Universal Knowledge for the People*. J. B. Lippincott & Co., Philadelphia.
- CHARLESWORTH, E. 1835. Observations on the Crag-formation and its Organic Remains; with a View to establish a Division of the Tertiary Strata overlying the London Clay in Suffolk. *The London and Edinburgh philosophical magazine and journal of science*, **7** (38): 81–94.
- CHARLESWORTH, E. 1839. On the relative ages of the Tertiary deposits commonly called 'Crag' in the counties of Norfolk and Suffolk. *Magazine of Natural History*, ser. 2, **3**: 40–43.
- CHAVAN, A. 1940. Les fossiles du Miocène supérieur de Cacela. *Comissão dos Serviços Geológicos de Portugal*, **21**: 61–106.
- CHAVAN, A. 1952. Analyse par niveaux et liste générale de la faune sahélienne de Dar bel Hamri. *Extrat des Notes du Service Géologique*, **6**: 67–84.
- CHIA I BAJANDAS, M. 1879. Apuntes geológicos sobre los terrenos terciario medio e superior del bajo Ampurdán. *Revista de Gerona: Literatura, Ciencias, Artes*, ano IV, **9**: 337–343.
- CHECA A. G. 2000. A new model for periostracum and shell formation in Unionidae (Bivalvia, Mollusca) *Tissue Cell*, **32**: 405–416.
- CHECA A.G., RODRÍGUEZ-NAVARRO, A.B. & ESTEBAN-DELGADO, F.J. 2005. The nature and formation of calcitic columnar prismatic shell layers in pteriomorphian bivalves. *Biomaterials*, **26**: 6404–6414.
- CHECA A.G., ESTEBAN-DELGADO, F.J. & RODRÍGUEZ-NAVARRO, A.B. 2007. Crystallographic structure of the foliated calcite of bivalves. *Journal of Structural Biology*, **157**: 393–402.
- CHIRLI, C. 2014. *Malacofauna Pliocenica Toscana. Bivalvia: Pteriomorphia Beurlen, 1894*, Vol. 10. Firenze, 224 p.
- CHIRLI, C. 2015. *Malacofauna Pliocenica Toscana. Bivalvia: Heteroconchia Hertwig, 1895*, Vol. 11. Firenze, 233 p.
- CHIRLI, C. 2016. *Malacofauna Pliocenica Toscana. Bivalvia: Heteroconchia Hertwig, 1895 - Protobranchia Pelsener, 1889*, Vol. 12. Firenze, 211 p.
- CHOFFAT, P. 1885–1888. Description de la faune jurassique du Portugal. Mollusques Lamellibranches. 2e ordre. Asiphonida. *Mémoires de la Direction des Travaux Géologiques du Portugal*, 115 p.
- CHOFFAT, P. 1889. Observations sur le Pliocène du Portugal. *Bulletin de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, **3**: 119–123.
- CIAMPALINI, A., FORLI, M., GUERRINI, A. & SAMMARTINO, F. 2014a. The marine fossils malacofauna in a Plio-Pleistocene section from Vallin Buio (Livorno, Italy). *Biodiversity Journal*, **5** (1): 9–18.
- CIAMPALINI, A., FORLI, M., GUERRINI, A. & SAMMARTINO, F. 2014b. Una malacofauna tirreniana dal sottosuolo di Livorno. *Bollettino Malacologico*, **50**: 142–149.
- CITA, M.B. 1975. Studi sul Pliocene e sugli strati di passaggio dal Miocene al Pliocene. VIII Planktonic foraminiferal biozonation of the Mediterranean Pliocene deep sea record. A revision. *Rivista Italiana di Paleontologia*, **81**: 527–544.
- CITA, M.B. 2009. Mediterranean Neogene stratigraphy: development and evolution through the centuries. *Sedimentology*, **56**: 43–62.
- CIVIS, J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., FRANCÉS, G., RAFFI, S., ALONSO GAVILÁN, G. & BEN MOUSSA, A. 1997. Malacología, foraminíferos y paleogeografía del Neógeno superior de la Cuenca del Bou-Regreg (Borde occidental del Corredor Sur-Rifeño, Marruecos). *Geogaceta*, **21**: 77–80.

- CIVIS, J., SIERRO, F.J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., FLORES, J.A., ANDRÉS, I., PORTA, J. & VALLE, M. 1987. El Neógeno marino de la provincia de Huelva: antecedentes, y definición de las unidades litoestratigráficas. *In: J. CIVIS (ed.). Paleontología del Neógeno de Huelva*. Ediciones de la Universidad de Salamanca, Salamanca, pp. 9–21.
- CLARK, W. 1855. *Mollusca testacea marium britannicorum: A history of the British marine testaceous Mollusca distributed in their natural order on the basis of the organization of the animals with reference and notes on every British species*. Van Voorst, London, 536 p.
- CLAUZON, G., SUC, J.P., AGUILAR, J.P., AMBERT, P., CAPPETTA, H., CRAVATTE, J., DRIVALIARI, A., DOMÈNECH, R., DUBAR, M., LEROY, S., MARTINELL, J., MICHAUX, J., ROIRON, P., RUBINO, J.L., SAVOYE, B. & VERNET, J.L. 1990. Pliocene geodynamic and climatic evolutions in the French Mediterranean region. *In: J. AGUSTÍ, R. DOMÈNECH, R. JULIÀ & J. MARTINELL (eds). Iberian Neogene Basins*. Paleontologia i Evolució, M.E. 2, Institut Paleontològic Miquel Crusafont, Sabadell, pp. 131–186.
- CLAUZON, G., LE STRAT, DUVAİL, P.C., DO COUTO, D., SUC J.P., MOLLIEUX, S., BACHE, F., BESSON, D., LINDSAY, L.H., OPDYKE, N.D., RUBINO, J.L., POPESCU, S.M., HAQ, B.U. & GORINI, C. 2015. The Roussillon Basin (S. France): A case-study to distinguish local and regional events between 6 and 3 Ma. *Marine and Petroleum Geology*, **66**:18–40. doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2015.03.012
- COCKS, L.R.M. & TORSVIK, T.H. 2002. Earth geology from 500 to 400 million years ago: A faunal and palaeomagnetic review. *Journal of the Geological Society*, **159**: 631–644.
- COCKS, L.R.M., & TORSVIK, T.H. 2006. European geography in a global context from the Vendian to the end of the Palaeozoic. *In: D.G. GEE & R.A. STEPHENSON (eds). European Lithosphere Dynamics*: London. *Geological Society Memoir*, **32**: 83–95.
- COCCONI, G. 1873. Enumerazione sistematica dei molluschi miocenici e pliocenici di Parma e Piacenza. *Memorie dell' Adademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna*, **3**: 1–372.
- COGELS, P. 1874. Observations Géologiques et Paléontologiques sur les différents dépôts rencontrés a Anvers, lors du creusement des nouveaux bassins. *Annales de la Société Malacologique de Belgique*, **9**: 7–32.
- COLTON, B. P. 1903. *Zoology: Descriptive and Practical*. D.C. Heath & Co., Boston, 375 p.
- COMBOSCH, D. J., COLLINS, T. M., GLOVER, E. A., GRAF, D. L., HARPER, E. M., HEALY, J. M., KAWAUCHI, G. Y., LEMER, S., MCINTYRE, E., STRONG, E. E., TAYLOR, J. D., ZARDUS, J. D., MIKKELSEN, P. M., GIRIBET, G. & BIELER, R. 2017. A family-level Tree of Life for bivalves based on a Sanger-sequencing approach. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, **107**: 191–208.
- COMPAGNONI, B. 1964. I molluschi pliocenici di Monte San Giovanni Campano (Frosinone). *Geologica Romana*, **3**: 251–278.
- COMPAGNONI, B. 1966. Nuovi dati sulla malacofauna del Macco di Palo (Roma). *Geologica Romana*, **5**: 165–175.
- COPE, J.C.W. 1996. The early evolution of the Bivalvia. *In: J.D. TAYLOR (ed.). Origin and Evolutionary Radiation of the Mollusca*. Oxford University Press, Oxford, pp. 361–370.
- COPE, J.C.W. 2002. Diversification and biogeography of bivalves during the Ordovician Period. *In: J.A. CRAME & A.W. OWEN (eds.). Palaeobiogeography and Biodiversity Change: A Comparison of the Ordovician and Mesozoic–Cenozoic Radiations*. *Geological Society, Special Publications*, **194**: 35–52.
- COPE, J. C. W. & BABIN, C. 1999. Diversification of bivalves in the Ordovician. *Geobios*, **32** (2): 175–185.

- CORBÍ, H. & SORIA, J.M. 2016. Late Miocene-early Pliocene planktonic foraminifer event-stratigraphy of the Bajo Segura basin: A complete record of the western Mediterranean. *Marine and Petroleum Geology*, **77**: 1010–1027. doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2016.08.004
- CORNÉE, J.-J., MÜNCH, P., MELINTE-DROBINESCU, M.C., BEN MOUSSA, A., QUILLÉVÉRÉ, F., DRINIA, H., AZDIMOUSA, A., OUAZANI-TOUHAMI, A., MERZERAUD, G., FAUQUETTE, S., CORSINI, M., MOISSETTE, P. & FEDDI, N. 2014. The Early Pliocene reflooding in the Western Mediterranean: New insights from the rias of the Internal Rif, Morocco. *Comptes Rendus Geoscience*, **346** (3–4): 90–98. doi.org/10.1016/j.crte.2014.03.002
- CORNÉE, J.-J., MÜNCH, P., MOHAMMED, A., MERZERAUD, G., AZDIMOUSA, A., QUILLÉVÉRÉ, F., MELINTE-DOBRESCU, M., CHAIX, C., BEN MOUSSA, A., LOFI, J., SERANNE, M. & MOISSETTE, P. 2016. The Messinian erosional surface and early Pliocene reflooding in the Alboran Sea: New insights from the Boudinar basin, Morocco. *Sedimentary Geology*. **333**: 115–129. doi.org/10.1016/j.sedgeo.2015.12.014
- COSSMANN, M. & PEYROT, A. 1909-1914. Conchologie néogénique de l'Aquitaine, Vol. 1: Pélécytopes (Clavagellidae a Lucinidae). *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, Bordeaux, 714 p.; Conchologie néogénique de l'Aquitaine, Vol. 2: Pélécytopes (fin et supplément). *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux*, Bordeaux, 496 p.
- COX, L.R. 1936. Pliocene Mollusca from Portugal. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, **9**: 47–75.
- COX, L.R. 1941. New Species of Gastropoda from the Pliocene of Portugal. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, **10**: 7–12.
- COX, L. R. 1960. Thoughts on the classification of the Bivalvia. *Journal of Molluscan Studies*, **34** (2): 60–88.
- COX, L.R. 1969. General features of Bivalvia. Part N, Mollusca. In: R. C MOORE (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology*. The Geological Society of America, Inc. & The University of Kansas, pp. 2–129.
- COX, L.R., NEWELL, D.W., BOYD, D.W., BRANSON, C.C., CASEY, R., CHAVAN, A., COOGAN, A.H., DECHASEAUX, C., FLEMING, C.A., HAAS, F., HERTLEIN, L.G., KAUFFMAN, E.G., MYRA KEEN, A., LAROCQUE, A., MCALESTER, A.L., MOORE, R.C., NUTTALL, C.P., PERKINS, B.F., PURI, H.S., SMITH, L.A., SOOT-RYEN, T., STENZEL, H.B., TRUEMAN, E.R., TURNER, R.D. & WEIR, J. 1969. Part. N. Vol. 1-3. Mollusca 6, Bivalvia. In: R.C. MOORE (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology*. The Geological Society of America, Inc. & The University of Kansas, 951 p.
- CUENCA ANAYA, A.M. 1979. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: I. Bivalvia 1°.- Paleotaxodonta. 2°.- Pteriomorpha. A- Arcoida. *Estudios geológicos*, **35** (1–2): 93–107.
- CUENCA ANAYA, A. M. 1980. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: 2ª parte: Orden Pteroida. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **78**: 49–74.
- CUENCA ANAYA, A. M. 1980. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: 3ª parte: Ordenes colloconchida e Isofilibranchida. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **78**: 243–261.
- CUENCA ANAYA, A. M. 1981. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: 4ª parte: Ordenes Eudesmodontina, Asthenodontina, Pachyodontina y Unoida. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **79**: 77–87.

- CUENCA ANAYA, A. M. 1981. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: 5ª parte: Suborden Pliodontina. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **79**: 197–213.
- CUENCA ANAYA, A. M. 1982. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: 6ª parte: Suborden Oligodontina (I): Superfamilias Lucinacea, Leptonacea y Dreissenacea. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **80**: 105–116.
- CUENCA ANAYA, A. M. 1982. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: 7ª parte: Suborden Oligodontina (II): Superfamilia Tellinacea. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **80**: 117–132.
- CUENCA ANAYA, A. M. 1983. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: 8ª parte: Suborden Oligodontina (III): Superfamilias Solanacea, Mastracea y Cardiacia (en parte). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **81**: 41–53.
- CUENCA ANAYA, A. M. 1987. Actualización de la sistemática de Almera y Bofill para los moluscos del Plioceno de la cuenca del bajo Llobregat y llano de Barcelona: 9ª parte: Suborden Oligodontina (IV): Superfamilias Cardiacia. Orden Septibranchida. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología)*, **82**: 45–66.
- CUNHA, P.P. 1992. *Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico Superior e Terciário de Portugal Central, a leste de Coimbra*. Dissertação de doutoramento, Universidade de Coimbra, 262 p.
- CUNHA, P.P., BARBOSA, B. P. & PENA DOS REIS, R. 1993. Synthesis of the Piacenzian onshore record, between the Aveiro and Setúbal parallels (Western Portuguese margin). *Ciências da Terra*, **12**: 35–43.
- CUNHA, P.P., MARTINS, A.A. & PAIS, J. 2008. O estudo do Cenozóico em Portugal continental – “estado da arte” e perspectivas futuras. *A Terra conflitos e ordem, Homenagem ao Professor Ferreira Soares*. Coimbra, pp. 101–110.
- CUNHA, P.P., PAIS, J. & LEGOINHA, P. 2009. Evolução geológica de Portugal continental durante o Cenozóico - sedimentação aluvial e marinha numa margem continental passiva (Ibéria ocidental). *6º Simposio sobre el Margen Ibérico Atlántico MIA09*. Dezembro de 2009, Oviedo, pp. 11–20.
- CUNHA P.P., PIMENTEL, N.L. & PEREIRA, D.I. 2000. Assinatura tectono-sedimentar do auge da compressão bética em Portugal, A descontinuidade Valesiano terminal-Turoliano. *Ciências da Terra*, **14**: 61–72.
- CUVIER, G. 1795. Second Mémoire sur l'organisation et les rapports des animaux à sang blanc, dans lequel on traite de la structure des Mollusques et de leur division en ordre, lu à la société d'Histoire Naturelle de Paris, le 11 prairial an troisième. *Magazin Encyclopédique, ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts*, **2**: 433–449.
- DA COSTA E.M. 1778. *Historia Naturalis Testaceorum Britanniae, or, The British Conchology*. Millan, White, Elmsley & Robson, London, 254 p.
<https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=ucm.5329027802;view=1up;seq=7> [acesso em 31 de janeiro de 2018]
- DALE, S. 1705. II. A letter from Mr. Samuel Dale to Mr. Edward Lhwyd, Keeper of the Ashmolean Repository in Oxford, concerning Harwich Cliff, and the fossil shells there. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **24**: 1568–1578 doi:10.1098/rstl.1704.0013 2053-9215
- DALE, S. 1730. *The history and antiquities of Harwich and Dovercourt, : topographical, dynastical and political. First collected by Silas Taylor alias Domville, gent. Keeper of the King's Stores there; and now much enlarged in all its parts with notes and observations relating to natural history. Illustrated*

with many Copper Plates representing the Cliff itself, the Fossils contained therein, and other Principal Things. C. Davies & T. Green, London, 464 p.

- DALL, W.H. 1886. Reports on the results of dredging, under the supervision of Alexander Agassiz, in the Gulf of Mexico (1877–78) and in the Caribbean Sea (1879–80), by the U.S. Coast Survey Steamer “Blake”, Lieut.-Commander C. D. Sigsbee, U.S.N., and Commander J.R. Bartlett, U.S.N., commanding. XXIX. Report on the Mollusca. Part 1 Brachiopoda and Pelecypoda. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, **12** (6): 171–318.
- DALL, W.H. 1889. On the hinge of pelecypods and its development, with an attempt toward a better subdivision of the group. *American Journal of Science*, ser. 3, **38** (228): 445–462.
- DALL, W.H. 1908. Reports on the dredging operations off the West coast of central America to the Galapagos, to the West coast of Mexico, and in the Gulf of California, in charge of Alexander Agassiz, carried on by the U. S. Fish Commission steamer “Albatross,” during 1891, lieut, commander Z. L. Tanner, U.S.N., commanding. XXXVII; Reports on the scientific results of the expedition to the eastern tropical Pacific, in charge of Alexander Agassiz, by the U. S. Fish Commission steamer “Albatross,” from October, 1904, to March, 1905, lieut. commander L. M. Garrett, U.S.N., commanding. XIV. The Mollusca and the Brachiopoda. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, **43** (6): 205–487.
- DALL, H.W. 1913. Pelecypoda. In: C. R. EASTMAN (eds). *Textbook of paleontology*, Vol. 1. London, pp. 422–507.
- DALLONI, M. 1915. Recherches sur la période néogène dans l'Algérie occidentale. *Bulletin de la Société Géologique de France*, sér.4, **15**: 428–457.
- DALLONI, M. 1933. Le Pliocène du Sahel oriental et de la Kabylie. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, **24**: 8–19.
- D'AMICO, C. 2008. I gasteropodi pleistocenici di Monte Mario (Roma) della Collezione Cerulli-Irelli, conservati nel Museo di Paleontologia dell'Università "La Sapienza" di Roma. *Geologica Romana*, **41**: 13–18.
- DAVIES, A. M. 1920. *An introduction to palaeontology*. Thomas Murby & Co., London, 414 p.
- DAVIES, A. M. 1935. *Tertiary faunas: a text-book for oilfield paleontologists and students of geology. The composition of Tertiary faunas*, Vol. 1. Thomas Murby & Co., London, 406 p.
- DE LA JONKAIRE, M., 1823a. Notice Géologique sur les environs d'Anvers. *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de Paris*, **1**: 110–126.
- DE LA JONKAIRE, M., 1823b. Note sur le genre Astarté, Sowerby (Crassine LAMARCK). *Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de Paris*, **1**: 127–131.
- DELL'ANGELO, B. & SILVA, C.M. 2003. Polyplacophora from the Pliocene of Vale de Freixo: Central-West Portugal. *Bollettino Malacologico*, **39** (1–4): 7–16.
- DEPÉRET, C. & CAZIOT, E. 1903. Gisements pliocènes et quaternaires marins des environs de Nice. *Bulletin de la Société géologique de France*, sér. **3** (4): 321–347.
- DEPONTAILLER, J. 1876-1877. Liste des principales espèces du Pliocène des environs de Cannes. *Bulletin de la Société géologique de France*, ser. 3, **5**: 778–784.
- DESVAUX, A.-N. 1834. *Statistique de Maine-et-Loire, publiée sous les auspices du Conseil général du département, par la Société d'agriculture, sciences et arts d'Angers. - Première partie, statistique naturelle*. L'imprimerie de L. pavie, Angers, 582 p.
- DINIZ, F. 1984. *Apports de la palynology à la connaissance du Pliocène portugais. Rio Maior: un bassin de référence pour l'histoire de la flore, de la végétation et du climat de la façade atlantique de*

- l'Europe meridionale*. Dissertação de Doutoramento, Université des Sciences et Techniques de Languedoc, Montpellier, 230 p.
- DINIZ, F. 1990. Contribution to the biostratigraphic study of the Pliocene of the Portuguese west margin. *IX R.C.M.N.S. Congress*. Novembro de 1990, Barcelona, pp. 131–132.
- DINIZ, F. 2003. Contribuição da Palinologia para o conhecimento do Cenozóico superior de Portugal. *Livro de Resumos IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário / II Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas / II Congresso sobre Planeamento e Gestão da Zona Costeira dos Países de Expressão Portuguesa*. Outubro 2003, Recife, p. 160.
- DINIZ, F., SILVA, C.M. & CACHÃO, M. 2016. O Pliocénico de Pombal (Bacia do Mondego, Portugal Oeste): Biostratigrafia, Paleoecologia e Paleobiogeografia. *Estudos do Quaternário*, **14**: 41–59.
- DOGLIONI, C., GUEGUEN, E., SÀBAT, F., & FERNANDEZ, M. 1997. The Western Mediterranean extensional basins and the Alpine orogen. *Terra Nova*, **9** (3): 109–112.
- DOLFFUS, G.F. 1900. Le Miocène dans la région del'Ouest. *Bulletin du service de la Carte géologique de France*, **11** (73): 68–69.
- DOLFFUS, G.F. 1901. Séance du 20 Mai 1901. *Bulletin de la Société Géologique de France*, ser. 4, **1** (2): 274–277.
- DOLFFUS, G., COTTER, J. C. B. & GOMES, J. P. 1903-1904. *Mollusques Tertiaires du Portugal/ Planches de Céphalopodes, Gastéropodes et Pélécypodes laissées par F. A. Pereira da Costa/accompagnées d'une explication sommaire et d'une esquisse géologique*. Imprimerie de l'Académie Royal des Sciences, Lisbonne, 44 p.
- DOLLFUS, G.F. & COTTER, J.C.B. 1909. Mollusques tertiaires du Portugal. Le Pliocène au Nord du Tage (Plaisancian). Ire Partie. Pelecypoda. *Memórias da Comissão do Serviço Geológico de Portugal*, **40**: 1– 103.
- DOLLFUS, G.F. & DAUTZENBERG, Ph. 1902-1913. Conchologie du Miocène Moyen du Bassin de la Loire. Première partie: Pelécypodes. *Mémoires de la Société géologique de France - Paléontologie*, **27**: 1–497.
- DOMÈNECH, R. 1983. *Els bivalves del Pliocè de L'Empordà: sistemàtica i paleoecologia*. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona, 482 p.
- DOMÈNECH, R. 1986. Nuculoida, Arcoïda i Mytiloida (Mollusca: Bivalvia) del Pliocè de l'Empordà. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural (Secció de Geologia)*, **53** (4): 117–141.
- DOMINICI, S., DANISEB, S. & BENVENUTI, M. 2018. Pliocene stratigraphic paleobiology in Tuscany and the fossil record of marine megafauna. *Earth-Science Reviews*, **176**: 277–310. doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.09.018
- D'OMALIUS D'HALLOY, J. J. & DUMONT, A. 1849. Rapports sur la carte géologique de Belgique par M. Dumont. *Bulletin de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, **16** (12): 542–544.
- DUGUÉ, O. 2003. The Pliocene to Early Pleistocene marine to fluviatile succession of the Seuil du Cotentin basins (Armorican Massif, Normandy, France). *Journal of Quaternary Science*, **18** (3–4): 215–226. doi:10.1002/jqs.74
- DUMONT, A. 1839. Rapport sur les travaux de la Carte géologique. *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences et des Belles-Lettres de Bruxelles*, **6** (2): 464–484. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/53799> [acedido em 9 de março de 2018]

- DUMONT, A. 1851a. Note sur la position géologique de l'argile rupélienne et sur le synchronisme des formations tertiaires de la Belgique, de l'Angleterre et du nord de la France. *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, **18** (8): 179–195.
- DUMONT, A. 1851b. Observations sur la constitution géologique des terrains tertiaires de l'Angleterre, comparés à ceux de la Belgique, faites en octobre 1851. *Bulletin de l'Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, **19** (7): 344–389.
- DUPONT, É. 1882. Notice sur la vie et les travaux de Pierre-Henri Nyst, Membre de l'Académie. Extrait de *Annuaire de l'Académie Royale de Belgique*, **48**: 1–22.
- FARAONE, A. 1986. Malacofauna plio-pleistocenica umbra: le associazioni di Città della Pieve e Monteleone d'Orvieto. *Geologica Romana*, **25**: 9–24.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. 1999. Tafonomía y Fossilización. In: B. MELÉNDEZ (ed.). *Tratado de Paleontología*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, pp. 51–107.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. 2000. *Temas de Tafonomía*. Departamento Paleontología. Universidad Complutense de Madrid, 167 p.
- FERRERO, E. & MERLINO, B. 1992. Ricostruzione paleoecologica di una malacofauna del bacino astigiano (Italia NW). *Bollettino Malacologico*, **28** (5–12): 101–138.
- FERRERO, E., MERLINO, B. & PROVERA, A. 1998. Malacofauna pliocenica astigiana concentrata da eventi di alta energia. *Bollettino Malacologico*, **33** (1–4): 43–57.
- FERRERO, E., MERLINO, B., PROVERA, A. & MARTINETTO, E., 2005. Associazione a molluschi marini e vegetali terrestri del Pliocene di Castellengo (Biella, Italia NW). *Rendiconti della Società Paleontologica Italiana*, **2**: 87–108.
- FÉRUSSAC, A.E.J. D'AUDEBARD DE. 1822. *Tableaux systématiques des animaux mollusques suivis d'un Prodrome général pour tous les mollusques terrestres ou fluviatiles vivants ou fossiles. Première partie, Tableaux systématiques généraux*. Arthus-Bertrand, Paris, 110 p.
- FISCHER, P. 1887. *Manuel de conchyliologie et de paléontologie conchyliologique ou, Histoire naturelle des mollusques vivants et fossiles*. Savy, Paris, 1369 p.
- FICHEUR, E. 1890. *Les terrains éocènes de la Kabylie du Djurdjura*. Thèse Sciences. Paris no. 688, Alger, 474 p.
- FISHER-PIETTE, J. & MÉTIVIER, B. 1971. Révision des Tapetinae (Mollusques bivalves). *Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle A (Zoologie)*, **71**: 1–106.
- FLECKER, R., KRIJGSMAN, W., CAPELLA, W., DE CASTRO MARTÍNS, C., DEMITRIEVA, E., MAYSER, J.P., MARZOCCHI, A., MODESTU, S., OCHOA LOZANO, D., SIMON, D., TULBURE, M., VAN DEN BERG, B., VAN DER SCHEE, M., DE LANGE, G., ELLAM, R., GOVERS, R., GUTJAHR, M., HILGEN, F., KOUWENHOVEN, T., LOFI, J., MEIJER, P., SIERRO, F.J., BACHIRI, N., BARBOUN, N., CHAKOR ALAMI, A., CHACON, B., FLORES, J.A., GREGORY, J., HOWARD, J., LUNT, D., OCHOA, M., PANCOST, R., VINCENT, S. & YOUSFI, M.Z. 2015. Evolution of the Late Miocene Mediterranean- Atlantic gateways and their impact on regional and global environmental change. *Earth-Science Reviews*, **150**: 365–392. doi:10.1016/j.earscirev.2015.08.007
- FLEMING, J. 1828. *A history of British animals*. Bell & Bradfute, Edinburgh, 565 p.
- FONTANNES, F. 1882. *Les invertébrés du bassin tertiaire du sud-est de la France. Les mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon*. Vol. 2. Acéphalés. Savy, Paris. 320 p.
- FORESTI, L. 1880. Dell'*Ostrea cochlear* Poli e di alcune sue varietà. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, Classe di Scienze Fisiche*, **4** (1): 545–554.

- FORESTI, L. 1885. Sul *Pecten histrix* Doderlein-Mell. *Bollettino della Società geologica italiana*, **4**: 97–100.
- FORESTI, L. 1886. Sopra alcuni fossili illustrati e descritti nel Musaeum metallicum di Ulisse Aldrovandi. *Bollettino della Società geologica italiana*, **6**: 81–116.
- FORESTI, L. 1889. Del genere *Pyxis* Meneghiniie di una vanetà di *Pyxis pyxidata* (Br.). *Bollettino della Società geologica italiana*, **8**: 264–269.
- FORESTI, L. 1891. Di una nuova specie di *Pholadomya* pliocénica. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **16**: 81–82.
- FORESTI, L. 1893. Enumerazione dei brachiopodi e dei molluschi pliocenici dei dintorni di Bologna. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **18**: 185–413.
- FORLI, M., DELL'ANGELO, B. & TAVIANI, M. 1999. Molluschi del Pliocene inferiore toscano: la sezione Montenero (Grosseto). *Bollettino Malacologico*, **34** (9–12): 109–122.
- GASPAR-ESCRIBANO, J. M., GARCIA-CASTELLANOS, D., ROCA, E. & CLOETINGH, S. 2004. Cenozoic vertical motions of the Catalan Coastal Ranges (NE Spain): The role of tectonics, isostasy, and surface transport. *Tectonics*, **23**, TC1004. doi:10.1029/2003TC001511.
- GEGENBAUR, C. 1878. *Grundriss der vergleichenden Anatomie*. Ed. 2. W. Engelmann, Leipzig, 655 p.
- GIBBARD, P.L. & HEAD, M.J. 2009a. Définition du Quaternaire en tant que système/ère et du Pléistocène en tant que série/époque. *Quaternaire*, **20** (2): 152–158.
- GIBBARD, P.L. & HEAD, M.J. 2009b. IUGS ratification of the Quaternary System/Period and the Pleistocene Series/Epoch with a base at 2.58 Ma. *Quaternaire*, **20** (2): 411–412.
- GIBBARD, P.L. & HEAD, M.J. 2010. The newly-ratified definition of the Quaternary System/Period and redefinition of the Pleistocene Series/Epoch, and comparison of proposals advanced prior to formal ratification. *Episodes*, **33**: 125–133.
- GIBBARD, P.L. & LEWIN, J. 2016. Filling the North Sea Basin: Cenozoic sediment sources and river styles. *Geologica Belgica*, **19** (3–4): 201–217.
- GIBERT, J.M. DE, DOMÈNECH, R., & MARTINELL, J. 2007. Bioerosion in shell beds from the Pliocene Roussillon Basin, France: Implications for the (macro)bioerosion ichnofacies model. *Acta Palaeontologica Polonica*, **52** (4): 783–798.
- GIBERT, J.M. DE & MARTINELL, J. 1998. Ichnofabrics of the Pliocene marginal marine basins of the northwestern Mediterranean. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **11**: 43–56.
- GIGNOUX, M. 1915. L'étage calabrien (Pliocène supérieur marin) sur le versant nord-est de l'Apennin, entre le Monte Gargano et Plaisance. *Bulletin de la Société géologique de France*, ser. 4, **14**: 324–348.
- GIGNOUX, M. 1923. Il Pliocene di Castell'Arquato. *Bollettino della Società geologica italiana*, **42**: 368–376.
- GILI, C.; SILVA, C.M. & MARTINELL, J. 1995. Pliocene nassariids (Mollusca: Neogastropoda) of central-west Portugal. *Tertiary Research*, **15** (3): 95–110.
- GILI, C. & MARTINELL, J. 1994. Paleobiogeography of turrid gastropods in the Pliocene of Catalonia. *Acta Palaeontologica Polonica*, **38** (3–4): 349–358.
- GIRIBET, G. & WHEELER, W. 2002. On bivalve phylogeny: a high-level analysis of the *Bivalvia* (Mollusca) based on combined morphology and DNA sequence data. *Invertebrate Biology*, **121** (4): 271–324.

- GIRIBET, G. & DISTEL, D. L. 2003. Bivalve phylogeny and molecular data. In: C. LYDEARD & D. R. LINDBERG (eds.). *Molecular Systematics and Phylogeography of Mollusks*. Smithsonian Books, Washington, District of Columbia, pp. 45–90.
- GIRIBET, G., OKUSU, A., LINDGREN, A. R., HUFF, S. W., SCHRÖDL, M., & NISHIGUCHI, M. K. 2006. Evidence for a clade composed of molluscs with serially repeated structures: Monoplacophorans are related to chitons. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **103** (20): 7723–7728. doi.org/10.1073/pnas.0602578103
- GLIBERT, M. 1945. Faune malacologique du Miocène de la Belgique. I. Pélécypodes. *Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*, **103**: 1–266.
- GLIBERT, M. 1957a. Pélécypodes du Diestien, du Scaldisien et du Merxemien de la Belgique. Première note. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, **33** (9): 1–40.
- GLIBERT, M. 1957b. Pélécypodes du Diestien, du Scaldisien et du Merxemien de la Belgique. Deuxième note. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, **33** (47): 1–28.
- GMELIN, J.F (Ed.). 1791. *Caroli a Linnaei Systema Naturae per Regna Tria Naturae*, Vol. 1. Ed. 10. G.E. Beer, Leipzig, pp. 3021–3910. doi.org/10.5962/bhl.title.36932
- GODWIN-AUSTEN, R.A.C. 1866. On the Kainozoic Formations of Belgium. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **22** (87): 228–254.
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/111477> [accedido em 9 de março de 2018]
- GOFAS, S., AFONSO, J.P. & BRANDÃO, M. 1981. *Conchas e Moluscos de Angola / Coquillages et Mollusques d'Angola*. Elf Aquitaine Angola, Universidade Agostinho Neto, 140 p.
- GOFAS, S., LE RENARD, J. & BOUCHET, P. 2001. Mollusca. in: M.J. COSTELLO, C. EMBLOW & R. WHITE (Eds.), *European Register of Marine Species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification*. *Patrimoines Naturels*. **50**: 180–213.
- GOLDFUSS, G.A. 1820. Handbuch der Zoologie. In: G.H. SCHUBERT (ed.). *Handbuch der Naturgeschichte, zum Gebrauch bei Vorlesungen*, Vol. 1. 696 p.
- GONZÁLEZ, V.L., ANDRADE, S.C.S., BIELER, R., COLLINS, T.M., DUNN, C.W., MIKKELSEN, P.M., TAYLOR, J.D. & GIRIBET, G. 2015. A phylogenetic backbone for Bivalvia: an RNA-seq approach. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **282**: 20142332.
<http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.2332>.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. 1979. *Estudio de los Bivalvia del Neógeno de Niebla (Huelva)*. Tesis Licenciatura. Universidade de Salamanca, 97 p.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., ANDRÉS, I., SIERRO, F.J., VALLE, M. & FLORES, J.A. 1984. Catálogo malacológico (Gastropoda y Bivalvia) del Plioceno de Huelva. *Studia Geologica Salmanticensis*, **19** (1): 1–28.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., CÍVIS, J. & ANDRÉS, I. 1999. Las comunidades bentónicas (Moluscos y Foraminíferos) del Plioceno inferior de Oued Arjat (Cuenca de Bou Regreg, Marruecos). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **12** (1): 85–92.
- GONZÁLES-DELGADO, J.A.; SIERRO, F. J., & CIVIS, J. 1993. Cambios globales del nivel del mar y concentraciones de megafaunas marinas someras en el Neógeno del Oeste de la Península Ibérica. *Comunicaciones de las IX Jornadas de Paleontología*. Outubro de 1993, Málaga, pp. 33–36.
- GONZALO y TARÍN, J. 1878. Reseña geológica de la provincia de Huelva. *Boletín Comisión del Mapa Geológico de España*, **5**: 1–138.

- GONZALO y TARÍN, J. 1887. Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva. Tomo I, 2ª Parte Descripción geológica. Estratigrafía. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, **14-2** (1): 277–671.
- GRADSTEIN, F.M., OGG, J.G., SCHMITZ, M.D. & OGG, G.M. (eds). 2012. *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, Amsterdam, 1176 p.
- GRAY, J.E. 1821. A natural arrangement of Mollusca according to their internal structure. *London medical Repository*, **15**: 229–239.
- GRAY, J.E. 1826. On a Recent species of the genus *Hinnita* Defrance, and some observations on the shell of the Monomyaires, Lamarck. *Annals of Philosophy*, n.s. **12**: 103–106.
- GRAY, J. E., 1840. Shells of molluscous animals. In: *Synopsis of the contents of the British Museum*, **42**:105–152.
- GRECO, A. 1970. La malacofauna pliocenica di Contrada Cerausi presso Serradifalco (Caltanissetta). *Geologica Romana*, **9**: 275–313.
- GREGORIO, A. 1885. *Studi su talune conchiglie Mediterranee viventi e fossili*. Tipografia all'Insegna dell'ancora, Siena, 430 p.
- GUALTIERI, N., 1742. *Index testarvm conchyliorvm quae adservantvr in mvseo Nicolai Gvaltieri*. Typographia Caietani Albizzini, Firenze. doi.org/10.5962/bhl.title.132271
- GUERRA, R. 2012-2014. Girolamo Cocconi e le Conchiglie Fossili Dell'Emilia Occidentale. *Parva Naturalia*, **10**: 189–201.
- GUERRA-MERCHÁN, A., PALMQVIST, P., LOZANO-FRANCISCO, M.C., VERA-PELÁEZ & TRIVIÑO RODRÍGUEZ, A. 1996. Análisis sedimentológico e paleoecológico del Plioceno de Parque Antena (Estepona, Málaga). *Revista Española de Paleontología*, **11** (2): 226–234.
- GUIOLI, S., REPETTO, G. & GABBA, F. 2009. Fossili marini del Pliocene di Volpedo (Piemonte, Italia). Collezioni del civico Museo di Scienze natural di Voghera e del civico Museo archeologico di Casteggio e dell'Oltrepo Pavese. *Rivista piemontese di storia naturale*, **30**: 3–24.
- HAQ, B.U. & SCHUTTER, S.R. 2008. A chronology of Paleozoic sea-level changes. *Science*, **322**: 64–68.
- HARMER, F.W. 1896. On the Pliocene Deposits of Holland and their Relation to the English and Belgian Crags, with a Suggestion for the Establishment of a New Zone, 'Amstelien,' and some Remarks on the Geographical Conditions of the Pliocene Epoch in Northern Europe. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **52**: 748–782. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1896.052.01-04.45
- HARMER, F.W. 1898. The Pliocene Deposits of the East of England: The Lenham Beds and the Coralline Crag. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **54**: 308–356. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1898.054.01-04.28
- HARMER, F.W. 1900. The Pliocene Deposits of the East of England. Part II: The Crag of Essex (Waltonian) and its Relation to that of Suffolk and Norfolk. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **56**: 705–738. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1900.056.01-04.39
- HARMER, F.W. 1902. A sketch of the later Tertiary history of East Anglia. *Proceedings of the Geologists' Association*, **17** (9-10): 416–479. doi.org/10.1016/S0016-7878(02)80049-9
- HARMER, F.W. 1905. L'horizon weibornien du Crag icenien dans l'Est de l'Angleterre. *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie*, 19, ser. 2, **9**: 322–328.
- HARMER, F.W. 1909. The Pliocene deposits of the Eastern Counties of England. *Proceedings of the Geologists' Association*, Jubilei vol.1-20, **1**: 86–102. doi.org/10.1016/S0016-7878(09)80028-X

- HARMER, F.W. 1913-1914. The Pliocene Mollusca of Great Britain, being supplementary to S. V. Wood's Monograph of the Crag Mollusca. *Palaeontographical Society Monographs*, **68** (333): 1–200.
- HARMER, F.W. 1918-1920. The Pliocene Mollusca of Great Britain, being supplementary to S. V. Wood's Monograph of the Crag Mollusca. *Palaeontographical Society Monographs*, **72** (344-345): 485–652.
- HARPER, E., DREYER, H. & STEINER, G. 2006. Reconstructing the Anomalodesmata (Mollusca: Bivalvia): Morphology and molecules. *Zoological Journal of the Linnean Society*, **148**: 395–420.
- HARPER, D.A.T., HAMMARLUND, E.U. & RASMUSSEN, C.M.O. 2014. End Ordovician extinctions: A coincidence of causes. *Gondwana Research*, **25**: 1294–1307.
- HASZPRUNAR, G., SCHANDER, C. & HALANYCH, K. M. 2008. Relationships of higher taxa. In: W.F. PONDER & D.R. LINDBERG (eds). *Phylogeny and Evolution of the Mollusca*. University of California Press, Berkeley, pp. 19–32.
- HEAD, M.J. & GIBBARD, P.L. 2015. Formal subdivision of the Quaternary System/Period: Past, present, and future. *Quaternary International*, **383**: 4–35. doi.org/10.1016/j.quaint.2015.06.039
- HEERING, J. 1950. Pelecypoda (and Scaphopoda) of the Pliocene and older-Pleistocene deposits of the Netherlands. *Mededeelingen van de Geologische Stichting*, **C-IV-1** (9): 1–225.
- HENRIQUES DA SILVA, G. 1959. Fósseis do Miocénico marinho da Ilha de Porto-Santo. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, **48**: 1–22.
- HILGEN, F.J., LOURENS, L.J., VAN DAM, J.A., BEU, A.G., BOYES, A.F., COOPER, R.A., KRIJGSMAN, W., OGG, J.G., PILLER, W.E. & WILSON, D.S. 2012. The Neogene Period. In: F. M. GRADSTEIN, J. G. OGG, M. SCHMITZ & G. OGG (eds). *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, Amsterdam, pp. 923–978.
- HINNOV, L.A. & HILGEN, F.J. 2012. Cyclostratigraphy and Astrochronology. In: F. M. GRADSTEIN, J. G. OGG, M. SCHMITZ & G. OGG (eds). *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, Amsterdam, pp. 63–83.
- HOLMES, A. 2017. Phylogenetics of British saddle oysters (bivalvia: Anomiidae) – A review of the shell morphology, internal anatomy and genetics of *Pododesmus* in British waters. *Journal of Conchology*, **42** (5): 317–325.
- HSÜ, K.J., CITA, M.B. & RYAN, W.B.F. 1973. Late Miocene dessiccation of the Mediterranean. *Nature*, **242**: 240–244.
- HSÜ, K.J., MONTADERT, L., BEROULLI, D., CITA, M.B., ERICKSON, A., GARRISON, R.E., KIDD, R.B., MELIERES, F., MÜLLER, C. & WRIGHT, R. 1977. History of the Mediterranean salinity crisis. *Nature*, **267**: 399–403.
- HUBER, M. 2010. *Compendium of bivalves. A full-color guide to 3,300 of the world's marine bivalves. A status on Bivalvia after 250 years of research*. ConchBooks, Hackenheim, 901 p.
- HUBER, M. 2015. *Compendium of Bivalves 2: A full-color guide to the remaining seven families. A systematic listing of 8500 bivalve species and 10500 synonyms*. ConchBooks, Hackenheim, 907 p.
- HUBER, M. & GOFAS, S. 2017. *Astarte fusca* (Poli, 1791). In: MolluscaBase (2017). [World Register of Marine Species - <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=138822> em 31 de janeiro de 2018].
- HYLLEBERG, J. 2014. Horizontal pivot axis and standardized shell outline: A new method to compare morphology of cardiids (Bivalvia: Cardiidae) exemplified by the genera *Cardium*, *Acanthocardia* and *Vasticardium*; The fossil *Cardium hians* Brocchi, 1814 replaced by *Cardium paleobrocchi* nom. nov. *Phuket Marine Biological Center Special Publication*, **32**: 37–51.
- IGME (ed.). 2015. Mapa Geológico de España y Portugal 1:1.000.000.

- IREDALE, T. 1939. Mollusca, Part I. *Scientific Reports of the Great Barrier Reef Expedition 1928-1929*, **5**: 209–425.
- JANSSEN, A.W. & MOERDIJK, P.W. 2004. Revision of Pliocene representatives of Cyclocardia (Bivalvia, Carditidae) from the North Sea Basin. *Basteria*, **68** (4–6): 77–85.
- JANSSEN, A.W., PEETERS, G.A. & VAN DER SLIK, L. 1984. De fossiele schelpen van de Nederlandse stranden en zeegaten, tweede ser. 8. *Basteria*, **48** (4–5): 91–219.
- JANSSEN, & VAN DER SLIK, L. 1971. De fossiele schelpen van de Nederlandse stranden en zeegaten, tweede ser. 4. *Basteria*, **35** (1–4): 41–50.
- JANSSEN, A.W. & VAN DER SLIK, L. 1972. De fossiele schelpen van de Nederlandse stranden en zeegaten, tweede ser. 5. *Basteria*, **36** (2–5): 171–180.
- JANSSEN, A.W. & VAN DER SLIK, L. 1974a. De fossiele schelpen van de Nederlandse stranden en zeegaten, tweede ser. 6. *Basteria*, **38** (3–4): 45–67.
- JANSSEN, A.W. & VAN DER SLIK, L. 1974b. Bemerkungen zu der Astartiden-Fauna des jüngerer Känozoikums des Nordseebeckens. *Scripta Geologica*, **22**: 1–23.
- JANSSEN, A.W. & VAN DER SLIK, L. 1978. De fossiele schelpen van de Nederlandse stranden en zeegaten, tweede ser. 7. *Basteria*, **42** (4–6): 49–62.
- JANSSEN, A.W. & DIJKSTRA, H.H. 1996a. Morphological differences between two species of *Palliolium* (Bivalvia: Pectinidae). *Basteria*, **59** (4–6): 107–113.
- JANSSEN, A.W. & DIJKSTRA, H.H. 1996b. *Palliolium tigerinum* (Müller, 1776) versus *P. gerardi* (Nyst, 1835): a final reaction (Bivalvia: Pectinidae). *Basteria*, **60** (1–3): 83–84.
- JIMÉNEZ, A.P., AGUIRRE, J. & RIVAS, P. 2009. Taxonomic study of scallops (Pectinidae: Mollusca, Bivalvia) from Pliocene deposits (Almería, SE Spain). [Estudio taxonómico de los pectínidos (Pectinidae: Mollusca, Bivalvia) del Plioceno de la Provincia de Almería (SE España)]. *Revista Española de Paleontología*, **24** (1): 1–30.
- KIDWELL, S.M. 1991. The Stratigraphy of shell Concentrations. In: P.A. ALLISON & D.E. BRIGGS (Eds.). *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record. Topics in geobiology*, Vol. 9. Plenum Press, New York, pp. 211–290.
- KIDWELL, S.M. & BOSENCE, D.W.J. 1991. Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. In: P.A. ALLISON & D.E. BRIGGS (eds.). *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record. Topics in geobiology*, Vol. 9. Plenum Press, New York, pp. 115–209.
- KIDWELL, S.M. & HOLLAND, S.M. 1991. Field description of coarse bioclastic fabrics. *Palaios*, **6** (4): 426–434.
- KIDWELL, S.M., FÜRSICH, F.T. & AIGNER, T. 1986. Conceptual framework for the analysis of fossil concentrations. *Palaios*, **1**: 228–238. doi: 10.2307/3514687
- KOCOT, K.M., CANNON, J.T., TODT, C., CITARELLA, M.R., KOHN, A.B., MEYER, A., SANTOS, S.R., SCHANDER, C., MOROZ, L.L., LIEB, B. & HALANYCH, K.M. 2011. Phylogenomics reveals deep molluscan relationships. *Nature*, **477**: 452–456.
- KOROBKOV, I.A. 1954. *Spravochnik I metodicheskoe rukovodstvo po tretichnym molliuskem. Plastinchatozhabernye*. Gostoptekhizdat, Leningrad, 444 p. [não consultado]
- KULLBERG, J.C., TERRINHA, P., PAIS, J., REIS, R.P. & LEGOINHA, P. 2006. Arrábida e Sintra: dois exemplos de tectónica pós-rifting da Bacia Lusitaniana. In: R. DIAS, A. ARAÚJO, P. TERRINHA & J. C. KULLBERG (eds). *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*. Universidade de Évora, pp. 369–396.

- LA PERNA, R. 2007. Revision on the Nuculanidae (Bivalvia: Protobranchia) from the Cerulli Irelli collection (Mediterranean, Pleistocene). *Palaeontographia italica*, **91**: 109–140.
- LA PERNA, R. 2017. A revision of the genus *Europocardium* Popov, 1977 (Bivalvia: Cardiidae) from the European Neogene: tracking palaeogeography and climate changes. *Journal of Systematic Palaeontology*, **15** (4): 287–312. doi.org/10.1080/14772019.2016.1170733
- LA PERNA, R., CEREGATO, A. & TABANELLI, C. 2004. Mediterranean Pliocene protobranchs: the genera *Jupiteria* Bellardi, 1875, *Ledella* Verrill & Bush, 1897 and *Zealeda* Marwick, 1924 (Mollusca, Bivalvia). *Bollettino Malacologico*, **40** (1–4): 25–36.
- LA PERNA, R., LANDAU, B.M. & SILVA, C.M. 2003. The genus *Granulina* (Gastropoda, Marginellidae) from the Atlantic Iberian Neogene with description of a new species from the Pliocene of Portugal. *Iberus*, **21** (1): 35–42.
- LA PERNA, R., MANDIC, O. & HARZHAUSER, M. 2017. Systematics and palaeobiogeography of *Megacardita* Sacco in the Neogene of Europe (Bivalvia, Carditidae). *Papers in Palaeontology*. **3**: 111–150.
- LACROCE L. & REPETTO G. 2003. The family Spondylidae Gray, 1826 in the Italian Pliocene. *La Conchiglia*, **35** (306): 48–54; 61.
- LAGA, P. & LOUWYE, S. (coll. MOSTAERT, F.). 2006. Disused Neogene and Quaternary regional stages from Belgium: Bolderian, Houthalenian, Antwerpian, Diestian, Deurnian, Kasterlian, Kattendijkian, Scaldisian, Poederlian, Merksemian and Flandrian. In: DEJONGHE (ed.). Current status of chronostratigraphic units named from Belgium and adjacent areas. *Geologica Belgica*, **9** (1–2): 215–224.
- LAMARCK J.-B. M. de. 1809. *Philosophie zoologique*, Vol. 1. Dentu, Paris, 428 p.
- LAMARCK J.-B. M. de. 1818. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, Vol. 5. Deterville/Verdière, Paris, 612 p.
- LAMARCK J.-B. M. de. 1819. *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*, Vol. 6, Fasc. 1. Edição do autor, Paris, 252 p.
- LANDAU, B.M. & SILVA, C.M. 2006a. The Early Pliocene Gastropoda (Mollusca) of Estepona, Southern Spain, Part 8: Olividae. *Palaeontos*, **9**: 1–21.
- LANDAU, B.M. & SILVA, C.M. 2006b. The genus *Scaphella* (Gastropoda: Volutidae) in the Neogene of Europe and its paleobiogeographical implications. *The Nautilus*, **120** (3): 81–93.
- LANDAU, B.M., HOUART, R. & SILVA, C.M. 2007. The Early Pliocene Gastropoda (Mollusca) of Estepona, southern Spain. Part 7 Muricidae. *Palaeontos*, **11**: 1–87.
- LANDAU, B.M., SILVA, C.M. & GILI, C. 2009. The Early Pliocene Gastropoda (Mollusca) of Estepona, southern Spain. Part 8: Nassariidae. *Palaeontos*, **17**: 1–101.
- LANDINI, W., MENESINI, E. & RAGAINI, L. 1990. Paleocomunità a molluschi ed otoliti nel Pliocene di Castelfiorentino (Firenze, Italia). *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali - Memorie serie A*, **97**: 175–202.
- LANKESTER, E.R. 1865a. On the Crags of Suffolk and Antwerp. (Part I.). *Geological Magazine*, **2** (9): 103–106. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/96107> [accedido em 9 de março de 2018]
- LANKESTER, E.R. 1865b. On the Crags of Suffolk and Antwerp. (Part II.). *Geological Magazine*, **2** (10): 149–152. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/96107> [accedido em 9 de março de 2018]
- LANKESTER, E.R. 1867. Are the Coralline Crag of Suffolk and the Black Crag of Belgium Contemporaneous Deposits?. *Geological Magazine*, **4** (32): 91–92.

<https://www.biodiversitylibrary.org/item/101219> [acedido em 9 de março de 2018]

- LARRASOANA, J.C., LIU, Q., HU, P., ROBERTS, A.P., MATA, P., CIVIS, J., SIERRA, F.J. & PEREZ-ASENSIO, J.N. 2014. Paleomagnetic and paleoenvironmental implications of magnetofossil occurrences in late Miocene marine sediments from the Guadalquivir Basin, SW Spain. *Frontiers in Microbiology*, **5**: 71. doi: 10.3389/fmicb.2014.00071
- LAURIAT, A. 1973a. Essai de synthèse sur la climatologie de l'Atlantique européen au Néogène d'après les Bivalves. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paris, D*, **277**: 1435–1438.
- LAURIAT, A. 1973b. Les sous-espèces redoniennes d'*Astarte omalii* Jonkaière considérées d'un point de vue biogéographique. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, n°194 Sciences de la Terre*, **33**: 177–182.
- LAURIAT-RAGE, A. 1980. *Astarte (Digitariopsis) grueti* n.sp. et *Astarte (Digitariopsis) excurrens lardeuxi* n.subsp., bivalves endémiques du redonien (pliocène de l'Ouest de la France). *Geobios*, **13** (4): 633–638. doi.org/10.1016/S0016-6995(80)80006-4
- LAURIAT-RAGE, A. 1981. Les Bivalves du Redonien (Pliocène atlantique de France). Signification stratigraphique et paléobiogéographique. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle n.s., ser.C, Sciences de la Terre*, **45**: 1–173.
- LAURIAT-RAGE, A. 1982. Les Astartidae (Bivalvia) du Redonien (Pliocène atlantique de France). Systématique, Biostratigraphie, Biogéographie. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, n.s., ser.C, Sciences de la Terre*, **48**: 1–118.
- LAURIAT-RAGE, A. 1986. Les Bivalves du Pliocène de Normandie. *Bulletin Museum national Histoire naturelle, Paris, ser.4*, **8, C, 1**: 3–51.
- LAURIAT-RAGE, A. & RAGE, J.C. 1978. Le gisement rédonien (pliocène de la Morelière, île d'Oléron): Etude préliminaire de sa faune de bivalves. *Geobios*, **11** (1): 91–93.
- LAURIAT-RAGE, A. & VERGNAUD-GRAZZINI C. 1977. Signification climatologique des Bivalves du Pliocène de l'ouest de la France (Redonien) d'après leur étude biogéographique et isotopique. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Paris, D*, **284**: 2475–2478.
- LAURIAT-RAGE, A., BRÉBION, P., BUGE, E., CHAIX, C., CHEVALIER, M., MARGEREL, J.,-P., PAJAUD, D., POUIT, D., ROMAN, J. & VIAUD, J.,-M. 1989a. Le gisement redonien (Pliocène) de la Marnière (La Limouzinière, Loire-Atlantique). Biostratigraphie, paléobiologie, affinités paléobiogéographiques. *Géologie de la France*, **1–2**:117–152.
- LAURIAT-RAGE, A., VERGNAUD GRAZZINI, C., CHEVALIER, M. & VIAUD, J.,-M. 1989b. Le Pliocène (Redonien) de Basse Loire et Vendée. Biostratigraphie et paléomilieu de nouveaux gisements d'après l'étude des bivalves et de la composition isotopique de leur coquille. *Géologie de la France*, **1–2**: 215–222.
- LEGOINHA, P. 2001. *Biostratigrafia de foraminíferos do Miocénico de Portugal (Bacia do Baixo Tejo e Algarve)*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, 238 p.
- LEVI, T. 1900. Osservazioni sulla distribuzione dei fossili negli strati pliocenici di Castell'Arquato. *Rivista Italiana di Paleontologia*. **6**: 59–78.
- LINNAEUS, C. 1758. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata*. Laurentius Salvius, Holmiae, 824 p. doi.org/10.5962/bhl.title.542
- LINNAEUS, C. 1767. *Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio duodécima*. Laurentius Salvius, Holmiae, pp. 533–1327. doi.org/10.5962/bhl.title.37256

- LIRER, F. & IACCARINO, S. 2011. Mediterranean Neogene historical stratotype sections and Global Stratotype Section and Points (GSSP): state of the art. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, ser. A, **113**: 67–144.
- LISTER, M. 1685-1692. *Historiae Conchyliorum*. Londini, aere incisi, sumptibus authoris. http://lhdigital.lindahall.org/cdm/ref/collection/nat_hist/id/2392 [accedido em 1 de março de 2018]
- LONG, P.E. & ZALASIEWICZ, J.A.Z. 2011. The molluscan fauna of the Coralline Crag (Pliocene, Zanclean) at Raydon Hall, Suffolk, UK: palaeoecological significance reassessed. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **309**: 53–72.
- LOPEZ, B. BARAN, N. & BOURGINE, B. 2015. An innovative procedure to assess multi-scale temporal trends in groundwater quality: Example of the nitrate in the Seine–Normandy basin, France. *Journal of Hydrology*, **522**: 1–10. doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.12.002
- LOURENS, L.J., ANTONARAKOU, A., HILGEN, F.J., VAN HOOF, A.A.M., VERGNAUD-GRAZZINI, C., & ZACHARIASSE, W.J. 1996. Evaluation of the Plio-Pleistocene astronomical timescale. *Paleoceanography*, **11** (4): 391–414.
- LOZANO-FRANCISCO, M.C. 1997. *Los bivalvos del Plioceno de la Provincia de Málaga*. PhD thesis, Universidad de Málaga, 845 p.
- LOZANO-FRANCISCO, M.C & LANDAU, M. 1999. New species of bivalve genera *Donax* and *Callista* from the Lower Pliocene of Huelva, Spain. *Contributions to Tertiary and Quaternary Geology*, **36** (1–4): 9–23.
- LOZANO-FRANCISCO, M.C, VERA-PELÁEZ, J.L. & GUERRA-MERCHÁN, A. 1993. Arcoida (Mollusca, Bivalvia) del Plioceno de la Provincia de Málaga, España. *Treballs dell Museu de Geologia de Barcelona*, **3**: 157–188.
- LOZANO-FRANCISCO, M.C; VERA-PELÁEZ, J.L., PALMQVIST, P., GUERRA-MERCHÁN, A. MARTINELL, J & DOMÈNECH, R. 1995. Estudio morfológico multivariante de *Limopsis* (Pectunculina) *aradassi* (Testa) y *Limopsis* (Pectunculina) *anomala* (Eichwald) (Limopsidae, Bivalvia, Mollusca) del Plioceno marino de Estepona) (Málaga, España). *Revista Española de Paleontología*, nº de homenaje al Dr. Guillermo Colon: 94–100.
- LOZANO-FRANCISCO, M.C., VERA-PELÁEZ, J.L, RUBIA, J.J., AGUILERA, R., BAÑARES, M., CRESPO, M., MOYANO, A., NAVARRETE, I., SIMÓN VALLEJO, M.D.Y. & CORTÉS SÁNCHEZ, M. 2003a. Infonno taxonómico y tafonómico preliminar de dos yacimientos paleontológicos en el término municipal de Mijas (Málaga, España). *Jornadas Temáticas de Arqueología de Andalucía: El Pleistoceno: cambio climático, dinámica de dispersiones y arqueología y Reunión de la Sociedad Internacional del Cuaternario* (INQUA). Abril de 2003, Granada, pp. 30–31.
- LOZANO-FRANCISCO, M.C., VERA-PELÁEZ, J.L, RUBIA, J.J., AGUILERA, R., BAÑARES, M., CRESPO, M., MOYANO, A., NAVARRETE, I., SIMÓN VALLEJO, M.D.Y. & CORTÉS SÁNCHEZ, M. 2003b. Estudio taxonómico preliminar de los moluscos y braquiópodos del Plioceno en Mijas (Málaga, España). *Resúmenes de las comunicaciones de las XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología: Flora y Fauna del Mesozoico: Paleoecología y Paleoclimatología*. Outubro de 2003, Morella, pp. 103–104.
- LYELL, C. 1833. *Principles of Geology; Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface by Reference to Causes Now in Operation*, Vol 3. Murray, London. In: JOHN VAN WYHE, (eds). 2002. The Complete Work of Charles Darwin Online. <http://darwin-online.org.uk/> [accedido em 12 de outubro de 2017].
- LYELL, C. 1839. On the relative ages of the Tertiary deposits commonly called 'Crag' in the counties of Norfolk and Suffolk. *Magazine of Natural History*, ser. 2, **3**: 323–330.

- LYELL, C. 1852. On the Tertiary Strata of Belgium and French Flanders. Part II. The Lower Tertiaries of Belgium. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **8** (1–2): 277–370.
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/109911> [accedido em 9 de março de 2018].
- MACGILLIVRAY, W. 1834. *Lives of eminent zoologists, from Aristotle to Linnaeus: with introductory remarks on the study of natural history, and occasional observations on the progress of zoology*. Oliver & Boyd, Edinburgh, 391 p.
- MALATESTA, A. 1974. Malacofauna pliocenica umbra. *Memorie per servire alla descrizione della carta Geologica Italiana*, **13**: 1–498.
- MANGANELLI, G., BENOCCI, A. & SPADINI, V. 2011. Biagio Bartolini's "Catalogo dei corpi marini fossili che si trovano intorno a Siena" (1776). *Archives of natural history*, **38**: 18–35.
doi 10.3366/anh.2011.0002
- MANGANELLI, G. & SPADINI, V. 2001. *I Molluschi marini Plioceni dei Dintorni di Siena negli scritti di Carlo de Stefani e Dante Pantanelli*. Accademia delle Scienze di Siena detta de' Fisiocritici, 366 p.
- MANUPELLA, G., ZBYSZEWSKI, G. & FERREIRA, O. DA VEIGA. 1978. *Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50.000*. Noticia explicativa da folha 23-A, Pombal, 62 p.
- MARASTI, R. & RAFFI, S. 1977. Diversità tassonomica dei bivalvi pliocenici del Bacino padano: 1° I Bivalvi dell'Emilia occidentale. *L'Ateneo Parmense-Acta Naturalia*, **13** (1): 3–70.
- MARGEREL, J., -P. 1989. Biostratigraphie des dépôts néogènes de l'Ouest de la France. Constitution de biozones de foraminifères benthiques. *Géologie de la France*, **1–2**: 235–250.
- MARQUET, R. 1995. A revision of the Caenozoic Pinnidae from Belgium (Mollusca, Bivalvia). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **65**: 241–256.
- MARQUET, R. (colab. MOERDIJK, P. & NIEULANDE, F.A.D. VAN). 2002. The Neogene Amphineura and Bivalvia (Protobranchia and Pteriomorphia) from Kallo and Doel (Oost-Vlaanderen, Belgium). *Palaeontos*, **2**: 1–99.
- MARQUET, R. 2004. Ecology and evolution of Pliocene bivalves from the Antwerp Basin. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **74**: 205–212.
- MARQUET, R. 2005. The Neogene Bivalvia (Heterodonta and Anomalodesmata) and Scaphopoda from Kallo and Doel (Oost-Vlaanderen, Belgium). *Palaeontos*, **6**: 1–142.
- MARTÍN, J.M., BRAGA, J.C. & BETZLER, C. 2003. Late Neogene–Recent uplift of the Cabo de Gata volcanic province, Almería, SE Spain. *Geomorphology*, **50**: 27–42.
- MARTINELL, J. 1985. El Plioceno marí catalá. Breu síntesi paleontològica. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, **50**: 213–223.
- MARTINELL, J., CHECA, A., DOMÈNECH, R., GILI, C., OLÓRIZ, F. & RODRÍGUEZ-TOVAR, F. J. 2009. Molluscos. In: M. L. MARTÍNEZ-CHACÓN & P. RIVAS (eds). *Paleontología de invertebrados*. Sociedad Española de Paleontología, Instituto Geológico y Minero de España, Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, pp. 227–375.
- MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. 1984a. Malacofauna del Plioceno de Sant Onofre (Baix Ebre; Tarragona). *Iberus*, **4**: 1–27.
- MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. 1984b. Données nouvelles sur la malacofaune du Pliocène marin de la vallée de la Têt, aux environs de Millas (Pyrénées-Orientales). *Géologie de la France*, **1–2**: 165–174.
- MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. 1986. Malacofaune du Pliocène marin de Saint-Isidore (bassin du Var, Alpes-Maritimes). *Geobios*, **19** (1): 117–123.

- MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. 1987–88. Asociaciones de moluscos en el Plioceno marino del Rosellón (Francia) y del Empordà. *Revista de Investigaciones Geológicas*, **44–45**: 405–413.
- MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. 1990. Malacofaune du Pliocene marin du Roussillon: taphonomie et paleoecologie. *Paléobiologie Continentale*, **17**: 157–166.
- MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. 1995. Bioerosive structures on the Pliocene rocky shores of Catalonia (Spain). *Revista Española de Paleontología*, **10** (1): 37–44.
- MARTINELL, J. & MARQUINA, M. J. 1981. Malacofauna pliocénica de St. Vicenc dels Horts (Baix Llobregat, Barcelona). *Iberus*, **1**: 9–22.
- MARTINI, E. 1971. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: A. FARINACCI (eds). *Proceedings of the Second Planktonic Conference*, Roma, pp. 739–785.
- MARTINS FERREIRA, J. 1960. Ocorrência das famílias Lagenidae e Globigerinidae no Pliocénico de Pombal. *Comunicações do XXV Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências*, Sevilha, p. 7.
- MASANA, E. 1994. Neotectonic features of the Catalan Coastal Ranges, northeastern Spain. *Acta Geologica Hispanica*, **29** (2–4): 107–121.
- MAYER, K. 1857. Descriptions de Coquilles nouvelles des étages supérieurs des terrains tertiaires. *Journal de Conchyliologie*, **6** (2): 176–187; 376–380.
- MAYER, K. 1858. Descriptions de Coquilles nouvelles des étages supérieurs des terrains tertiaires. *Journal de Conchyliologie*, **7** (3): 73–89.
- MAYER, K. 1866. Descriptions de Coquilles nouvelles des étages supérieurs des terrains tertiaires. *Journal de Conchyliologie*, **14** (6): 67–76.
- MAYER, K. 1872. Descriptions de Coquilles nouvelles des étages supérieurs des terrains tertiaires. *Journal de Conchyliologie*, **20** (12): 227–238.
- MAYER, K. 1876. Descriptions de Coquilles nouvelles des étages supérieurs des terrains tertiaires. *Journal de Conchyliologie*, **24** (16): 168–180.
- MAYER, K. 1886. Descriptions de Coquilles nouvelles des étages supérieurs des terrains tertiaires. *Journal de Conchyliologie*, **34** (26): 235–239; 302–312.
- MAYER, K. 1889. Descriptions de Coquilles nouvelles des étages supérieurs des terrains tertiaires. *Journal de Conchyliologie*, **37** (29): 59–63; 200–208; 229–244.
- MAYER, K. 1894. Descriptions de Coquilles nouvelles des étages supérieurs des terrains tertiaires. *Journal de Conchyliologie*, **42** (34): 117–128.
- MAYORAL, E. & REGUANT, S. 1995. Palaeoecology and taphonomy of bivalves mainly *Glycymeris insubrica* (BROCCHI) and Bryozoans from the Huelva Sands FM. (Lower Pliocene, SW Spain). *Revista Española de Paleontología*, nº de homenaje al Dr. Guillermo Colon: 31–47.
- MAZO, J. 1902. Fósiles recogidos en Moguer. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, **2**: 94.
- MCRBERTS, C.A. 2001. Triassic bivalves and the initial marine Mesozoic revolution: a role for predators?. *Geology*, **29**: 359–362.
- MEGERLE VON MÜHLFELD, J.C. 1811. Entwurf eines neuen Systems der Schalthiergehäuse. *Magazin für die neuesten Entdeckungen in der gesammten Naturkunde von der Gesellschaft Naturforschacht Freunde zu Berlin*, **5** (1): 38–72.

- MÉNDEZ-CECILIA, M.A. 1971a. Nota sobre el Plioceno de la costa de Almeria. *Acta Geológica Hispánica*, **6** (5): 147–148.
- MÉNDEZ-CECILIA, M.A. 1971b. Pectínidos pliocenos de Almería. *Estudios Geológicos*, **27**: 487–495.
- MENKE, K.T. 1830. *Synopsis methodica molluscorum generum omnium et specierum earum, quae in Museo Menkeano adservantur; cum synonymia critica et novarum specierum diagnosibus*. Editio altera, auctior et emdatior. Georg Uslar, Pyrmont, 168 p. doi.org/10.5962/bhl.title.13172
- MEULEN, J. VAN DER. 1951. *Glibertia prosperi* n. gen., n. sp. (Fam. Condylorcardiidae), from Pliocene Deposits. *Basteria*, **15** (3): 49–53.
- MICHEL-LÉVY, A. & BERGERON, J. 1884. Étude géologique de la Serrania de Ronda. Mission d'Andalousie. *Mémoires de l'Académie des sciences de l'Institut de France*, **30**: 234–347.
- MILLARD, V. 1996. *Classification of Mollusca: a classification of world wide Mollusca*. Millard Press, South Africa.
- MILLET DE LA TURTAUDIÈRE, P.-A. 1854. *Paléontologie de Maine et Loire: comprenant avec des observations et l'indication des diverses formations géologiques du département de Maine et Loire, un relevé des roches, des minéraux et des fossiles qui se rapportent à chacune d'elles*. Imprimerie de Cosnier et Lachèse, Angers, 184 p.
- MOCHO P, PEREIRA, S. & LOURENÇO J. 2010. Bivalves marinhos do Miocénico superior (Tortoniano inferior) da Foz do Rego (Costa de Caparica, Portugal). *e-Terra*, **17** (5): 1(4)–4(4).
- MOERDIJK, P.W. 2003. *Mactromeris polynyma* (Stimpson, 1860) (Mollusca, Mactridae) from the Upper Pliocene of the Netherlands and Belgium. *Cainozoic Research*, **2** (1–2): 135–137.
- MOERDIJK, P.W., JANSSEN, A.W., WESSELINGH, F.P., PEETERS, G.A., POWWER, R., NIEULANDE, F.A.D. VAN, JANSE, A.C., SLIK (†), L. VAN DER, MEIJER, T., RIJKEN, R., CADÉE, G.C., HOEKSEMA, D., DOEKSEN, G., BASTEMEIJER, A., STRACK, H., VERVOENEN, M. & POORTEN, J.J. TER. 2010. *De fossiele schelpen van de Nederlandse kust*. Nederlands Centrum voor Biodiversiteit Naturalis, Leiden, 332 p.
- MOERDIJK, P.W. & POORTEN, J.J. TER. 2006. *Acanthocardia sliggersi* spec. nov. (Bivalvia, Cardiidae) from the Late Pliocene and Early Pleistocene of The Netherlands. *Basteria*, **70** (1–3): 89–96.
- MOERDIJK, P.W. & POWWER, R. 2013. *Laevastarte quiespacis* nov. spec. (Mollusca, Bivalvia, Astartidae) from the Pliocene of The Netherlands. *Cainozoic Research*, **10** (1–2): 9–13.
- MONEGATTI, P. & RAFFI, S. 2001. Taxonomic diversity and stratigraphic distribution of Mediterranean Pliocene bivalves. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **165**: 171–193.
- MONEGATTI, P. & RAFFI, S. 2007. Mediterranean-Middle Eastern Atlantic Façade: molluscan biogeography & ecobiostatigraphy throughout the Late Neogene. *Açoreana: Revista de Estudos Açoreanos*, **5**: 126–139.
- MONEGATTI, P. & RAFFI, S. 2010. The Messinian marine molluscs record and the dawn of the eastern Atlantic biogeography. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **297**: 1–11. doi:10.1016/j.palaeo.2010.06.023
- MORAIS, J.C. 1936. Geologia e Geografia da Região do Pinhal de Leiria. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, **9**: 4–47.
- MORAIS, J.C. 1941. Mais alguns fósseis da região do Pinhal de Leiria. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, **10**: 3–5.
- MORRIS, A.D. 1974. Samuel Dale (1659-1739), Physician and Geologist. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, **67**: 120–124.

- MORRIS, J. 1843. *A catalogue of British fossils. Comprising all the genera and species hitherto described; with references to their geological distribution and to the localities in which they have been found.* J. Van Voorst, London, 222 p.
- MOSHKOVITZ, S. 2012. *The mollusca in the marine Pliocene and Pleistocene sediments of the South-eastern Mediterranean Basin (Cyprus - Israel).* Geological Survey of Israel, Jerusalem, 159 p.
- MÜLLER, O.F. 1776. *Zoologiae Danicae Prodrromus, seu animalium Daniae et Norvegiae indigenarum characteres, nomina, et synonyma imprimis popularium.* Copenhaga, 281 p.
- MUNIER-CHALMAS, E. C. P. A. 1895. Deuxième note préliminaire sur la charnière des mollusques acéphales. *Société Géologique de France, Compte Rendu Sommaire des Séances*, ser. 3, **23** (6): 37, 53–56.
- MUNNECKE, A., CALNER, M., HARPER, D.A.T. & SERVAIS, T. 2010. Ordovician and Silurian sea-water chemistry, sea level, and climate: a synopsis. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, **296**: 389–413.
- MURPHY, M.A. & SALVADOR, A. 1999. International Stratigraphic Guide – An abridged version. *Episodes*, **22** (4): 255–271.
- NAMIAS, I. 1898. Collezione di Molluschi pliocenici delle province di Castell'Arquato esistenti nel Museo di Mineralogia e Geologia dell'Università di Modena. *Atti della Società dei naturalisti e matematici di Modena*, ser. **3** (15): 5–214.
- NASCIMENTO, A. 1983. The ostracod fauna of the portuguese Neogene and its relationship to those from the Atlantic and Mediterranean basins. In: R.F. MADDOCKS (eds). *Applications of Ostracoda. Proceedings Eight International Symposium on Ostracoda.* Julho de 1982, University of Houston, Houston, pp. 429–436.
- NERAUDEAU, D., BARBE, S., MERCIER, D. & ROMAN, J. 2003. Signatures paléoclimatiques des échinides marsupiaux du Messinien atlantique à faciès redonien. *Annales de Paléontologie*, **89** (3): 153–170. doi:10.1016/S0753-3969(03)00023-5
- NÉRAUDEAU, D. & MASROUR, M. 2008. Évolution de la biodiversité et de la distribution paléobiogéographiques des échinides sur les côtes atlantiques du Maroc du Tortonien à l'Actuel. *Geodiversitas*, **30** (1): 211–232.
- NEUMAYR, M. 1884. Zur Morphologie des Bivalven Schlosses. *Sitzungsberichte der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften*, **88** (1): 395–419.
- NEWELL, N.D. 1965. Classification of the Bivalvia. *American Museum Novitates*, **2206**: 1–25.
- NICHOLSON, H.A. 1872. *Text-book of Zoology for Schools and Colleges.* D. Appleton and Company, 352 p.
- NOBRE, A. 1932. *Moluscos marinhos de Portugal*, Vol. 1. Instituto de Zoologia, Universidade do Porto, Imprensa Portuguesa, Porto, 466 p.
- NOLF, D. & SILVA, C.M. 1997. Otolithes de Poissons Pliocènes (Plaisancien) de Vale de Freixo, Portugal. *Revue de Micropaléontologie*, **40** (3): 273–282.
- NYST, P.-H. 1835a. Notice sur une nouvelle espèce de moule (*Dreissena*), trouvée à Anvers. *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences et des Belles-Lettres de Bruxelles*, **2**: 235–236.
- NYST, P.-H. 1835b. *Recherches sur les coquilles fossiles de la province d'Anvers.* Chez Perichon, Bruxelles, 36 p.
- NYST, P.-H. 1843a. *Description des coquilles et des polypiers fossils des terrains tertiaires de la Belgique. Mémoire en réponse à la question suivante: faire la description des coquilles et*

despolypiers fossiles des terrains tertiaires de la Belgique et donner l'indication précise des localités et des systèmes de roches dans lesquels ils se trouvent. Hayez, Bruxelles, 675 p.

- NYST, P.-H. 1843b. Description des coquilles et des polypiers fossiles des terrains tertiaires de la Belgique. *Mémoires couronnés et Mémoires des Savants Étrangers de l'Académie Royale des Sciences et des Belles-lettres de Bruxelles*, **17**: 1–697.
- NYST, P.-H. 1861a. Notice sur une nouvelle espèce de coquille fossile du genre Pecten, trouvée dans le crag noir d'Anvers, ainsi que sur un gisement à échinodermes, bryozoaires et foraminifères. *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, **12**: 188–197
- NYST, P.-H. 1861b. Notice sur une nouvelle espèce de coquille fossile du genre Pecten, trouvée dans le crag noir d'Anvers, ainsi que sur un gisement à échinodermes, bryozoaires et foraminifères. *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, **12**: 198–202.
- NYST, P.-H. 1865. Notice sur une coquille fossile du système diestien, nouvelle pour la faune belge, appartenant au genre Modiola. *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique*, **19**: 30–32.
- NYST, P.-H. 1881. Conchyliologie des terrains tertiaires de la Belgique. I. Terrain Pliocène Scaldisien. *Annales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique*, **3**: 1–263.
- NYST, P.-H. & WESTENDORP, G.D. 1839. Nouvelles recherches sur les coquilles fossiles de la province d'Anvers. *Bulletins de l'Académie Royale des Sciences et des Belles-Lettres de Bruxelles*, **6** (2): 393–485.
- OBERLING, J.J. 1955. Shell structure of west American Pelecypoda. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, **45**:128–130.
- OBERLING, J. J. 1964. Observations on some structural features of the pelecypod shell. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft*, n. s. **20**:1–63.
- OBERLING, J.J. & BOSS, K. J. 1970. Observations on the Shell structure of Calyptogena (Vesicomysidae; Bivalvia; Mollusca). *Revue suisse de zoologie*, **77** (5): 81–90.
- OGG, J.G. 2012. Geomagnetic Polarity Time Scale. In: F. M. GRADSTEIN, J. G. OGG, M. SCHMITZ & G. OGG (eds). *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier, Amsterdam, pp. 85–113.
- OKADA, H. & BUKRY, D. 1980. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation. *Marine Micropaleontology*, **5**: 321–325.
- OLIVER, P. G. & VON COSEL, R. 1992a. Taxonomy of Tropical West African Bivalves. IV. Arcidae. *Bulletin Museum national Histoire naturelle, Paris*, ser. 4, 14, sec. A, **2**: 293–381.
- OLIVER, P. G. & VON COSEL, R. 1992b. Taxonomy of Tropical West African Bivalves V. Noetiidae. *Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris*, ser. 4, 14, sec. A, **3–4**: 655–691.
- OLIVI G. 1792. *Zoologia Adriatica, ossia catalogo ragionato degli animali del golfo e della lagune di Venezia*. G. Remondini e fl, Bassano, 334 p. doi.org/10.5962/bhl.title.60887
- OÑATE, S.C. 2017. *Marine molluscs (Gastropoda and Bivalvia) from Northwest Africa*. Tese de Doutoramento, Universidade de Vigo, 315 p.
- ORUETA y AGUIRRE, D. 1874. Los barros de los Tejares. *Actas de la Sociedad Malagueña de Ciencias Físicas y Naturales* (s.n):1–35.
- ORUETA y DUARTE, D. 1917. *Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda*. Memorias del Instituto Geológico de España. Imprenta de J. Palacios, Madrid, 571 p.

- OVEREEM, I., WELTJE, G. J., BISHOP-KAY, C. & KROONENBERG, S. B. 2001. The Late Cenozoic Eridanos delta system in the Southern North Sea Basin: a climate signal in sediment supply? *Basin Research*, **13**: 293–312.
- PACHECO, J. M., FERREIRA, T., QUEIROZ, G., WALLENSTEIN, N., COUTINHO, R., CRUZ, J.V., PIMENTEL, A., SILVA, R., GASPAR, J.L. & GOULART, C. 2013. Notas sobre a geologia do arquipélago dos Açores. In: R. DIAS, A. ARAÚJO, P. TERRINHA & J.C. KULLBERG (eds). *Geologia de Portugal*, Vol. 2 – *Geologia Meso-cenozóica de Portugal*. Livraria Escolar Editora, Lisboa, pp. 595–690.
- PAIS, J. 2010. Plantas do neogénico e paleoclimas. Evidências em Portugal. In: J.M.C. NEIVA, A. RIBEIRO, L.M. VICTOR, F. NORONHA & M. RAMALHO (eds). *Ciências Geológicas: Ensino e Investigação*, Vol. I, pp. 357–363.
- PAIS, J., CUNHA, P.P. & LEGOINHA, P. 2010. Litostratigrafia do Cenozóico de Portugal. In: J.M.C. NEIVA, A. RIBEIRO, L. M. VICTOR, F. NORONHA & M. RAMALHO (eds.). *Ciências Geológicas: Ensino e Investigação*, Vol. I, pp. 365–376.
- PAIS, J., CUNHA, P.P., PEREIRA, D., LEGOINHA, P., DIAS, R., MOURA, D., SILVEIRA, A.B., KULLBERG, J.C. & GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. 2012. *The Paleogene and Neogene of Western Iberia (Portugal). A Cenozoic record in the European Atlantic domain*. Springer, 156 p.
doi: 10.1007/978-3-642-22401-0_1
- PAIS, J. CUNHA, P.P., LEGOINHA, P., DIAS, R., PEREIRA, D. & RAMOS, A. 2013. Cenozóico das Bacias do Douro (sector ocidental), Mondego, Baixo Tejo e Alvalade. In: R. DIAS, A. ARAÚJO, P. TERRINHA, & J. KULLBERG (eds). *Geologia de Portugal*, Vol. 2 – *Geologia Meso-cenozóica de Portugal*. Livraria Escolar Editora, Lisboa, pp. 461–532.
- PALLA, P. 1966. Lamellibranchi pliocenici della bassa Val d’Elsa (Toscana occidentale). *Rivista Italiana di Paleontologia*, **72**: 397–458.
- PALLA, P. 1969. Lamellibranchi pliocenico-quaternari del Pedepennino modenese nella collezione del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. Ia Parte. *Atti della Società italiana di scienze naturali e del Museo civico di storia naturale di Milano*, **109** (1): 5–54.
- PALM, E. & DELL’ANGELO, B. 2010. *Lembulus forlii* n. sp. from the Pliocene of Italy (Bivalvia, Nuculanidae). *Bollettino Malacologico*, **46** (1): 36–38.
- PALMQVIST, P., GUERRERO, S. & SALVA, M.I. 1989. Estudio paleoecológico de la fauna de moluscos de un afloramiento de materiales pliocénicos en Estepona (Málaga, España). *Revista Española de Paleontología*, **4**: 29–38.
- PALOMBO, M.R. 2018. Insular mammalian fauna dynamics and paleogeography: A lesson from the Western Medi-terranean islands. *Integrative Zoology*, **13**: 2–20. doi:10.1111/1749-4877.12275
- PANTANELLI, D. 1880. Conchiglie plioceniche di Pietrafitta in provincia di Siena. *Bollettino della Società Malacologia italiana*, **6**: 265–276.
- PANTANELLI, D. 1884. Aggiunte e correzione al catalogo dei Molluschi pliocenici dei dintorni di Siena publicato da Stefani e Pantanelli. *Bollettino della Società Malacologia italiana*, **10**: 5–32.
- PANTANELLI, D. 1892. Lamellibranchi pliocenici: Enumerazione e sinonimia delle specie dell’Italia superiore e centrale. *Bollettino della Società Malacologica Italiana*, **17**: 51–295.
- PAREDES, R. 2012. *Bivalves do Sinemuriano da Bacia Lusitânica. Registos paleontológicos com importância para a valorização do património geológico português*. Tese de Mestrado em Geociências, Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra, 121 p.
- PARKHAEV, P. 2008. The early Cambrian radiation of Mollusca. In: W.F. PONDER & D.R. LINDBERG, (eds) *Phylogeny and Evolution of the Mollusca*. University of California Press, Berkeley, pp. 33–69.

- POUWER, R. 2010. The identity of *Isocrassina*, *Laevastarte* and *Ashtarotha* (Mollusca, Bivalvia, Astartidae) and their representatives from beaches and estuaries in The Netherlands and Pliocene strata in Belgium. *Cainozoic Research*, **7**: 27–67.
- PAVIA, G. 1975. I Molluschi del Pliocene inferiore di Monte Roero (Alba, Italia NW). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **14** (2): 99–175.
- PAVIA, G. & DEMAGISTRIS, L. 1971. Cardiacee del Pliocene medio e superior dell'Astigiano. *Conchiglie* **7**: 94–112.
- PELOSIO, G. 1967. La malacofauna dello stratotipo del Tabianiano (Pliocene inferiore) di Tabiano Bagni (Parma). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **5** (2): 101–183.
- PELSENEER, P. 1906. Mollusca. In: E. R. LANKESTER (eds). *A treatise on zoology*, Vol. 5. A. & C. Black, London, pp. 205–284.
- PENNANT, T. 1777. *British Zoology: Crustacea. Mollusca. Testacea*, Vol. 4. London, 154 p.
- PERLMUTTER, M.A. & FILHO, N.C. 2005. Cicloestratigrafia: teoria e técnicas. *Revista Brasileira de Geociências*, **35**:1–11.
- PERRODON, A. 1957. Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Bulletin du Service de la carte géologique de l'Algérie*, **12**: 328 p.
- PESCE, G.L. & RAPETTI, C.A. 1971. Malacofauna pliocenica d'Abruzzo. Bivalvi del circondario di S. Eusanio del Sangro (Chieti). *Annali della Università degli studi dell'Aquila*, **5**:113–154.
- PHILIPPI, R.A. 1836. *Enumeratio Molluscorum Siciliae cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium, quae in itinere suo observavit*, Vol. 1. Schropp, Berlin, 267 p.
- PHILIPPI, R.A. 1844. *Enumeratio Molluscorum Siciliae cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium, quae in itinere suo observavit*, Vol. 2. Anton, Halle, 303 p.
- PIMPÃO, D.M. 2004. *Moluscos bivalves da plataforma externa e talude superior ao largo de Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, M.Sc. Dissertação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 190 p.
- POJETA, J. 2000. Cambrian Pelecypoda (Mollusca). *American Malacological Bulletin*, **15** (2): 157–166.
- POLI, J.X. 1791. *Testacea Utriusque Siciliae eorumque historia et anatome*, Vol. 1. Regio Typographico, Parma, 74 p. ark:/12148/bpt6k98949k
- POORTEN, J.J. TER & LA PERNA, R. 2017. The West African enigma: Systematics, evolution, and palaeobiogeography of cardiid bivalve *Procardium*. *Acta Palaeontologica Polonica*, **62** (4): 729–757. doi.org/10.4202/app.00363.2017
- POPPE, G. T. & GOTO, Y. 1993. *European seashells*. Vol. 2. *Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda*. Verlag Christa Hemmen, Wiesbaden, 221 p.
- PORTA, J. 1979. Distribución geográfica y cronoestratigráfica de *Palliolium (Lissochlamys) excisum* (Mollusca, Pectinidae) en España. *Acta Geológica Hispánica*, **14**: 370–374.
- PORTA, J., MARTINELL, J. & CIVIS, J. 1979. The chronostratigraphic position of the Camping Francés Section (Neogene of Tarragona, Spain). *Geobios*, **12**: 739–743.
- PORTERO GARCÍA, J.M. & ALVARADO LÓPEZ, M. 1984. La Depresión del Guadalquivir, Cuenca de Antepaís durante el Neógeno. Génesis, Evolución y Relleno final. *I Congreso español de geología*. Abril de 1984, Segovia, pp. 242–252.

- POUWER, R. 2010. The identity of *Isocrassina*, *Laevastarte* and *Ashtarotha* (Mollusca, Bivalvia, Astartidae) and their representatives from beaches and estuaries in The Netherlands and Pliocene strata in Belgium. *Cainozoic Research*, **7** (1–2): 27–67.
- PRESTWICH, J. 1868a. On the Structure of the Crag-beds of Norfolk and Suffolk, with some observations on their Organic Remains. Part I. Coralline Crag [abstract]. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **24**: 288–289. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1868.024.01-02.35
- PRESTWICH, J. 1868b. On the Structure of the Crag-beds of Norfolk and Suffolk, with some Observations on their Organic Remains. Part II. The Red Crag of Suffolk [abstract]. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **24**: 460–462. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1868.024.01-02.48
- PRESTWICH, J. 1870. On the Crag of Norfolk and Associated Beds [abstract]. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **26**: 281–284. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1870.026.01-02.26
- PRESTWICH, J. 1871a. On the Structure of the Crag-beds of Suffolk and Norfolk, with some Observations on their Organic Remains. Part I. The Coralline Crag of Suffolk. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **27**: 115–146. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1871.027.01-02.24
- PRESTWICH, J. 1871b. On the Structure of the Crag-beds of Suffolk and Norfolk, with some Observations on their Organic Remains. Part II. The Red Crag of Essex and Suffolk. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **27**: 325–356. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1871.027.01-02.42
- PRESTWICH, J. 1871c. On the Structure of the Crag-beds of Suffolk and Norfolk, with some Observations on their Organic Remains. Part III. The Norwich Crag and Westleton Beds. *Quarterly Journal of the Geological Society*, **27**: 452–496. doi.org/10.1144/GSL.JGS.1871.027.01-02.57
- PURCHON, R.D. 1987. Classification and evolution of the Bivalvia: an analytical study. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **316**: 277–302.
- RAFFI, S. 1971. I pettinidi del Pliocene e Calabriano dell'Emilia occidentale (Piacentino e Parmense). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **9** (2): 97–135.
- RAFFI, S. 1975. Significato biostratigrafico di alcune specie di bivalvi nel Piacenziano superiore dell'Emilia occidentale. *L'Ateneo Parmense, Acta Naturalia*, **11**: 487–494.
- RAFFI, S., STANLEY, S.M. & MARASTI, R. 1985. Biogeographic patterns and Plio-Pleistocene Extinction of Bivalvia in the Mediterranean and Southern North Sea. *Paleobiology*, **11** (4): 368–388.
- RAFINESQUE, C.S. 1815, *Analyse de la nature ou tableau de l'univers et des corps organisés*. Palerme, 224 p.
- REID, C. 1890. The Pliocene deposits of Britain. *Memoirs of the Geological Survey of the United Kingdom*. London, 326 p.
- RAMOS, A.M. 2008. *O Plistocénico e o Pliocénico da Plataforma Litoral entre os paralelos do Cabo Mondego de da Nazaré*. Tese de doutoramento. Universidade de Coimbra, 329 p.
- REITANO, A. & VALENTI, S. 2013. La malacofauna pliocénica di Altavilla Milicia: un tuffo nei mari tropicali siciliani. *Incontri*, **3**: 21–23.
- REPETTO, G. 1997. La malacofauna pliocenica di Pocapaglia. *Rivista Alba Pompeia*, n.s., **18** (1): 57–65.
- REPETTO, G & LACROCE, L. 2004. Il contenuto malacologico delle “Argille di Lugagnano” di Montà d'Alba (Cuneo). *Bollettino Malacologico*, **39** (9–12): 191–202.
- REY, J. (Ed.). 1997. Stratigraphie, Terminologie Française. *Bulletin Centres Recherche Exploration-Production Elf Aquitaine*, **19**:1– 164.

- RIAZA, C. & MARTÍNEZ DEL OLMO, W. 1996. Depositional model of the Guadalquivir gulf of Cádiz Tertiary basin. In: P. FRIEND & C. DABRIO (eds). *Tertiary basins of Spain: the stratigraphic record of crustal Kinematics*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 330–338.
- RIBEIRO, A., KULLBERG, M.C., KULLBERG, J.C., MANUPPELA, G. & PHIPPS, S. 1990. A review of Alpine tectonics in Portugal: Foreland detachment in basement and cover rocks. *Tectonophysics*, **184**: 357–366.
- RIBEIRO, O. 1945. *Portugal, o Mediterrâneo e o Atlântico*. Coimbra Editora, Coimbra, 245 p.
- RICO-GARCÍA, A. 2008. Pectínidos pliocenos de la Cuenca de Vejer (Cádiz, SO de España). *Stydia Geologica Salmanticensis*, **44** (1): 91–140.
- RIDEWOOD, W.G. 1903. On the structure of the gills of lamellibranchia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **194**: 147–284.
- RIO, D., SPROVIERI, R., CASTRADORI, D., & Di STEFANO, E., 1998. The Gelasian Stage (Upper Pliocene): A new unit of the global standard chronostratigraphic scale: *Episodes*, **21**: 82–87.
- ROCA, E. 1996. La evolución geodinámica de la Cuenca Catalano-Balear y áreas adyacentes desde el Mesozoico hasta la actualidad. *Acta Geologica Hispanica*, **29** (1): 3–25.
- RODRÍGUEZ, R.G. & SÁNCHEZ, J.M. 1997. *Moluscos bivalvos de Canarias*. Las Palmas, Cabildo Insular de Gran Canaria, 425 p.
- ROOS, A.M. 2012. The Art of science: a ‘Rediscovery’ of the Lister Copperplates. *Notes & Records of the Royal Society*, **66**: 19–40.
- RUBINO, J.-L., HADDADI, N., CAMY-PEYRET, J., CLAUZON, G., SUC, J.-P., FERRY, S., & GORINI, C. 2010. Messinian Salinity Crisis expression along North African Margin. *Society of Petroleum Engineers*. doi:10.2118/129526-MS.
- RUGGIERI, G, BRUNO, F. & CURTI, G. 1959. La malacofauna pliocenica di Altavilla (Palermo). *Atti dell'Accademia di Scienze Lettere e Arti di Palermo*, **4** (18): 5–91; 237–264.
- RUIZ, F., GONZÁLEZ-REGALADO, M.L., ABAD, M., CIVIS, J., GONZÁLEZ DELGADO, J.A., GARCÍA, E.X.M., PRUDÊNCIO, & DIAS, M.I. 2008. Pliocene ostracods of Southwestern Europe. *Geobios*, **41** (6): 845–859.
- RUMPF, G. E. 1711. *Thesaurus imaginum*. Lugduni Batavorum: apud P. van der Aa, Leiden, 166 p. doi.org/10.5962/bhl.title.132271
- RUPPERT, E. & BARNES, R. 1996. *Zoología de los Invertebrados*. Ed. 6. Editorial Interamericana, McGraw-Hill, Mexico, 1114 p.
- SABELLI, B., GIANNUZZI-SAVELLI, R. & BEDULLI, D. 1992. *Catalogo annotato dei Molluschi marini del Mediterraneo*. Societa Italiana di Malacologia. Edizioni Libreria Naturalistica Bolognese, Bologna.
- SACCO, F. 1897a. *I Molluschi del Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria*, Vol. 23. Carlo Clausen, Torino, 65 p.
- SACCO, F. 1897b. *I Molluschi del Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria*, Vol. 24. Carlo Clausen, Torino, 117 p.
- SACCO, F. 1898a. *I Molluschi del Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria*, Vol. 25. Carlo Clausen, Torino, 77 p.
- SACCO, F. 1898b. *I Molluschi del Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria*, Vol. 26. Carlo Clausen, Torino, 93 p.

- SACCO, F. 1899. *I Molluschi del Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria*, Vol. 27. Carlo Clausen, Torino, 103 p.
- SACCO, F. 1900. *I Molluschi del Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria*, Vol. 28. Carlo Clausen, Torino, 99 p.
- SACCO, F. 1901. *I Molluschi del Terreni Terziarii del Piemonte e della Liguria*, Vol. 29, Carlo Clausen, Torino, 217 p.
- SALAS, C., MARINA, P., CHECA, A. G. & RUEDA, J. L. 2012. The periostracum of *Digitaria digitaria* (Bivalvia: Astartidae): formation and structure. *Journal of Molluscan Studies*, **78** (1): 34–43. doi:10.1093/mollus/eyr040
- SALAZAR, A., LARRASOÑA, J.C., ABADE, M., MAYORAL, E., PÉREZ-ASENSIO, J.N., GONZÁLEZ-REGALADO, M.L., MARTÍN-BANDA, R., CIVIS, J. & MATA, M.P. 2016. Neogene lithological units at the westend of the Guadalquivir Basin and their correlations with the Huelva-1 borehole (Huelva - Spain). IX Congreso Geológico de España, *Geo-Temas*, **16** (1): 173–176.
- SALDANHA, L. 1997. *Fauna Submarina Atlântica*. Ed. 3. Publicações Europa-América, Lisboa, 364 p.
- SALVADOR, A. 1994. *International Stratigraphic Guide. A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology and Procedure*. Geological Society of America, Boulder, 214 p.
- SALVINI-PLAWEN, L. 2003. On the phylogenetic significance of the aplacophoran Mollusca. *Iberus*, **21**: 67–97.
- SANTOS, A. 2000. *Bivalves marinhos do miocénio superior (Tortoniano superior) de Cacela (Algarve, Portugal)*. Tese de mestrado. Unidade de Ciências e Tecnologias dos Recursos Aquáticos, Universidade do Algarve, Faro, 208 p.
- SATOUR, L. 2012. *Les bivalves néogènes de l'Algérie nord-occidentale: systématique & paléocéologie*. Thèse de Doctorat. Université d'Oran, 311 p.
- SATOUR, L., LAURIAT-RAGE, A., LAHCENE, B. & BESSEDIK, M. 2013. Biodiversity and taphonomy of bivalve assemblages of the Pliocene of Algeria (Bas Chelif Basin). *Arabian Journal of Geosciences*, **7**: 1–14. doi: 10.1007/s12517-013-1154-4.
- SCARLATO, O. A. & STAROBOGATOV, Y.I. 1978. Evolutionary systematics of bivalve molluscs - Phylogenetic relations and the early evolution of the class Bivalvia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, **284**: 217–224.
- SCHARENBERG, W. 1854. Bemerkungen über die geognostischen Verhältnisse der Südküste von Andalusien. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, **6**: 578–595.
- SCHEPPEL, S., HEAD, M.J. & LOUWYER, S. 2009. Pliocene dinoflagellate cyst stratigraphy, palaeoecology and sequence stratigraphy of the Tunnel-Canal Dock, Belgium. *Geological Magazine*, **146** (1): 92–112.
- SCILLA, A. 1670. *La vana speculazione disingannata dal senso: lettera risponsiva circa i corpi marini, che petrificati si trouano in varij luoghi terrestre*. Napoli, 168 p.
<http://lhldigital.lindahall.org/cdm/ref/collection/earththeory/id/16557> [acesso em 15 de novembro de 2017].
- SCOTT, R.W. 1976. Trophic classification of benthic communities. In: R. W. SCOTT & R. R. WEST (eds). *Structure and Classification of Paleocommunities*. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg, pp. 29–66.
- SEGUENZA, G. 1868. La Formation Zancléenne, ou recherches sur une nouvelle formation tertiaire. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **25**: 465–485.

- SEGERS, W., SWINNEN, H. & DE PRINS, R. 2009. *Marine Molluscs of Madeira*. Snoeck Publications, Heule, 612 p.
- SEGUENZA, G. 1875. Studi Paleontologici sulla Fauna Malacologica dei sedimenti pliocenici depositatisi a grandi profondità. *Bullettino della Società Malacologica Italiana*, **1**: 99–124.
- SEGUENZA, G. 1876. Studi Paleontologici sulla Fauna Malacologica dei sedimenti pliocenici depositatisi a grandi profondità. *Bullettino della Società Malacologica Italiana*, **2**: 17–249.
- SERVAIS, T., HARPER, D.A.T., LI, J., MUNNECKE, A., OWEN, A.W. & SHEEHAN, P.M. 2009. Understanding the Great Ordovician Biodiversification Event (GOBE): influences of paleogeography, paleoclimate, or paleoecology?. *GSA Today*, **19**: 47.
- SIERRO, F.J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., DABRIO, C., FLORES, J.A. & CIVIS, J. 1996. Late Neogene depositional sequences in the foreland basin of Guadalquivir (SW Spain). In: P. FRIEND & C. DABRIO (eds). *Tertiary basins of Spain: the stratigraphic record of crustal kinematics*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 339–345.
- SIERRO, F.J., HERNANDEZ-ALMEIDA, I., ALONSO-GARCIA, M. & FLORES, J.A. 2009. Data report: Pliocene–Pleistocene planktonic foraminifer bioevents at IODP Site U1313. In: J.E.T CHANNELL, T. KANAMATSU, T. SATO, R. STEIN, C.A. ALVAREZ ZARIKIAN, M.J. MALONE and the Expedition 303/306 Scientists, *Proceedings of the Integrated Ocean Drilling Program*, Vol. 303/306. College Station, TX. doi:10.2204/iodp.proc.303306.205.2009
- SIGNORELLI, J. & RAVEN, J. 2018. Current knowledge of the family Cardiliidae (Bivalvia, Mactroidea). *Journal of Paleontology*, **92** (2): 130–145. doi:10.1017/jpa.2017.86
- SILVA, C.M. 1990. Moluscos pliocénicos da região de Caldas da Rainha - Marinha Grande - Pombal (Portugal). I. Archaeogastropoda. Fissurellidae. *Publicações Ocasionais da Sociedade Portuguesa de Malacologia*, **15**: 1–10.
- SILVA, C.M. 1991. Significado batimétrico da malacofauna Pliocénica marinha de Vale do Freixo (Pombal, Portugal). *III Congresso Nacional de Geologia (livro de resumos)*, Coimbra, p. 135.
- SILVA, C.M. 1992. Moluscos pliocénicos da região de Caldas da Rainha - Marinha Grande - Pombal (Portugal). II. Mesogastropoda. Architectonicidae. *Publicações Ocasionais da Sociedade Portuguesa de Malacologia*, **16**: 1–8.
- SILVA, C.M. 1993. *Gastrópodes Pliocénicos Marinhos de Vale de Freixo (Pombal, Portugal). Sistemática, Tafonomia, Paleoecologia*. Dissertação apresentada no âmbito das Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 313 p.
- SILVA, C. M. 1995. Significado ecobiostatigráfico da malacofauna marinha pliocénica de Vale de Freixo (Pombal, Portugal). *Memórias, Museu Laboratório Minerológico e Geológico da Universidade do Porto*, **4**: 127–131.
- SILVA, C.M. 1996. Moluscos pliocénicos da região de Caldas da Rainha - Marinha Grande - Pombal (Portugal). III. Neogastropoda. Conidae. *Gaia*, **12**: 37–43.
- SILVA, C.M. 2001. *Gastrópodes Pliocénicos Marinhos de Portugal. Sistemática, Paleoecologia, Paleobiologia, Paleobiogeografia*. Tese de doutoramento. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 747 p.
- SILVA, C.M. 2003. Posicionamento estratigráfico da malacofauna pliocénica marinha de Portugal. Implicações paleoceanográficas. *Ciências da Terra*, nº especial V, CD-ROM: A154–A157.
- SILVA, C.M. & LANDAU, B.M. 2007. Cenozoic Atlanto-Mediterranean biogeography of *Spiricella* (Gastropoda, Umbraculidae) and climate change: Filling the geological gap. *The Veliger*, **49** (1): 19–26.

- SILVA, C.M., LANDAU, B.M., DOMÈNECH & R., MARTINELL, J. 2006. Pliocene Atlanto-Mediterranean biogeography of *Patella pellucida* (Gastropoda, Patellidae): palaeoceanographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **233** (3–4): 225–234.
- SILVA, C.M., LANDAU, B.M., DOMÈNECH, R. & MARTINELL, J. 2010. Pliocene Atlantic Molluscan Assemblages from the Mondego Basin (Portugal): age and Palaeoceanographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **285** (3–4): 248–254.
- SILVA, C.M., LANDAU, B.M., & LA PERNA, R. 2011. Biogeography of Iberian Atlantic Neogene marginelliform gastropods (Marginellidae, Cystiscidae): global change and transatlantic colonization. *Journal of Paleontology*, **85** (6): 1052–1066.
- SILVA, C.M., LANDAU, B.M. & MARTINELL, J.M. 2000. The genus *Solariella* (Mollusca: Archaeogastropoda) from the Pliocene of Vale de Freixo, Portugal: Palaeobiogeographic and palaeoclimatic implications. *Contributions to Tertiary and Quaternary Geology*, **37** (3–4): 57–65.
- SMITH, S.A., WILSON, N.G., GOETZ, F.E., FEEHERY, C., ANDRADE, S.C.S., ROUSE, G.W.; GIRIBET, G. & DUNN, C.W. 2011. Resolving the evolutionary relationships of molluscs with phylogenomic tools. *Nature*, **480**: 364–367.
- SMITH, S.A., WILSON, N.G., GOETZ, F.E., FEEHERY, C., ANDRADE, S.C.S., ROUSE, G.W.; GIRIBET, G. & DUNN, C.W. 2013. Corrigendum: Resolving the evolutionary relationships of molluscs with phylogenomic tools. *Nature*, **493**: 708.
- SMITH, W. 1816. *Strata Identified by Organized Fossils*. W. Arding, London, 8 p.
- SORIA, J.M., ALFARO, P., RUIZ BUSTOS, A. & SERRANO, F. 1996. Organización estratigráfica y biostratigrafía del Plioceno en el borde sur de la Cuenca del Bajo Segura (sector de Rojales, Alicante), Cordillera Bética Oriental. *Estudios Geológicos*, **52**: 137–145.
- SOWERBY, J. 1812. *The mineral conchology of Great Britain; or, coloured figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells, which have been preserved at various times and depths in the earth*, Vol. 1. B. Meredith, London, 234 p.
- SOWERBY, J. de C. 1825. *The mineral conchology of Great Britain; or, coloured figures and descriptions of those remains of testaceous animals or shells, which have been preserved at various times and depths in the earth*, Vol. 5. R. Taylor, London, 168 p.
- SPAINK, G. 1972. Description of some species and subspecies of the genus *Astarte* from the Neogene of The Netherlands. *Basteria*, **36**: 21–29.
- STEFANI, C. 1874. Fossili pliocenici dei dintorni di S. Miniato (Toscana). *Bullettino malacologico italiano*, **7**: 5–88.
- STEFANI, C. 1875a Descrizione delle nuove specie di molluschi pliocenici raccolte nei dintorni di San Miniato al Tadesco. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **1**: 74–79.
- STEFANI, C. 1875b Descrizione di nuove specie di molluschi pliocenici italiani. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **1**: 80–88.
- STEFANI, C. 1876. Molluschi continentali fina ad ora notati in Italia neiterreni pliocenici. *Atti della Società toscana di scienze naturali, residente in Pisa*, **2**: 130–174.
- STEFANI, C. & PANTANELLI, D. 1878. Molluschi pliocenici dei dintorni di Siena. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **4**: 5–215.

- STEINMANN, J.G. & DÖDERLEIN, L. 1890. *Elemente der Paläontologie*. Wilhelm Engelmann, Leipzig, 848 p.
- STEYER, J.S. & BUFFETAUT, E. 2012. Dr. Jean-Claude RAGE – an appreciation. *Bulletin de la Societe Geologique de France*, **183** (6): 491–494. doi: 10.2113/gssgfbull.183.6.491
- STÖGER, I., SIGWART, J.D., KANO, Y., KNEBELSBERGER, T., MARSHALL, B.A., SCHWABE, E. & SCHRÖDL, M. 2013. The continuing debate on deep molluscan phylogeny: evidence for Serialia (Mollusca, Monoplacophora + Polyplacophora). *BioMed Research International*, **407072**:1–18. doi: 10.1155/2013/407072.
- STOLICZKA, F. 1871. Cretaceous fauna of southern India. *Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologica Indica*, **3**: 1–538.
- STUDENCKA, B. 1986. Bivalves from the Badenian middle Miocene marine sandy facies of southern Poland. *Palaeontologia Polonica*, **47**: 3–128.
- STUDENCKA, B. & ZIELINSKI, G. 2013. Strontium isotope dating of bivalve faunas from the Upper Miocene Cacela Formation, eastern Algarve, Portugal: evidence from Messinian bivalve fauna. *Geological Quarterly*, **57** (4): 665–686. doi: 10.7306/gq.1118
- SUTCLIFFE, O.E., DOWDESWELL, J.A., WHITTINGTON, R.A., THERSON, J.N. & CRAIG, T. 2000. Calibrating the Late Ordovician glaciation and mass extinction by the eccentricity cycles of the Earth's orbit. *Geology*, **28**: 967–990.
- TAYLOR, J.D., KENNEDY, W.J., & HALL, A. 1969. The shell structure and mineralogy of the Bivalvia. Introduction. Nuculacea-Trigonacea. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, **3**: 1–125.
- TAYLOR, J.D., KENNEDY, W.J., & HALL, A. 1973. The shell structure and mineralogy of the Bivalvia II. Lucinacea–Clavagellacea, Conclusions. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology*, **22**: 255–294.
- TEBBLE, N. 1976. *British Bivalve Seashells*. Royal Scottish Museum, 213 p.
- TEIXEIRA, C. & ZBYSZEWSKI, G. 1951. Note sur le Pliocène de la Région à l'Ouest de Pombal. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **32** (1): 295–302.
- TELFORD, M.J. & BUDD, G.E. 2011. Invertebrate evolution: bringing order to the molluscan chaos. *Current Biology*, **21** (23): R964–R966.
- TERRINHA, P., ROCHA, R B, REY, CACHÃO, J.M., MOURA, D., ROQUE, C., MARTINS, L., VALADARES, V., CABRAL, J., AZEVEDO, M.R., BARBERO, L., CLAVIJO, E., DIAS, R.P., MATIAS, H., MADEIRA, J., SILVA, C.M., MUNHÁ, J., REBELO, L., RIBEIRO, C., VICENTE, J., NOIVA, J., YOUNI, N. & BENSALAH, M.K. 2013. A Bacia do Algarve: estratigrafia, paleogeografia e tectónica. Geologia de Portugal. In: R. DIAS, A. ARAÚJO, P. TERRINHA & J.C. KULLBERG (eds). *Geologia de Portugal, Vol. 2: Geologia Meso-cenozóica de Portugal*. Livraria Escolar Editora, Lisboa, pp. 29–166.
- THIELE, J. 1935. *Handbuch der systematischen Weichtierkunde*, Gustav Fischer, Jena, pp. 782–946.
- TOZZETTI, G.T. 1774. *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, Vol. 7. Ed. 2. Stamperia Granucale, Gaetano Cambiagi, Firenze, 488 p.
- TU, C., CHEN, Z.-Q. & HARPER, D.A.T. 2016. Permian–Triassic evolution of the Bivalvia: Extinction-recovery patterns linked to ecologic and taxonomic selectivity. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **459**: 53–62.

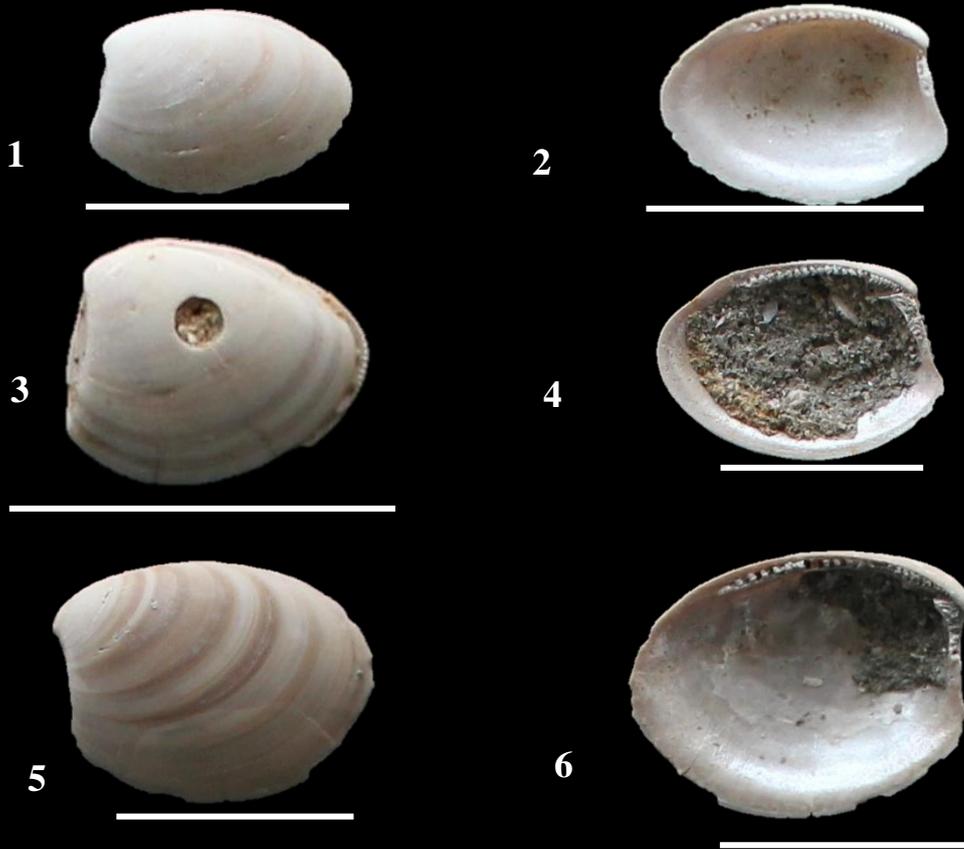
- TURTON, W. 1822. *Conchylia dithyra Insularum britannicarum. The bivalve shells of the British Islands*. M.A. Natali, London, & Combe and son, Leicester, 279 p.
- UGOLINI, P.R. 1895a. Il *Pectunculus glycimeris* Linn. e il *Pectunculus insubricus* Brocc del Pliocene italiano. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **20**: 129–146.
- UGOLINI, P.R. 1895b. Sulla presenza del *Pectun aduncus* Eichw.: nella panchina pliocenica dei Monti Livornesi. *Bullettino della Società malacologica italiana*, **20**: 147–149.
- UGOLINI, P.R. 1899a. Molluschi nuovi o poco noti del pliocene della Val d'era. *Rivista Italiana di Paleontologia*, **5**: 25–29.
- UGOLINI, P.R. 1898. Contribuzione allo studio del pliocene di una parte del bacino dell'Era. *Bollettino della Società geologica italiana*, **17**: 85–87.
- UGOLINI, P.R. 1899b. Appendice al catalogo dei molluschi fossili pliocenici nel Bacino dell'Elsa. *Bollettino della Società geologica italiana*, **18**: 467–470.
- UGOLINI, P.R. 1906. Sulla esistenza del "Pecten Macphersoni" Berg. nei terreni pliocenici del Piemonte. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, **25**: 760–764.
- VAN BENTHEM JUTTING, W.S.S. 1941. On the fossil occurrence of *Mya arenaria* L. in the Netherlands. *Basteria*, **7** (1): 1–6.
- VAN COUVERING, J.A., CASTRADORI, D., CITA, M.B., HILGEN, F.J. & RIO, D. 2000. The base of the Zanclean Stage and of the Pliocene Series. *Episodes*, **23**: 179–187.
- VAN DER LINDEN, J. 1996. *Scacchia exserta* spec. nov. from the Cape Verde Islands and Mauritania (Bivalvia, Heterodonta: Lasaeidae). *Basteria*, **60**: 63–60.
- VAN HINSBERGEN, D. J. J., VISSERS, R. L. M. & SPAKMAN, W. 2014. Origin and consequences of western Mediterranean subduction, rollback, and slab segmentation. *Tectonics*, **33**: 393–419. doi:10.1002/tect.20125.
- VAN REGTEREN ALTENA, C.O., BLOKLANDER A., POUDEROYEN, L.P. & VAN DER SLIK, L. 1966. De fossiele schelpen van de Nederlandse stranden en zeegeten, tweede ser. 2. *Basteria*, **30** (4): 54–59.
- VAN REGTEREN ALTENA, C.O., BLOKLANDER A., POUDEROYEN, L.P. & VAN DER SLIK, L. 1969. De fossiele schelpen van de Nederlandse stranden en zeegeten, tweede ser. 3. *Basteria*, **33** (1–4): 11–29.
- VAN URK, R.M. 1971. Fossil *Ensis* species in the Netherlands. *Basteria*, **35** (1–4): 1–37.
- VAN VLIET-LANOË, B., MANSY, J. L., MARGEREL, J. P., VIDIER, J. P., LAMARCHE, J. & EVERAERTS, M., 1998. Le Pas de Calais, un détroit cénozoïque à ouvertures multiples - The Dover Strait, a discretely open Cenozoic strait. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science*, **326** (10): 729–736. doi.org/10.1016/S1251-8050(98)80185-7
- VAN VLIET-LANOË B., VANDENBERGHE N., LAURENT M., LAIGNEL B., LAURIAT-RAGE A., LOUWYE S., MANSY J.-L., MERCIER D., HALEGOUËT B., LAGA P., LAQUEMENT F., MEILLIEZ F., MICHEL Y., MOGUEDET G. & VIDIER J.-P. 2002. Palaeogeographic evolution of northwestern Europe during the Upper Cenozoic. In: D. NÉRAUDEAU & E. GOUBERT (eds). l'Événement messinien: approches paléobiologiques et paléocéologiques. *Geodiversitas*, **24** (3): 511–541.
- VANDEN BROECK, E. 1876-1878. Esquisse géologique et paléontologique des dépôts pliocènes des environs d'Anvers. *Annales de la Société Malacologique de Belgique*, **9**: 1–371.
- VANDENBROUCKE, T.R.A., EMSBO, P., MUNNECKE, A., NUNS, N., DUPONCHEL, L., LEPOT, K., QUIJADA, M., PARIS, F., SERVAIS, T. & KIESSLINGET, W. 2015. Metal-induced malformations in early Palaeozoic plankton are harbingers of mass extinction. *Nature Communications*, **6**: 7966.

- VAUGHT, K.C. 1989. *A Classification of the living mollusca*. American Malacologists, Melbourne, 189 p.
- VEIGA FERREIRA, O. 1951. Os Pectinídeos do Miocénico do Algarve. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **32**: 151–176.
- VEIGA FERREIRA, O. 1955. A fauna miocénica da Ilha de Santa Maria (Açores). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **36**: 93–40.
- VERA-PELÁEZ, J.L., LOZANO-FRANCISCO, M.C., MUÑIZ-SOLÍS R., GILI, C., MARTINELL, J., DOMÈNECH, R., PALMQVIST, P. & GUERRA-MERCHÁN, A. 1995. Estudio preliminar de la malacofauna del Plioceno de Estepona (Málaga, España). *Iberus*, **13** (2): 93–117.
- VERA TORRES, J.A. 1994. *Estratigrafia: Principios Y Metodos*. Editorial Rueda, Madrid, 816 p.
- VIEIRA, M. 2008. *Palinologia do Pliocénico da Orla Ocidental Norte e Centro de Portugal: Contributo para a compreensão da cronostratigrafia e da evolução paleoambiental*. Tese de Doutoramento, Escola de Ciências, Universidade do Minho, 412 p.
- VIEIRA, M., SOUSA, L., PAIS, J. & PEREIRA, D. 2006. Estudo Palinológico do Pliocénico de Vale do Freixo. *Livro de Resumos do VII Congresso Nacional de Geologia*. Estremoz, Junho/Julho de 2006, Sociedade Geológica de Portugal, Estremoz, pp. 673–676.
- VIGUIER, M. 1889. Étude sur le pliocène de Montpellier. *Bulletin de la Société Géologique de France*, **3** (17): 379–423.
- VIOLANTI, D. 2012. Pliocene Mediterranean Foraminiferal Biostratigraphy: A Synthesis and Application to the Paleoenvironmental Evolution of Northwestern Italy. In: ÖMER ELITOK (eds). *Stratigraphic Analysis of Layered Deposits*, pp. 123–160. doi:10.5772/35103
- WALCOTT, C.D. 1886. Second contribution to the studies on the Cambrian faunas of North America. *Bulletin of the United States Geological Survey*, **30**: 1–369.
- WELSCH, J. 1888. Le terrain Pliocène de la Vallée de l'oued Nador. *Bulletin de la Société Géologique de France*. ser. 3, **16**: 881–902.
- WENZ W. 1940. Ursprung und frühe Stammesgeschichte der Gastropoden. *Archiv für Molluskenkunde*, **72**: 1–110.
- WOOD, S.V. 1851-1861. *A monograph of the Crag Mollusca: with descriptions of shells from the upper Tertiaries of the British Isles: Bivalves*. Palæontographical society, London, 341p.
- WOOD, S.V. 1879. *A monograph of the Crag Mollusca: with descriptions of shells from the upper Tertiaries of the British Isles: Univalves and Bivalves*. Palæontographical society, London, 58 p.
- WOOD, S.V. 1882. *Third supplement to the monograph of the Crag mollusca, with description of shells from the Upper Tertiaries of the east of England*. Palæontographical Society, London, 24 p.
- WOODWARD, B.B. 1913. *The life of the mollusca*. Methuen & Co., London, 158 p.
- WOODWARD, S. 1833. *An Outline of the Geology of Norfolk*. John Satacy, Longman & Co., London, 53 p.
- WOODWARD, S. 1835. Remarks upon the Crag Formation of Norfolk and Suffolk. *The London and Edinburgh philosophical magazine and journal of science*, **7** (61): 353–355.
- WORMS Editorial Board. 2018. World Register of Marine Species. <http://www.marinespecies.org> at VLIZ. [acesso em 18 de maio de 2018] doi:10.14284/170
- YESARES-GARCÍA, J. & AGUIRRE, J. 2004. Quantitative taphonomic analysis and taphofacies in lower Pliocene temperate carbonate–siliciclastic mixed platform deposits (Almería-Níjar basin, SE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **207**: 83–103.

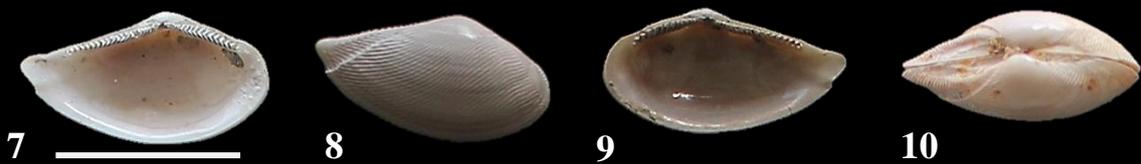
- ZHANG, T., SHEN, Y., ZHAN, R., SHEN, S. & CHEN, X. 2009. Large perturbations of the carbon and sulfur cycle associated with the Late Ordovician mass extinction in South China. *Geology*, **37**: 299–302.
- ZBYSZEWSKI, G. 1943. Elements pour servir a l'etude du Pliocene marin du Sud du Tage: la faune des couches superieures d'Alfeite. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, **24**: 125–156.
- ZBYSZEWSKI, G. 1948. O Miocénico marinho de Bensafirim (Algarve). *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, **7** (1–2): 55– 67.
- ZBYSZEWSKI, G. 1959. Etude structurale de l'aire typhonique de Caldas da Rainha. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, n.s., **3**: 1–182.

ESTAMPAS

ESTAMPA I
NUCULIDAE J. E. GRAY, 1824



NUCULANIDAE H. ADAMS & A. ADAMS, 1858 (1854)

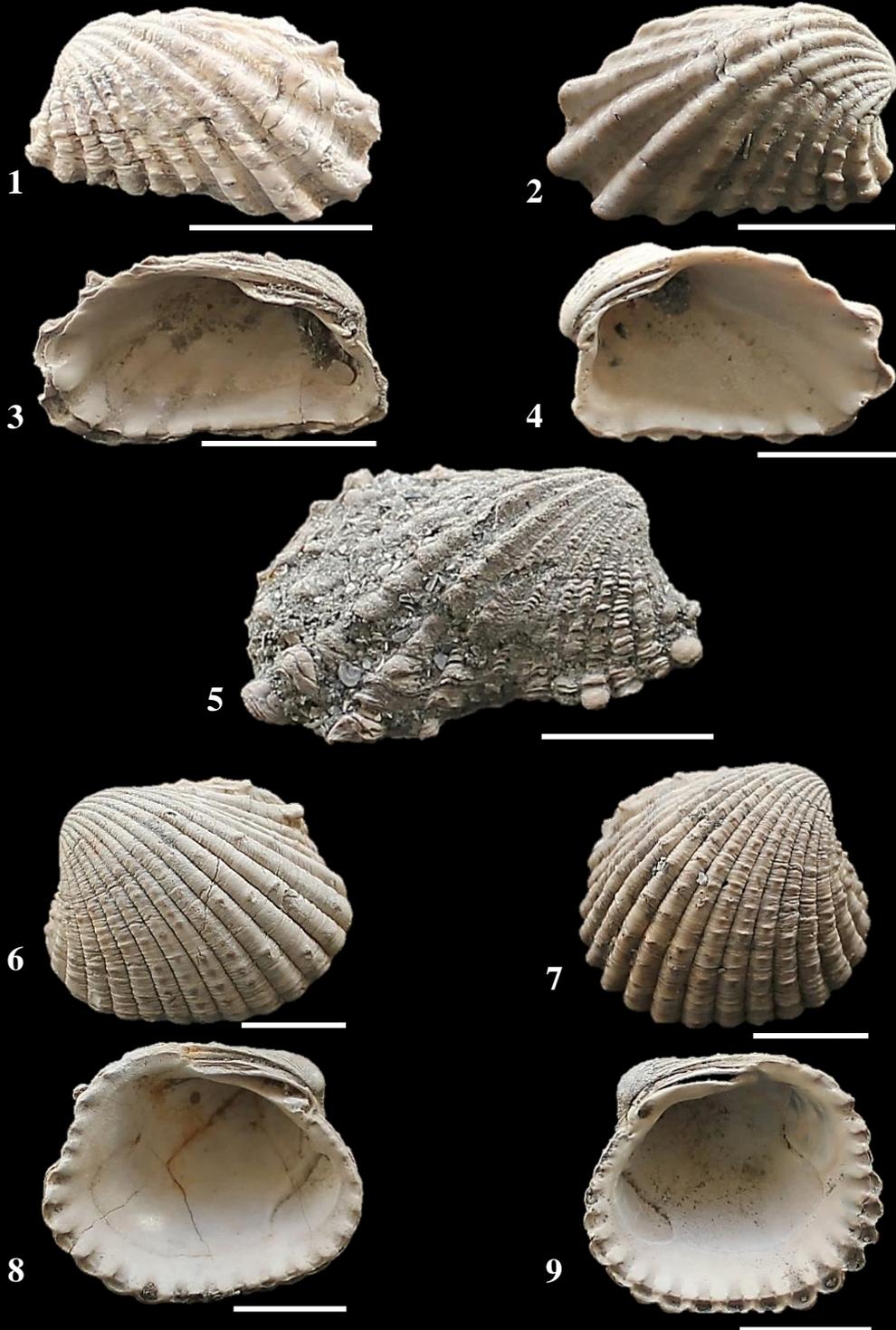


Ennucula laevigata (J. DE C. SOWERBY, 1818) – vista lateral externa (1) e interna (2) de VD (RP-VF3-B649); lateral externa (5) e interna (6) de VD (RP-VF3-B650); interna (4) de VD (RP-VF3-B651).

Nucula nucleus (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa de VD (3) de espécime articulado (RP-VF3-B652).

Lembulus pella (LINNAEUS, 1758) – vista lateral interna das valvas esquerda (7) e direita (9); vista lateral externa da valva direita (8); vista ventral (10). Espécime originalmente articulado RP-VF4-B042.

ESTAMPA II
CARDITIDAE FÉRUSSAC, 1822



Cardita calyculata (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF3-B006); lateral externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF3-B008); lateral externa (5) de VD de exemplar de grande talhe (RP-VF2-B001).

Centrocardita aculeata (POLI, 1795) – vista lateral externa (6) e interna (8) de VE (RP-VF3-B012); lateral externa (7) e interna (9) de VD (RP-VF3-B011).

Cada escala representa 1 cm

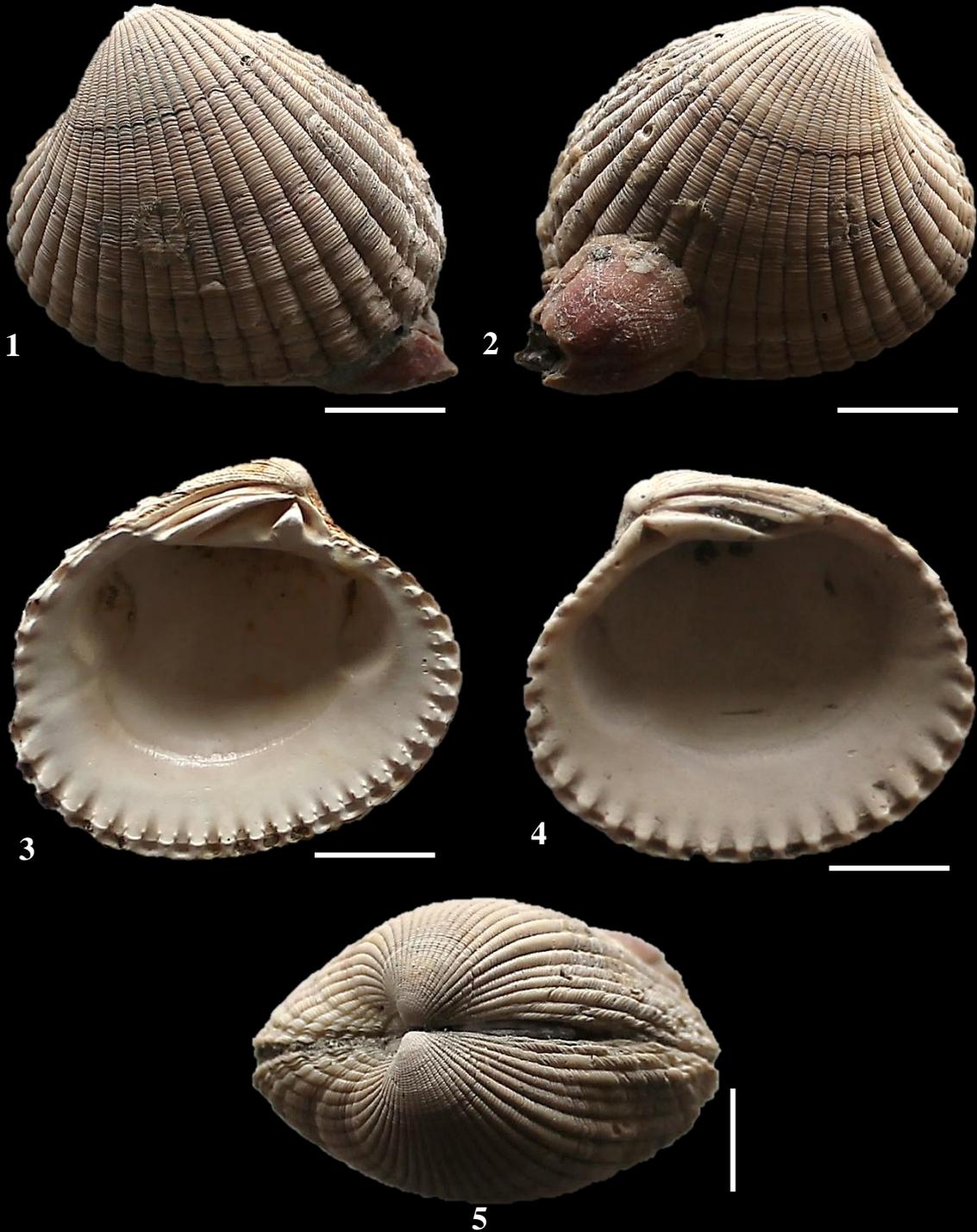
ESTAMPA III
CARDITIDAE FÉRUSSAC, 1822



Cardites antiquatus (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF3-B010); externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF3-B009).

Cyclocardia scalaris (J. DE C. SOWERBY, 1825) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VE (RP-VF4-B284); externa (7) e interna (8) de VD (RP-VF4-B283).

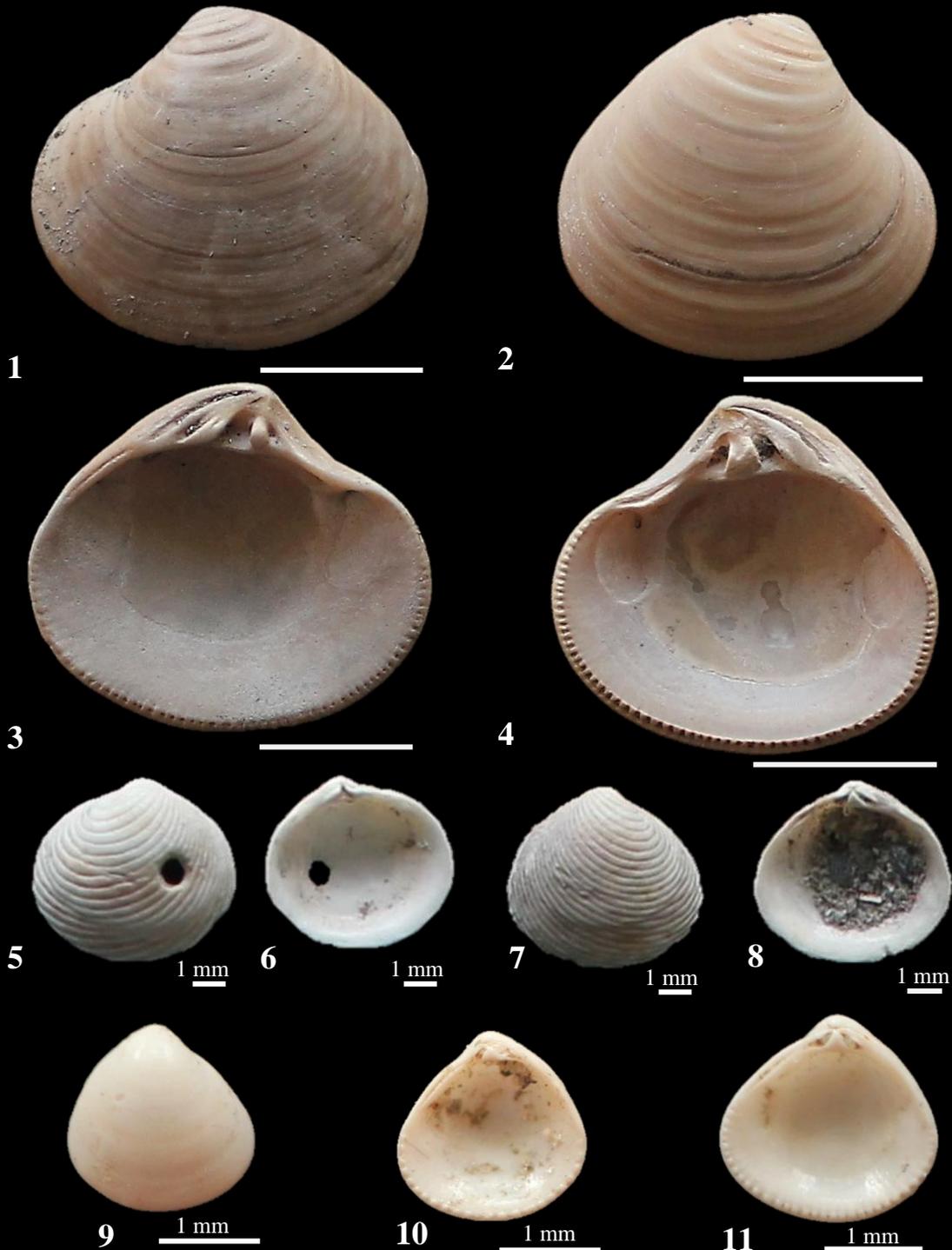
ESTAMPA IV
CARDITIDAE FÉRUSSAC, 1822



Megacardita striatissima (CAILLIAUD in MAYER, 1868) – vista lateral externa de VE (1) e VD (2); espécime articulado (RP-VF4-B077); lateral interna de VE (3) (RP-VF4-B089) e VD (4) (RP-VF3-B134); ventral (5) (RP-VF4-B077).

Cada escala representa 1 cm

ESTAMPA V
ASTARTIDAE D'ORBIGNY, 1844 (1840)



Astarte fusca (POLI, 1791) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF3-B040); lateral externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF3-B024).

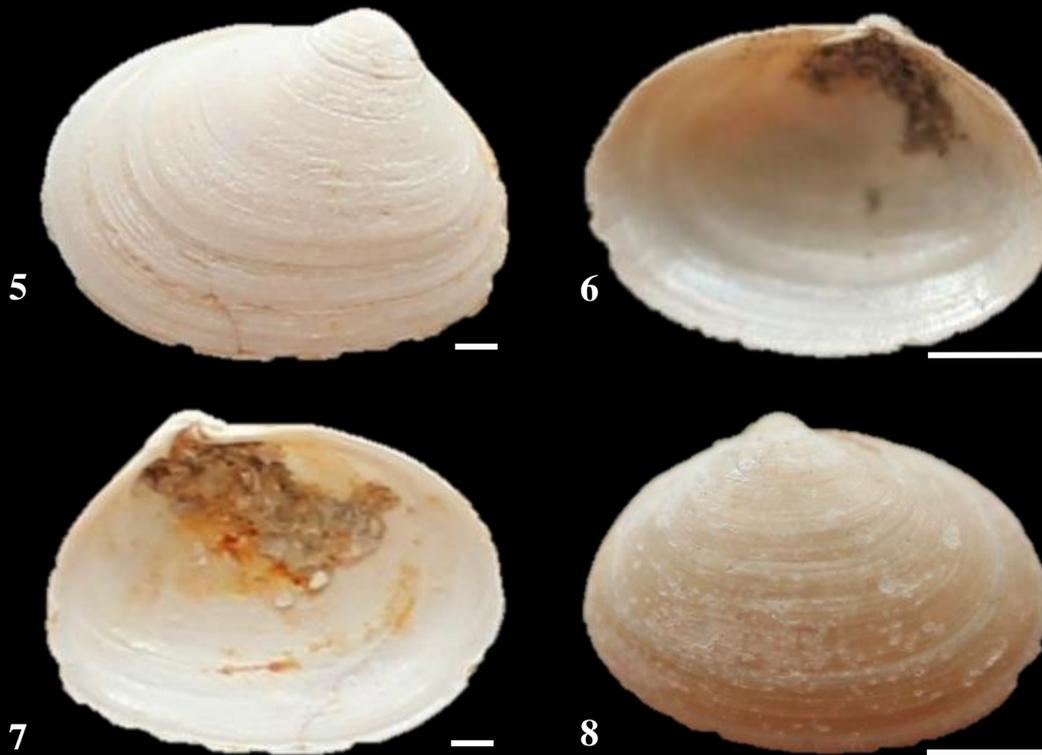
Digitaria digitaria (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VE (RP-VF4-B113); lateral externa (7) e interna (8) de VD (RP-VF4-B106).

Goodallia triangularis (MONTAGU, 1803) – vista lateral externa (9) e interna (10) de VD (RP-VF4-B347); interna (11) de VD (RP-VF4-B348).

ESTAMPA VI
GALEOMMATIDAE GRAY, 1840



LASAEIDAE GRAY, 1842



Spaniorinus ambiguus (NYST & WESTENDORP, 1839) – vista lateral interna (1) e externa (3) de VE; interna (2) e externa (4) VD (RP-VF4-B315).

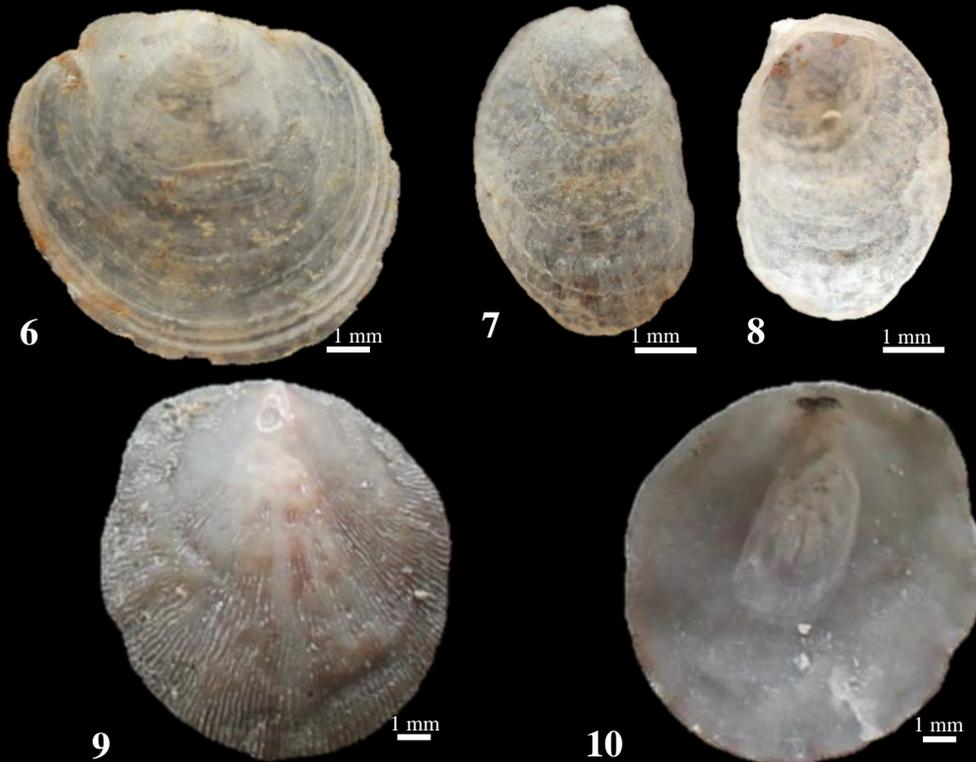
Scacchia oblonga (PHILIPPI, 1836) – vista lateral interna (5) e externa (7) de VE (RP-VF4-B315); interna (6) e externa (8) de VD (exemplar P.C.).

Cada escala representa 1 mm

ESTAMPA VII
PHARIDAE H. ADAMS & A. ADAMS, 1856



ANOMIIDAE RAFINESQUE, 1815



Ensis sp. – vista lateral externa (1) RP-VF4-B253, (2) RP-VF3-B560.

Pharus legumen (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (3) de VE (RP-VF3-B559).

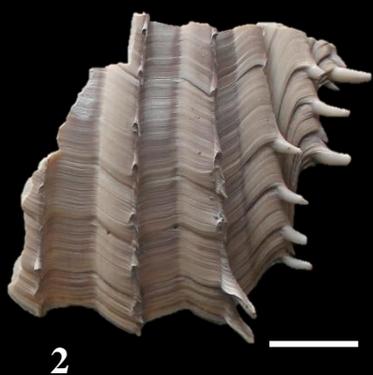
Phaxas pellucidus (Pennant, 1777) – vista lateral externa (4) e ventral (5) de VE (RP-VF4-B275).

Heteranomia squamula (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (6) de VE (RP-VF3-B665); externa (7) interna (8) de VE (RP-VF3-B665).

Pododesmus squama (GMELIN, 1791) – vista lateral externa (9) e interna (10) de VE (RP-VF3-B597).

Cada escala representa 1 cm salvo indicação contrária

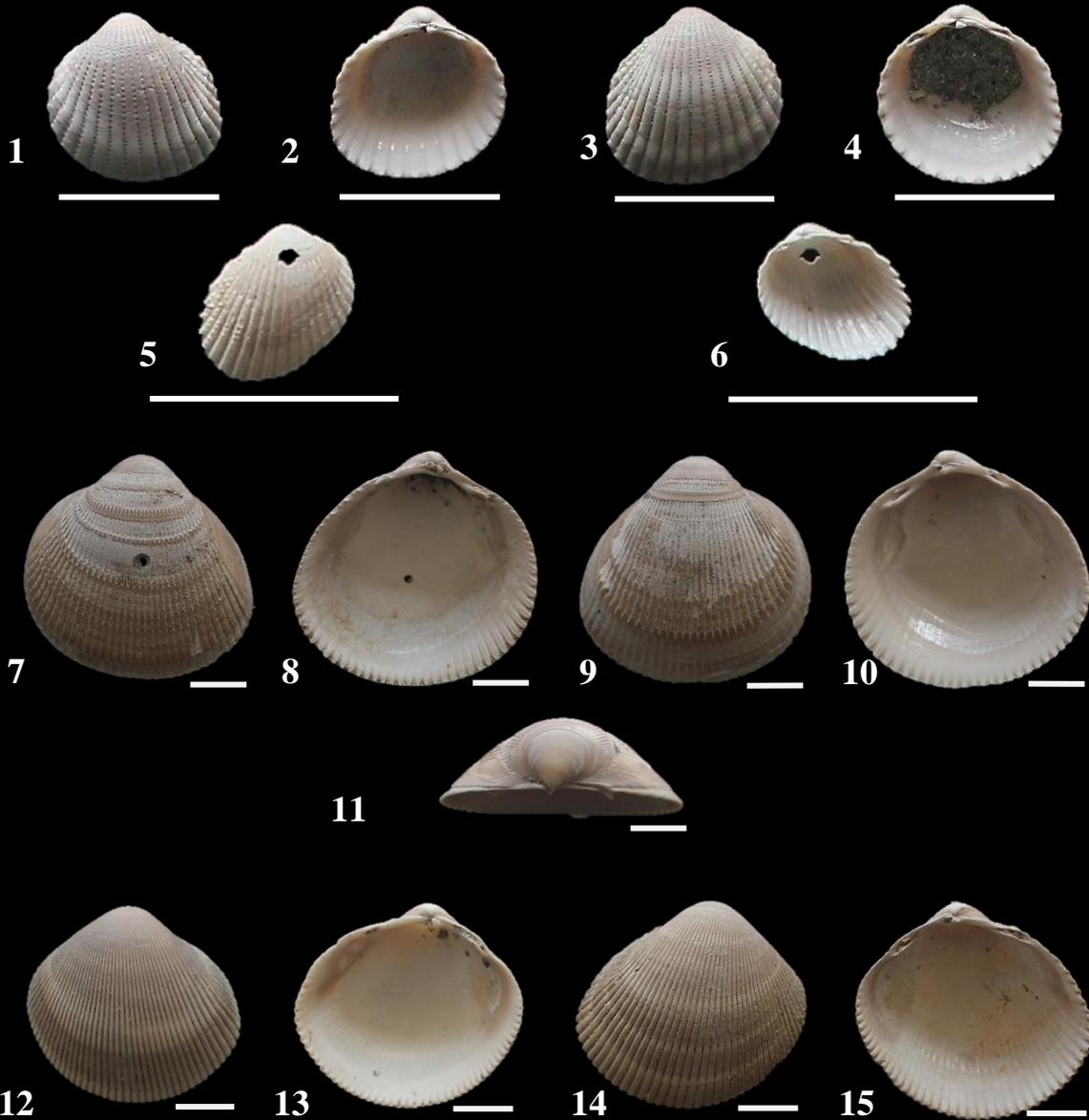
ESTAMPA VIII
CARDIIDAE LAMARCK, 1809



Procardium diluvianum (LAMARCK, 1819) – vista lateral externa de VD (1) (RP-VF3-B732) e VE (2) (RP-VF3-B734); escultura radial (3) e detalhe da mesma (4) (RP-VF4-B383).

Acanthocardia aculeata (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (5) e lateral anterior (6) de VD (RP-VF4-B230).

ESTAMPA IX
CARDIIDAE LAMARCK, 1809



Papillicardium papillosum (POLI, 179) – vista lateral externa (1) e interna (2) de VE (RP-VF3-B416); lateral externa (3) e interna (4) de VD (RP-VF3-B389).

Parvicardium scriptum (BUCQUOY, DAUTZENBERG & DOLLFUS, 1892) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VD.

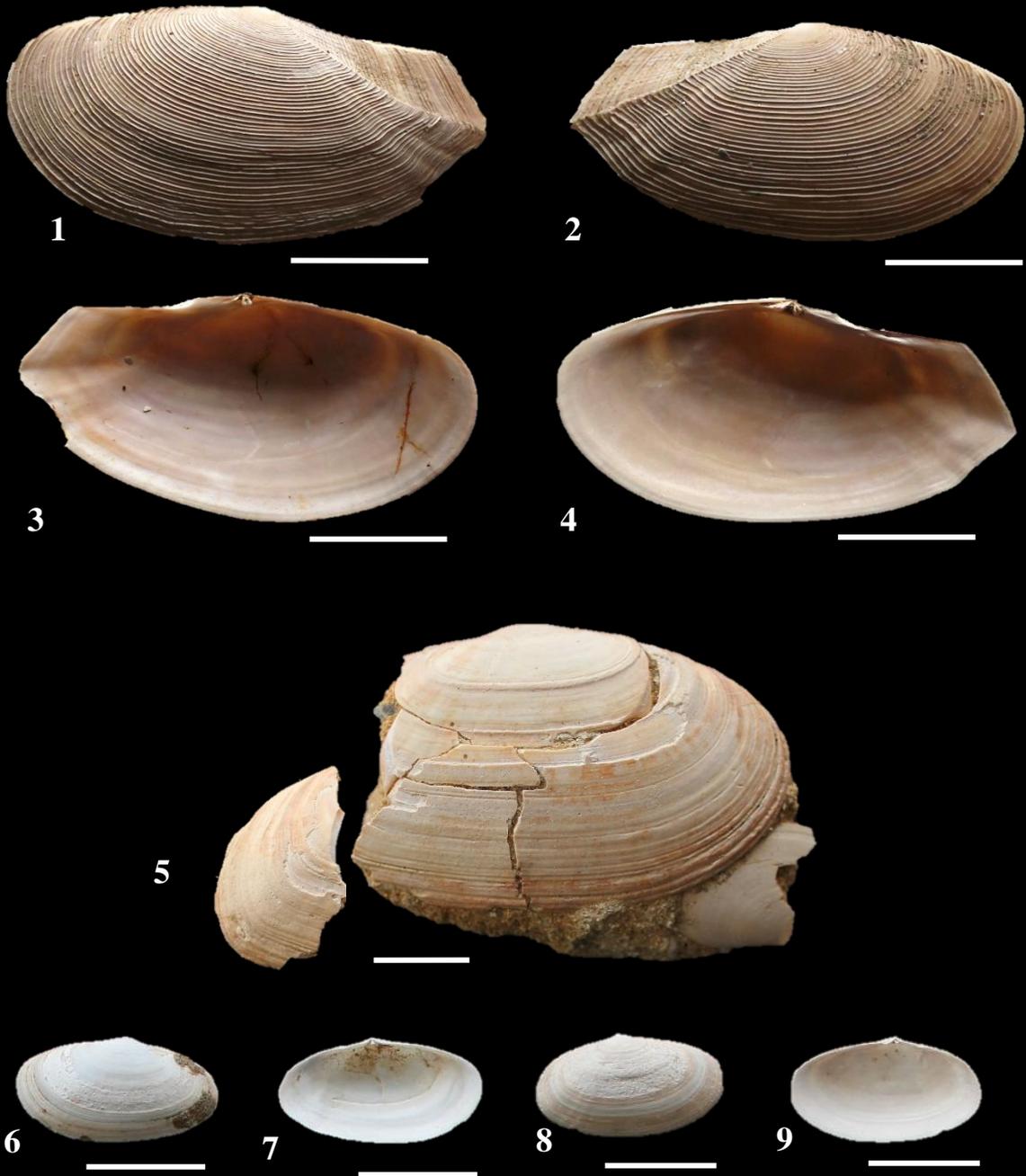
Laevicardium crassum (GMELIN, 1791) – vista lateral externa (7) e interna (8) de VE (RP-VF3-B455); lateral externa (9), interna (10) e ventral (11) de VD (RP-VF4-B437).

Europicardium multicostatum (BROCCHI, 1814) – vista lateral externa (12) e interna (13) de VE (RP-VF3-B050); lateral externa (14) e interna (15) de VD (RP-VF4-B020).

Cada escala representa 1 cm

ESTAMPA X

PSAMMOBIIDAE FLEMING, 1828

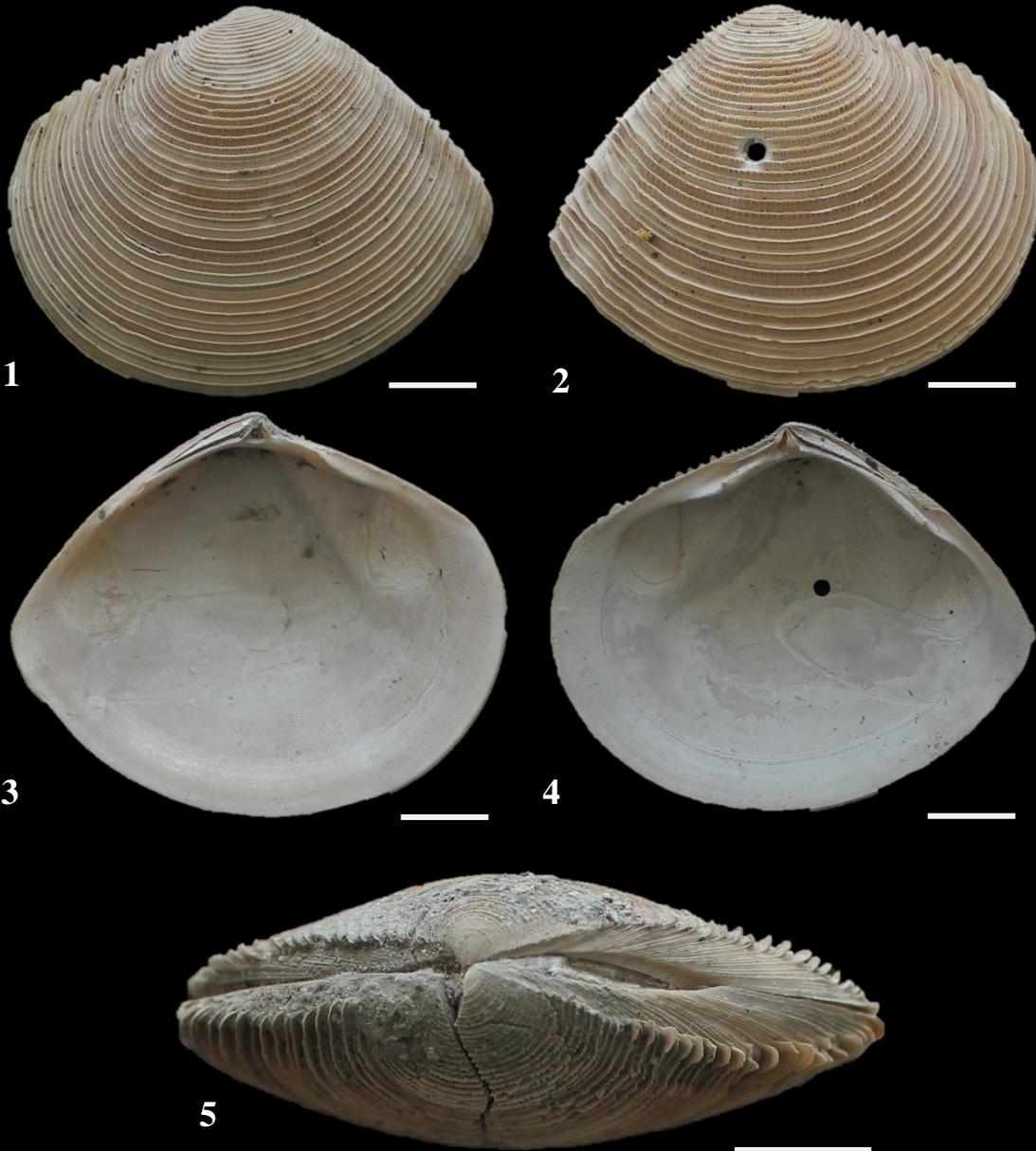


Gari fervensis (GMELIN, 1791) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF4-B178); lateral externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF4-B179).

Gari depressa (PENNANT, 1777) – vista lateral externa (5) de VE (RP-VF4-B189).

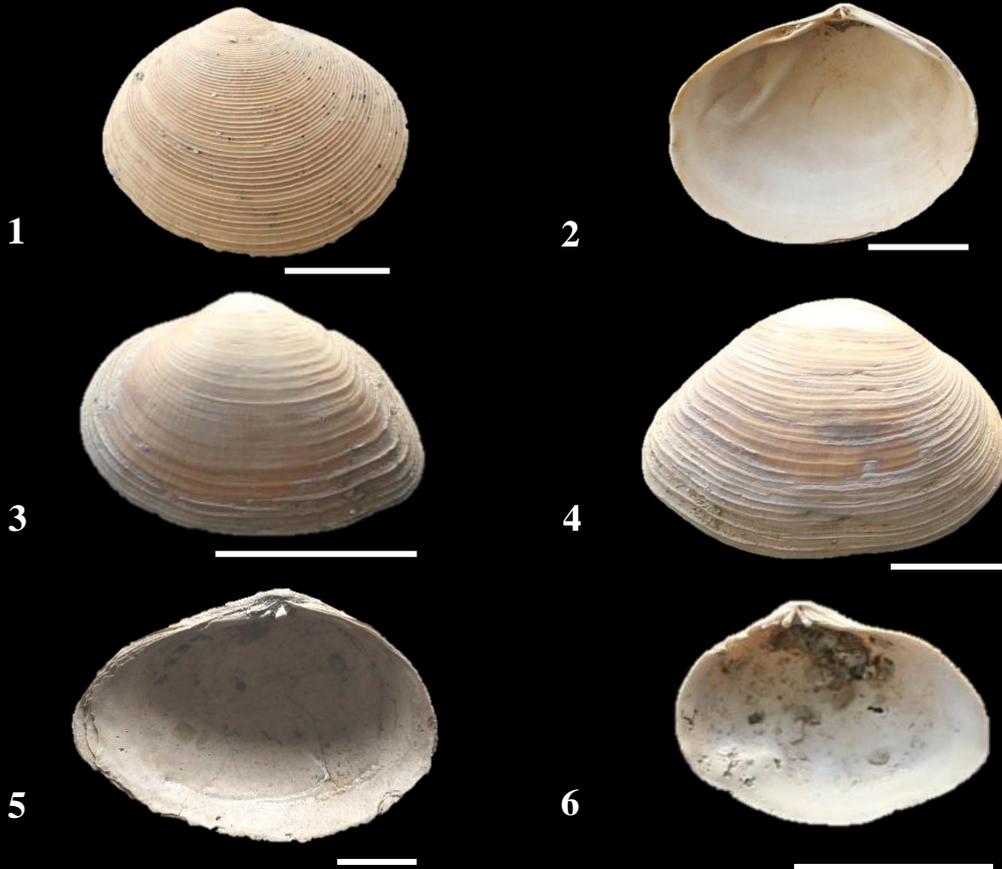
Gari tellinella (LAMARCK, 1818) – vista lateral externa (6) e interna (7) de VE (RP-VF4-B190); lateral externa (8) e interna (9) de VD (RP-VF4-B191).

ESTAMPA XI
TELLINIDAE BLAINVILLE, 1814

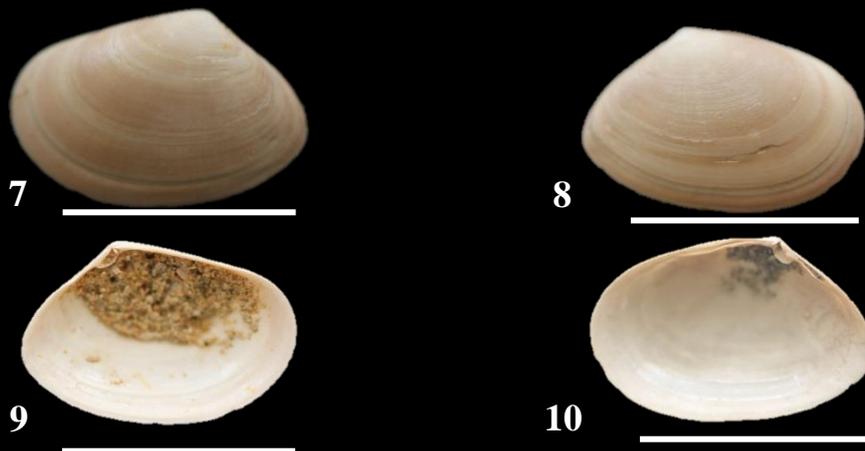


Arcopagia corbis (BRONN, 1831) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE; lateral externa (2) e interna (4) de VD; espécime originalmente articulado (RP-VF4-B070); vista ventral (5) (RP-VF3-B124).

ESTAMPA XII
TELLINIDAE BLAINVILLE, 1814



SEMELIDAE STOLICZKA, 1870 (1825)



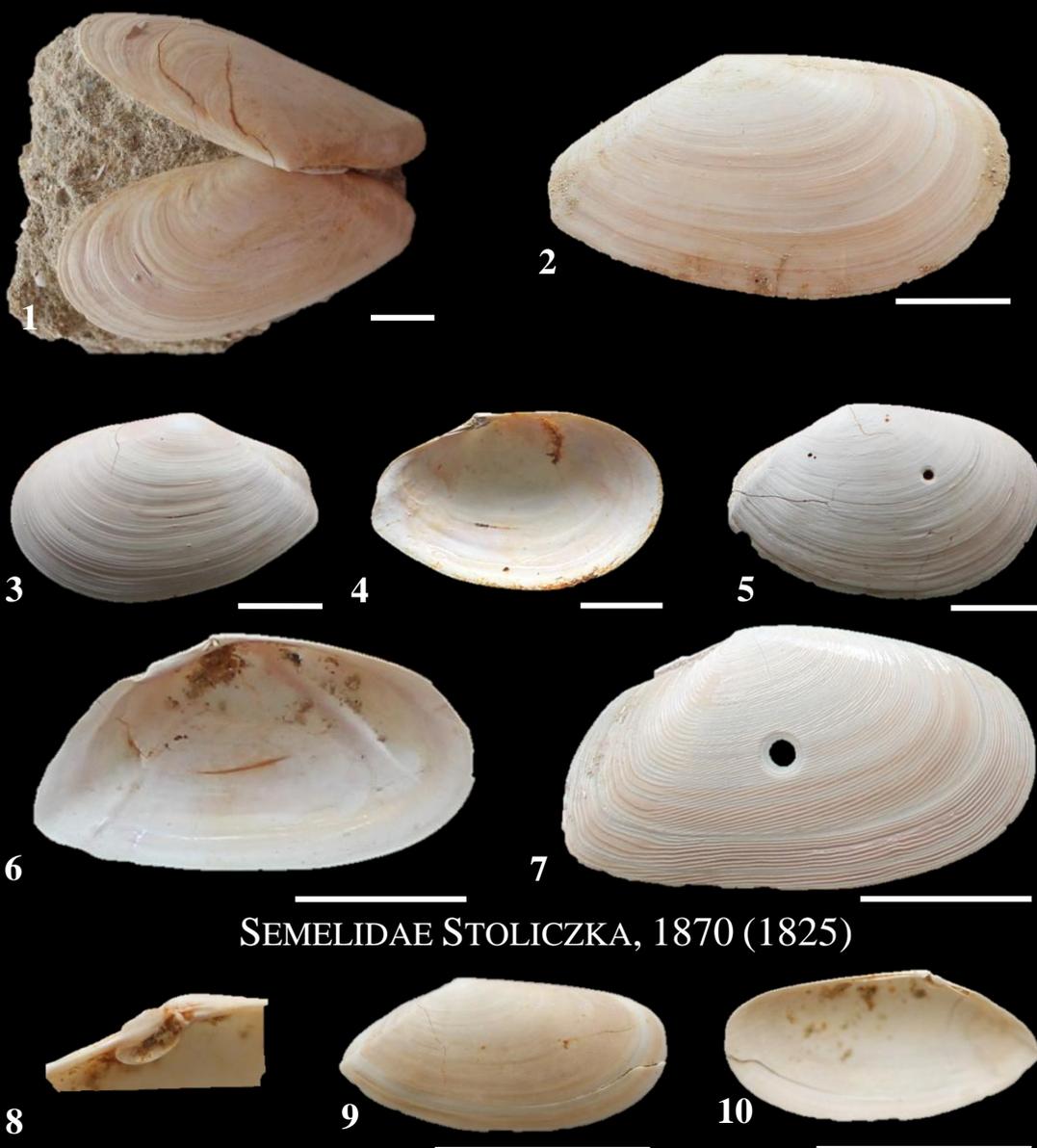
Arcopagia crassa (PENNANT, 1777) – vista lateral externa (1) e interna (2) de VD (RP-VF3-B528).

Gastrana fragilis (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (3) (RP-VF4-B224) e interna (5) (RP-VF3-B526) de VE; externa (4) (RP-VF4-B224) e interna (6) de VD (RP-VF4-B226).

Abra alba (W. WOOD, 1802) – vista lateral externa (7) e interna (9) de VE (RP-VF4-B313); externa (8) e interna (10) de VD (RP-VF4-B311).

Cada escala representa 1 cm

ESTAMPA XIII
TELLINIDAE BLAINVILLE, 1814



SEMELIDAE STOLICZKA, 1870 (1825)

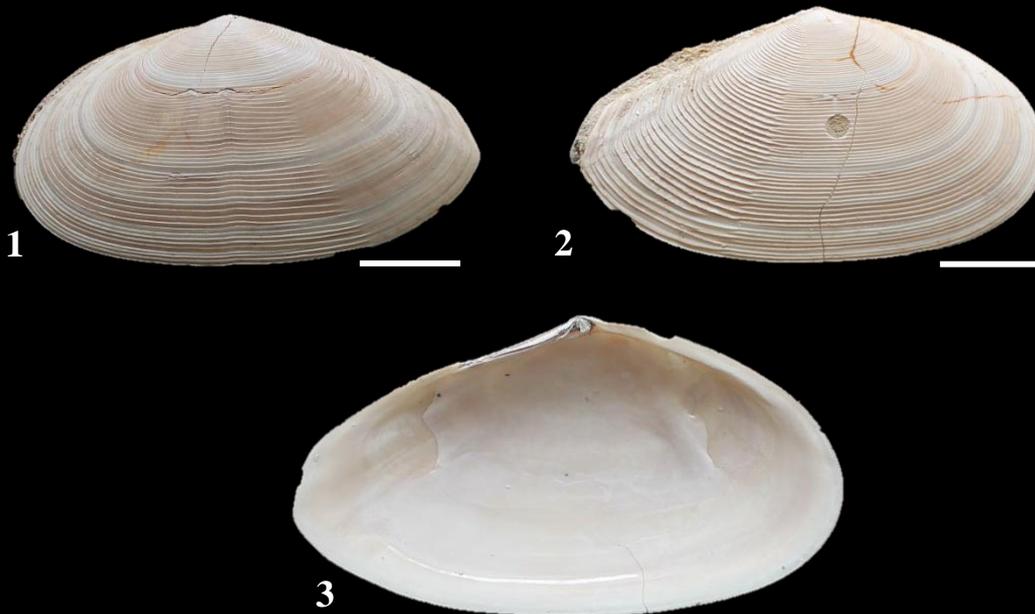
Bosemprella incarnata (LINNAEUS, 1758) – espécime articulado (1) (RP-VF4-B334); vista lateral externa (2) de VD (RP-VF4-B338).

Macomopsis elliptica (BROCCHI, 1814) – vista lateral externa (3) interna (4) de VE (RP-VF4-B377); externa (5) de VD (RP-VF4-B373).

Oudardia compressa (BROCCHI, 1814) – vista lateral interna (6) de VE (RP-VF4-B329); externa (7) de VD (RP-VF4-B326).

Abra prismatica (MONTAGU, 1808) – pormenor de charneira de VE (8) (RP-VF4-B372); vista lateral externa (9) e interna (10) de VD (RP-VF4-B369).

ESTAMPA XIV
TELLINIDAE BLAINVILLE, 1814



DONACIDAE J. FLEMING, 1828



MYTILIDAE RAFINESQUE, 1815



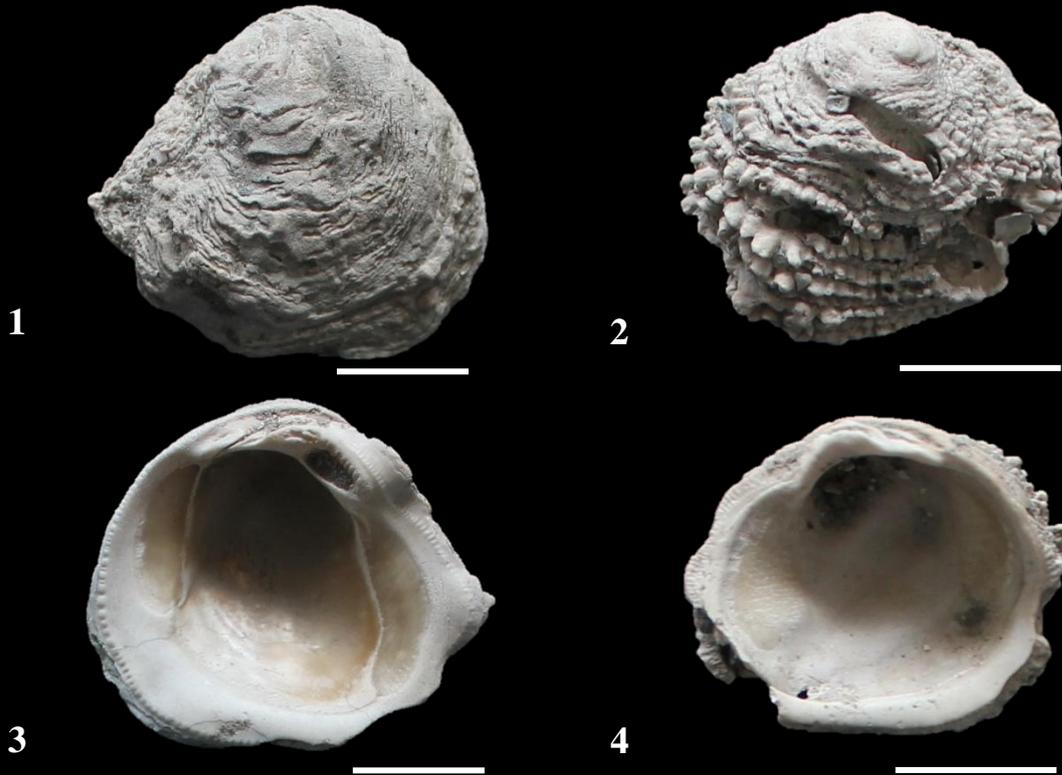
Peronidia albicans (GMELIN, 1791) – vista lateral externa de VE (1) e VD (2) de espécime articulado (RP-VF4-B296); vista lateral interna de VE (3) RP-VF3-B305.

Donax variegatus (GMELIN, 1791) – vista lateral externa (8) (RP-VF3-671) e interna (9) (RP-VF3-B672) de VE.

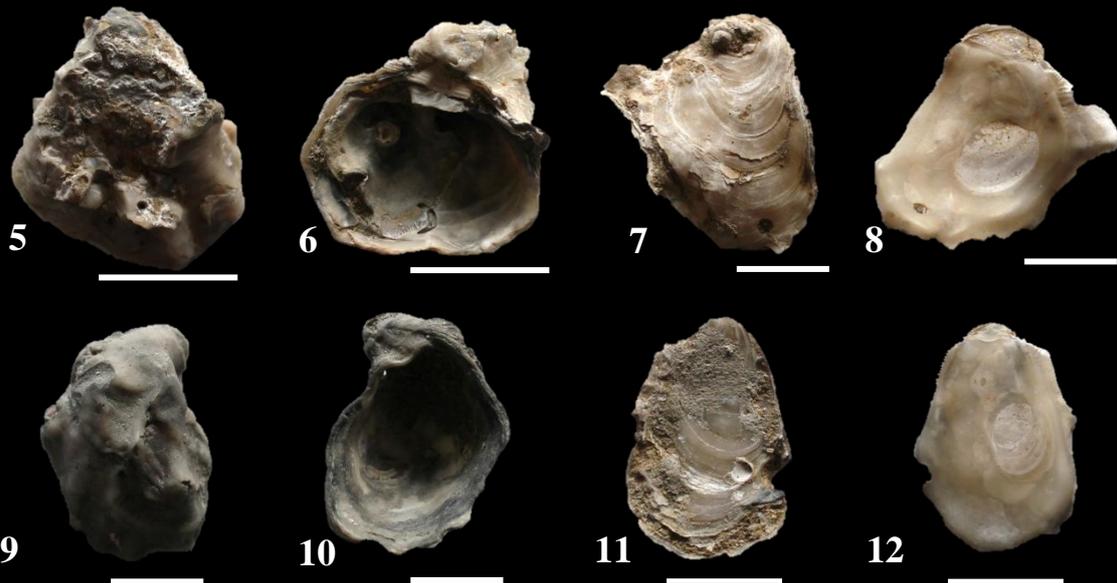
Modiolus sp. – vista lateral externa (6) e interna (7) (exemplar P.C.).

Gregariella sp. – vista lateral externa (8) e interna (9) de VE (RP-VF4-B382).

ESTAMPA XV
CHAMIDAE LAMARCK, 1809



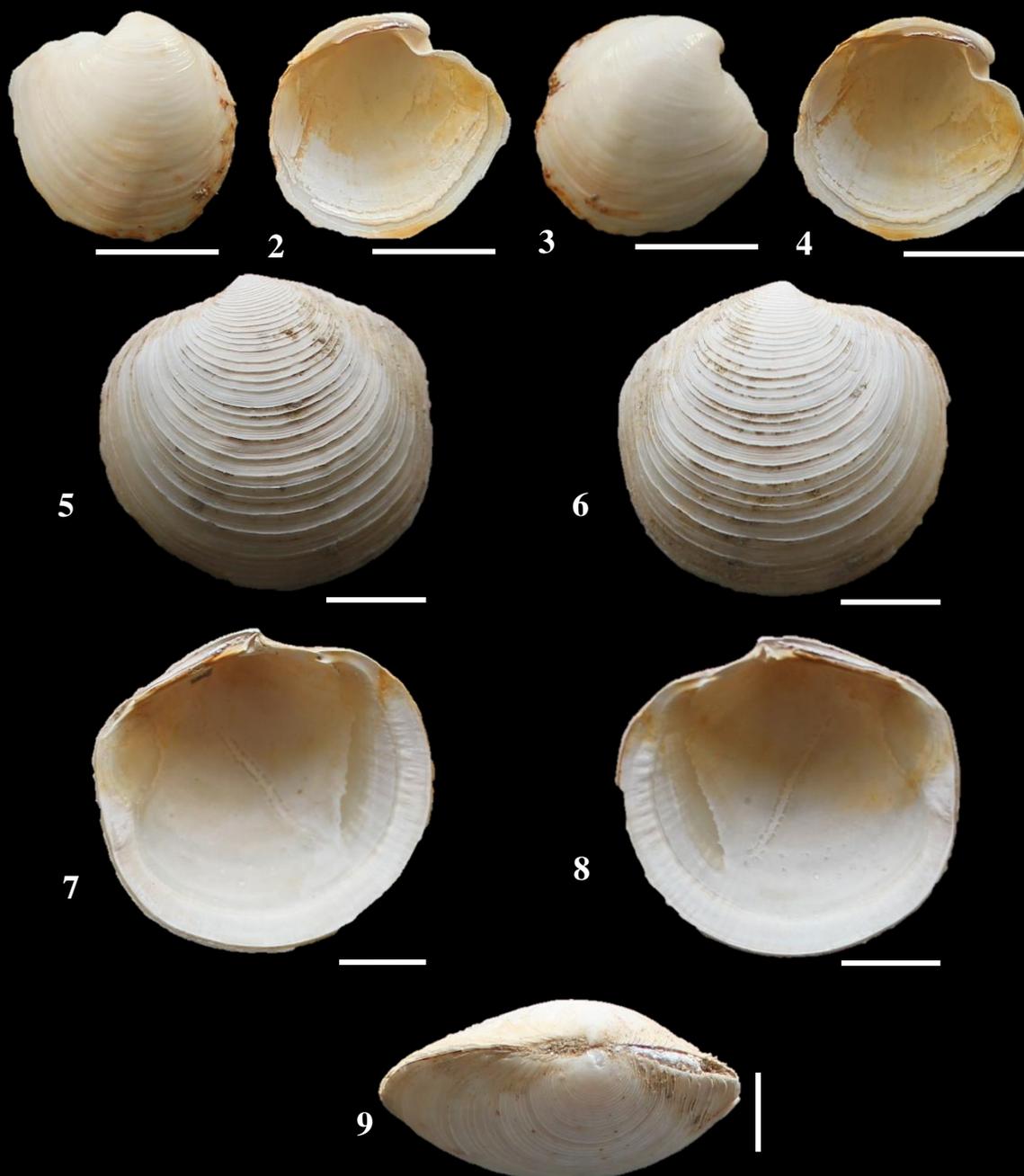
GRYPHAEIDAE VIALOV, 1936



Chama gryphoides LINNAEUS, 1760 – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF3-B340); lateral externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF3-B342).

Neopycnodonte cochlear (POLI, 1795) – vista lateral externa (5,9) e interna (6,10) de VE (RP-VF3-B347 e RP-VF3-B348); lateral externa (7, 11) e interna (8, 12) de VD (RP-VF3-B343 e RP-VF3-B344).

ESTAMPA XVI
LUCINIDAE J. FLEMING, 1828



Megaxinus transversus (BRONN, 1831) – vista lateral externa (1) e interna (2) de VE; lateral externa (3) e interna (4) de VD; espécime originalmente articulado (RP-VF4-B067).

Lucinoma borealis (LINNAEUS, 1767) – vistas lateral externa (5) e interna (7) de VE e externa (6) e interna (8) de VD de espécime originalmente articulado (RP-VF4-B054); vista ventral (9) RP-VF4-B055.

ESTAMPA XVII
UNGULINIDAE GRAY, 1854



FAMÍLIA LUCINIDAE J. FLEMING, 1828



Diplodonta rotundata (MONTAGU, 1803) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF3-B665); lateral externa (2) e interna (8) de VD (RP-VF3-B660).

Loripinus fragilis (PHILIPPI, 1836) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VE (P.C.).

ESTAMPA XVIII
MACTRIDAE LAMARCK, 1809



CORBULIDAE LAMARCK, 1818



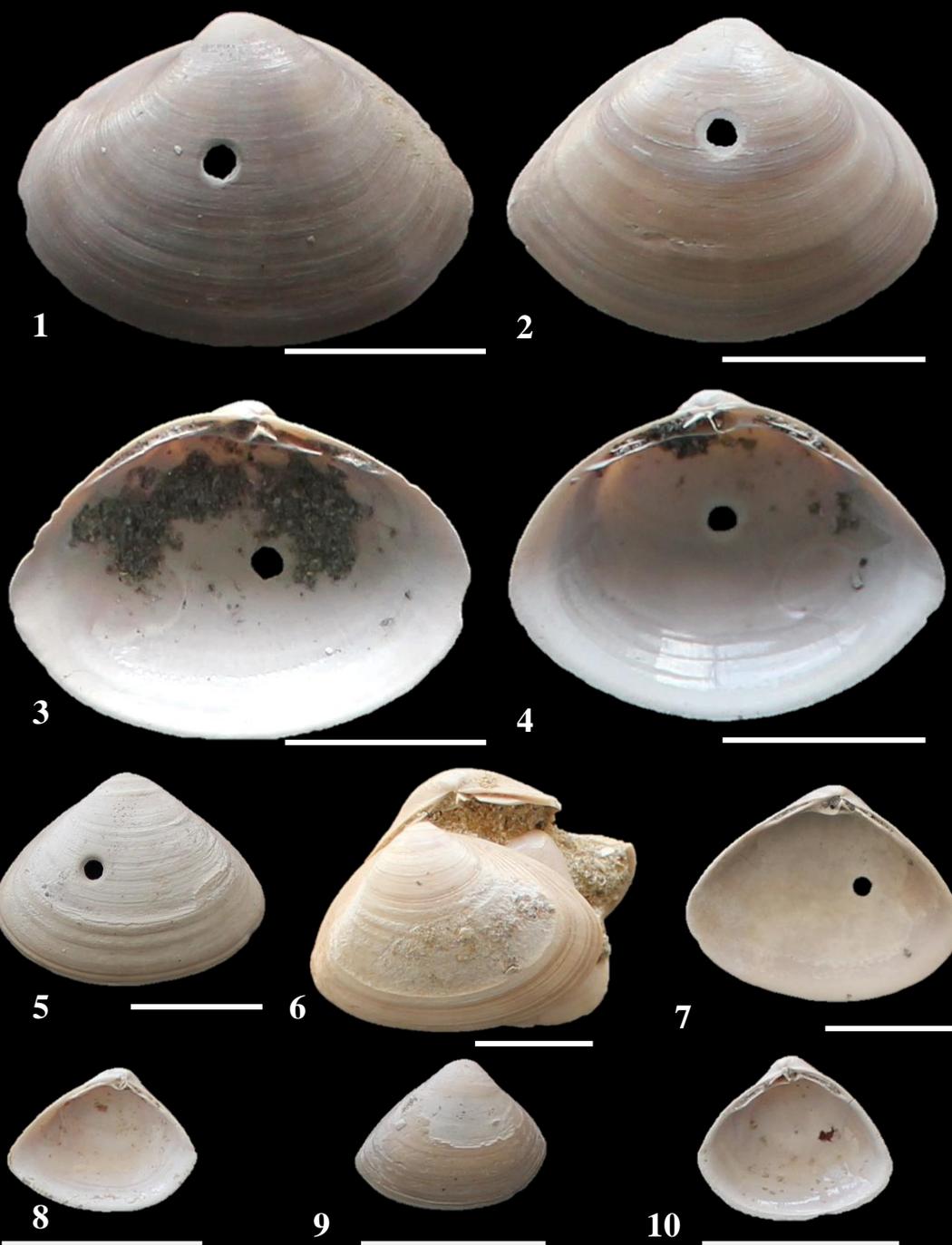
Lutraria lutraria (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa de VD (1) e VE (2) (RP-VF4-B006).

Corbula gibba (OLIVI, 1792) – vista lateral externa (3) e interna (4) de VD (RP-VF3-B380).

Corbula revoluta (BROCCHI, 1814) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VD (RP-VF3-B377).

Cada escala representa 1 cm salvo indicação contrária

ESTAMPA XIX
MACTRIDAE LAMARCK, 1809



Mactra stultorum (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF4-B364); lateral externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF4-B361).

Spisula solida (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (5) e interna (7) de VE (RP-VF4-B695); externa (6) de VD (RP-VF4-B353).

Spisula subtruncata (DA COSTA, 1778) – vista lateral interna (8) de VE (RP-VF3-B709); lateral externa (9) (RP-VF3-B716) e interna (10) (RP-VF3-B717) de VD.

ESTAMPA XX
CARDILIIDAE P. FISCHER, 1887



VENERIDAE RAFINESQUE, 1815



Cardilia michelottii DESHAYES, 1835 – vista lateral anterior (1) externa (2) e interna (3) de VE (RP-VF4-B005).

Callista chione (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (4) e interna (6) de VE (RP-VF4-B104); lateral externa (5) e interna (7) de VD (RP-VF3-B329); vista ventral (8) de espécime articulado (RP-VF4-B105).

ESTAMPA XXI
VENERIDAE RAFINESQUE, 1815

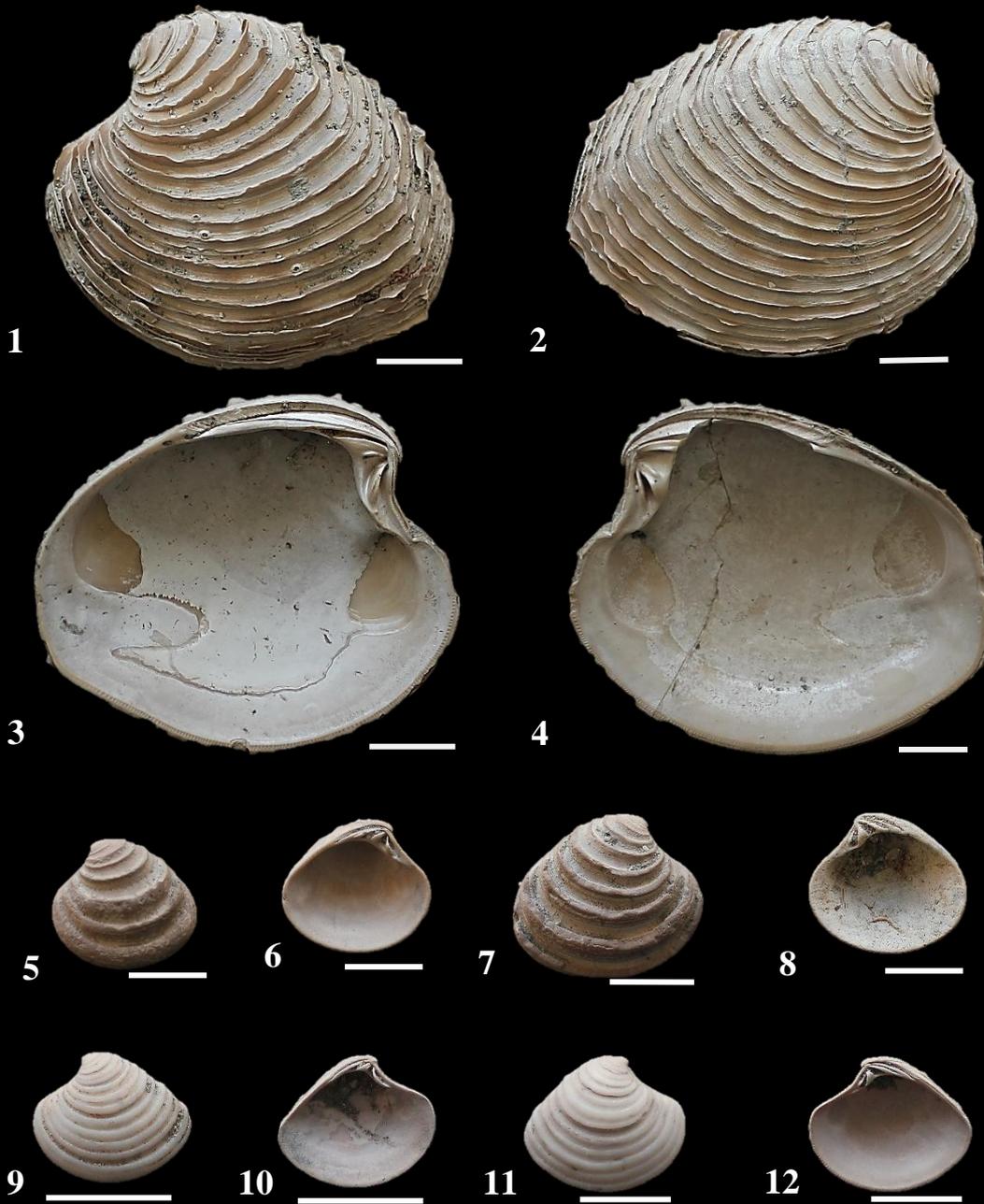


Venus verrucosa LINNAEUS, 1758 – vista lateral externa (1) e interna (2) de VE (RP-VF2-B039).

Venus casina LINNAEUS, 1758 – vista lateral externa (3) e interna (5) de VE (RP-VF3-B468); lateral externa (4) e interna (6) de VD (RP-VF3-B473).

Chamelea gallina LINNAEUS, 1758 – vista lateral externa (7) e interna (8) de VE (RP-VF3-B508); lateral externa (9) e interna (10) de VD (RP-VF3-B486).

ESTAMPA XXII
VENERIDAE RAFINESQUE, 1815



Circumphalus foliaceolamellosus (DILLWYN, 1817) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF3-B021); lateral externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF3-B022).

Clausinella fasciata (DA COSTA, 1778) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VE (RP-VF2-B028); lateral externa (7) (RP-VF2-B025) e interna (8) de VD (RP-VF2-B027); lateral externa (9) e interna (10) de VE (RP-VF3-B299); lateral externa (11) e interna (12) de VD (RP-VF3-B300).

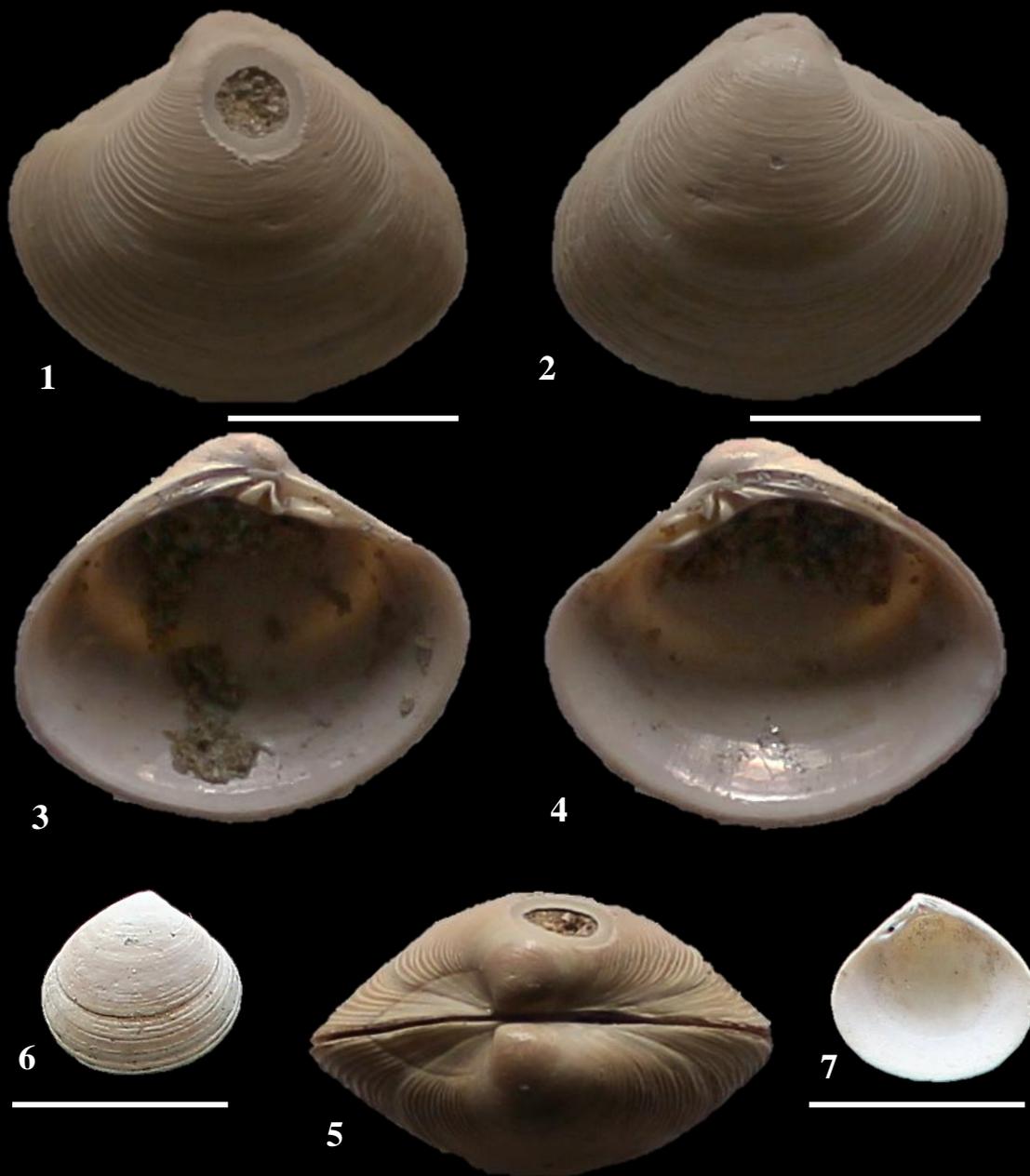
ESTAMPA XXIII
VENERIDAE RAFINESQUE, 1815



Dosinia lupinus (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF3-B533) e externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF3-B532).

Timoclea ovata (PENNANT, 1777) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VE (RP-VF3-B288); lateral interna (7) de VD (RP-VF3-B285).

ESTAMPA XXIV
VENERIDAE RAFINESQUE, 1815



Pitar rudis (POLI, 1795) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE; lateral externa (2) e interna (4) de VD; ventral (5); espécime originalmente articulado (RP-VF4-B252).

Gouldia minima (MONTAGU, 1803) – vista lateral externa (6) e interna (7) de VD.

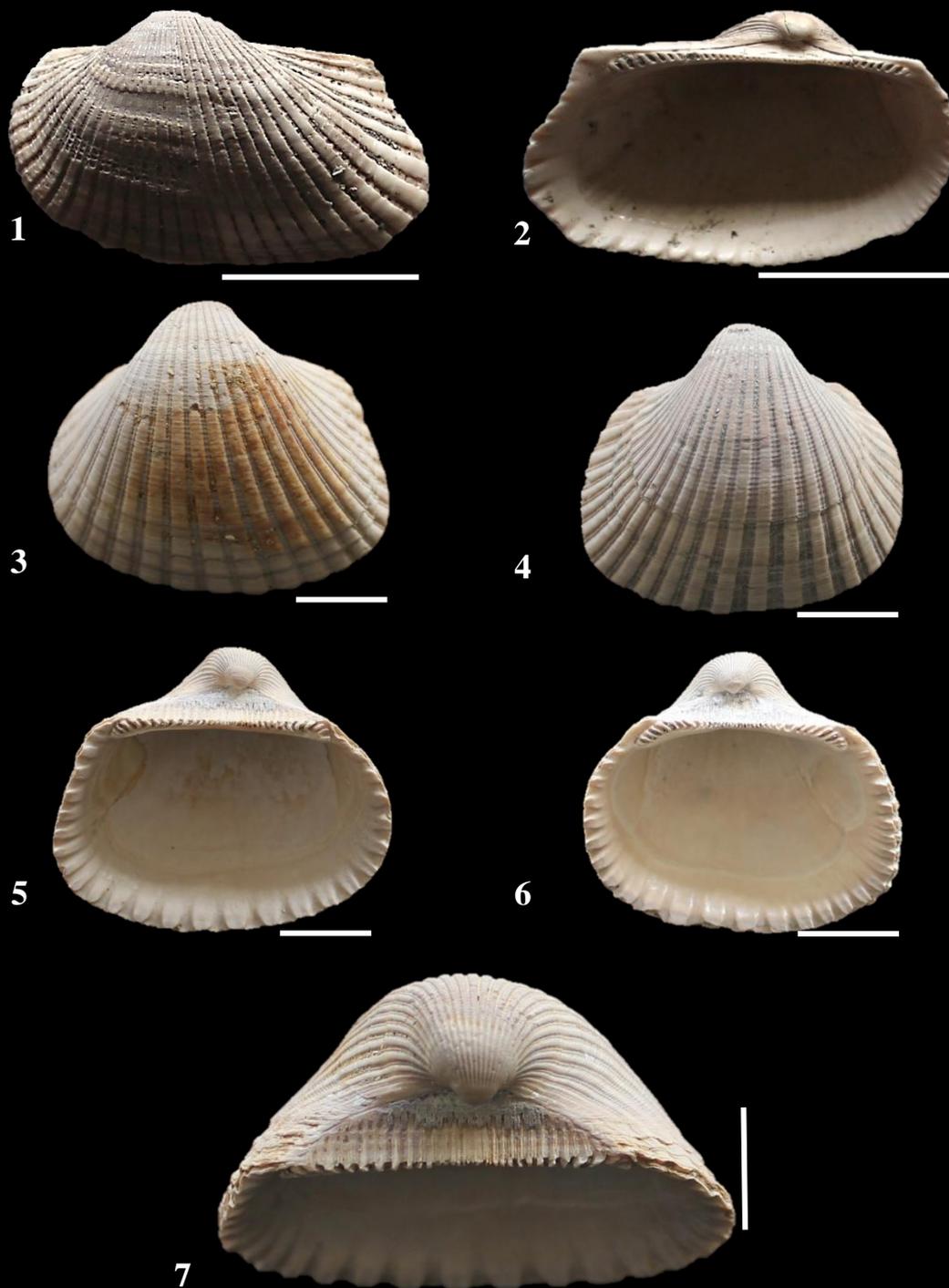
ESTAMPA XXV
VENERIDAE RAFINESQUE, 1815



Tapes vetula (BASTEROT, 1825) vista lateral externa de VE (1), VD (2) e ventral (3); espécime articulado (RP-VF4-B004).

Cada escala representa 1 cm

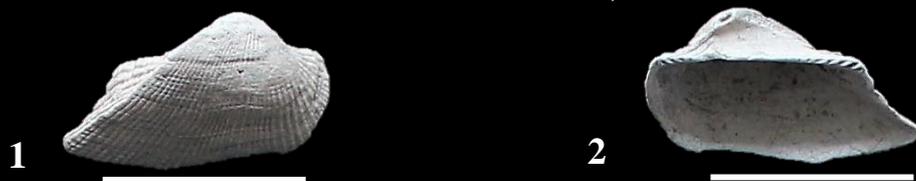
ESTAMPA XXVI
ARCIDAE LAMARCK, 1809



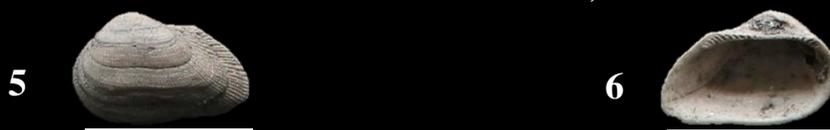
Anadara pectinata (BROCCHI, 1814) – vista lateral externa (1) e interna (2) de VE (RP-VF4-B19).

Anadara diluvii (LAMARCK, 1805) – vista lateral externa (3), interna (5) e ventral (7) de VE (RP-VF4-B001; vista lateral externa (4) e interna (6) de VD (RP-VF3-B001).

ESTAMPA XXVII
ARCIDAE LAMARCK, 1809



NOETIIDAE STEWART, 1930

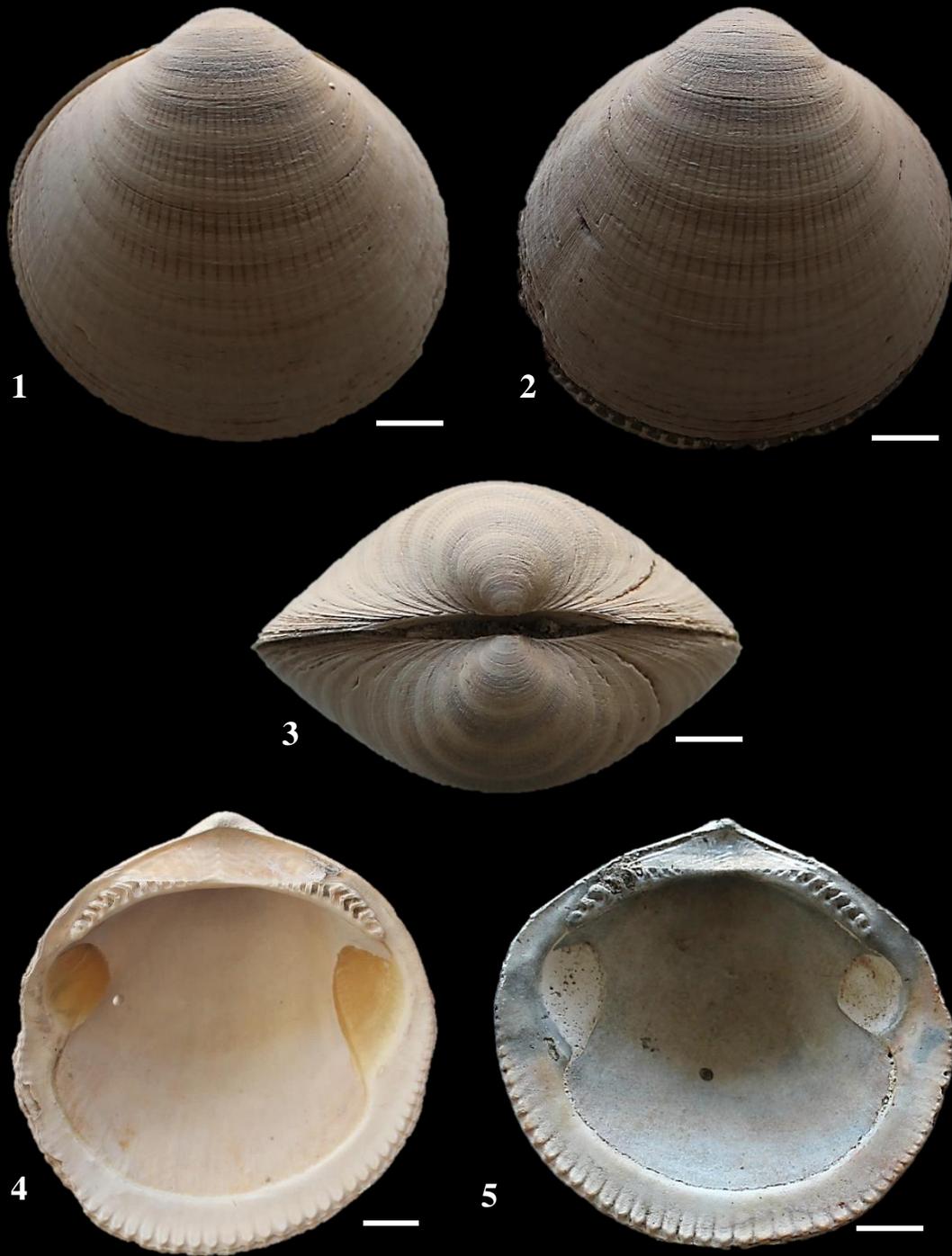


Arca tetragona POLI, 1795 – vista lateral externa (1) e interna (2) de VD.

Barbatia mytiloides (BROCCHI, 1814) – vista ventral (3) e lateral externa (4) de VE; espécime articulado RP-VF3-B112.

Striarca lactea (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VE (RP-VF3-B372).

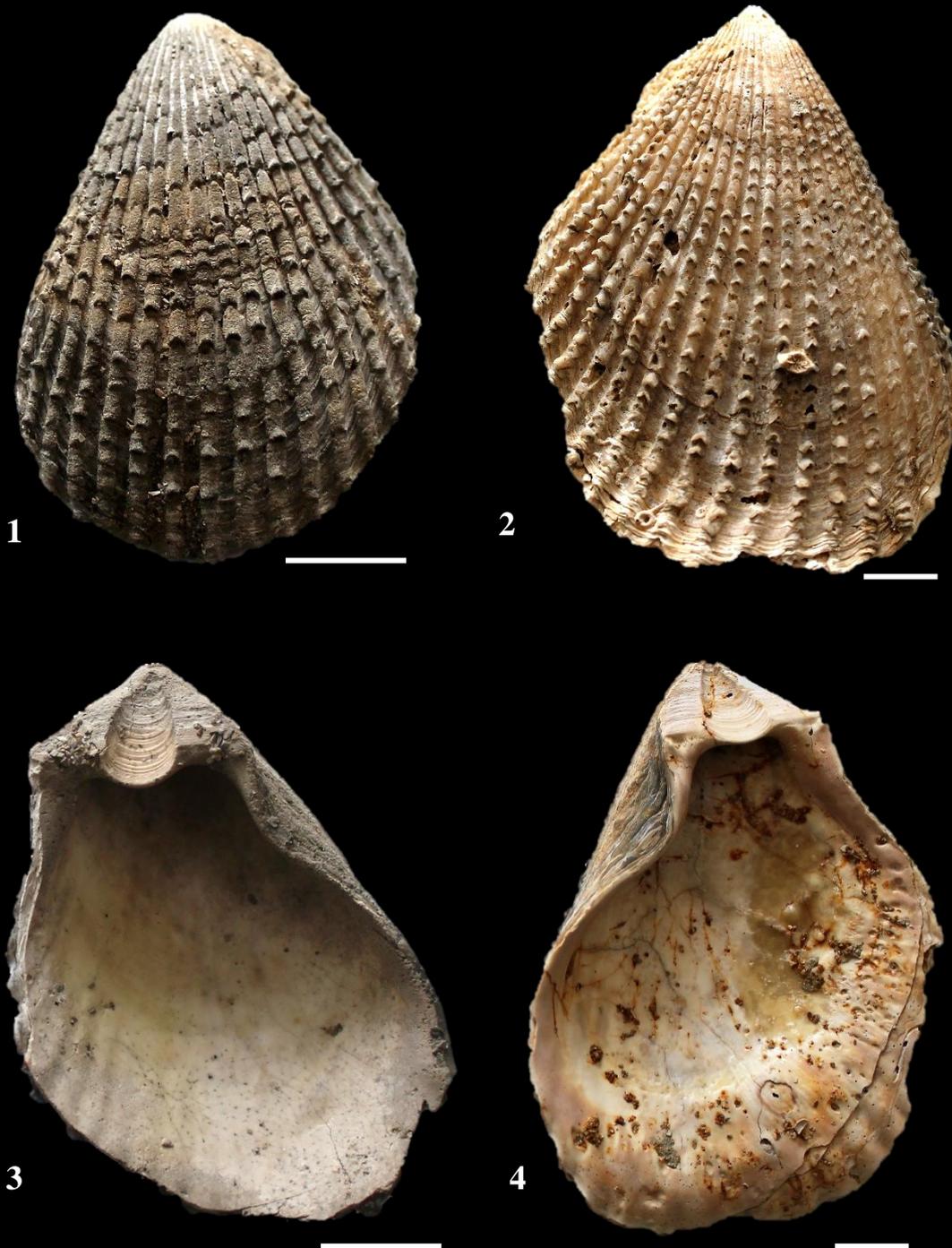
ESTAMPA XXVIII
GLYCYMERIDIDAE DALL, 1908



Glycymeris glycymeris (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa das VE (1), VD (2) e ventral (3) de espécime articulado RP-VF4-B207; lateral interna das VE (4) (RP-VF4-B209) e VD (5) (RP-VF3-B466).

Cada escala representa 1 cm

ESTAMPA XXIX
LIMIDAE RAFINESQUE, 1815



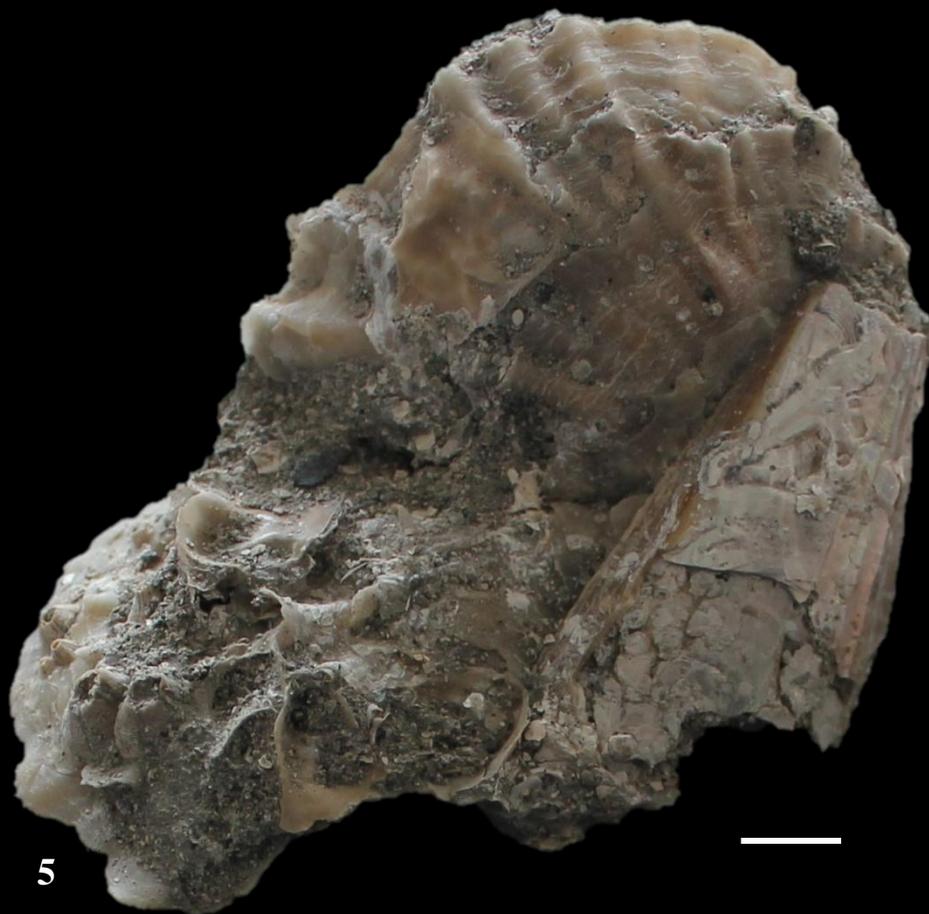
Lima lima (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF2-B019) e lateral externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF4-B101).

Cada escala representa 1 cm

ESTAMPA XXX
LIMIDAE RAFINESQUE, 1815



OSTREIDAE RAFINESQUE, 1815



Limaria tuberculata (OLIVI, 1792) – vista lateral externa (1) de VD (RP-VF3-B360) e interna (2) de VE (RP-VF3-B362).

Limaria loscombi (G. B. SOWERBY I, 1823) – vista lateral externa (3) (RP-VF3-B364) e interna (4) (RP-VF3-B365) de VE.

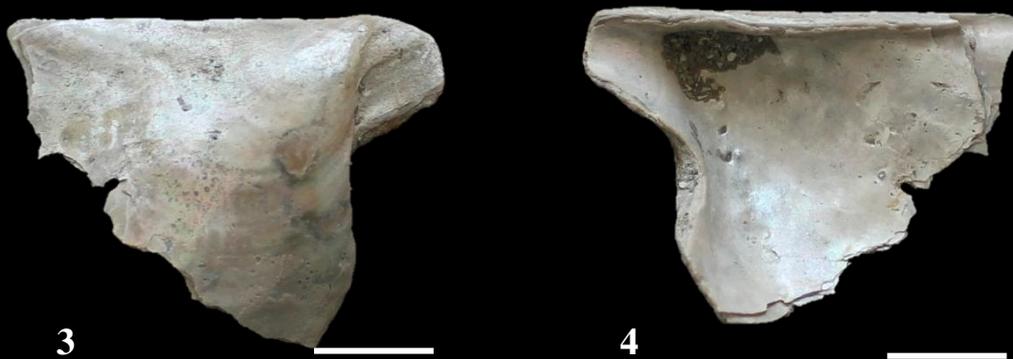
Ostrea edulis LINNAEUS, 1758 – agregado de valvas esquerdas com fragmento de *Atrina* sp. (5) (RP-VF4-B118).

ESTAMPA XXXI
PINNIDAE LEACH, 1819



Atrina sp. – vista lateral externa (1) e interna (2) de fragmento umbonal de VE (RP-VF4-B044).

PTERIIDAE GRAY, 1847 (1820)



Pteria hirundo (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (3) e interna (4) de fragmento umbonal de VD (RP-VF3-B118).

HIATELLIDAE GRAY, 1824



Hiatella rugosa (LINNAEUS, 1767) – vista lateral externa (5) de VE (RP-VF3-B017).

ESTAMPA XXXII
PECTINIDAE RAFINESQUE, 1815

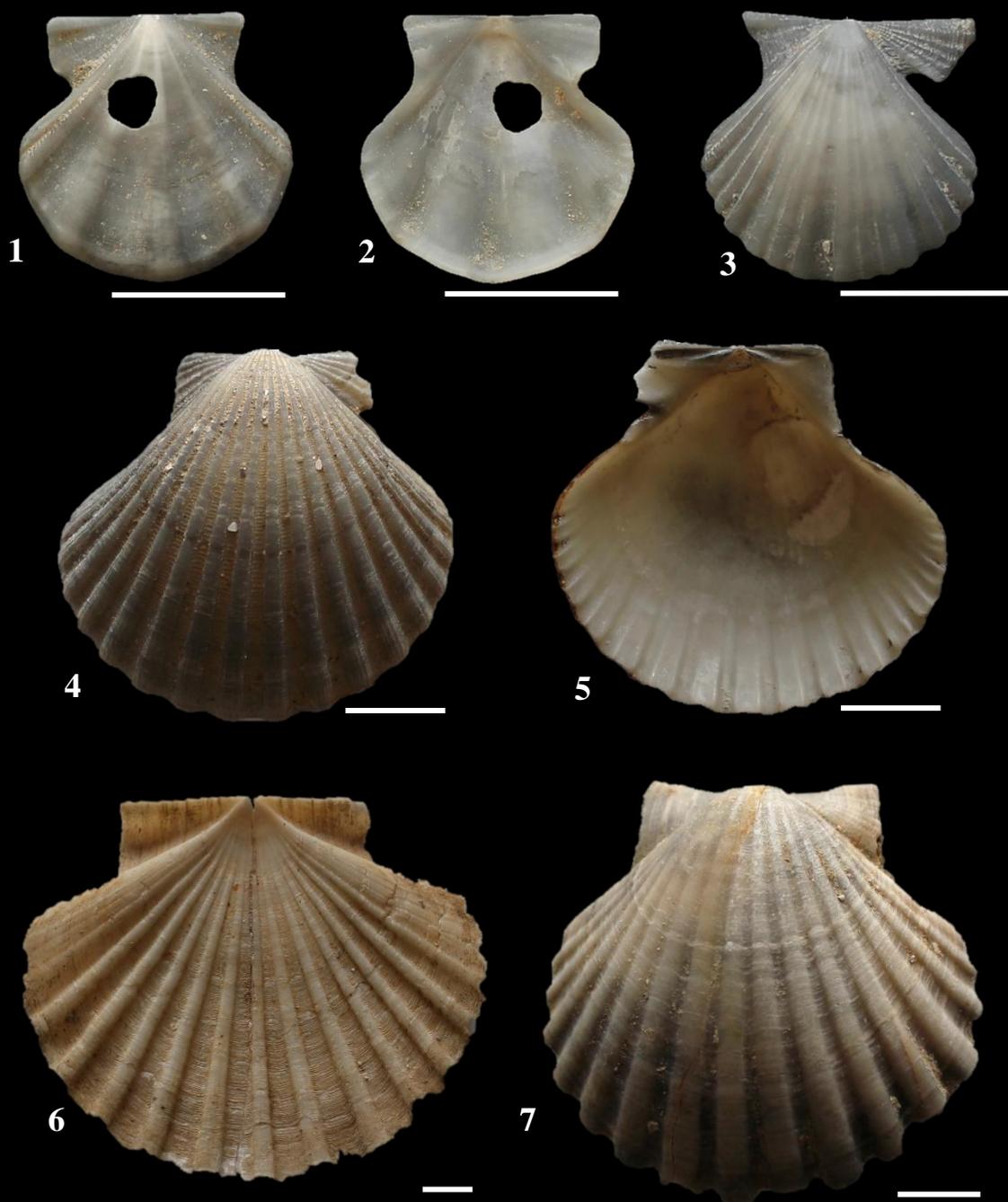


Palliolum excisum (BRONN, 1831) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF4-B265); externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF4-B255).

Similipecten similis (LASKEY, 1811) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VE, externa (7) e interna (8) de VD.

Cada escala representa 1 cm salvo indicação contrária

ESTAMPA XXXIII
PECTINIDAE RAFINESQUE, 1815



Flexopecten flexuosus (POLI, 1795) – vista lateral externa (1) e interna (2) da VE (RP-VF3-B601); e externa da VD (RP-VF3-B611).

Aequipecten opercularis (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (5) e interna (6) da VD RP-VF4-B277.

Pecten benedictus LAMARCK, 1819 – vista lateral externa da VE (6) (RP-VF4-B281) e VD (7) RP-VF4-B279.

Cada escala representa 1 cm

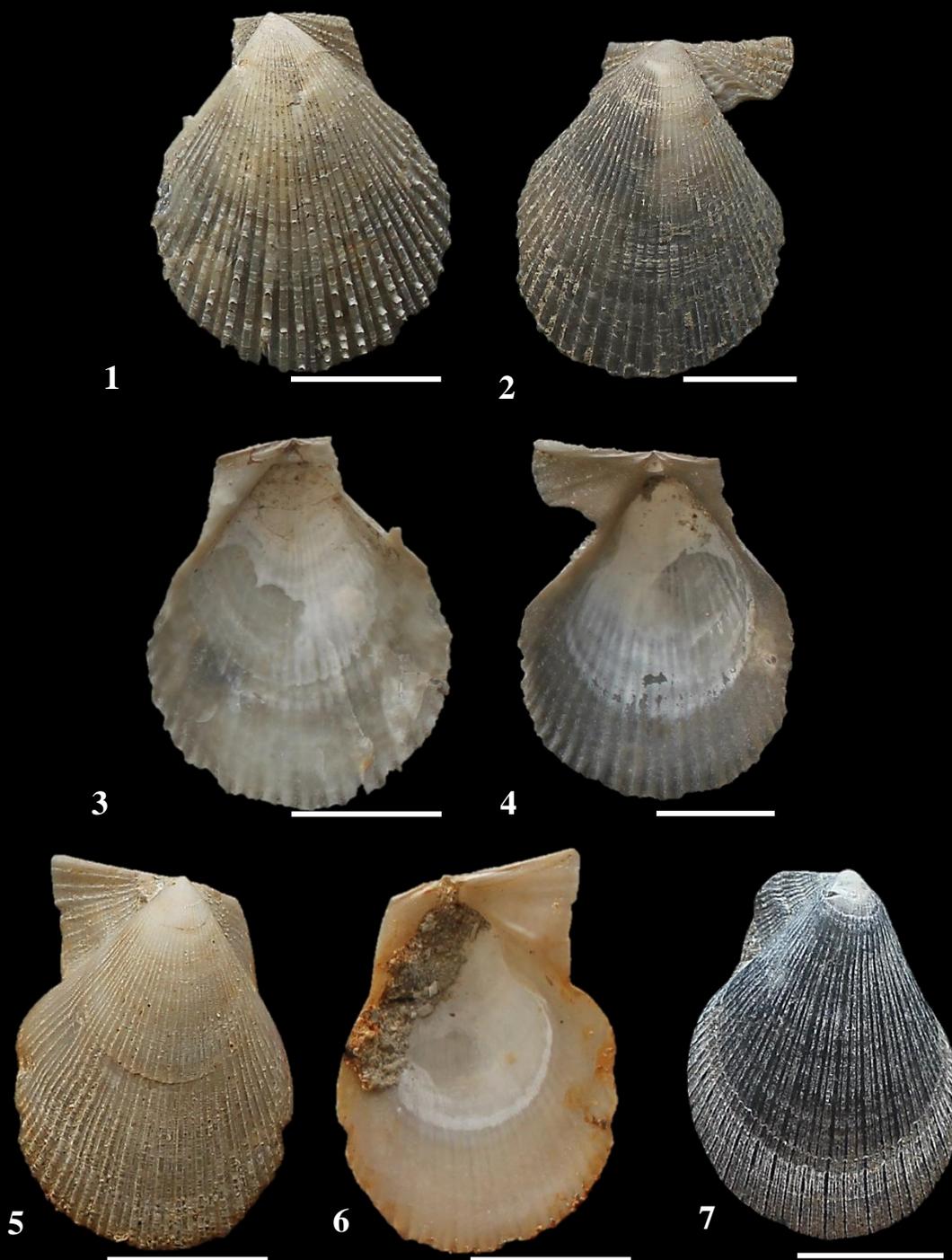
ESTAMPA XXXIV
PECTINIDAE RAFINESQUE, 1815



Hinnites crispus (BROCCHI, 1814) – vista lateral externa (1) e interna (2) de VE (RP-VF2-B015).
Hinnites ercolanianus COCCONI, 1873 – vista lateral externa (3) e interna (4) de VE (RP-VF2-B012).

Cada escala representa 1 cm

ESTAMPA XXXV
VENERIDAE RAFINESQUE, 1815



Mimachlamys varia (LINNAEUS, 1758) – vista lateral externa (1) e interna (3) de VE (RP-VF3-B579); externa (2) e interna (4) de VD (RP-VF3-B572).

Talochlamys multistriata (POLI, 1795) – vista lateral externa (5) e interna (6) de VE (RP-VF4-B276); externa (7) de VE (RP-VF3-B594).

