

PAULO Alexandre Rodrigues Roque LEGOINHA

**Biostratigrafia de Foraminíferos
do Miocénico de Portugal**

(Baixo Tejo e Algarve)

Lisboa

2001

UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Ciências da Terra

**Biostratigrafia de Foraminíferos
do Miocénico de Portugal**
(Baixo Tejo e Algarve)

PAULO Alexandre Rodrigues Roque LEGOINHA

Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Doutor em Geologia, especialidade de Estratigrafia e Paleobiologia, pela Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia. A presente Dissertação foi realizada no âmbito das actividades do CENTRO DE ESTUDOS GEOLÓGICOS (FCT) e dos Projectos Praxis XXI, FCT ("Neogénico e Quaternário da margem atlântica da Ibéria e transformações globais", 1996-1999) e STRIDE STRA/CEN/556 ("Marine and continental environments of the Lower Tagus Neogene. Correlations").

Orientador: Prof. Doutor Miguel Telles Antunes

Lisboa
2001

Preâmbulo e agradecimentos

Aquando da minha contratação como assistente estagiário da UNL, em 1990, o Prof. Miguel Telles Antunes sugeriu como tema de investigação científica os Foraminíferos do Miocénico da Bacia do Baixo Tejo. Justificava-se plenamente o estudo deste grupo dada a sua importância na datação de alta resolução de séries marinhas e a ausência de estudos aprofundados em Portugal. O Miocénico da parte vestibular (região de Lisboa e Península de Setúbal), constituído por uma sucessão do Aquitaniano ao Tortoniano, de grande riqueza paleontológica, com registo de transgressões e regressões, tinha boas condições para o estabelecimento de correlações directas entre os domínios marinho e continental. Acrescia a posição geográfica privilegiada de Portugal, no limite entre os domínios atlântico e mediterrâneo e que importa comparar com a costa leste da América do Norte. Mais tarde, estendeu-se o estudo à região algarvia constituída por uma sucessão litostratigráfica diferente da da BBT — Miocénico inferior a médio carbonatado e Miocénico superior siliciclástico, melhor representado.

Nesta dissertação apresenta-se a Biostratigrafia de Foraminíferos do Miocénico da Bacia do Baixo Tejo e Algarve de forma sintética e integrada com outros dados de valor cronológico (mamíferos, datações isotópicas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e de glauconite — K/Ar). É fruto de trabalhos desenvolvidos nos últimos 25 anos, no âmbito da Linha nº 1 do actual Centro de Estudos Geológicos (FCT), ex-CEPUNL. Muitos resultados foram objecto de publicações e comunicações científicas em Portugal e no Estrangeiro (Espanha, França); em parte, podem ser acedidos via internet através da página <http://www.dct.fct.unl.pt/PLegoinha/PLDCT.html>

Ao longo dos últimos dez anos, a minha formação e desenvolvimento científico beneficiou muito do trabalho conjunto com os especialistas da Linha de Investigação nº 1 do Centro de Estudos Geológicos do DCT/UNL — Prof. Telles Antunes (Estratigrafia, Paleontologia dos vertebrados), Prof. João Pais (Estratigrafia e Palinologia), Doutor A. Nascimento (Ostracodos). No âmbito de projectos de investigação, de cursos, estágios e de congressos internacionais tive contactos com especialistas estrangeiros de domínios científicos afins — Jorge Civis, Francisco Sierro, Angel González-Delgado e Gaspar Alonso da Univ. Salamanca (Espanha);

G. Francés Pedraz da Univ. Vigo (Espanha); Cristino Dabrio da Univ. Complutense de Madrid (Espanha); Bruno Cahuzac da Univ. Bordeaux (França); H. Elderfield da Univ. Cambridge (Inglaterra); Cor Langereis da Univ. Utrecht (Holanda) e Thomas Brachert da Univ. Mainz (Alemanha).

Quero manifestar o meu profundo reconhecimento a pessoas e instituições sem as quais não teria sido possível este estudo:

— Ao Prof. Telles Antunes, meu orientador de tese, a minha gratidão pelo interesse e incentivo constantes; devo-lhe muitos ensinamentos e indicações relativos a história e protagonistas do conhecimento, a geologia, a paleontologia (com realce para mamíferos) e a bibliografia do Neogénico português.

Agradeço-lhe a revisão crítica e minuciosa do texto desta dissertação; as suas correções muito o valorizaram em objectividade, síntese e homogeneidade de critério.

— Ao Prof. João Pais, o meu grande apreço pelo seu apoio permanente. Muito estimo o acompanhamento e ajuda que deu em todos os trabalhos de campo. O seu conhecimento profundo da cartografia e estratigrafia dos depósitos neogénicos portugueses permitiu-me aprendizagem mais rápida e melhor formulação e fundamentação de hipóteses.

Grande parte do trabalho de ilustração dos foraminíferos ao microscópio electrónico não teria sido possível sem a sua colaboração. Foram preciosas as indicações relativas à edição informática do texto e ao tratamento de imagens. As fotografias de campo são na maior parte da sua autoria.

— Ao Doutor António Nascimento (CEG/FCT) agradeço as informações e debates acerca do significado biostratigráfico e paleoecológico das associações de ostracodos da BBT.

— Ao Prof. Francisco Sierrro (Univ. Salamanca) estou grato por me ter introduzido ao estudo sistemático dos foraminíferos planctónicos, pela revisão de algumas das determinações efectuadas e por indicações várias acerca do significado biostratigráfico das associações planctónicas.

As descrições e sínteses sobre a taxinomia e sistemática de espécies da Bacia do Guadalquivir, apresentadas na sua Tese de Doutoramento, constituem uma fonte de consulta de grande valor científico.

— Ao Doutor *G. Francés Pedraz* (Univ. Vigo), com quem tive oportunidade de esclarecer aspectos relativos à taxinomia e sistemática dos bentónicos, estou reconhecido pela cedência de bibliografia e da sua Tese de Doutoramento com excelentes descrições e discussões taxinómicas sobre foraminíferos bentónicos do Atlântico Norte.

— Ao Prof. *Jorge Civis Llovera*, do Dep. de Paleontologia da Univ. Salamanca, quero agradecer o acolhimento amistoso, bibliografia diversa e todas as facilidades concedidas durante os estágios que ali efectuei.

— Ao Prof. *P. Proença Cunha* (Univ. Coimbra) agradeço diversas sugestões relativas à interpretação dos dados e o constante encorajamento.

— Ao Dr. *G. Manuppella* (IGM), o meu obrigado pelo interesse manifestado e pela cedência de alguma bibliografia pessoal.

— À Dra. *Lígia Sousa* (DCT/UNL) pela sua amizade, bem como pela ajuda empenhada e atenta na detecção final de erros tipográficos e revisão bibliográfica.

Cabe ainda uma palavra de reconhecimento:

— A colegas do DCT/UNL, nomeadamente Prof. *José Kullberg*, Eng. *Joaquim Simão*, Eng. *Carlos Galhano*, Dr. *Mário Estevens* e Eng. *João Rodrigues*, que sempre tiveram uma palavra de ânimo e/ou se dispuseram a auxiliar em tarefas académicas quando necessário.

— À Dra. *Fátima Antunes* pela ajuda prestada no desenho de algumas figuras e à *Eduarda Ferreira* pelo tratamento laboratorial de amostras.

— À FCT/UNL e ao seu Director, Prof. *Leopoldo Guimarães*, pelas condições técnicas e financeiras, bem como pela concessão de dispensa de serviço docente durante o ano lectivo 1999/2000.

— Aos Professores de Geologia da Universidade de Coimbra, onde me licenciiei e fui Monitor .

SUMÁRIO

Apresenta-se um estudo de foraminíferos do Miocénico português.

Foram observados pormenorizadamente uma trintena de afloramentos na Bacia do Baixo Tejo e no Algarve, sendo 22 considerados nesta dissertação. Foram colhidas e tratadas perto de 200 amostras; cerca de 130 revelaram-se produtivas. Triaram-se e classificaram-se foraminíferos planctónicos (cerca de 50 espécies) e bentónicos (53 géneros).

Referem-se os métodos e técnicas, assim como os investigadores e publicações relacionados com o estudo deste grupo em Portugal.

Pesquisou-se informação cronológica relativa a 20 marcadores biostratigráficos identificados no Miocénico português.

Indica-se a composição de faunas de foraminíferos bentónicos de ambientes actuais (mangais e pântanos litorais, lagunares, litorais, infralitorais, circalitorais, batiais e euxínicos).

Apresentam-se o enquadramento geológico e uma resenha bibliográfica concernentes à estratigrafia e paleontologia do Miocénico da Bacia do Baixo Tejo (região vestibular) e do Algarve.

Para cada um dos 22 cortes tratados são apresentados: localização, descrição e/ou enquadramento geológico, foraminíferos planctónicos e bentónicos, interpretação biostratigráfica e paleoambiental, e datações isotópicas.

Aplicam-se conceitos de estratigrafia sequencial; retoma-se o problema da definição e caracterização de sequências deposicionais na Bacia do Baixo Tejo e datam-se os respectivos limites (disconformidades). Estabelece-se correspondência com ciclos eustáticos de 3ª ordem (Haq *et al.*, 1987). Analisam-se a variação da subsidência e o controlo tectónico.

As jazidas de mamíferos da BBT foram enquadradas na escala cronológica marinha através de correlações directas com marcadores planctónicos e datações isotópicas.

Relativamente ao Algarve, melhora-se o posicionamento cronostratigráfico dos sedimentos de Albardeira, Mem Moniz, Quelfes e Cacela (Formação de Cacela) bem como da Formação Carbonatada de Lagos-Portimão.

Compara-se o Miocénico do Algarve com o do Baixo Tejo e estabelece-se equivalência entre algumas descontinuidades principais.

Foram elaborados quadros-síntese com a ocorrência das espécies planctónicas e dos géneros bentónicos nos afloramentos estudados. As características distintivas dos géneros e espécies planctónicas são descritas no capítulo dedicado à sistemática dos foraminíferos.

Apresentam-se conclusões.

Incluem-se estampas com fotografias de foraminíferos e aspectos dos cortes estudados.

ABSTRACT

A study on the foraminifera from the Miocene of Portugal is presented.

Representative sections from the Lower Tagus Basin and Algarve (Southern Portugal) were studied. Almost 200 samples were collected and processed, ca 130 being productive.

History of Miocene foraminiferal research in Portugal is referred, as well as the geological framework and previous research concerning the stratigraphy and palaeontology from the distal part of the Lower Tagus Basin and Algarve.

Chronologic information (FAD and LAD) was searched for 20 biostratigraphic marker species. A brief synthesis on the composition of benthic faunas from modern environments is presented.

For each of the 22 sections dealt with, the following subjects were discussed: location, geology, planktic and benthic foraminifera, biostratigraphy, paleoenvironmental interpretation and isotopic ages.

Sequence Stratigraphy concepts are applied for redefinition and characterization of depositional sequences of the Lower Tagus Basin. The concerned boundaries are dated. Correspondance with 3rd order cycles (Haq *et al.*, 1987) is established. Local subsidence rates are estimated, and subsidence and tectonics discussed. Mammal sites (and continental bio-events) are accurately placed on the marine time scale through direct correlations with planktic foraminifera markers and isotopic ages.

In Algarve, dating of sediments from Albardeira, Mem Moniz, Quelfes, Cacela (Cacela Formation) and from Lagos-Portimão Formation has been improved. Comparisons with the Lower Tagus Basin succession are made. The possible equivalence of some disconformities from the two regions is suggested.

The main conclusions of this study are:

- About 50 planktic species and 53 benthic genera were identified.

- The planktic biozonal scheme was established: Blow's zones N5-N6, N7, N8, N9, N10-13, N14, N15, N16, N17 were characterized.
- Vertical and lateral facies changes in the Lower Tagus Basin were detailed. Ten depositional sequences (DS) were defined and the concerned boundaries (Dn - disconformities related with transgressive surfaces) were dated:

Tortonian: D10 - < 10 Ma (DST1-DST2);

Serravallian: D9 - 11.6 Ma (DSS2-DST1);

Serravallian: D8 - 12.7 Ma (DSS1-DSS2);

Langhian: D7 - 15.3 Ma (DSL1-DSS1);

Burdigalian/Langhian boundary: D6 - 16.4 Ma (DSB2-DSL1);

Burdigalian: D5 - 17.8 Ma (DSB1-DSB2);

Burdigalian: D4 - 19 Ma (DSB1-DSB2);

Burdigalian: D3 - 20 Ma (DSA2-DSB0);

Aquitania: D2 - 21 Ma (DSA1-DSA2);

Aquitania: D1 - 23 Ma (beginning of the miocene sedimentation; DSA1).

- Significant increase of thickness between Cacilhas and Fonte da Telha seems to confirm a *graben* related to the 2 branches of the Tagus fault.
- The Miocene succession is strongly condensed in the Foz da Fonte - Ribeira das Lages sector (SW of Setúbal Peninsula). A hiatus from Upper Burdigalian to Langhian is contemporaneous of the tectonic phase that has been characterized at Portinho da Arrábida (17 Ma).
- *Gomphotherium* appears ca. 18 Ma, when *Brachyodus* had its last occurrence.
- *Megacricetodon primitivus* is present between 17 and 16 Ma.
- In the Burdigalian/Langhian transition, a shift from glirid to cricetid predominance is registered.
- MN5 extends to 14.5 Ma; *Hispanotherium* occurs between the FAD of *Praeorbulina* and the FAD of *Orbulina universa*.
- Levels containing the first *Hipparion* (Ribatejo region) are correlative of unit VIIa (DS T1).
- As far as chronostratigraphy is concerned, Sr isotopic ages show:
 - excellent correlation in the Lower Miocene;

- good correlation (but eventually rather large error margins) in the Middle Miocene;
 - poor correlation (with large error margins) in the Upper Miocene.
-
- *Neogloboquadrina acostaensis* and *N. humerosa* from Mem Moniz point out to the Upper Miocene (Tortonian, upper part of N16 or N17). Mem Moniz is correlative of the Cacela Formation.
 - Cacela and Fábrica are correlated with the interval between events 1 and 2 (7.512 and 7.35 Ma) of the Guadalquivir basin (Sierro *et al.*, 1993).
 - At Quelfes, *Globorotalia miotumida* and *G. menardii* (dext.) allow correlation with event 3 (7.24 Ma); *Globorotalia conomiozea* (top of the outcrop) suggests a Messinian age (7.12 Ma).
 - Glauconite from Luz de Tavira region (sediments correlative of Quelfes) yielded K/Ar ages of 6.88 ± 0.4 Ma and 7.03 ± 0.4 Ma; these ages fit well with the planktic biostratigraphy.
 - In the Lagos-Portimão Formation, disconformities between 16.2 and 17.5 Ma, and between 14.6 and 15.5 Ma can respectively be correlated to D6 and D7 of the Lower Tagus Basin. Carbonate to siliciclastic sedimentation transition can be correlated with the Lower Tagus Basin D9 .
 - In Algarve, sedimentation proceeded during the Upper Tortonian to the Lower Messinian, while the distal part of the Lower Tagus Basin was under erosive conditions.
 - Occurrence of abundant heterosteginids in the Upper Miocene from Algarve shows that the decrease of water temperature was less important in this region under mediterranean influence. In the Lower Tagus Basin (atlantic domain), concentrations of heterosteginids are only known in the Lower Miocene.

SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES

BBT - Bacia do Baixo Tejo.

CEG/FCT - Centro de Estudos Geológicos / Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

D - Disconformidade.

DSPD (*Deep Sea Drilling Project*) - Projecto global de sondagens para estudo dos fundos oceânicos; decorreu nas décadas de 70 e 80.

FAD (*first appearance datum*) - Dado de primeiro aparecimento.

FOD (*first occurrence datum*) - Dado de primeira ocorrência.

LAD (*last appearance datum*) - Dado de último aparecimento.

MN (*Mammals, Neogene*) - Zona de mamíferos.

NN - Biozona de nanoplâncton calcário.

N4-N23 - Biozonas de foraminíferos do Neogénico, segundo Blow (1969).

ODP (*Ocean Drilling Program*) - Programa actual homólogo do DSDP.

PABG - Plataforma Algarvia e Bacia do Guadalquivir (parte portuguesa).

SD - Sequência deposicional.

ÍNDICE DE MATÉRIAS

	pág.
Preâmbulo e agradecimentos	iii
Sumário	vii
Abstract	ix
Simbologia e Notações	xiii
ÍNDICES	
Índice de Matérias	xv
Índice de Figuras	xix
Índice de Quadros	xxv
INTRODUÇÃO	1
Enquadramento geológico	3
Objectivos	8
Métodos e técnicas	9
Estudos sobre foraminíferos do Miocénico português	11
ESCALAS DE TEMPO E CRONOLOGIA DOS MARCADORES BIOSTRATIGRÁFICOS	13
FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS E CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DAS FAUNAS ACTUAIS	18
BACIA DO BAIXO TEJO	21
Sinopse histórica	23
O Miocénico do sector distal da Bacia do Baixo Tejo	30
Cortes geológicos	
Portinho da Arrábida	39
Vila Nogueira de Azeitão e Quinta do Anjo	46
Foz da Fonte	57
Penedo Sul	63
Penedo Norte	68
Ribeira das Lages	73
Cristo Rei	77
Quinta das Rosas	85
Pica-Galo (Trafaria)	89
Costa de Caparica	93
Foz do Rego	96
Fonte da Telha	100
Carcavelos	104
FCT / UNL	xv

Estratigrafia sequencial	
Conceitos gerais	109
Sequencias deposicionais do Miocénico da Bacia do Baixo Tejo	113
Cronologia dos limites das sequencias deposicionais	125
Variações do nível do mar	126
Subsidência e controlo tectónico (Falhas do Tejo)	128
Cronologia de bio-eventos marinhos e continentais	136
PLATAFORMA ALGARVIA E BACIA DO GUADALQUIVIR (PARTE PORTUGUESA)	139
Sinopse histórica	141
O Miocénico da plataforma algarvia e Bacia do Guadalquivir (parte portuguesa)	149
Cortes geológicos	
Albardeira	152
Praia da Rocha	154
Mem Moniz	158
Quelfes	161
Cacela	166
Síntese cronostratigráfica	171
COMPARAÇÃO DO MIOCÉNICO DA PABG COM O DA BBT	181
OCORRÊNCIA DE FORAMINÍFEROS NOS CORTES ESTUDADOS	
Planctónicos	185
Bentónicos	186
SISTEMÁTICA	
1. Foraminíferos planctónicos	
Fam. Candeinidae	
<i>Globigerinita glutinata</i>	189
Fam. Catapsydracidae	
<i>Catapsydrax unicavus</i>	190
<i>Dentoglobigerina altispira</i> morf. <i>altispira</i>	191
<i>Dentoglobigerina altispira</i> morf. <i>globosa</i>	191
<i>Globoquadrina baroemouensis</i>	191
<i>Globoquadrina dehiscens</i>	191
<i>Globoquadrina praedehiscens</i>	191
<i>Globorotaloides suteri</i>	192
Fam. Globigerinidae (sub-família Globigerininae)	
<i>Globigerina (G.) angustiumbilitata</i>	193
<i>Globigerina (G.) bulloides</i>	193
<i>Globigerina (G.) bulloides</i> morf. <i>umbilicata</i>	193
<i>Globigerina (G.) falconensis</i>	193
<i>Globigerina (G.) praebulloides</i>	193

<i>Globigerina (G.) quinqueloba</i>	194
<i>Globigerina (Z.) apertura</i>	194
<i>Globigerina (Z.) druryi</i>	194
<i>Globigerina (Z.) woodi</i>	194
<i>Globigerinella aequilateralis</i>	195
<i>Globigerinella obesa</i>	195
<i>Globigerinella pseudobesa</i>	195
<i>Globigerinoides altiapertura</i>	196
<i>Globigerinoides bisphericus</i>	197
<i>Globigerinoides bulloideus</i>	197
<i>Globigerinoides elongatus</i>	197
<i>Globigerinoides extremus</i>	197
<i>Globigerinoides immaturus</i>	197
<i>Globigerinoides mitra</i>	197
<i>Globigerinoides obliquus</i>	198
<i>Globigerinoides quadrilobatus</i>	198
<i>Globigerinoides sacculifer</i>	198
<i>Globigerinoides seigliei</i>	198
<i>Globigerinoides subquadratus</i>	198
<i>Globigerinoides trilobus</i>	198
<i>Sphaerodinellopsis disjuncta</i>	199
Fam. Globigerinidae (sub-família Orbulininae)	
<i>Orbulina universa</i>	200
<i>Orbulina suturalis</i>	200
<i>Praeorbulina glomerosa</i>	200
<i>Praeorbulina sicana</i>	200
<i>Praeorbulina transitoria</i>	201
Fam. Globorotaliidae	
<i>Globorotalia (F.) peripheroronda</i>	202
<i>Globorotalia (G.) conomiozea</i>	202
<i>Globorotalia miotumida</i>	203
<i>Globorotalia (H.) scitula</i>	203
<i>Globorotalia (J.) acrostoma</i>	204
<i>Globorotalia (J.) mayeri</i>	204
<i>Globorotalia grupo menardii</i>	204
<i>Neogloboquadrina acostaensis</i>	205
<i>Neogloboquadrina continuosa</i>	205
<i>Neogloboquadrina humerosa</i>	205
Fam. Pulleniatinidae	
<i>Globigerinopsis aguasayensis</i>	206
2. Foraminíferos bentónicos (Géneros)	207
IDADES DE ISÓTOPOS DE Sr	211
CONCLUSÕES	215
BIBLIOGRAFIA	221
ESTAMPAS	241

ÍNDICE DE FIGURAS

	pág.
Fig. 1 - Principais cordilheiras e Bacias terciárias da Península Ibérica (Sabaris <i>in</i> Teixeira, 1981, Fig. 2, p. 2. Modificado).	4
Fig. 2 - Principais depósitos cenozóicos de Portugal.	5
Fig. 3 - Cartografia geológica (1:500 000, Antunes & Pais <i>in</i> Oliveira <i>et al.</i> , 1992) da parte distal da Bacia do Baixo Tejo, região de Lisboa e Península de Setúbal: ML - afloramentos miocénicos.	6
Fig. 4 - Cartografia geológica (1:500 000, Antunes & Pais <i>in</i> Oliveira <i>et al.</i> , 1992) do Algarve. Afloramentos miocénicos: M _{LP} - Formação de Lagos-Portimão; M _C - Miocénico de Cacela. Afloramentos paleogénicos: Ø _G - Conglomerados e argilitos da Guia.	7
Fig. 5 - Método de observação e triagem.	10
Fig. 6 - Perfil geológico entre a Serra de Sintra e a Serra da Arrábida, segundo Eschwege (1831): A - Granito; B - Porphydo feldspathico; D - Spatho fetido; E - Calcarea Alpino; F - Grés de Nebra com lenhitos; G - Calcarea de Jura com bancos de Hippurites, e ninhos e cintas de pederneiras; H - Grés antigo; m - Basaltos; n - Trachytes. Formação terciária: 1. Bancos de petrificações de conchas; 2. Argila plastica; 3. Grés verde com marnes; 4. Calcarea grosseiro.	25
Fig. 7 - Perfil geológico entre Sintra e Setúbal (Sharpe, 1834). Notem-se: i) indicação da estratificação; ii) individualização do "Lower Tertiary Conglomerate" (Paleogénico), das "Almada beds" (Miocénico) e da "Upper Tertiary Sands".	26
Fig. 8 - Perfil geológico interpretativo da Península de Setúbal: indicam-se os limites correspondentes aos andares miocénicos de acordo com os elementos biostratigráficos e cartográficos obtidos por investigadores do Centro de Estudos Geológicos da UNL (Antunes <i>et al.</i> , 1996; Antunes <i>et al.</i> , 1999; Antunes <i>et al.</i> , 2000a), modificado de Cabral (1995). 1- aluviões (Holocénico); 2 - dunas eólicas (Holocénico); 3 - Formação de Marco Furado (Plio-Quaternário); 4 - Pliocénico; 5 - Miocénico (A - Aquitaniano, B - Burdigaliano, L - Langhiano, S - Serravaliano, T - Tortoniano); 6 - Paleogénico; 7 - Complexo Vulcânico de Lisboa (Cretácico superior); 8 - Mesozóico; 9 - cavalgamento; 10 - testemunhos de superfície de aplanção; 11 - vestígios superficiais de depósitos com seixos pequenos; 12 - nível de erosão II balanceado para N, em direcção ao Mar da Palha, no interior da Península de Setúbal; IN e IS - superfície de erosão superior; IIN e IIS - superfície de erosão inferior.	32
Fig. 9 - Perfis levantados por Cotter em Lisboa e por Choffat nos arredores (Choffat, 1950).	33
Fig. 10 - Esquema estratigráfico do Miocénico da região de Lisboa (Cotter, 1903-4); correspondência com a escala cronostratigráfica de Berggren <i>et al.</i> 1995 (Antunes <i>et al.</i> , 2000).	34
Fig. 11 - Correlação entre colunas litostratigráficas de Lisboa, da região oriental e da Bacia de Quintanelas (Choffat, 1950). São de notar as importantes variações laterais de fácies e de espessura.	35

- pág.
- 36 Fig. 12 - Litologia, cronostratigrafia, condições ambientais e principais acontecimentos na Bacia do Baixo Tejo (Antunes & Pais, 1993).
- 37 Fig. 13 - Quadro estratigráfico para o Miocénico do sector distal da Bacia do Baixo Tejo — Lisboa e Península de Setúbal (Antunes *et al.*, 1999).
- 38 Fig. 14 - Modelos paleogeográficos da Bacia do Baixo Tejo durante o Miocénico (Antunes *et al.*, 1999).
- 41 Fig. 15 - Cartografia geológica (1:50 000, Manuppella *et al.*, 1995) da área de Portinho da Arrábida. O rectângulo delimita a parte estudada.
- 42 Fig. 16 - Interpretação estrutural do Miocénico do Portinho da Arrábida (Kullberg *in* Pais *et al.*, 1991).
- 43 Fig. 17 - Perfil geológico interpretativo de Portinho da Arrábida (Ribeiro *in* Ribeiro *et al.*, 1979, p. 24, fig. 2.12).
- 43 Fig. 18 - Bloco-diagrama de Portinho da Arrábida (Pais *et al.*, 1991).
- 44 Fig. 19 - Colunas litológicas e datações do Miocénico do flanco Sul da Serra da Arrábida (Pais *et al.*, 1991).
- 48 Fig. 20 - Cartografia geológica do flanco N da Serra da Arrábida (1:50 000, Manuppella *et al.*, 1995); localização dos perfis estudados (A-B e C-D).
- 49 Fig. 21 - Perfis geológicos no flanco Sul do sinclinal de Albufeira entre Vila Nogueira de Azeitão e Quinta do Anjo; a respectiva localização está indicada na Fig. 20; os números correspondem às paragens referidas na descrição do corte. Original.
- 55 Fig. 22 - Enquadramento estratigráfico para o Miocénico do sector oriental do flanco Norte da Serra da Arrábida, entre Vila Nogueira de Azeitão e Qta do Anjo. Original.
- 58 Fig. 23 - Localização de cortes a Sul da Lagoa de Albufeira; Carta geológica (1: 50 000, Manuppella *et al.*, 1995): M_{FF} - Calcarenitos e Margas de Foz da Fonte; M_{Pe} - Depósitos glauconíticos de Penedo; M_L - Depósitos de Ribeira das Lages.
- 59 Fig. 24 - Interpretação biostratigráfica do corte de Foz da Fonte. Magnetostratigrafia segundo Sen *et al.* (1992).
- 64 Fig. 25 - Corte de Penedo Sul: amostras, biozonas de foraminíferos e idades isotópicas.
- 69 Fig. 26 - Corte de Penedo Norte: amostras, biozonas de foraminíferos e idades isotópicas.
- 74 Fig. 27 - Corte de Ribeira das Lages: amostras, biozonas de foraminíferos e idades isotópicas.
- 77 Fig. 28 - Localização dos cortes de Cristo Rei e Quinta das Rosas.

	pág.
Fig. 29 - Representação esquemática da geologia da arriba do Monumento a Cristo-Rei (Antunes <i>et al.</i> , 1999b). Biozonas de foraminíferos (N), nanoplâncton (NN) e mamíferos (MN).	78
Fig. 30 - Corte de Cristo Rei: amostras, foraminíferos planctónicos e pequenos mamíferos; biostratigrafia (Antunes <i>et al.</i> , 1996; modificado).	81
Fig. 31 - Corte de Cristo Rei: amostras, foraminíferos bentónicos e ostracodos; paleoambientes (Antunes <i>et al.</i> , 1996).	82
Fig. 32 - Corte de Quinta das Rosas: amostras, foraminíferos planctónicos e biostratigrafia (Antunes <i>et al.</i> , 1996).	86
Fig. 33 - Corte de Quinta das Rosas: amostras, foraminíferos bentónicos e ostracodos (Antunes <i>et al.</i> , 1996).	87
Fig. 34 - Localização do corte de Pica-Galo (Trafaria). Carta geológica 1: 50 000 (Zbyszewski, 1963).	90
Fig. 35 - Enquadramento cronostratigráfico do corte de Pica-Galo (Trafaria) (Sen <i>et al.</i> , 1992, modificado).	91
Fig. 36 - Corte de Costa de Caparica (Antunes <i>et al.</i> , 1990b).	94
Fig. 37 - Localização do corte de Foz do Rego. Carta geológica 1:50 000 (Zbyszewski, 1963).	97
Fig. 38 - Corte de Foz do Rego (Antunes <i>et al.</i> , 1990).	98
Fig. 39 - Localização do corte de Fonte da Telha. Carta geológica 1:50 000 (Manuppella <i>et al.</i> , 1997).	101
Fig. 40 - Enquadramento cronostratigráfico do corte de Fonte da Telha; biozonas de foraminíferos e datação isotópica.	102
Fig. 41 - Localização do corte de Carcavelos. Carta geológica 1:50 000 (Ramalho <i>et al.</i> , 1981).	104
Fig. 42 - Corte de Carcavelos. Distribuição de foraminíferos e palinóforos. Enquadramento cronostratigráfico (Legoinha <i>et al.</i> , 1998).	105
Fig. 43 - Miogipsinídeos com importância biostratigráfica do corte de Carcavelos (Caralp & Hagnauer, 1969): integração com biozonas de planctónicos e datações isotópicas (Legoinha <i>et al.</i> , 1998) e correlação com a escala de biozonas de grandes foraminíferos bentónicos do Oligocénico e Miocénico da Europa (Cahuzac & Poignant, 1997).	107
Fig. 44 - Burdigaliano e Langhiano da Bacia do Baixo Tejo. Jazigos de mamíferos (entre outros): 1 - Quinta do Narigão; 2 - Quinta das Pedreiras, Quinta do Pombeiro; 3 - Quinta da Farinheira; 4 - Chelas (Antunes <i>et al.</i> , 1996).	114
Fig. 45 - Principais bioeventos de foraminíferos planctónicos do flanco Sul do sinclinal de Albufeira (Legoinha, 1998).	115

- pág.
- 116 Fig. 46 - Enquadramento estratigráfico do Miocénico do sector distal da Bacia do Baixo Tejo (Antunes *et al.*, 2000a).
- 129 Fig. 47 - Correlação entre cortes e sondagens desde o sector de Foz da Fonte - Ribeira das Lages (Península de Setúbal) até à região de Lisboa (Antunes *et al.*, 2000a).
- 132 Fig. 48 - Variação da taxa de subsidência (m/Ma) nas diferentes colunas estudadas: FF- Foz da Fonte; RL - Ribeira das Lages; CH - Charneca (AC8); Corr - Corroios (AC2); AL - Almada; Li - Lisboa; Am - Ameixoeira; SIA - Santa Iria da Azóia.
- 135 Fig. 49 - Localização das colunas estratigráficas estudadas: Foz da Fonte-Ribeira das Lages; Charneca (AC8); Corroios (AC2); Almada; Lisboa; Ameixoeira e Santa Iria da Azóia. A tracejado indicam-se os dois ramos da Falha do Tejo, segundo Conde (1983).
- 145 Fig. 50 - Miocénico do Algarve. Unidades principais, correlações, datação e dados complementares (Antunes *et al.*, 1981b).
- 146 Fig. 51 - Distribuição dos principais afloramentos (a negro) do Miocénico do Algarve. Estão indicados os limites aproximados das áreas afectadas pelas transgressões marinhas do Miocénico inferior (1), médio (2), médio superior - início superior (3) e terminal (4) (Antunes *et al.*, 1981b).
- 147 Fig. 52 - Correlação entre cortes de Cacela, Quelfes e Galvanas com o Miocénico da Bacia do Guadalquivir (Huelva) (Antunes *et al.*, 1990a).
- 150 Fig. 53 - Enquadramento estratigráfico do Cenozóico do Algarve (Antunes *et al.*, 2000b).
- 152 Fig. 54 - Localização dos afloramentos de Albardeira (Lagos). Carta geológica da região do Algarve, esc. 1:100 000 (Oliveira *et al.*, 1984).
- 155 Fig. 55 - Coluna litostratigráfica do Miocénico da Praia da Rocha e datações isotópicas (Antunes *et al.* 1997a; modificado). CRON. - cronostratigrafia; BIO - Biozonas de foraminíferos planctónicos; Amost. - amostragem; LIT. - Litostratigrafia; Datações isotópicas.
- 158 Fig. 56 - Localização dos afloramentos de Mem Moniz. Carta geológica da região do Algarve, esc. 1:100 000 (Oliveira *et al.*, 1992).
- 161 Fig. 57 - Localização dos afloramentos de Quelfes. Carta geológica da região do Algarve, esc. 1:100 000 (Oliveira *et al.*, 1992).
- 163 Fig. 58 - Ocorrência de marcadores biostratigráficos no corte de Quelfes. Interpretação biostratigráfica, enquadramento cronostratigráfico e idades isotópicas. Correlação com bio-eventos da Bacia do Guadalquivir. Original.
- 166 Fig. 59 - Afloramentos da Formação de Cacela (Mc). Carta geológica do Algarve, esc. 1:100 000 (Oliveira *et al.*, 1992).

	pág.
Fig. 60 - Corte de Cacela: enquadramento cronostatigráfico e idade isotópica. Correlação com bio-eventos da Bacia do Guadalquivir (Antunes et al. 1997a; modificado). G - glauconite.	167
Fig. 61 - Corte de Arrifão: enquadramento cronostatigráfico e idades isotópicas. Original.	173
Fig. 62 - Corte da praia do Canavial: enquadramento cronostatigráfico e idades isotópicas (Antunes et al., 2000b).	176
Fig. 63 - Corte da praia do Hotel de Auramar. Idades isotópicas e interpretação cronostatigráfica. Original.	177
Fig. 64 - Corte de Olhos de Água; datações isotópicas e enquadramento cronostatigráfico (Antunes et al., 2000b).	178
Fig. 65 - Enquadramento estratigráfico do Cenozóico do Algarve (Antunes et al., 2000b; modificado).	179

ÍNDICE DE QUADROS

	pág.
Quadro 1 - Foraminíferos do corte de Azeitão. Original.	50
Quadro 2 - Ocorrência e predominância de géneros bentónicos na Foz da Fonte (Legoinha, 1994a).	61
Quadro 3 - Ocorrência e predominância de géneros bentónicos no Penedo Sul (Legoinha, 1994a).	67
Quadro 4 - Ocorrência e predominância de géneros bentónicos no Penedo Norte (Legoinha, 1994a).	72
Quadro 5 - Correspondência entre ciclos eustáticos de 3ª ordem (Haq <i>et al.</i> , 1987) e sequências deposicionais da parte distal da Bacia do Baixo Tejo.	127
Quadro 6 - Taxa de subsidência (m/Ma) para cada sequência deposicional, nas diferentes colunas estudadas (FF- Foz da Fonte; RL - Ribeira das Lages; CH - Charneca (AC8); Corr - Corroios (AC2) ; AL - Almada; Li - Lisboa; Am - Ameixoeira; SIA - Santa Iria da Azóia). A cor azul indica a maior taxa de subsidência em cada sequência deposicional.	132
Quadro 7- Correlação directa entre bio-eventos de foraminíferos planctónicos e mamíferos na Bacia do Baixo Tejo (regiões de Lisboa-Península de Setúbal e Ribatejo). Original.	137
Quadro 8- Mamíferos do Miocénico inferior e médio de Lisboa (Antunes, 2000).	138
Quadro 9 - Ocorrência de foraminíferos planctónicos nos cortes estudados; os principais marcadores biostratigráficos estão indicados na parte superior. (?) - formas atípicas. Original.	185
Quadro 10 - Ocorrência de foraminíferos bentónicos nos cortes estudados. Original.	186
Quadro 11 - Cortes e amostras utilizados na obtenção de idades isotópicas ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) de conchas de moluscos. As determinações foram efectuadas por H. Elderfield, da Universidade de Cambridge (Grã-Bretanha).	213

INTRODUÇÃO

“The biostratigrapher deals not so much with falsification of rival hypotheses, the definitive mode of scientific reasoning described by Karl Popper, but rather with the progressive refinement of what is already known. Indeed, as one of us has indicated elsewhere, biostratigraphers are the High Priests of Time themselves, holding in their hands as they do the key to unlocking the veiled or hidden door of time itself. The responsibility is great but the rewards are intellectually and emotionally satisfying when progress can be demonstrated. The capacity of good biostratigraphic schemes to evade subsequent falsification is certainly one of the main achievements of this branch of geology.”

Berggren et al., 1995

Enquadramento geológico

Na margem ocidental ibérica, a reactivação de profundas fracturas hercínicas originou, durante o Terciário, fossas com direcção geral NE-SW, que apresentam na área hoje emersa registo continental do Paleogénico, e interdigitação de continental e marinho do Neogénico (Fig. 1).

Os sedimentos neogénicos ocupam áreas importantes do território continental português. Afloram, sobretudo, a Sul dos relevos do Maciço Calcário Estremenho-Cordilheira Central, com realce para as Bacias do Baixo Tejo, de Alvalade, e do Algarve (Fig. 2).

Abordaremos, com especial ênfase, as unidades miocénicas depositadas em ambiente marinho ou na interface de domínios marinhos e continentais, bem representadas na região de Lisboa, Península de Setúbal e no Algarve, em contextos tectono-sedimentares distintos:

- Bacia do Baixo Tejo — região de Lisboa e Península de Setúbal (Fig. 3).
- Plataforma do Algarve e Bacia do Guadalquivir — parte portuguesa (Fig. 4).

No sector distal da Bacia do Baixo Tejo (região de Lisboa e Península de Setúbal) existe uma sucessão do Aquitaniano inferior até, pelo menos, o Tortoniano inferior. É de grande riqueza paleontológica, pela abundância e diversidade dos grupos representados. Verificaram-se várias transgressões e regressões, permitindo correlações entre os domínios marinhos e continentais, com base em foraminíferos planctónicos e mamíferos terrestres, a nível dificilmente alcançável noutras regiões da Europa Ocidental. Pode proceder-se a uma caracterização muito precisa da evolução paleoecológica, paleogeográfica e paleoclimática durante o Miocénico. A posição geográfica de Portugal permite comparação entre os domínios atlântico e mediterrâneo.

No Algarve, o provável Paleogénico parece limitado aos Conglomerados e Argilitos de Guia. No Miocénico inferior e médio interpreta-se que a sedimentação

ocorreu numa plataforma carbonatada de águas quentes; no Miocénico superior passa essencialmente a siliciclástica, de granulometria fina, idêntica ao enchimento da Bacia do Guadalquivir, em Espanha.

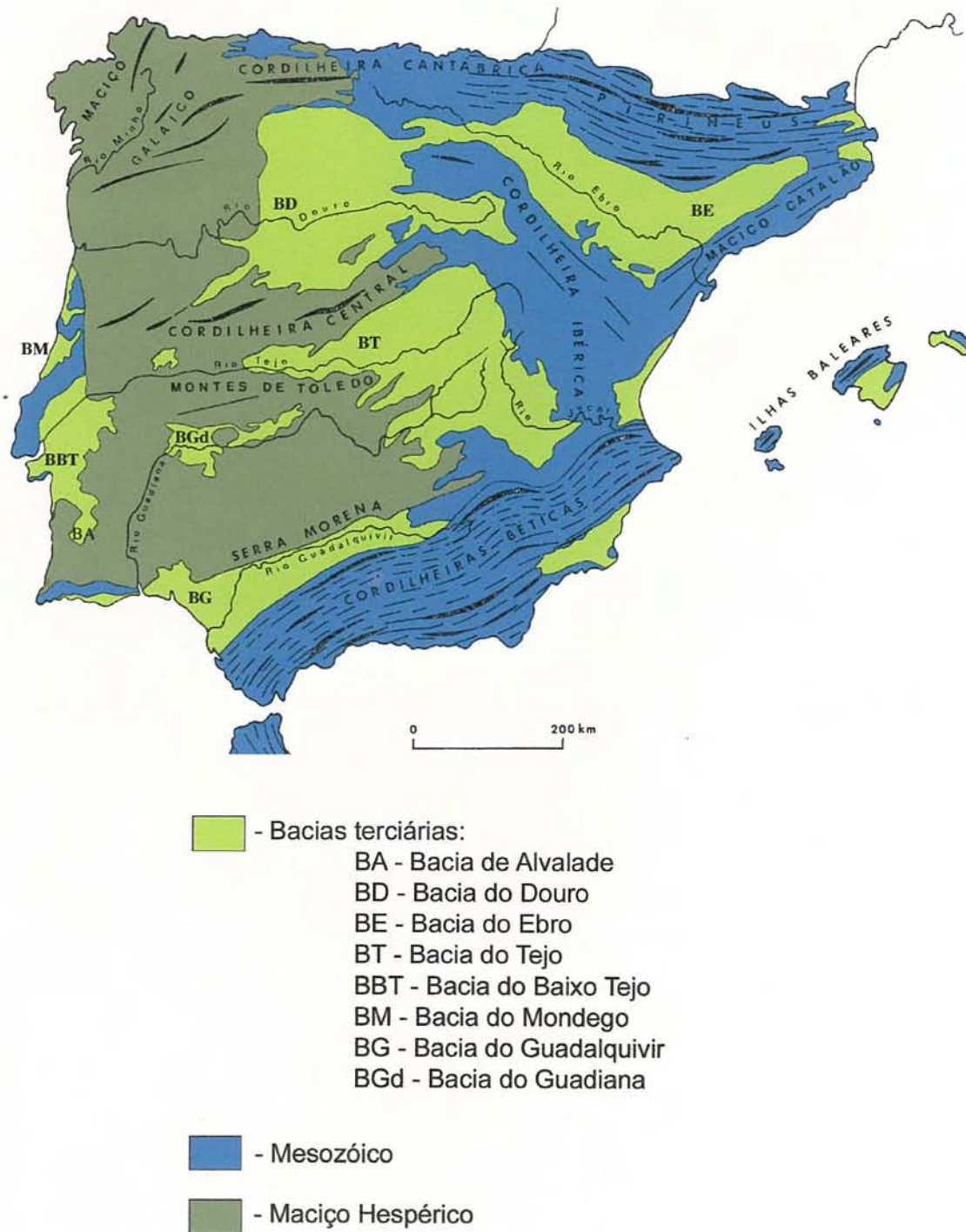


Fig. 1 - Principais cordilheiras e Bacias terciárias da Península Ibérica (segundo S. Sabaris *in* Teixeira, 1981, Fig. 2, p. 2. Modificado).

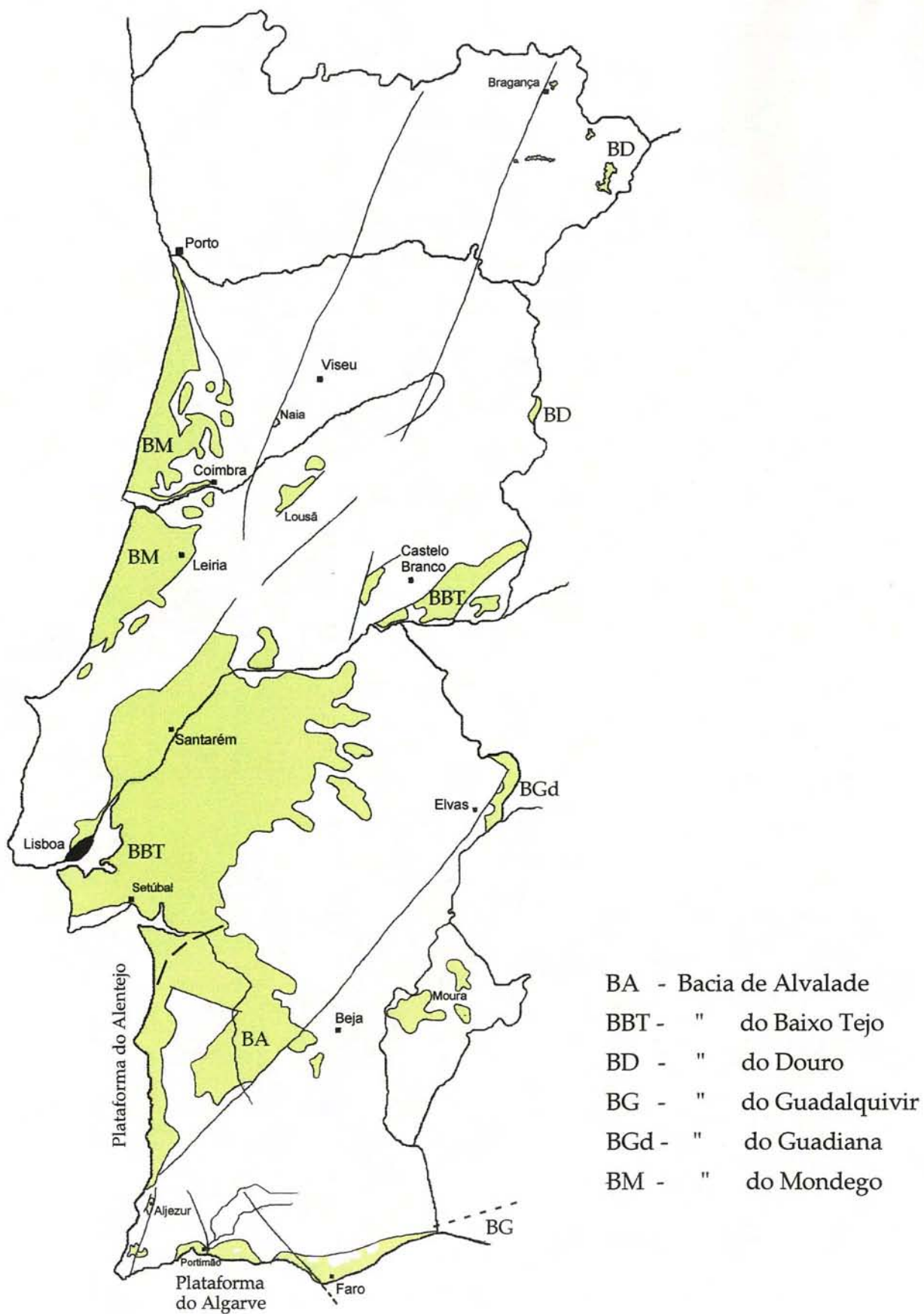


Fig. 2 - Principais depósitos cenozóicos de Portugal. Original.

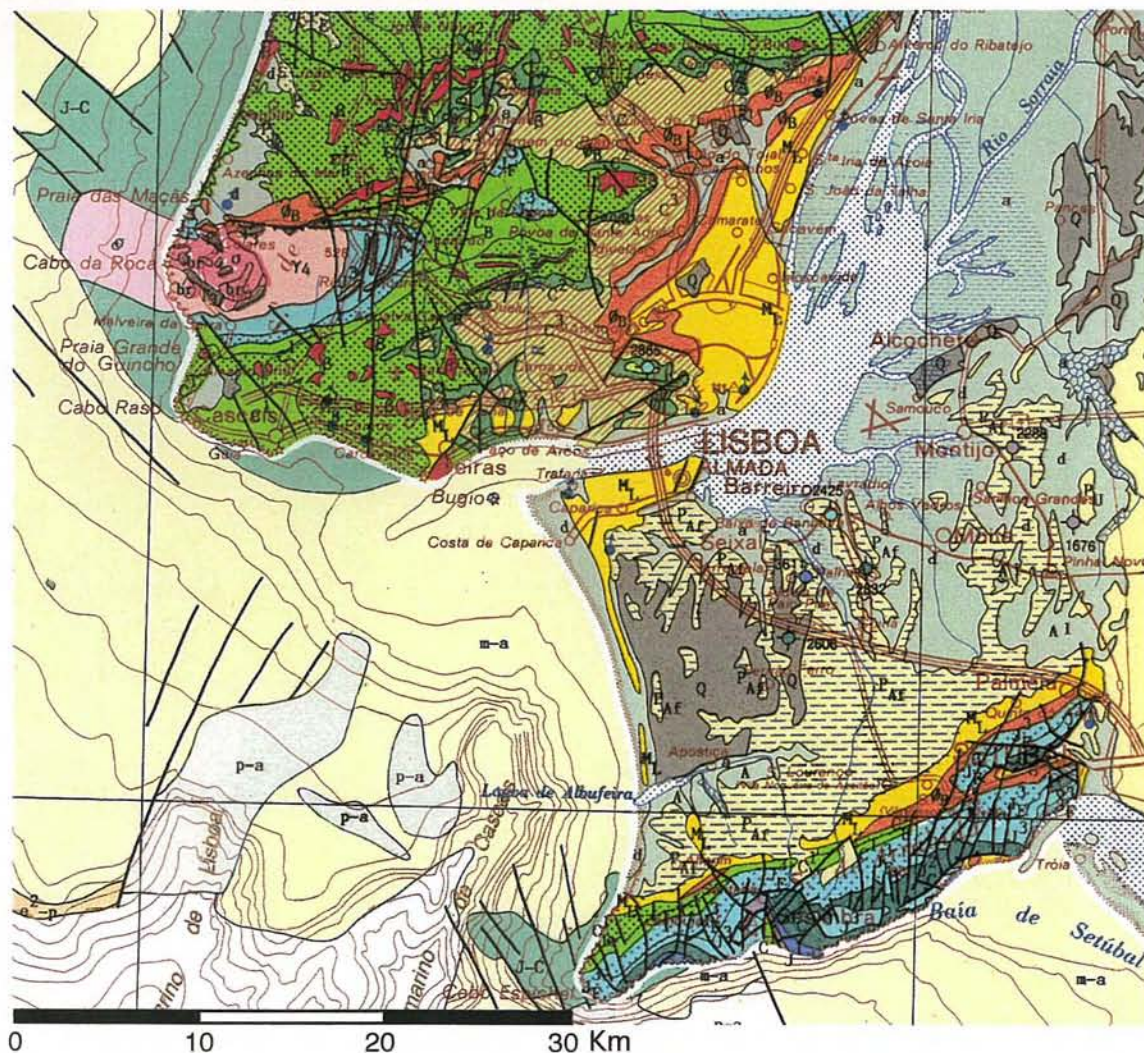


Fig. 3 - Cartografia geológica (1:500 000, Antunes & Pais *in* Oliveira *et al.*, 1992) da parte distal da Baía do Baixo Tejo, região de Lisboa e Península de Setúbal:
ML - afloramentos miocénicos.

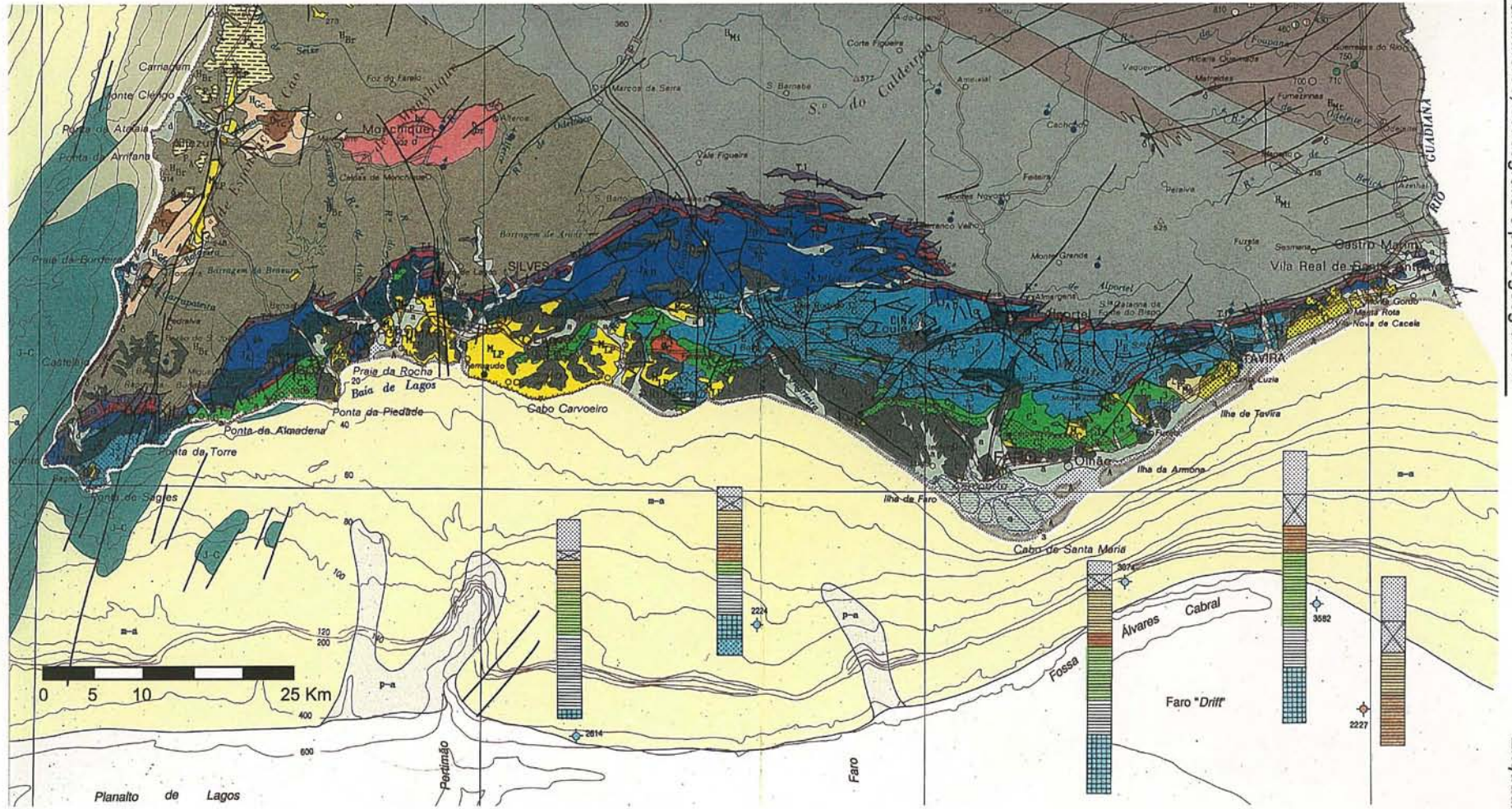


Fig. 4 - Cartografia geológica (1:500 000, Antunes & Pais *in* Oliveira *et al.*, 1992) do Algarve. Afloramentos miocénicos: M_{LP} - Formação de Lagos-Portimão; M_C - Miocénico de Cacela. Afloramentos paleogénicos: Ø_G - Conglomerados e argilitos da Guia.

Objectivos

São objectivos gerais deste estudo:

- a descrição de cortes representativos de unidades miocénicas, estratigrafia, datação, correlações e inserção na problemática geral;
- a determinação dos foraminíferos planctónicos e sua distribuição temporal visando estabelecer uma biozonação, por correlação com outras que têm sido propostas para séries miocénicas dos domínios atlântico e mediterrâneo;
- a determinação dos foraminíferos bentónicos, procurando caracterizar paleoambientes através de informação ecológica e paleoecológica, complementada com a de outros grupos;
- o aumento da resolução estratigráfica para as unidades miocénicas portuguesas;
- a definição e caracterização de sequências deposicionais e associações de fácies;
- a tentativa de síntese cronostratigráfica do Miocénico marinho português;
- o estabelecimento de correlações com os domínios atlântico e mediterrâneo.

Métodos e técnicas

Foram observados afloramentos miocénicos da parte distal da Bacia do Baixo Tejo (Lisboa - Península de Setúbal) e do Algarve. A litologia, estruturas sedimentares e tectónicas, e o conteúdo de microfósseis foram descritos pormenorizadamente. Colheram-se amostras, excepto nas camadas que não eram propícias a desagregação e lavagem. As amostras foram geralmente referenciadas pelas iniciais do nome atribuído ao corte geológico, seguidas de um número de ordem. Com base nas observações foi representada esquematicamente a coluna litológica de cada corte geológico, com indicação da posição das amostras.

De cada amostra foram retirados entre 300 e 500 g de sedimento, submetido a tratamento laboratorial com o objectivo de estudar os foraminíferos eventualmente presentes. O restante foi arquivado.

O tratamento laboratorial consistiu na imersão do sedimento, durante algumas horas, em água com, aproximadamente, 10% do seu volume de H_2O_2 a 180 volumes, para destruir a matéria orgânica e facilitar a desagregação. Em seguida, procedeu-se à lavagem com chuva através de um conjunto de crivos com malhas de 0.5mm, 0.250 mm e 0.125 mm. O sedimento retido em cada crivo, depois de seco, foi recolhido em sacos de plástico identificados com a referência da amostra e respectiva fracção granulométrica. Foram arquivados para ulterior exame e triagem de foraminíferos.

Em algumas amostras procedeu-se à reconcentração dos resíduos de lavagem por separação densimétrica com bromofórmio. O resíduo foi introduzido num funil com torneira contendo bromofórmio. As carapaças carbonatadas dos foraminíferos e de outros organismos formam uma película à superfície. A fracção flutuante é recolhida por filtração com filtro de papel, lavada com acetona e seca. Esta técnica é de grande utilidade para os estudos biostratigráficos, visto permitir ganho significativo de tempo de triagem, sobretudo em amostras pobres.

A triagem dos foraminíferos foi realizada através da observação, com lupa binocular (50 a 120x), do resíduo de lavagem disperso num pequeno tabuleiro (15x10mm). A recolha dos foraminíferos fez-se com um pincel muito fino, humedecido. Foram triadas as fracções granulométricas (0.125-0.250 mm, 0.250-0.500 mm e >0.500 mm) de cada amostra.

A observação do sedimento no tabuleiro foi feita mediante deslocamento gradual deste, segundo bandas correspondentes ao campo visual da lupa a uma dada ampliação, iniciando a observação no canto superior esquerdo e concluindo-a no canto inferior direito (Fig. 5).

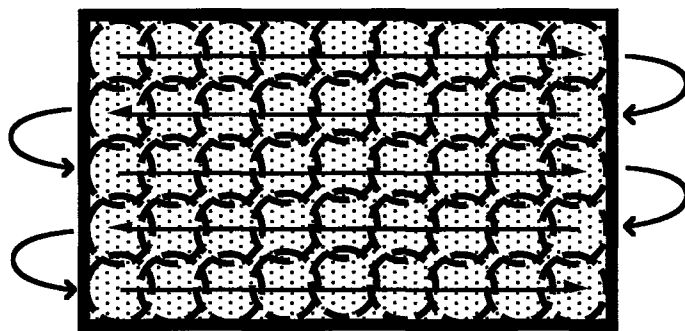


Fig. 5 - Método de observação e triagem.

Os foraminíferos foram colocados em células com fundo revestido por uma camada de pasta limpa-tipos. Este material permite a aderência das carapaças ao fundo da célula e facilita o manuseamento sem grande risco de saltarem para fora da célula. Procurámos dispôr em fiadas as carapaças com as mesmas características e discriminar os foraminíferos planctónicos e bentónicos em áreas distintas da célula.

Exemplares característicos das espécies (planctónicos) ou géneros (bentónicos) foram observados e fotografados no microscópio electrónico de varrimento JEOL 320A do Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da UNL.

No estudo dos foraminíferos planctónicos seguimos, principalmente, Blow (1969), Postuma (1971), Kennett & Srinivasan (1983), Iaccarino (1985), Berggren *et al.* (1995), Sierro (1984) e Sierro *et al.* (1993).

No que diz respeito aos bentónicos recorreremos a diversa bibliografia, de que destacamos Loeblich & Tappan (1988), Barker (1960) e Murray (1991a, 1991b).

Estudos sobre foraminíferos do Miocénico português

São numerosos os trabalhos publicados sobre foraminíferos do território português (Carbonífero, Jurássico, Cretácico, Pliocénico, e sobretudo do Quaternário - em sedimentos da plataforma continental e areias de praia). Todavia, são escassos os que têm sido consagrados ao Miocénico.

Torres (1943) interessou-se pelo tema; classificou foraminíferos de uma camada de calcário supostamente miocénico, dos Açores. Anteriormente existem citações, pelo menos de Bleicher ao tempo de Cotter.

Os foraminíferos miocénicos começaram a ser estudados sistematicamente por iniciativa de Jaime Martins Ferreira, ao qual veio a associar-se Arménio Tavares Rocha. No que concerne a Lisboa e Península de Setúbal, registam-se contribuições de Rocha & Ferreira (1955), Ferreira & Rocha (1955a, 1955b, 1958), Ferreira (1957a, 1957b), Ferreira & Ferreira (1959), Rocha & Ubaldo (1961), Ubaldo & Rocha (1972). Descreveram sobretudo espécies bentónicas. Ramalho (1963) publicou uma lista de foraminíferos de sedimentos do Penedo. Caralp *in* Caralp & Haguénauer (1969) estudou miogipsinídeos do Miocénico inferior de Carcavelos (Legoinha *et al.*, 1998).

Ubaldo (*in* Antunes *et al.*, 1973), correspondendo a solicitação de M.T. Antunes, estabeleceu, pela primeira vez, correlação das associações de foraminíferos planctónicos de algumas das unidades litostratigráficas de Cotter com biozonas de Blow.

Sierro e Civis (*in* Antunes *et al.*, 1990b) caracterizaram, respectivamente, foraminíferos planctónicos e bentónicos de afloramentos miocénicos (Costa de Caparica, Capuchos, Foz do Rego e Fonte da Telha) da Península de Setúbal.

Bizon (*in* Antunes *et al.*, 1981b) e Sierro (*in* Antunes *et al.*, 1990a) estudaram foraminíferos do Miocénico algarvio.

Havendo que retomar e ampliar o estudo dos foraminíferos planctónicos, M.T. Antunes propôs a continuação desse estudo a P. Legoinha. Na sequência, Legoinha (1994a, 1998) e Legoinha (*in* Antunes *et al.* 1994, 1995a, 1995b, 1996, 1997b, 1999, 2000a) estabeleceu biozonação de foraminíferos planctónicos do Miocénico do litoral da Península de Setúbal (Foz da Fonte-Almada).

Os métodos de estudo dos foraminíferos fósseis, suas aplicações e importância na geologia foram tratados por Rocha (1972), em publicação de carácter pedagógico. Legoinha (1994b) apresentou relatório de uma aula teórico-prática sobre análise biostratigráfica e paleoecológica de associações de foraminíferos miocénicos.

ESCALA DE TEMPO E CRONOLOGIA DOS MARCADORES BIOSTRATIGRÁFICOS

A utilização de foraminíferos planctónicos na subdivisão biostratigráfica do Neogénico marinho iniciou-se na década de 40 em relação com a exploração petrolífera na área das Caraíbas (Cushman & Stainforth, 1945).

Desde então têm sido elaborados diversos esquemas de biozonação: Bolli (1957), Banner & Blow (1959), Blow (1969), Thunell (1981). No que diz respeito ao domínio temperado, ou de transição, houve — entre outras — contribuições de Jenkins (1971), Keller (1981) e Kennett & Srinivasan (1983). Para o domínio mediterrâneo, foram propostas biozonações por Cita & Premoli Silva (1968), Bizon & Bizon (1972), Iaccarino & Salvatorini (1982) e Iaccarino (1985).

Bolli & Saunders (1985) apresentaram perspectiva histórica da biozonação para o domínio subtropical.

Berggren *et al.* (1985) estabeleceram correlação entre biozonas e zonas de polaridade magnética. Lazarus *et al.* (1995) publicaram compilação por ordem cronológica de eventos biostratigráficos (primeira e última ocorrência) tais como foram reconhecidos em diversas sondagens oceânicas (94 DSDP e 33 ODP); recorreram às calibrações propostas por Berggren *et al.* (1985).

Sierro *et al.* (1993) calibraram uma sucessão de acontecimentos no Miocénico superior da Bacia do Guadalquivir com a escala magnetostratigráfica, baseados na substituição de populações de nanoplâncton calcário e em modificações do enrolamento de globorotalias carenadas. Estes eventos foram correlacionados com os ciclos eustáticos globais (Haq *et al.*, 1988), bem como com acontecimentos isotópicos e/ou geoquímicos.

Berggren *et al.* (1995) efectuaram a revisão da escala cronológica de polaridade magnética global integrando dados magnéticos (Cande & Kent, 1992; 1995),

biostratigráficos e cronológicos. A síntese resultante permitiu melhor resolução e maior precisão biocronológica para diversas províncias geográficas; traduz avanços da última década nas técnicas de investigação e no conhecimento da História da Terra.

No que diz respeito ao Miocénico da Bacia do Baixo Tejo e do Algarve, foram feitas correlações com as biozonações propostas por Blow (1969), Kennett & Srinivasan (1983), Iaccarino (1985), Sierro *et al.* (1993) e Berggren *et al.* (1995) com base nos seguintes foraminíferos planctónicos:

***Globigerinoides altiapertura* Bolli, 1954** (Estampa I, Fig. 1)

Blow (1969): N5-N7;

Kennett & Srinivasan (1983): N5-N7;

Berggren *et al.* (1995): FAD- 20.52 Ma

O FAD é utilizado como indicador do início do Burdigaliano.

***Catapsydrax unicavus* Bolli, Loeblich & Tappan, 1957** (Estampa I, Fig. 2)

Blow (1969): N4-N6;

Kennett & Srinivasan (1983): P14-N6;

Berggren *et al.* (1995): LAD – 17.3 Ma.

***Globorotalia (J.) acrostoma* Wezel, 1966** (Estampa I, Fig. 4)

Blow (1969): N4-N6;

Kennett & Srinivasan (1983): N4B-N11.

***Globigerinoides bisphericus* Todd 1954** (Estampa, Fig. 8)

Kennett & Srinivasan (1983): N8-N9;

Berggren *et al.* (1995): 16.7 Ma a 16.4 Ma.

No domínio mediterrâneo, parece ser um bom indicador do Burdigaliano superior (N7, Bizon, 1979; Iaccarino, 1985).

***Praeorbulina sicana* (De Stefani, 1952)** (Estampa I, Fig. 5)

Blow (1969) [= *G. bisphericus*]: N8-N9;

Kennett & Srinivasan (1983): N8-N9;

Berggren *et al.* (1995): FAD –16.4 Ma, LAD –14.8 Ma.

***Praeorbulina glomerosa* (Blow, 1956)** (Estampa I, Fig. 6)

Blow (1969): N8-N9;

Kennett & Srinivasan (1983): N8 (parte superior) a N9 (parte inferior);
Berggren *et al.* (1995): FAD - 16.1 Ma.

Esta espécie é da máxima importância para o estabelecimento do limite Burdigaliano/Langhiano.

***Orbulina suturalis* Brönnimann, 1951** (Estampa I, Fig. 9)

Blow (1969): N9 - Recente;
Kennett & Srinivasan (1983): N9 - Recente;
Berggren *et al.* (1995): FAD - 15.1 Ma.

***Orbulina universa* D'Orbigny, 1839** (Estampa I, Fig. 10)

Blow (1969): N9 - Recente;
Kennett & Srinivasan (1983): N9 - Recente;
Berggren *et al.* (1995): FAD - 14.8 Ma.

O primeiro aparecimento desta espécie é utilizado como indicador do início do Serravaliano no domínio mediterrâneo (Miculan, 1994).

***Globorotalia menardii* (Parker, Jones & Brady, 1865)** (Estampa I, Fig. 11,12)

Blow (1969) [= *G. (G.) cultrata*]: N11 (parte superior) – N23;
Kennett & Srinivasan (1983): N12 – Recente.

Miculan (1994) considera-a como “potencialmente útil indicador biostratigráfico do Serravaliano médio e superior”. O seu aparecimento na região mediterrânea foi considerado como indicador da zona N11 (Cita *et al.*, 1978).

***Globigerinoides subquadratus* Brönnimann, 1954** (Estampa I, Fig. 3)

Blow (1969): N5 – N13;
Kennett & Srinivasan (1983): N4 – N15;
Berggren *et al.* (1995): LAD ~ 11.8 Ma.

O desaparecimento desta espécie marca o início do Serravaliano superior (Iaccarino, 1985) no domínio mediterrâneo.

***Globorotalia (J.) mayeri* Cushman & Ellisor, 1939** (Estampa II, Fig. 3)

Blow (1969) [= *G. (G.) siakensis*]: N2 – N14;
Kennett & Srinivasan (1983): N4-N14;

Berggren *et al.* (1995): LAD - 11.4 Ma.

***Globigerinopsis aguasayensis* Bolli, 1962** (Estampa I, Fig. 13)

Ocorre no Serravaliano médio e superior da região mediterrânea. É considerada uma espécie-índice (Iaccarino, 1985).

***Globigerina (Z.) druryi* Akers, 1955** (Estampa II, Fig. 9)

Blow (1969): N11 – N14;

Kennett & Srinivasan (1983): N7 – N15;

Sierro (1984): ocorre no Miocénico superior e Pliocénico inferior.

***Globigerina apertura* Cushman, 1918**

Blow (1969): N16 – N21;

Kennett & Srinivasan (1983): N16 – N21.

***Neogloboquadrina acostaensis* (Blow, 1959)** (Estampa III, Figs. 4 e 5)

Blow (1969): N16 – N21 (pelo menos);

Kennett & Srinivasan (1983): N16 – N20;

Berggren *et al.* (1995): FAD -10.9 Ma.

O FAD é utilizado para definir o limite inferior de N16 (Tortoniano inferior).

***Neogloboquadrina humerosa* Takaianagui & Saito, 1962** (Estampa III, Figs. 3 e 6)

Blow (1969): N16 (parte superior) – N23;

Kennett & Srinivasan (1983): N18 – N22;

Sierro (1984): abunda desde o Tortoniano superior ao Pliocénico inferior;

Berggren *et al.* (1995): FAD 8.5 Ma.

***Globigerinoides extremus* Bolli & Bermudez, 1965** (Estampa III, Figs. 9 e 10)

Blow (1969): N16 – N21;

Kennett & Srinivasan (1983): N16 – N21;

Sierro (1984): ocorre do Tortoniano superior ao Pliocénico inferior;

Berggren *et al.* (1995): FAD - 8.3 Ma.

***Globigerinoides elongatus* (D'Orbigny), 1826** (Estampa II, Figs. 11 e 12)

Blow (1969): N16 (parte superior) – N23;

Sierro (1984): esporadicamente no Tortoniano superior (biozona de *T. humerosa*),
é mais frequente no Pliocénico inferior (biozona de *G. punctulata*).

***Globorotalia miotumida* Jenkins, 1960** (Estampa III, Fig. 1)

Sierro (1984): abunda no Messiniano, sendo rara no Pliocénico inferior; a substituição de *Globorotalia menardii* por *G. miotumida* constitui o evento 3 do Miocénico superior da Bacia do Guadalquivir.

***Globorotalia (G.) conomiozea* Kennett, 1966** (Estampa III, Figs. 7 e 8)

Blow (1969): N17 (parte média) – N23 ;

Kennett & Srinivasan (1983): N17 – N19;

Sierro (1984): há ocorrência esporádica no Messiniano;

Berggren *et al.* (1995): FAD 7.12 Ma.

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS E CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DAS FAUNAS ACTUAIS

Os foraminíferos bentónicos actuais têm sido objecto de numerosos estudos ecológicos. Murray (1973, 1991a e 1991b), Boltovskoy & Wright (1976) e Buzas & Sen Gupta (1982) estudaram a ecologia dos foraminíferos bentónicos.

As formas actuais colonizam grande variedade de habitats, desde os não marinhos às planícies abissais. Vivem sobre os sedimentos e, às vezes, total ou parcialmente enterrados. Podem ter modo de vida livre ou sésil. Alguns vivem em associação com plantas. A distribuição das espécies é controlada por complexa interacção de factores do ambiente: abióticos (temperatura, salinidade, tipo de substrato, turbidez, luminosidade, quantidade de alimento, teor de oxigénio e energia do meio); e bióticos (competição interespecífica pelo espaço e alimento, acção de predadores). Como alguns destes factores, senão todos, variam com a profundidade, cada género ou espécie ocupa determinado intervalo preferencial de profundidades, cujos limites, no entanto, variam de região para região se houver modificação dos factores ambientais. Consequentemente, a composição das associações de espécies bentónicas da margem continental varia, também, com a profundidade. A distribuição de alguns géneros parece relacionada com ambientes condicionados por certo factor (temperatura, salinidade, teor de oxigénio, substrato, etc.).

Murray (1991a, p. 288 a 290) indicou para os diversos ambientes actuais (pântano, laguna, plataforma continental, talude e planície abissal) as características gerais das faunas. Refere a ocorrência de géneros (com representação superior a 10‰ na associação viva, morta ou total), bem como índices de diversidade e importância das subordens Miliolina, Textulariina e Rotalina (carapaças com estrutura da parede porcelânica, aglutinada ou hialina, respectivamente). Apresentou (*ibid.*) informação ecológica (modo de vida, substrato, modo alimentação, salinidade, temperatura, profundidade, ambiente) relativa a 116 géneros seleccionados (Apêndice B, p. 323 a 326).

De modo geral, as características das faunas actuais são as seguintes (cf. Boltovskoy & Wright, 1976; Murray, 1991a):

- Mangais e pântanos litorais - pequena diversidade; ausência de espécies planctónicas; importante componente de formas com parede aglutinada. Géneros característicos: *Ammotium*, *Arenoparrella*, *Miliammina*. Géneros às vezes presentes: *Ammonia*, *Elphidium*, Miliolídeos.

- Lagunas - pequena diversidade, todavia maior que a dos pântanos litorais; ausência de espécies planctónicas; maior importância da componente de formas calcárias e de parede porcelânica. Géneros característicos: *Ammonia*, *Elphidium*, *Nonion*, *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Ammobaculites*, *Ammotium*, *Trochammina*; presença esporádica de *Bucella*, *Bolivina*, *Eggerella*, *Reophax*, *Textularia*.

- Litoral (zona de marés) - associações constituídas por foraminíferos bentónicos com modo de vida sésil, possuindo carapaça planispiralada e planoconvexa com parede espessa e resistente. Géneros característicos: *Rotorbinella*, *Discorbis*, *Trochammina*, *Cibicides*, *Planorbulina*. Géneros às vezes presentes: *Ammonia*, *Elphidium*, *Quinqueloculina*.

- 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*.

- Circalitoral - abundância e diversidade de foraminíferos bentónicos; relação planctónicos/bentónicos entre 15 e 50%; aumento da importância da componente de formas de carapaça hialina. Géneros predominantes: *Bulimina*, *Cancris*, *Cassidulina*, *Cibicides*, *Cibicoides*, *Lagena*, *Lenticulina*, *Nonion*, *Textularídeos*, *Uvigerina*. Géneros ocasionais: *Globobulimina*, *Trifarina* e, esporadicamente, *Ammonia* e *Elphidium*.

- Batial - abundância e diversidade de foraminíferos bentónicos; relação planctónicos/bentónicos $\geq 50\%$; formas de carapaça aglutinante constituindo cerca de 5% da população (geralmente, formas grandes e complexas). Géneros predominantes: *Bolivina*, *Bulimina*, *Cassidulina*, *Cibicides*, *Cibicoides*, *Ehrenbergina*, *Gyroidina*, *Nonion*, *Pleurostomella*, *Pullenia*, *Uvigerina*. Géneros às vezes presentes: *Fissurina*,

Lagena, *Pyrgo* (formas grandes).

• Ambientes euxínicos - associações com diversidade restrita e enriquecimento de *Bolivina*, *Brizalina*, *Bulimina*, *Loxostomum*, *Epistominella*, *Uvigerina*, *Fursenkoina*, *Cassidulinoides*, *Bulliminella* e *Textularia*.

BACIA DO BAIXO TEJO

“Muito interessante seria communicar á Real Academia huma descripção extensa e completa de todas as Observações Geognosticas, que tenho feito neste Reino, principalmente nas Províncias da Beira, Minho, e Tras os Montes; mas a extensão desta empreza, assim como o pouco tempo que me restará antes da minha partida para a Patria, não me permitem principiar huma obra, que decerto não seria possível concluir; portanto me limito só em dar hum Prospecto geral das differentes róchas, e das sua idades relativas, das vizinhanças de Lisboa, visto que nenhum Geognosta tem tomado o trabalho de visitar este Paiz incognito (neste sentido): e as poucas noticias Geognosticas, que se achão espalhadas em differentes viagens, não dão idéias claras; e como as observações forão feitas em parte á pressa e superficialmente, em parte, por assim dizer, como objecto secundário das indagações dos viajantes, introduzirão-se enganos e erros, que facilmente se propagão, indozindo a erros maiores, e difficultão as observações de outros.”

Wilhelm-Ludwig, Barão de Eschwege (1831, p. 253)

Sinopse histórica

As primeiras observações de carácter geológico conhecidas devem-se a Teodoro de Almeida (1762). O interesse no estudo da geologia desta região aumenta, no início do séc. XIX, com a reactivação da exploração aurífera da mina da Adiça, na Península de Setúbal. Foi Andrada e Silva encarregado de dirigir tal empresa (de 1813 a 1819). Devem-se-lhe as primeiras publicações (*vide* Choffat, 1912; Antunes, 1986). Alexandre A. Vandelli (de 1819 a 1824) e von Eschwege (1824 a 1826) deixaram testemunhos sobre geologia e paleontologia; Eschwege (1831) publica o provavelmente primeiro corte com expressão gráfica em Portugal (Fig. 6). Ainda no séc. XIX registaram-se contributos acerca da geologia, estratigrafia, paleontologia e cartografia geológica de Sharpe (1834: *vide* Fig. 7 — individualização de unidades estratigráficas; 1841), Smith (1847), Sowerby (*in* Smith, 1847) e Ribeiro (1878).

Relativamente ao Miocénico da região de Lisboa, tem relevo o estudo paleontológico e estratigráfico de Cotter (*in* Loriol, 1896) e Dollfus *et al.* (1903-1904), definindo unidades litostratigráficas, ainda úteis. É importante o trabalho de Choffat (1908; 1950, publ. póstuma) com referências à estrutura, litostratigrafia e cronostratigrafia do Miocénico da Arrábida. Os levantamentos que dirigiu permitiram a publicação da Carta Geológica de Lisboa, esc. 1:20 000, em 1940.

Após o falecimento destes autores houve escassez na produção científica. Regista-se a revisão por Kellogg (1938-1940) dos crânios de cetáceos (Cetotérios) figurados por Vandelli (1831), e o estudo de vertebrados por Zbyszewski (1937, 1941, 1949).

A partir de 1950 assiste-se ao ressurgir do interesse científico pelo conhecimento do Miocénico português, nomeadamente dos afloramentos na Península de Setúbal. Zbyszewski & Almeida (1950) publicaram monografia sobre peixes miocénicos de Portugal, descrevendo exemplares colhidos em diversos locais da península; Zbyszewski (1954) sobre o Aquitaniano de Lisboa e do Ribatejo; Zbyszewski (1957) acerca do

Burdigaliano de Lisboa; Veiga-Ferreira (1953) estudou pectinídeos; Veiga-Ferreira (1954, 1958) e Carvalho (1959) malacostráceos; Serralheiro (1954) refere a fauna ictiológica.

Na década de 60 são numerosos os trabalhos relativos ao Neogénico. Destacamos as publicações de Zbyszewski: acerca do Aquitaniano (1964a); Miocénico de Lisboa com caracterização de fases transgressivas e regressivas (1964b); levantamento geológico na escala 1:50000 do sector meridional da Península de Setúbal (Zbyszewski *et al.*, 1965); contributo para o conhecimento estratigráfico e paleontológico do Miocénico da cadeia da Arrábida (1967), incluindo descrição de afloramentos — alguns actualmente inacessíveis devido à vegetação ou à construção —, e tentativa de relacionar os diversos níveis com os caracterizados por Cotter (*in* Dollfus, 1903-1904) na região de Lisboa.

Registaram-se, ainda, contribuições em diversos domínios:

- Antunes (1961) - crocodilo *Tomistoma lusitanica*;
- Veiga-Ferreira (1961) - malacostráceos;
- Romariz & Carvalho (1961) - aspectos petrográficos e sedimentológicos;
- Mata (1963) - odontoceta do corte de Penedo;
- Jonet (1964, 1966, 1967, 1968a e 1968b) - fauna ictiológica, incluindo otólitos;
- Haguenaer (1966) - aplicação da teoria das séries rítmicas de Lombard, a que Antunes & Carvalho (1967) apontam deficiências e falta de rigor;
- Zbyszewski & Veiga-Ferreira (1967) - vertebrados;
- Carvalho (1968) - sedimentologia.
- Antunes & Torquato (1969) - estudo paleontológico e sedimentológico do corte de Quinta da Silvéria (Charneca do Lumiar): alteram o posicionamento do limite das unidades Vb-Vc, atendendo a critérios de início e fim de ciclos sedimentares enquadrados por uma transgressão na base e regressão seguinte no topo.

O estudo dos mamíferos (Antunes 1959; 1960a; 1960b; 1961; 1964; 1965; 1969; Antunes & Mein, 1971) juntamente com as indicações fornecidas por foraminíferos planctónicos e a datação K/Ar de glauconites da unidade I de Cotter, permitiram avanço significativo no conhecimento cronostratigráfico do Miocénico da parte vestibular do Tejo (Antunes *et al.* 1973). Possibilitaram o estabelecimento de correlações directas entre formações marinhas e continentais, a aplicação do conceito de ciclo sedimentar, e a correspondência entre as escalas estratigráficas marinha (foraminíferos planctónicos)

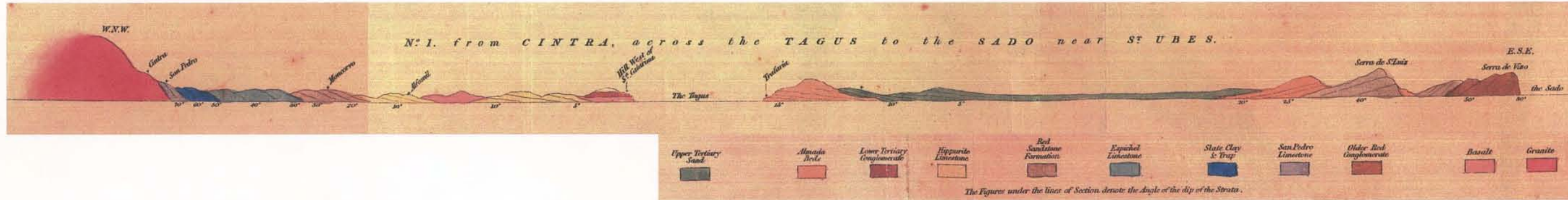
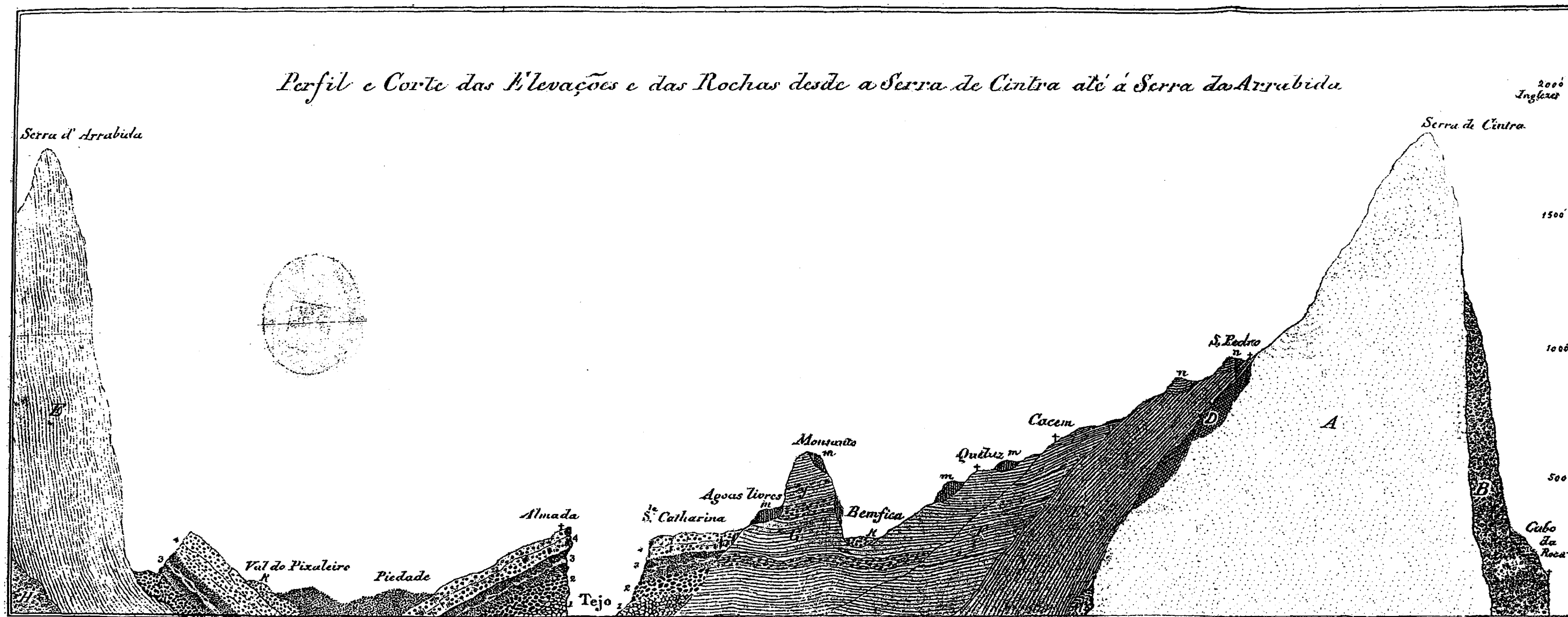


Fig. 7 - Perfil geológico entre Sintra e Setúbal (Sharpe, 1834). Notem-se: i) indicação da estratificação; ii) individualização do "Lower Tertiary Conglomerate" (Paleogénico), das "Almada Beds" (Miocénico) e das "Upper Tertiary Sands".

Eschwege

Est. I.



*Notas Ac. Real das Sciencias
boa t. XI. 1831*

Fig. 6 - Perfil geológico entre a Serra de Sintra e a Serra da Arrábida segundo Eschwege (1831):
A - Granito; B - Porphydo feldspathico; D - Spatho fetido; E - Calcereo Alpino; F - Grés de Nebra com lenhitos;
G - Calcereo de Jura com bancos de Hippurites, e ninhos e cintas de pederneiras; H - Grés antigo;
m - Basaltos; n - Trachytes;
Formação terciaria: 1. Bancos de petrificações de conchas; 2. Argila plastica; 3. Grés verde com marnes; 4. Calcereo grosseiro.

e continental (mamíferos). A região vestibular da Bacia do Tejo apresenta excelentes condições para o estudo desta problemática. O programa de pesquisas coordenadas e sistemáticas, multidisciplinares, da bacia, promovido por M.T. Antunes, permitiu resultados mais rigorosos que estão na base do conhecimento actual.

Antunes & Jonet (1970) e Jonet (1972, 1975, 1976, 1978, 1984) prosseguiram o estudo da fauna ictiológica, permitindo caracterizar a evolução de temperaturas e profundidades do paleoceanos.

Antunes (*in* Ribeiro *et al.*, 1979) apresentou síntese (litologia, cronostratigrafia, ciclos sedimentares, tectónica, mapas paleogeográficos).

Pais (1979, 1981, 1986, 1990) e Antunes & Pais (1983) caracterizaram a evolução da vegetação e definiram curvas climáticas: no Miocénico inferior o clima era de tipo tropical a sub-tropical e húmido, tornando-se mais quente e húmido na parte final do Burdigaliano; no início do Miocénico médio (Langhiano) predominou vegetação sub-tropical e temperada, indicando notório decréscimo de humidade; no Serravaliano o clima torna-se mais húmido (formas tropicais húmidas — no entanto, com temperaturas inferiores às do Burdigaliano e talvez Langhiano); no Tortoniano a vegetação indica clima temperado e seco, com estações contrastadas.

Nascimento (1978, 1983, 1988, 1989, 1990, 1993) estudou a fauna de ostracodos e suas implicações paleoambientais e estratigráficas; estabelece comparações com os domínios da Aquitânia e Parathetys central.

Antunes (1984a) fez síntese sobre mamíferos do Miocénico português (taxa, datação, paleoecologia, paleogeografia); Ginsburg (*in* Antunes, 1984a) estabeleceu comparações com a Bacia do Loire. Os níveis com mamíferos de Lisboa são inseridos na escala continental europeia de mamíferos.

Antunes & Mein (1986) estudaram pequenos mamíferos.

Antunes *et al.* (1987) estabeleceram correlações entre as Bacias do Baixo (região de Lisboa) e Alto Tejo (região de Madrid).

Antunes (1990) fez estudo dos Proboscídeos (*data*, idade e paleogeografia); enquadramento cronostratigráfico de dois bioeventos: *Gomphotherium* (17 ± 0.5 Ma) e *Deinotherium* (16 ± 0.5 Ma); ecologia, clima e paleogeografia.

Antunes *et al.* (1990b) descreveram a sedimentologia e paleontologia de sedimentos de idade Serravaliano sup.-Tortoniano inf. de Caparica, Foz do Rego e Fonte da Telha.

Pais *et al.* (1991) apresentaram novos elementos acerca da lito- e cronostratigrafia dos sedimentos neogénicos a Sul da Serra da Arrábida.

Legoinha (1994a) desenvolve o estudo sistemático dos foraminíferos (desencadeado por M.T. Antunes), biostratigrafia e paleoambientes do Miocénico da Península de Setúbal: identificação de 51 espécies planctónicas e 39 géneros bentónicos; proposta de biozonação para o sector entre Foz da Fonte e Ribeira das Lages.

Sen *et al.* (1992) e Antunes *et al.* (1995a, com colaboração de C. Langereis), procederam a estudos de magnetostratigrafia.

Antunes *et al.* (1995b) obtiveram datações isotópicas (Sr) de unidades miocénicas portuguesas; caracterizaram e dataram fases tectónicas miocénicas (levantamento da Serra da Arrábida).

Antunes *et al.* (1996) estabeleceram correlações entre unidades continentais e marinhas, e caracterizaram sequências deposicionais do Miocénico inferior a médio.

Antunes *et al.* (1997c, 1998), primeiros estudos sobre isótopos estáveis ^{18}O e ^{13}C .

Antunes *et al.* (1999) elaboraram síntese cronostratigráfica dos depósitos da região de Lisboa e da Península de Setúbal, com definição de sequências deposicionais, marcadores biostratigráficos (mamíferos, foraminíferos planctónicos, ostracodos) e datações isotópicas (Sr, K/Ar).

Antunes *et al.* (2000a) fizeram a caracterização e correlação de associações de fácies; redefiniram sequências deposicionais anteriormente caracterizadas e dataram os respectivos limites (descontinuidades); avaliaram taxas de subsidência.

Assinalem-se, ainda, as contribuições de:

- Haguenaer (1970), sedimentologia;
- Boillot *et al.* (1974), cartografia geológica e evolução paleogeográfica e estrutural da plataforma continental;

- Kotchetoff *et al.* (1975), malacostráceos e equinídeos;
- Fonseca (1974), bivalves;
- Fonseca (1976, 1977), nanoplâncton calcário;
- Mougénou (1976, 1989), geologia da margem portuguesa;
- Azevedo (1982), sedimentologia de depósitos miocénicos;
- Cunha (1992), estudo da sedimentologia do sector NE da Bacia do Baixo Tejo; correlações com a região vestibular e proposta de unidades lito- e alostratigráficas;
- Barbosa *et al.* (1995), conceitos e fundamentos da alostratigrafia e litostratigrafia e suas relações com a tectónica e o eustatismo;
- Barbosa (1995), estudo do sector central da Bacia do Baixo Tejo;
- Balbino (1996), revisão de alguns *taxa* de tubarões do Miocénico médio e superior de Lisboa (unidades VIa, VIb, VIc e VIIa);
- Gibert *et al.* (1998), Silva *et al.* (1999) e Domènech *et al.* (1999) acerca de icnofósseis e bioerosão;
- Ribeiro (1999) - hidrogeologia da Bacia do Baixo Tejo.

O Miocénico do sector distal da Bacia do Baixo Tejo

O Miocénico está essencialmente compreendido num amplo sinclinal (Sinclinal de Albufeira) entre a região a Norte de Lisboa e a cadeia da Arrábida (Fig. 8). A sucessão, do Aquitaniano ao Tortoniano, é delimitada por discordâncias angulares e reflecte um contexto compressivo segundo NW-SE, relacionado com a colisão Bética. Assenta no Cretácico inferior, no Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra, ou no Paleogénico (Formação de Benfica); nalguns locais parece haver passagem gradual entre o Paleogénico e o Miocénico. Superiormente, a sucessão é fortemente ravinada pelo Pliocénico.

No flanco Sul da Serra da Arrábida, o Miocénico é cavalgado pelo Jurássico inferior; existe discordância angular entre o Miocénico inferior e o Miocénico médio.

Em Lisboa, a espessura do Miocénico não excede 300 m. A Sul, na região do Montijo e Barreiro, o Neogénico atinge cerca de 1200 m, dos quais cerca de 50 m correspondem ao Pliocénico.

A subsidência foi compensada pela sedimentação. Chegaram grandes quantidades de materiais continentais, principalmente em consequência das reactivações de falhas hercínicas responsáveis pelo início do soerguimento da cadeia da Arrábida.

Cotter (*in* Dollfus *et al.*, 1903-1904) estabeleceu as “divisões” estratigráficas do Miocénico de Lisboa (Fig. 9) ainda hoje utilizadas com significado de unidade litostratigráfica. Na Fig. 10 apresenta-se a sua equivalência com a escala de tempo actual.

Choffat (1950, publ. póstuma) esquematizou e comparou colunas estratigráficas da região de Lisboa (Fig. 11).

Antunes *et al.* (1973) definiram ciclos sedimentares com base nas fases de transgressão marinha e regressão a que correspondem as unidades. Antunes & Pais (1993) apresentaram novo desenvolvimento (Fig. 12), tentando correlações mais rigorosas com a região de Almada (Península de Setúbal) e unidades do interior da BBT (Ribatejo). Caracterizaram 7 transgressões (T0 a T6) alternando com 6 regressões (R0 a R5):

- origem de pequeno golfo, pouco profundo, no Aquitaniano (T0);
- estabelecimento de biohermas de coraliários e desenvolvimento do golfo anterior até às proximidades de Almeirim (T1). Não foi possível confirmar ulteriormente a presença de depósitos aquitanianos referidos por Zbysewski;
- principal transgressão burdigaliana (T2);
- duas breves ingressões marinhas no Burdigaliano final (T3 e T4);
- principal transgressão serravaliana (T5);
- transgressão, com deposição em meio marinho de pequena a média profundidade, seguida de claro confinamento do golfo no Tortoniano (T6).

Foram feitas correlações com a Bacia do Alto Tejo, com base em rupturas sedimentares, e respectiva equivalência cronostratigráfica estabelecida a partir de faunas de mamíferos (Antunes *et al.* 1987).

No seguimento de trabalhos de cartografia, biostratigrafia e obtenção de datações isotópicas na Península de Setúbal, Antunes *et al.* (1998) apresentaram quadro de correlação cronostratigráfica de unidades continentais e marinhas. Definiram 8 sequências deposicionais limitadas por contactos erosivos relacionados com superfícies transgressivas (Fig. 13). Elaboraram modelos paleogeográficos (Fig. 14).

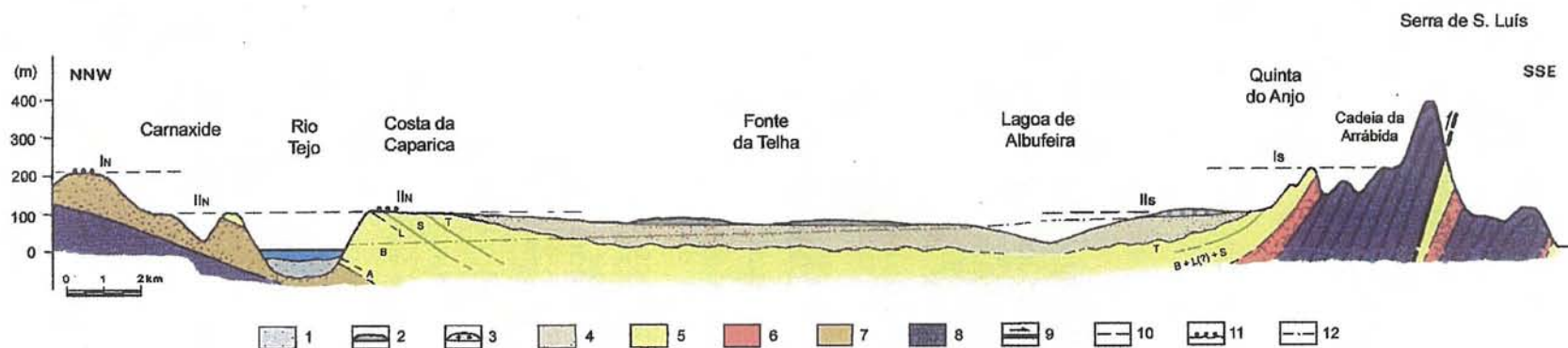


Fig. 8 - Perfil geológico interpretativo da Península de Setúbal : indicam-se os limites correspondentes aos andares miocénicos de acordo com os elementos biostratigráficos e cartográficos obtidos por investigadores do Centro de Estudos Geológicos da UNL (Antunes *et al.*, 1996; Antunes *et al.*, 1999; Antunes *et al.*, 2000a), modificado de Cabral (1995). 1- aluviões (Holocénico); 2 - dunas eólicas (Holocénico); 3 - Formação de Marco Furado (Plio-Quaternário); 4 - Pliocénico; 5 - Miocénico (A - Aquitaniano, B - Burdigaliano, L - Langhiano, S - Serravaliano, T - Tortoniano); 6 - Paleogénico; 7 - Complexo Vulcânico de Lisboa (Cretácico superior); 8 - Mesozóico; 9 - cavalgamento; 10 - testemunhos de superfície de aplanção; 11 - vestígios superficiais de depósitos com seixos pequenos; 12 - nível de erosão II equilibrado para N, em direcção ao Mar da Palha, no interior da Península de Setúbal; IN e IS - superfície de erosão superior; IIN e IIS - superfície de erosão inferior.

Fig.1 Profil du Miocène de Lisbonne, levé en 1897 par J. C. Berkeley Cotter, avec l'aide du collecteur Antonio Mendes, suivant une ligne partant de Torrinha (Parc Edouard VII) et aboutissant au Tage, au Sud de la Fabrique de verre de Braço de Prata — Echelle 1:5.000

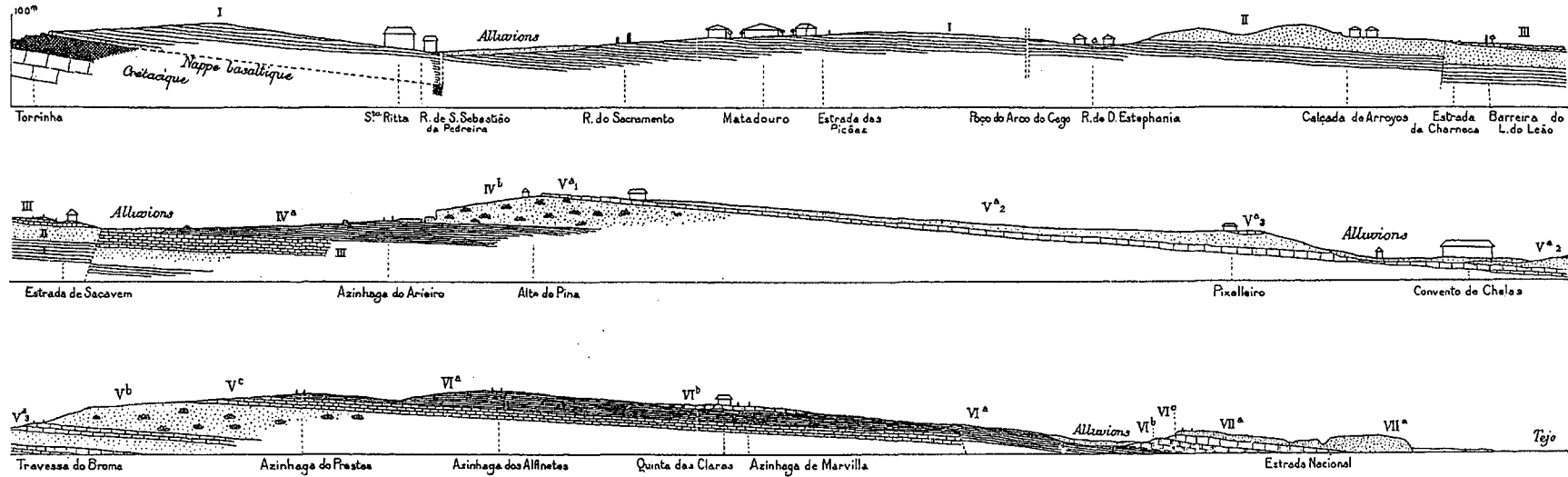


Fig.2 - Sections comparées du Miocène de la rive droite du Tage, à l'Ouest de Lisbonne, par P. CHOFFAT - Echelle 1:1.000

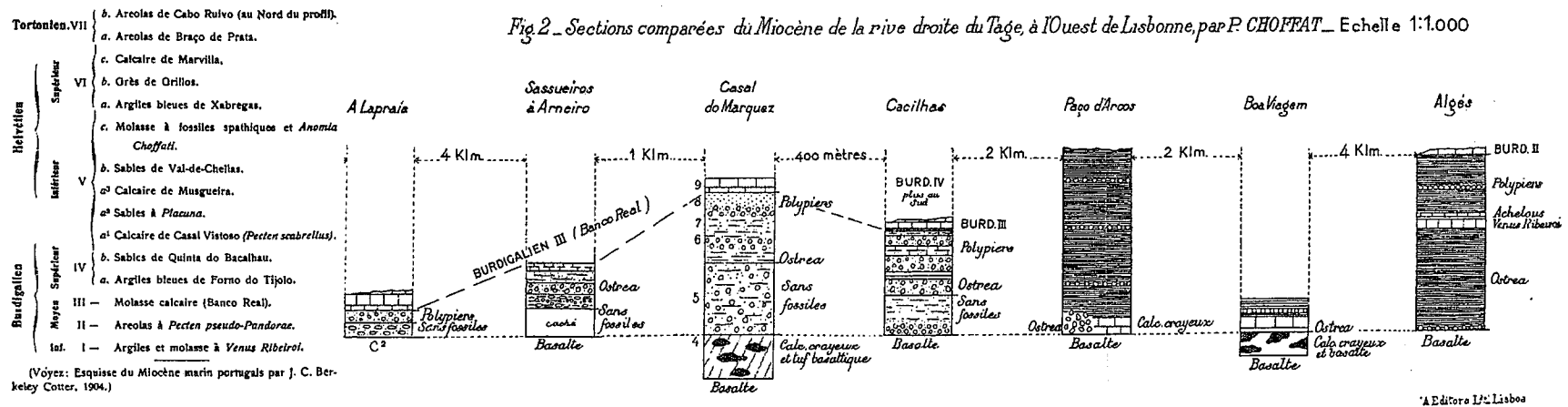


Fig. 9 - Perfis levantados por Cotter em Lisboa e por Choffat nos arredores (Choffat, 1950).



Fig. 10 - Esquema estratigráfico do Miocénico da região de Lisboa (Cotter, 1903-1904); correspondência com a escala cronostratigráfica de Berggren *et al.*, 1995 (Antunes *et al.*, 2000a).

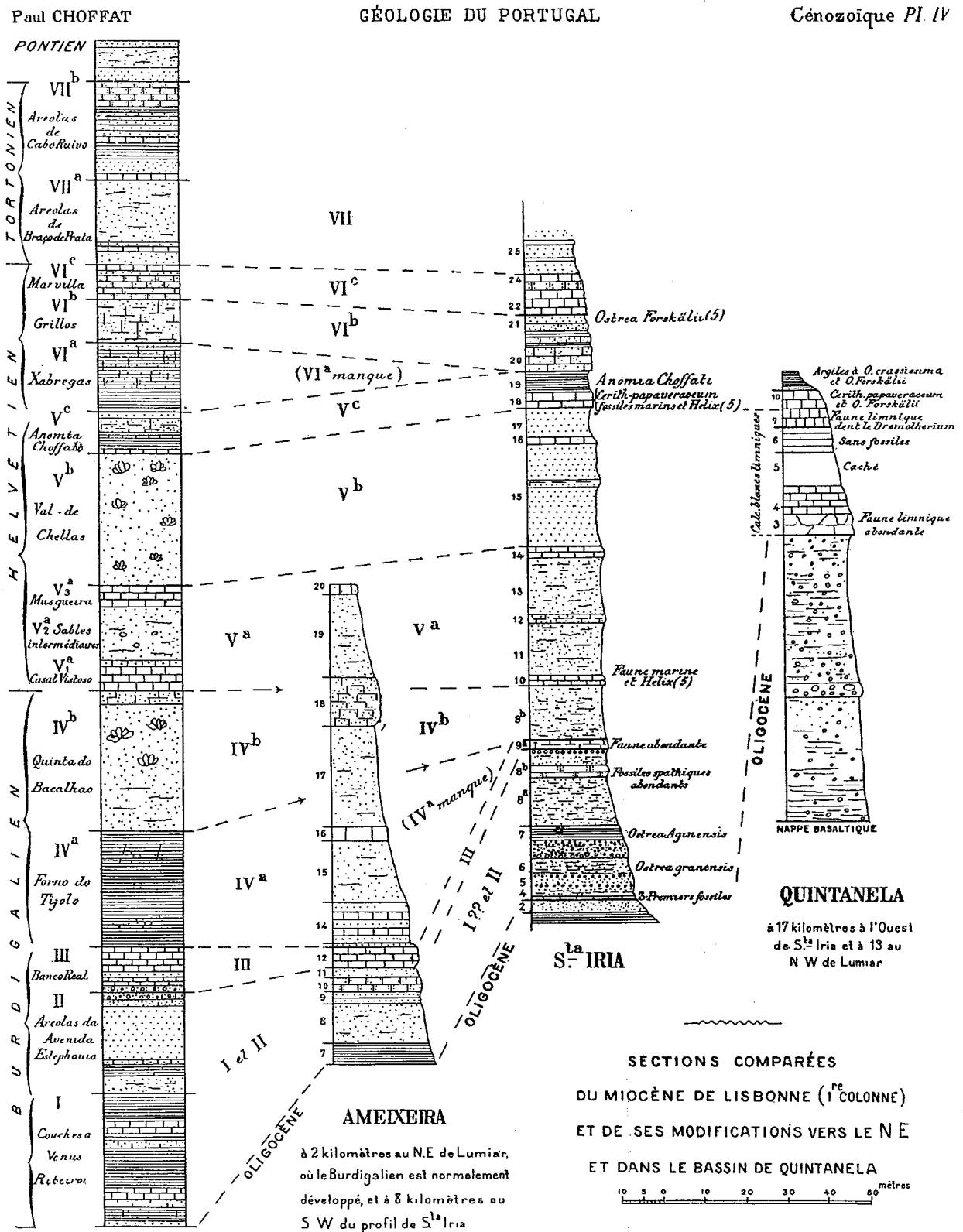


Fig. 11 - Correlação entre colunas litostratigráficas de Lisboa, da região oriental e da Bacia de Quintanelas (Choffat, 1950). São de notar importantes variações laterais de fácies e de espessura.

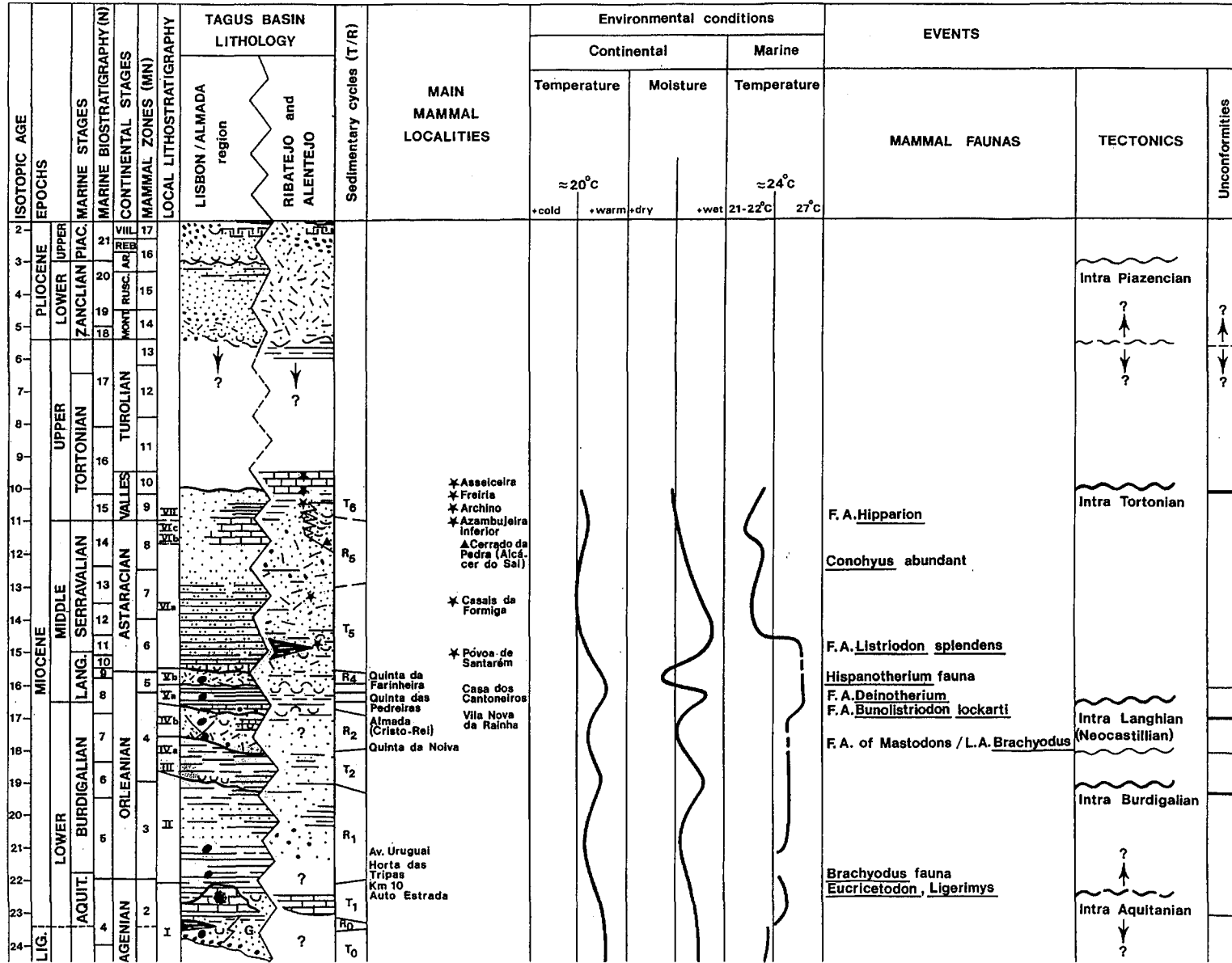


Fig. 12 - Litologia, cronostratigrafia, condições ambientais e principais acontecimentos na Bacia do Baixo Tejo (Antunes & Pais, 1993).

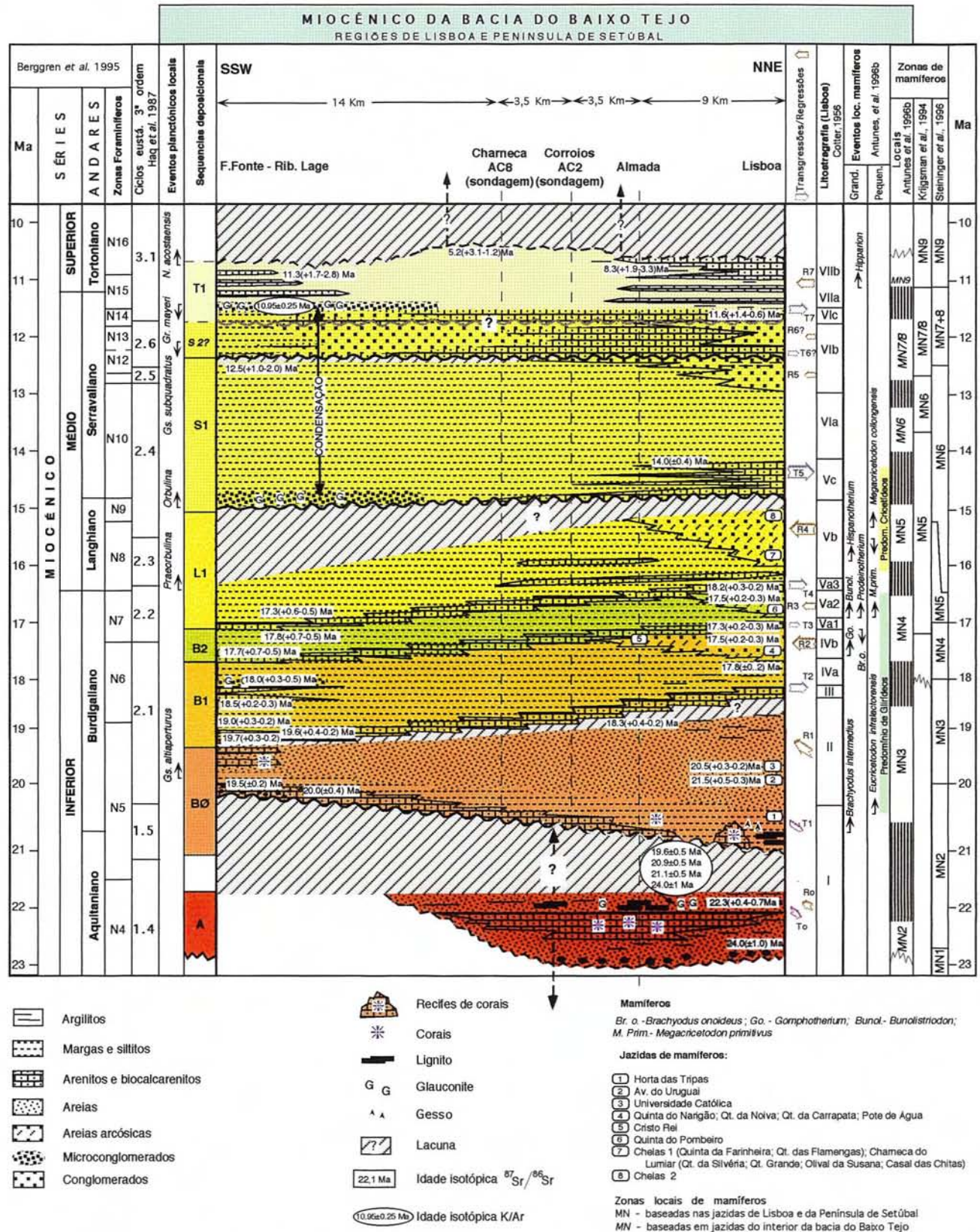


Fig. 13 - Quadro estratigráfico para o Miocénico do sector distal da Bacia do Baixo Tejo — Lisboa e Península de Setúbal (Antunes *et al.*, 1999).

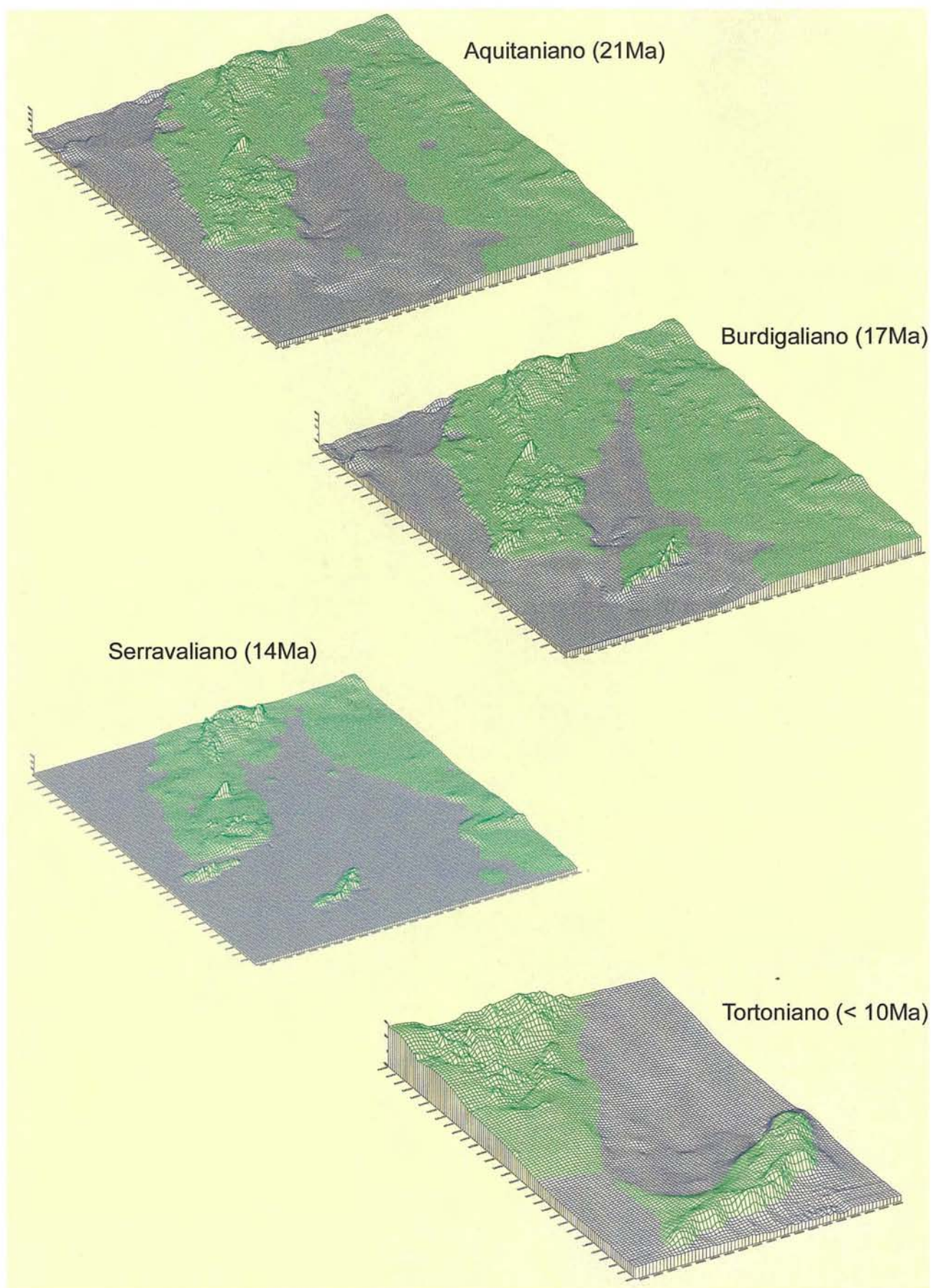


Fig. 14 - Modelos paleogeográficos da Bacia do Baixo Tejo durante o Miocénico (Antunes *et al.*, 1999).

Cortes geológicos

“O largo sinclinal que afecta a areia pliocénica e forma o eixo da península é bem o prolongamento do fosso do Tejo. O respectivo flanco sul ergue-se vigorosamente através da prega-falha da Serra da Arrábida, cuja vertente em declive pouco acentuado se decompõe em cristas e corredores subsequentes, enquanto a dorsal calcária dos cumes cai, por um abrupto de 500m, sob uma margem sinuosa, onde subsistem alguns mantos carregados do Miocénico. Tudo aqui evoca a Natureza mediterrânea: a intimidade da montanha com o mar, o relevo colorido como numa carta geológica, onde se sucedem as camadas vermelhas dos conglomerados do Jurássico Superior, o poderoso dorso dos calcários brancos que se empinam acima dos blocos amarelos dos pudins miocénicos, espalhados nas ondas de um azul sem mácula (...)”

Biro (1950, p. 253)

Apresentam-se os cortes segundo a posição estratigráfica, começando na Península de Setúbal pelo sector sul da Serra da Arrábida, seguindo-se o flanco sul do sinclinal da Arrábida, depois o flanco norte — região de Almada-Lisboa.

Portinho da Arrábida

O Neogénico do Flanco Sul da Serra da Arrábida foi inicialmente estudado por Choffat (1906, 1908 e 1950), que pôs em evidência uma discordância angular entre o que chamou M1 e M2. Zbyszewski (1967) descreveu os cortes geológicos correspondentes. Ribeiro (*in* Ribeiro *et al.*, 1979, p. 24, fig. 2.12) interpretou o esquema tectónico de Choffat. Continuou a assinalar a discordância angular e aludiu a uma dobra complexa, em sinclinal e anticlinal, na unidade inferior do Miocénico; esta dobra ligaria o continente à Pedra da Anixa.

A par da revisão da cartografia geológica (Fig. 15) da folha de Setúbal coordenada por G. Manuppella (Serviços Geológicos de Portugal, Instituto Geológico e Mineiro), encetou-se no âmbito do CEG/UNL a revisão da lito- e cronostratigrafia das unidades representadas, tendo sido apresentada comunicação ao III Congresso Nacional de Geologia (Pais *et al.*, 1991) acerca da litostratigrafia e organização estrutural dos depósitos neogénicos do flanco Sul da Serra da Arrábida.

Foram reconhecidas 5 unidades líticas, ordenadas de baixo para cima:

- a) biocalcarenitos e arenitos finos amarelados, pobres de fósseis, assentes no Paleogénico. A espessura aproximada é de 30 m; estão orientados N75°W, 40°N;
- b) biocalcarenitos, esbranquiçados a amarelados, com concreções algares, e arenitos grosseiros, às vezes conglomeráticos, com cimento carbonatado. Na extremidade W do Chão da Anixa recobrem em discordância angular a unidade (a), enquanto a E assentam por paraconformidade. Noutros locais, repousam em discordância angular sobre o Jurássico médio. A espessura aproximada é de 35 m;
- c) siltitos esbranquiçados e/ou amarelados, pobres de fósseis. A espessura observável é, aproximadamente, de 8-9 m;
- d) biocalcarenitos esbranquiçados, fossilíferos, com espessura de cerca de 76 m e atitude N30°E, 25SE; aumentam de inclinação para E até 50°SE;
- e) arenitos grosseiros com bancadas conglomeráticas intercaladas, com níveis fossilíferos; localmente, apresentam estratificação oblíqua, com estruturas que permitem inferir correntes orientadas para E na parte inferior e para W na superior. Têm espessura estimada na ordem de 100 m e inclinam 25° para N. São cavalgados pelo Jurássico inferior.

As relações estruturais entre as diferentes unidades são as seguintes:

- a unidade (b), dobrada, cavalga localmente as unidades (c) e (d); é discordante sobre (a);
- a unidade (d) contacta com a unidade (c) mediante uma superfície irregular;
- não foi possível observar no terreno, com clareza, a articulação da unidade (e) com as restantes; atitude e litologia são completamente diferentes.

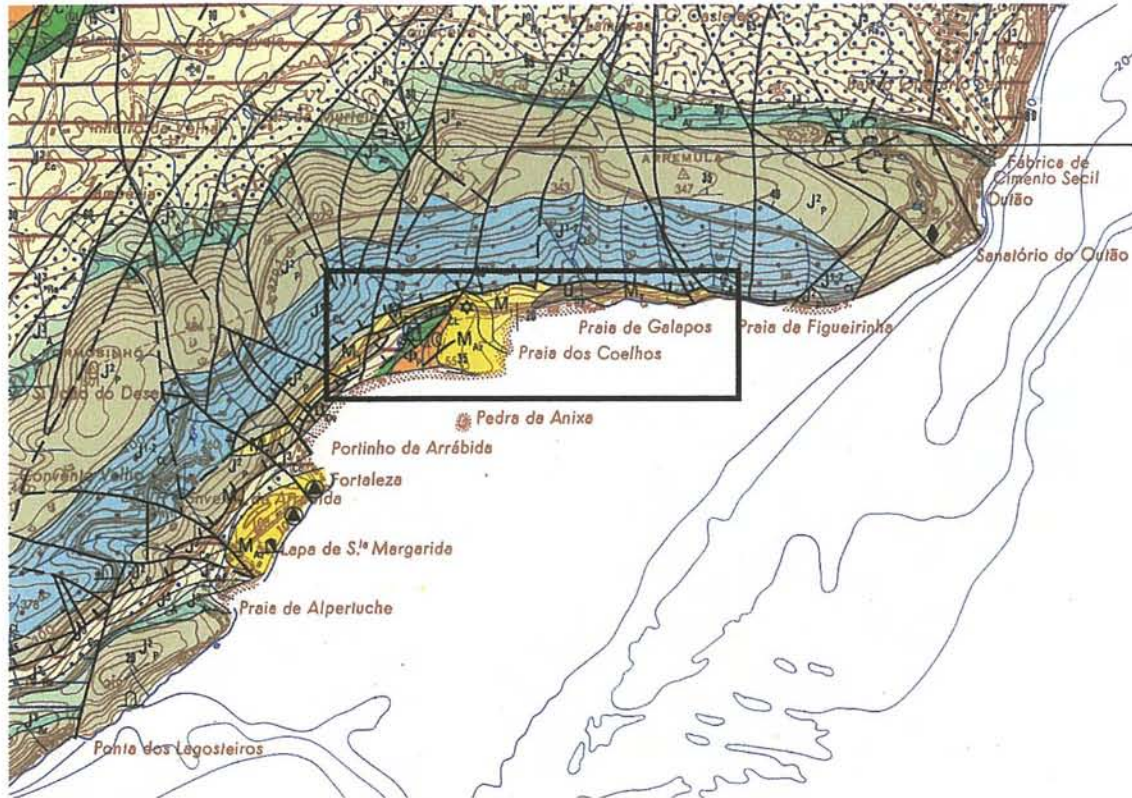


Fig. 15 - Cartografia geológica (1:50000, Manuppella *et al.*, 1995) da área de Portinho da Arrábida. O rectângulo delimita a parte estudada.

O esquema do conjunto inferior no Portinho da Arrábida em frente da Pedra da Anixa (Choffat, 1908, pl. V, fig. 4; p. 55, fig. 15), carece de revisão. Ribeiro (*in* Ribeiro *et al.* 1979, p. 24, fig. 2.12; Fig. 17) interpretou o esquema de Choffat, mas o perfil resultante não reflecte integralmente o que se observa. A unidade (a) do Neogénico do Portinho da Arrábida, localmente dobrada em sinclinal fechado com vergência para SE, está em sequência com o Paleogénico, o Cretácico e o Jurássico superior. Estas unidades estão em posição invertida, constituindo parte do flanco inverso do anticlinal do Formosinho. Este é limitado a S, na plataforma continental (Ribeiro *in* Ribeiro *et al.*, 1990), pelo cavalgamento principal da Serra da Arrábida e, a N, por outro cavalgamento que põe em contacto o Dogger com o Miocénico. Este conjunto forma, assim, uma estrutura em duplex, provavelmente de escala quilométrica. Ulteriormente, o das unidades (a) a (d) foi dobrado numa sequência de anticlinal, sinclinal e anticlinal. Os eixos, orientados, aproximadamente, ENE-WSW, mergulham para ENE e passam, respectivamente, entre Pedra da Anixa e Chão da Anixa; na Praia dos Coelho; e a N desta praia (Figs. 16 e 18) (Pais *et al.*, 1991).

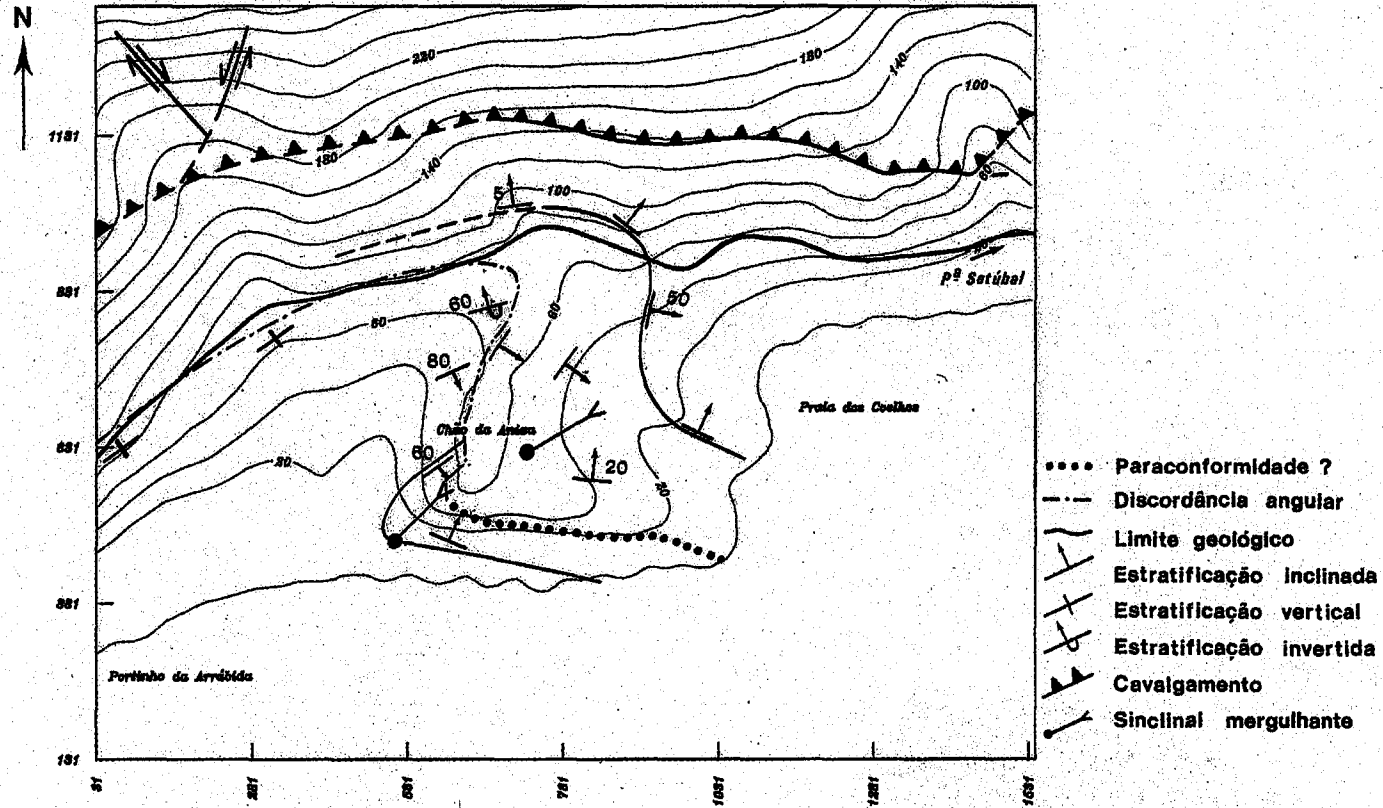


Fig. 16 - Interpretação estrutural do Miocénico do Portinho da Arrábida (Kullberg *in* Pais *et al.*, 1991)

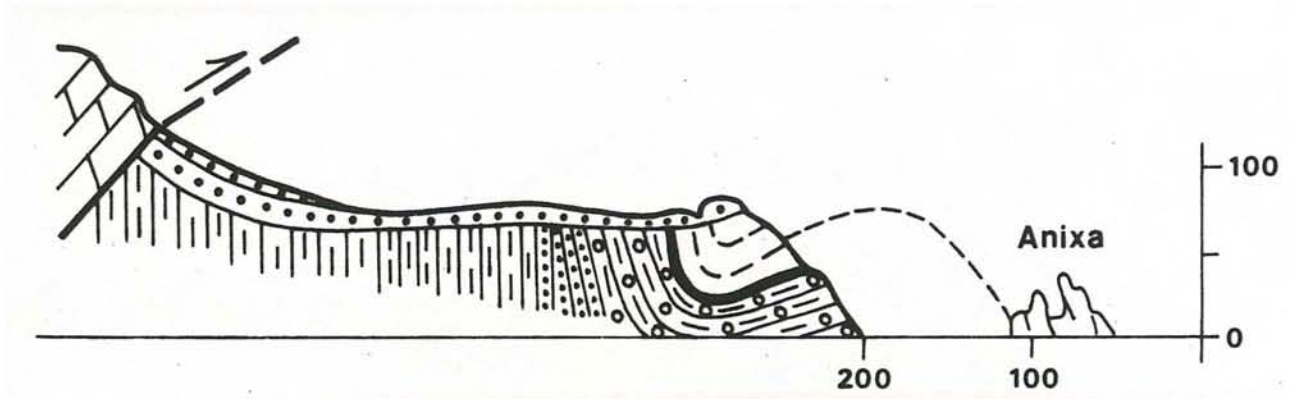


Fig. 17 - Perfil geológico interpretativo do Portinho da Arrábida (Ribeiro em Ribeiro *et al.*, 1979, p. 24, fig.2.12)

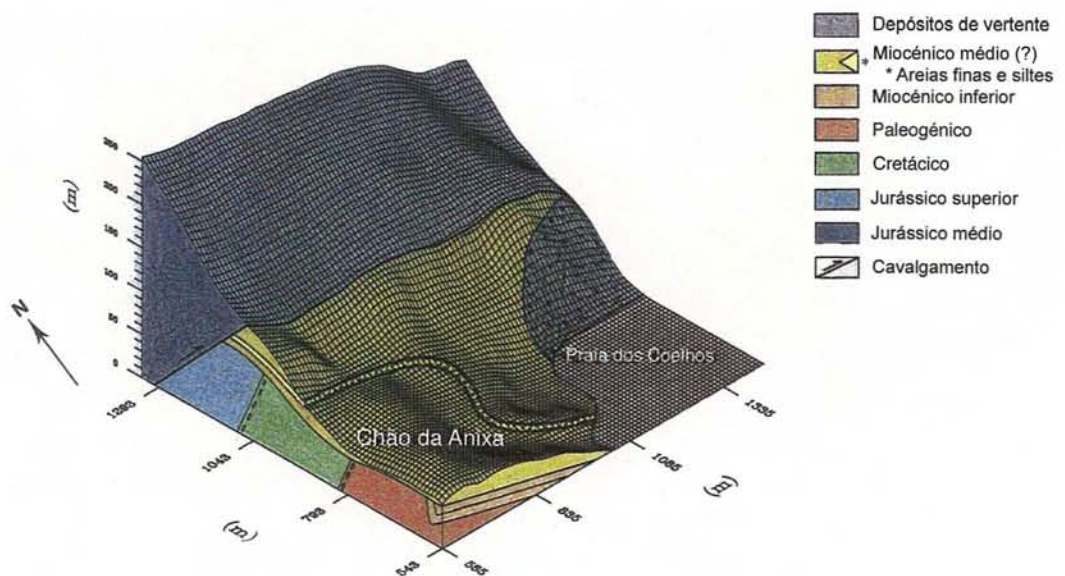


Fig. 18 - Bloco-diagrama de Portinho da Arrábida (Pais *et al.*, 1991).

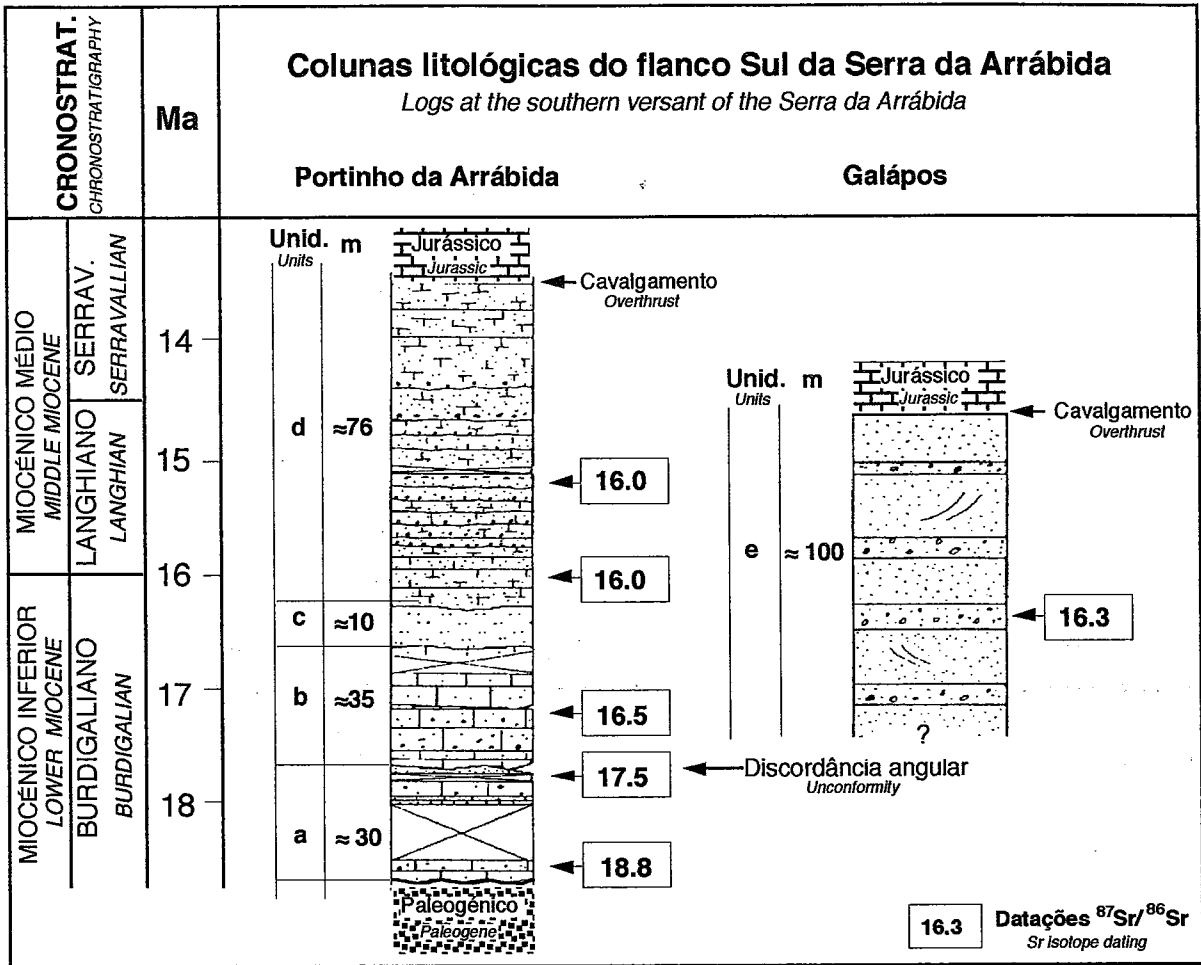


Fig. 19 - Colunas litológicas e datações do Miocénico do flanco Sul da Serra da Arrábida (Pais et al., 1991).

Foram reconhecidas duas (e eventualmente três) fases tectónicas: 1 - ante-unidade (b); 2 - pós-unidade (d) e, aparentemente, ante-unidade (e). No caso de o cavalgamento da unidade e) pelo Jurássico não ser simultâneo do dobramento do conjunto neogénico de Chão da Anixa, haverá uma terceira fase, correspondente ao reajo do cavalgamento que constitui o limite N do referido "duplex" (Pais et al., 1991).

Datações

Não foi possível obter datações com base nos foraminíferos por escassez de formas planctónicas.

Todavia, foram conseguidas datações isotópicas de Sr. Os resultados estão expressos na Fig.19.

Conclusões

As principais consequências destas datações são:

- no flanco Sul da Serra da Arrábida apenas estão representados parte do Miocénico inferior e o início do Miocénico médio;

- a sedimentação marinha teve início no Burdigaliano médio, provavelmente aquando do início da transgressão burdigaliana, representada em Lisboa pelas divisões III e IVa;

- a primeira fase tectónica caracterizada na Arrábida verificou-se há cerca de 17 Ma; a discordância angular existente entre as unidades (a) e (b) e possível lacuna são contemporâneas da lacuna evidenciada no corte de Penedo Norte (Legoinha, 1998; Antunes *et al.* 2000a);

- uma segunda fase tectónica será mais recente do que 16 Ma;

- a unidade (e) é um provável equivalente lateral das unidades (b) e/ou (c).

Vila Nogueira de Azeitão e Quinta do Anjo

O Miocénico do sector oriental do flanco Norte da Serra da Arrábida, entre Azeitão e Palmela, foi menos estudado. Dollfus *et al.* (1903-1904) fizeram referências ao Miocénico deste sector. Choffat (1908) apresentou estudo de carácter tectónico. A cartografia geológica (na escala 1:50 000) foi realizada por Zbyszewski *et al.* (1965) e revista por Manuppella *et al.* (1995; Fig. 20).

G. Zbyszewski descreveu cortes geológicos. No entanto, nem sempre é possível reconhecer os estratos descritos em consequência da localização pouco precisa, do estilo da descrição e da falta de esquemas e de ilustrações. O autor tentou estabelecer correlações com o Miocénico de Lisboa, mas reconheceu dificuldades (Zbyszewski *et al.*, 1965, p. 20; Zbyszewski, 1967, p.88):

“En se basant sur l'échelle stratigraphique établie par Berkeley Cotter on a tenté à diverses reprises de retrouver dans l'Arrábida les horizons miocènes connus à Lisbonne (...) Les levés géologiques récents ont montré qu'il était possible d'établir un parallélisme entre les principaux termes des deux séries, mais qu'une séparation des horizons, telle qu'elle a été faite à Lisbonne ne peut être ici qu'artificielle.”

Concluiu que:

- a) as unidades I, IVb, Va e Vb são muito menos espessas na margem esquerda do Tejo e faltam na Serra da Arrábida;
- b) as variações de fácies e de faunas são menos acentuadas.

Há poucos estudos ulteriores. Diferenças de fácies, escassez de dados biostratigráficos e ausência de datações isotópicas põem, também, dificuldades na correlação com o sector ocidental entre Foz da Fonte e Lagoa de Albufeira. Na sequência de trabalhos de reconhecimento e cartografia, efectuados pelo CEG/UNL em colaboração com o Instituto Geológico e Mineiro, com os objectivos de rever a cartografia geológica e a estratigrafia do Terciário da Península de Setúbal, foram descritos dois perfis entre Vila Nogueira de Azeitão e Quinta do Anjo (Figs. 20 e 21). Foram colhidas amostras para estudo de foraminíferos.

Corte de Azeitão (estrada para Picheleiros); Fig. 20 (A-B).

Observação ao longo da estrada para Picheleiros; início próximo do topo dos calcários paleogénicos, junto ao poste de linha telefónica, prosseguindo em direcção a Vila Nogueira de Azeitão (Set./1990).

Zona encoberta (16,40 m).

Azeitão 1 – Calcário esbranquiçado, com estrutura cavernosa (0,80 m, visível), passando a interbanco mais margoso, branco (0,20 m).

Azeitão 2 – Calcário branco com passagens ligeiramente mais margosas (1,50 m).

Azeitão 3 – Calcário pulverulento, esbranquiçado, idêntico ao anterior (1,60 m)

Zona encoberta (15,50 m); a litologia parece manter-se.

Azeitão 4 – Calcário pulverulento (0,65 m), passando a calcário mais endurecido, esbranquiçado, ligeiramente concrecionado (1 m).

Azeitão 5 – idem (4,25 m).

Azeitão 6 – Marga carbonatada de cor creme claro (0,25 m). Contacto com a camada inferior (muito bioturbada) ligeiramente ondulado. Passa superiormente a siltito esbranquiçado.

Zona encoberta (6,60 m).

Azeitão 7 – Calcário margoso esbranquiçado, com laminações. Observam-se concreções de algas e fragmentos de conchas de moluscos. Espessura visível: 1,30 m.

Azeitão 8 – Marga esbranquiçada com variações laterais (mais concrecionada e carbonatada). Fragmentos de moluscos reduzidos a moldes. O contacto inferior faz-se por superfície de erosão.

Azeitão 9 – Calcário margoso, concrecionado, esbranquiçado. Algas frequentes. Espessura visível: 1,50 m.

Zona encoberta (16,50 m).

Azeitão 10 – Silte ocre (espessura visível: 1,80 m), laminado no topo e com mais fragmentos de conchas. Torna-se mais carbonatado, passando a bancada de calcário (0,5 m).

Azeitão 11 – Arenito fino concrecionado, amarelo torrado (0,60 m). Moldes de moluscos.

Azeitão 12 – Banco de ostras; na base argiloso (1 m). O contacto inferior faz-se por superfície de erosão.

Zona encoberta (1 m).

Azeitão 13 – Argila, verde acinzentada, com ostras pequenas (2 m).

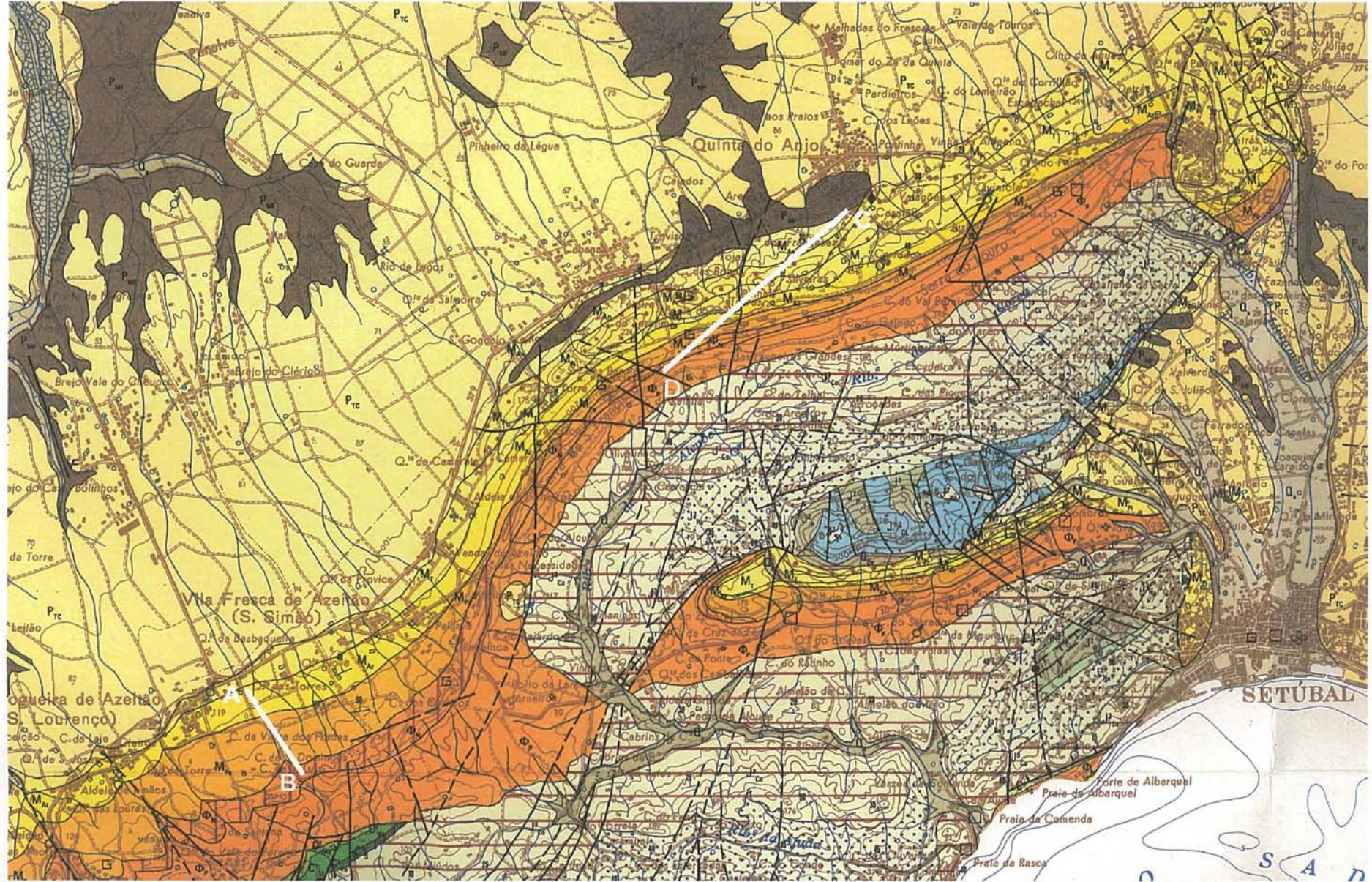
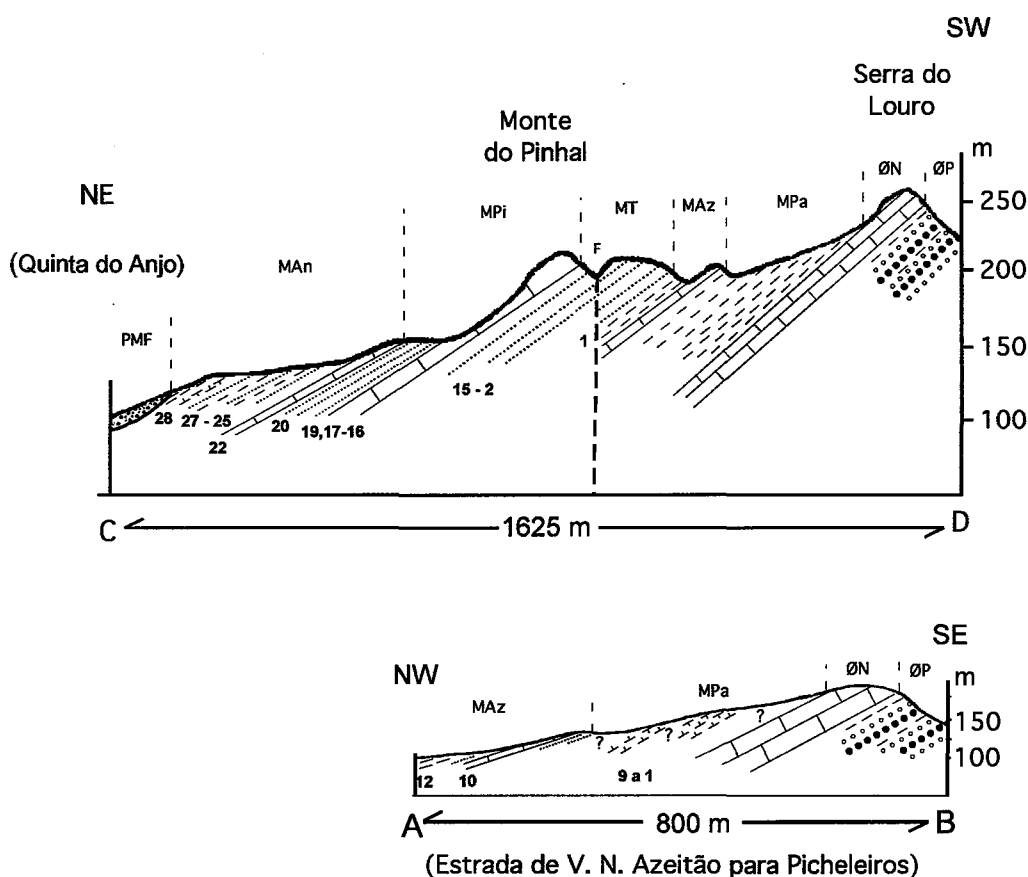


Fig. 20 - Cartografia geológica do flanco N da Serra da Arrábida (1:50 000, Manuppella *et al.*, 1995); localização dos perfis estudados (A-B e C-D).



Legenda (Carta geológica 1:50000, Folha 38B - Setúbal):

Pliocénico

PMF - Conglomerado de Marco Furado

Miocénico

MAn - Areias e Margas da Quinta do Anjo

MPi - Arenitos e calcarenitos de Pinhal

MT - Areias da Quinta da Torre

MAz - Argilitos e Margas de Azeitão

MPa - Calcários margosos de Palhavã

Paleogénico

ØN - Calcários de Senhora das Necessidades

ØP - Conglomerados, arenitos e margas de Picheleiros

Fig. 21 - Perfis geológicos no flanco Sul do sinclinal de Albufeira entre Vila Nogueira de Azeitão e Quinta do Anjo; a respectiva localização está indicada na Fig. 20; os números correspondem às paragens referidas na descrição do corte. Original.

Azeitão 14 – Banco de grandes ostras (0,60 m). Parece erosionar o conjunto anterior.

Foraminíferos (Azeitão/estrada de Picheleiros)

A ocorrência de foraminíferos é rara a frequente; as carapaças estão geralmente mal conservadas. Duas amostras deram escassos foraminíferos planctónicos. Os ostracodos são mais abundantes que os foraminíferos. No Quadro 1 apresentam-se as associações encontradas e respectiva interpretação paleoambiental.

Quadro 1
Foraminíferos do corte de Azeitão. Original.

Camada	Foraminíferos	Paleoambiente
Azeitão 5	Raros foraminíferos bentónicos: <i>Elphidium</i>	Laguna
Azeitão 6	Frequentes foraminíferos bentónicos: <i>Trochamina, Elphidium, Quinqueloculina, Ammonia</i>	Laguna
Azeitão 8	Frequentes foraminíferos bentónicos: <i>Trochamina, Ammonia, Quinqueloculina, Spirillina, Cibicides, Guttulina</i>	Laguna ou Infralitoral
Azeitão 9	Raros foraminíferos bentónicos: <i>Elphidium, Ammolagena, Bolivina</i>	Laguna ou Infralitoral
Azeitão 10	Frequentes foraminíferos bentónicos: <i>Textularia, Ammonia, Nonion, Elphidium, Anomalina</i> Raros foraminíferos planctónicos: <i>Globigerina</i>	Infralitoral
Azeitão 11	Frequentes foraminíferos bentónicos: <i>Asterigerina, Amphistegina, Elphidium, Quinqueloculina, Ammonia, Textularia.</i> Raros foraminíferos planctónicos: <i>Globigerina, Globigerinoides.</i>	Infralitoral
Azeitão 13	Frequentes foraminíferos bentónicos: <i>Ammonia (60%), Elphidium (40%), Quinqueloculina</i>	Laguna
Azeitão 14	Frequentes foraminíferos bentónicos: <i>Ammonia (100%)</i>	Laguna

Corte de Monte do Pinhal (1250 m a SW de Quinta do Anjo); Fig. 20 (C-D).

Coordenadas: entre os paralelos 42° 67' e 42° 68' e os meridianos 5° 04' e 5° 05', folha 454-Setúbal, da Carta Militar de Portugal, escala 1:25 000, dos Serviços Cartográficos do Exército.

Observação ao longo do caminho que circunda o Monte do Pinhal, no sentido Sul-Norte. Início na inflexão do caminho em direcção ao Cabeço das Silveiras; a Norte situa-se o Monte do Pinhal e a Sul a crista da Serra do Louro. Paragens assinaladas pela designação "Pinhal" seguida de número (Jan./1992).

Pinhal 1 - A curva do caminho está sobre conjunto silto-argiloso. A inexistência de qualquer barreira ao longo do caminho, ou fora deste, dificulta a caracterização litológica. Trata-se de conjunto silto-argiloso, creme, com ostras dispersas. Os restos de ostras são progressivamente mais frequentes quando nos aproximamos do Monte do Pinhal, encontrando-se espalhados pelo caminho e pela barreira exposta a NE (que agora surge e o bordeja).

Pinhal 2 - No início da subida do Monte do Pinhal, aflora areia pouco consolidada, branca. Espessura observável: 2 m.

Pinhal 3 - Conjunto mais siltoso, com ostreídeos; o contacto com as areias parece ligeiramente erosivo. A concentração das ostras aumenta, da base para o topo, até dois níveis de grande concentração a 4 m da base (separados cerca de 20 cm). Atitude dos estratos: E-W, 45°N.

Pinhal 4 - Arenito com ligeiras intercalações argilosas; aflora ao longo de 24 m (medida na horizontal). A quantidade de ostras diminui consideravelmente.

Pinhal 5 - Conjunto argiloso de cor cinzento esverdeada com 1 m de espessura horizontal. Recolheu-se amostra.

Pinhal 6 - Conjunto siltoso, incoerente, amarelo claro, com 3 m de espessura. A 1 m da base apresenta um nível mais compacto, esbranquiçado, com 0,20 m de espessura.

Pinhal 7 - Arenito compacto, creme, com 0,60 m de espessura.

Pinhal 8 - Conjunto margoso (0,70 m de espessura) com níveis uns mais coerentes e outros menos compactos, de cor amarelo esbranquiçado. Restos de ostreídeos e lamelibrânquios são frequentes.

Pinhal 9 - Conjunto arenítico, branco a cinzento claro, com níveis mais compactos, observando-se bem os planos de estratificação — o que lhe confere aspecto laminado. Surgem micas e minerais opacos; ocorrem dendrites. Não se observam fósseis. A espessura dos níveis varia entre 1 e 30 cm. Espessura total de 12 m. Atitude das camadas: E-W, 50°N.

Pinhal 10 - Conjunto siltoso com 9,5 m de espessura. Na parte central apresenta, a 2 m da base, um nível argiloso cinzento com 0,45 m de espessura; este passa a outro, silto-argiloso, acastanhado, com 0,60 m; o qual passa a um nível argiloso com 1,20 m, de cor cinzenta e com intercalações laminares de margas esbranquiçadas (com cerca de 1 cm).

Pinhal 11 - Arenito grosseiro, esbranquiçado, com clastos de quartzo até 1 cm. Tem aspecto laminado. Observam-se bem os planos de estratificação. A espessura dos estratos varia entre 1 e 10 cm. Espessura total de 2 m. Atitude: N80°W, 60°N.

Pinhal 12 - Areia fina, de cor creme, solta, com micas. Espessura de 4 m.

Pinhal 13 - Arenito esbranquiçado, com 1,5 m de espessura. Apresenta raros calhaus de quartzito (até 3 cm), rolados, juntamente com fragmentos de ostras.

Pinhal 14 - Areia fina, amarela, observável na extensão de 1 m, após o que desaparece sob a cobertura.

Cobertura - 15 m de solo, apresentando, na parte final, fragmentos de ostras de grandes dimensões, que não parecem estar *in situ*.

Pinhal 15 - Arenito fino com fragmentos de ostras. Tem aspecto tectonizado. A espessura é de 5 m; a observação é difícil. Presença de uma falha?

Pinhal 16 - Conjunto arenítico esbranquiçado, com cimento carbonatado; 14 m de espessura. Apresenta-se fortemente tectonizado. Observam-se planos de estratificação (a espessura dos estratos varia de um centímetro a alguns decímetros). Num destes níveis observámos um fragmento de ostra. Atitudes das camadas: E-W, 50°N e N80°E, 30°N.

Cobertura – Caminhou-se até o flanco Norte do Monte do Pinhal; na concavidade dirigida para o Monte encontra-se uma lumachela de ostras com imbricação, mas não é possível afirmar que estejam *in situ*.

Pinhal 17 - Na curva localizada 50 m adiante da lumachela de ostras, no ponto mais a Norte, aflora um conjunto biocalcarenítico onde é possível observar equinídeos, ostras e lamelibrânquios. A espessura é de cerca de 25 m. Alguns níveis mais próximos do topo da camada apresentam fósseis muito abundantes. O conjunto tem aspecto tectonizado, com numerosos planos de fractura que mascaram a estratificação. Atitude das camadas: E-W, 50°N.

Cobertura – Ao longo de cerca de 100 m aparecem grandes fragmentos de ostras.

Pinhal 18 - Cerca de 75 m adiante da paragem precedente, surge um conjunto siltoso, amarelo torrado. Não se sabe se se trata de depósito de cobertura; o facto de o caminho passar sobre a mesma litologia leva a pensar que esteja *in situ*.

Pinhal 19 – Na bifurcação, junto da casa, aflora biocalcarenito esbranquiçado. Deve ser o mesmo descrito em Pinhal 17. Atitude das camadas: N80°E, 50°N.

Pinhal 20 - Conjunto siltoso, espesso, amarelo (provavelmente o mesmo que em Pinhal 18). Observam-se grandes ostras junto de um nível lenticular compacto, intercalado nos siltes. Ocorrem níveis lenticulares. É difícil calcular a espessura total, que deve exceder os 20 m. Recolheu-se amostra próximo do topo.

Pinhal 21 - O conjunto siltoso é erodido por arenito com elementos quartzosos grosseiros, de cor avermelhada, que atingem 3 cm segundo o eixo maior.

Pinhal 22 - Biocalcarenito, estabelecendo a crista do relevo (10 m de espessura). O contacto inferior, brusco, faz-se por meio de superfície ligeiramente ondulada. Atitude das camadas: N80°E, 30°N.

Pinhal 23 - Sobre o biocalcarenito, junto do depósito de água, existe um conjunto silto-arenoso, ocre, com blocos de biocalcarenito incluídos (*in situ*). Por vezes tem carácter mais argiloso e cor cinzento esverdeada.

Pinhal 24 - No caminho (e nas barreiras) aflora um nível biocalcarenítico com cerca de 2 m de espessura; permanecem dúvidas se está *in situ*.

Pinhal 25 - Na barreira, observa-se areia ocre, idêntica à anterior (Pinhal 23) sobre o nível biocalcarenítico.

A distância horizontal percorrida é de 37 m; a cor muda para amarelo nos últimos 9 m. O material torna-se menos coeso, fazendo lembrar o conjunto siltoso sob o arenito conglomerático (Pinhal 21).

Pinhal 26 - Banco de ostras; espessura de 0,40 m e atitude E-W, 20°N.

Pinhal 27 - Conjunto silto-argiloso cinzento; na parte intermédia, é mais arenoso e tem cor avermelhada a ocre. Recolheu-se amostra na parte inferior, 1 metro acima do banco de ostras. Distância horizontal percorrida: 42 m.

Pinhal 28 - Conjunto margoso, esbranquiçado, com mais de 10 m de espessura. Recolheu-se amostra.

Pinhal 29 - Conjunto argiloso com ostras, sobreposto por conglomerado avermelhado. Atitude N30°E, 20°NW. A espessura varia entre 5 e 10 m.

Pinhal 30 - No caminho para Bacelo (na barreira do lado esquerdo, junto à tabuleta com designação "Propriedade Privada") observa-se conjunto siltoso encimado por biocalcarenito; corresponde ao descrito em Pinhal 21. Atitude: N50°E, 40°NE e, perto da povoação de Bacelo, N70°E, 40°N.

Foraminíferos

A única ocorrência digna de registo é a associação encontrada na parte superior de Pinhal 20. Os foraminíferos são frequentes, mas a preservação é deficiente. Planctónicos: *Orbulina suturalis*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides quadrilobatus*; bentónicos: *Nonion*, *Elphidium*, *Cibicides*, *Discorbis*, *Textularia*, *Bulimina*.

A associação é característica de ambiente infralitoral. *Orbulina suturalis* indica idade ulterior ao Langhiano.

Enquadramento estratigráfico (Fig. 22)

Aquitânico superior a Burdigaliano inferior

Calcários margosos de Palhavã (M_{pa})

Os Calcários margosos de Palhavã (M_{pa}) (local tipo: 750 m E de Vila Fresca de Azeitão, 750 m N do V.G. Cuco, junto aos moinhos da Bacalhoa), constituem a parte inferior da unidade que Zbyszewski *et al.* (1965) incluíram no “ M^{1-2} — Complexo burdigaliano inferior e aquitaniano”. Em conjunto com os Calcários de Senhora das Necessidades, constituem a crista Sul das Serras de S. Francisco e do Louro, que atinge cotas de cerca de 200 m.

Os primeiros níveis marinhos sobre os Calcários de Senhora das Necessidades (\emptyset_N) na Fonte do Sol foram datados do Aquitaniano superior a Burdigaliano inferior pela presença de *Miogypsina aff. borneensis* TAN, associada a *Miogypsina aff. globulina* MICHELOTTI ou *Miogypsina aff. cushmani* VAUGHAN (Azerêdo & Carvalho 1986). Referem (ibid.) algas coralinas (*Lithophyllum* sp. e *Lithothamnium* sp.), *Amphistegina* sp., miliolídeos, textularídeos, briozoários, moluscos e equinodermes.

Burdigaliano

Argilitos e margas de Azeitão (M_{AZ})

Afloram em banda contínua entre Vila Nogueira de Azeitão e Palmela. Correspondem a níveis que Zbyszewski *et al.* (1965) e Zbyszewski (1967) incluíram no M^2_{IV} — Burdigaliano superior. A unidade, exposta na região de Azeitão, inclui bancos de biocalcarenitos e de ostras intercalados em níveis argilo-margosos.

Burdigaliano superior a Langhiano inferior

• Areias da Quinta da Torre (M_T)

Areias finas esbranquiçadas com micas e minerais pesados e, às vezes, arenitos com calhaus de quartzo e fragmentos de ostreídeos.

Langhiano a Serravaliano

Arenitos e calcarenitos de Pinhal (M_{PI})

Arenitos compactos e calcarenitos esbranquiçados com fósseis (equinodermes, ostras, lamelibránquios).

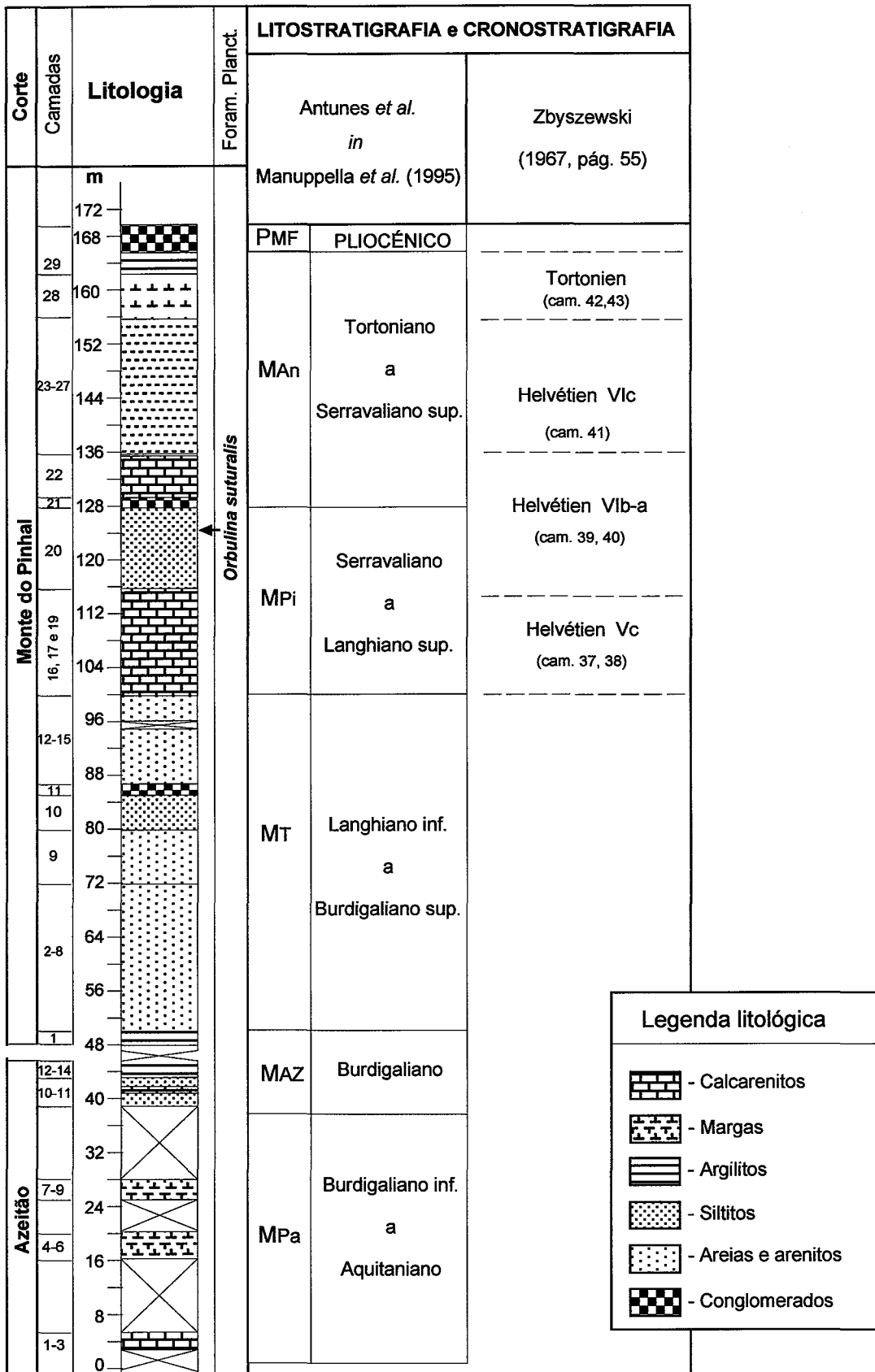


Fig. 22 - Enquadramento estratigráfico para o Miocénico do sector oriental do flanco Norte da Serra da Arrábida, entre Vila Nogueira de Azeitão e Quinta do Anjo. Original.

Na parte superior existem areias finas de cor amarelada com ostras dispersas. *Orbulina suturalis* permite estabelecer correlação com as unidades litostratigráficas Vc e Vla, de Lisboa, apesar das diferenças de fácies.

Zbyszewski *et al.* (1965) e Zbyszewski (1967) atribuíram estes depósitos ao Helveciano VIb-a.

Serravaliano superior a Tortoniano

Areias e margas de Quinta do Anjo (M_{An})

Iniciam-se por microconglomerados ocreos que passam a biocalcarenitos e a depósitos argilo-margosos ricos de ostras, esbranquiçados e/ou acinzentados. Os microconglomerados definem uma crista entre Cabanas e as proximidades de Palmela.

Zbyszewski *et al.* (1965) e Zbyszewski (1967) atribuíram estes depósitos ao Helveciano VIc e ao Tortoniano.

Foz da Fonte

Localização

Observações e amostragem foram realizadas na arriba da praia da Foz da Fonte. Este local está indicado na folha 464-Sesimbra da Carta Militar de Portugal, na escala 1:25 000, dos Serviços Cartográficos do Exército. As coordenadas são: M - 106,975 km e P - 165,625 km; Coordenadas GPS: 38° 30' 34" N; 9° 00' 11.7" W.

Descrição e enquadramento geológico

Este afloramento (Fig. 23) situa-se na extremidade ocidental da faixa de terrenos miocénicos do flanco Norte da Serra da Arrábida. Foi descrito por Zbyszewski (*in* Zbyszewski *et al.*, 1965; 1967). Segundo este autor, na arriba da Foz da Fonte estão bem caracterizadas as divisões II e III, constituindo o M¹⁻² - Complexo burdigaliano inferior e aquitaniano (Zbyszewski *et al.*, 1965, p. 39). Relativamente aos sedimentos do topo, parece hesitar entre atribuí-los a M²_{IV} - Burdigaliano sup. (Zbyszewski *et al.*, 1965, p. 37) ou a Burdigaliano sup.-Helveciano inf. (Zbyszewski, 1967, p. 44-45).

Nascimento (1988, p. 31-34 e fig. 10) descreveu e representou esquematicamente o corte. Com base nos ostracodos, sugeriu idade aquitaniana para os sedimentos da base, e afirmou ser possível caracterizar a divisão IVa na metade superior do afloramento (p. 223).

Sen *et al.* (1992) investigaram o paleomagnetismo e estabeleceram correspondência com as zonas de polaridade normal C6 e C5E, e inversa C5D.

Antunes *et al.* (1997b) apresentam datações (⁸⁷Sr/⁸⁶Sr) de algumas camadas.

Antunes *et al.* (1998) estudam isótopos estáveis ¹⁸O e ¹³C.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

A ocorrência, frequente e abundante, de *Globigerinoides* e a sua diversidade (*quadrilobatus*, *trilobus*, *altiaperturus*, *immaturus*, *subquadratus*, *sacculifer* e *woodi*) permitem correlação com N5 e N6 de BLOW. A presença de *Catapsydrax unicavus* na parte superior do corte exclui, para as camadas 18 a 23 e subjacentes, a possibilidade de correlação com biozonas de BLOW mais recentes que N6 (Fig. 24).

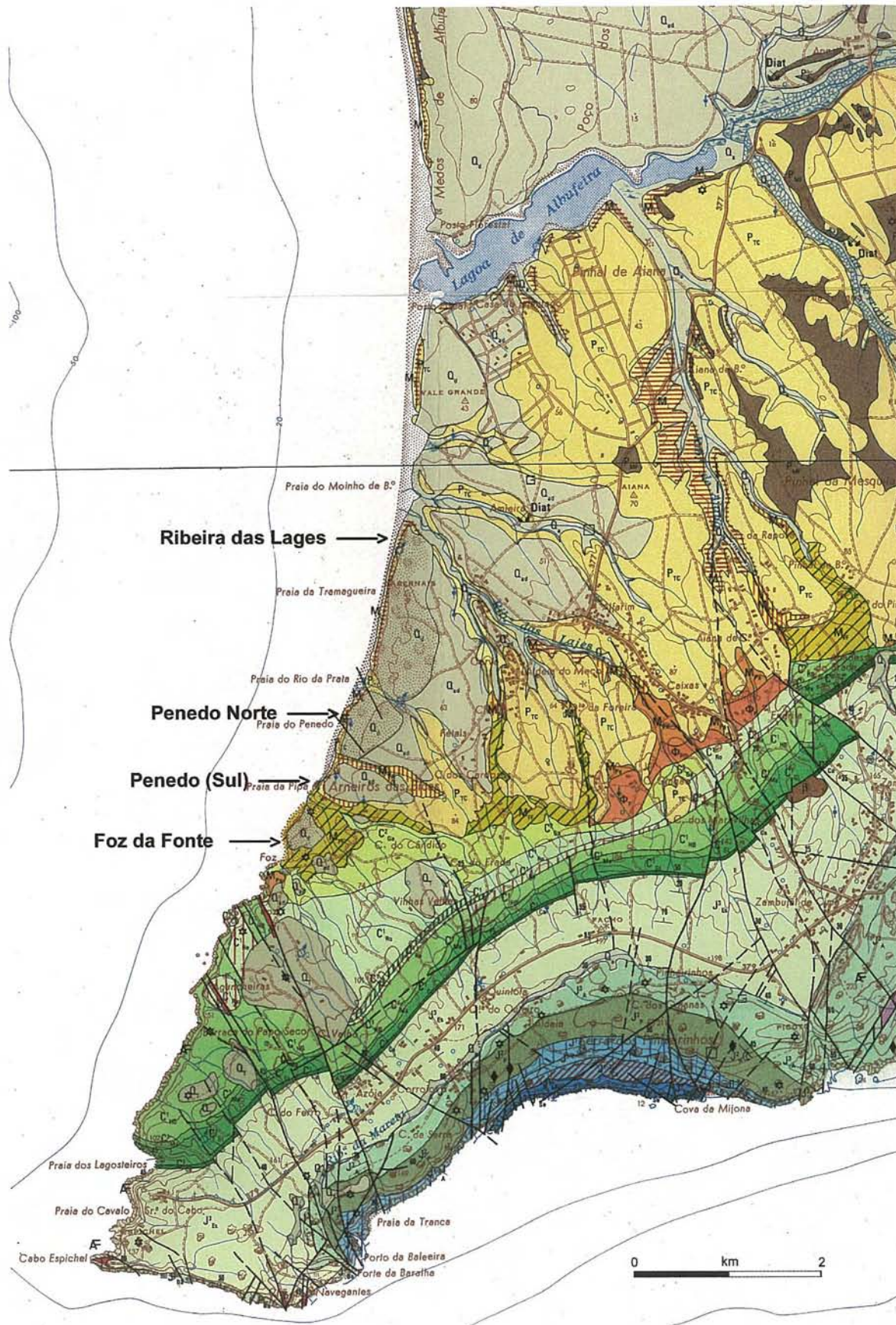
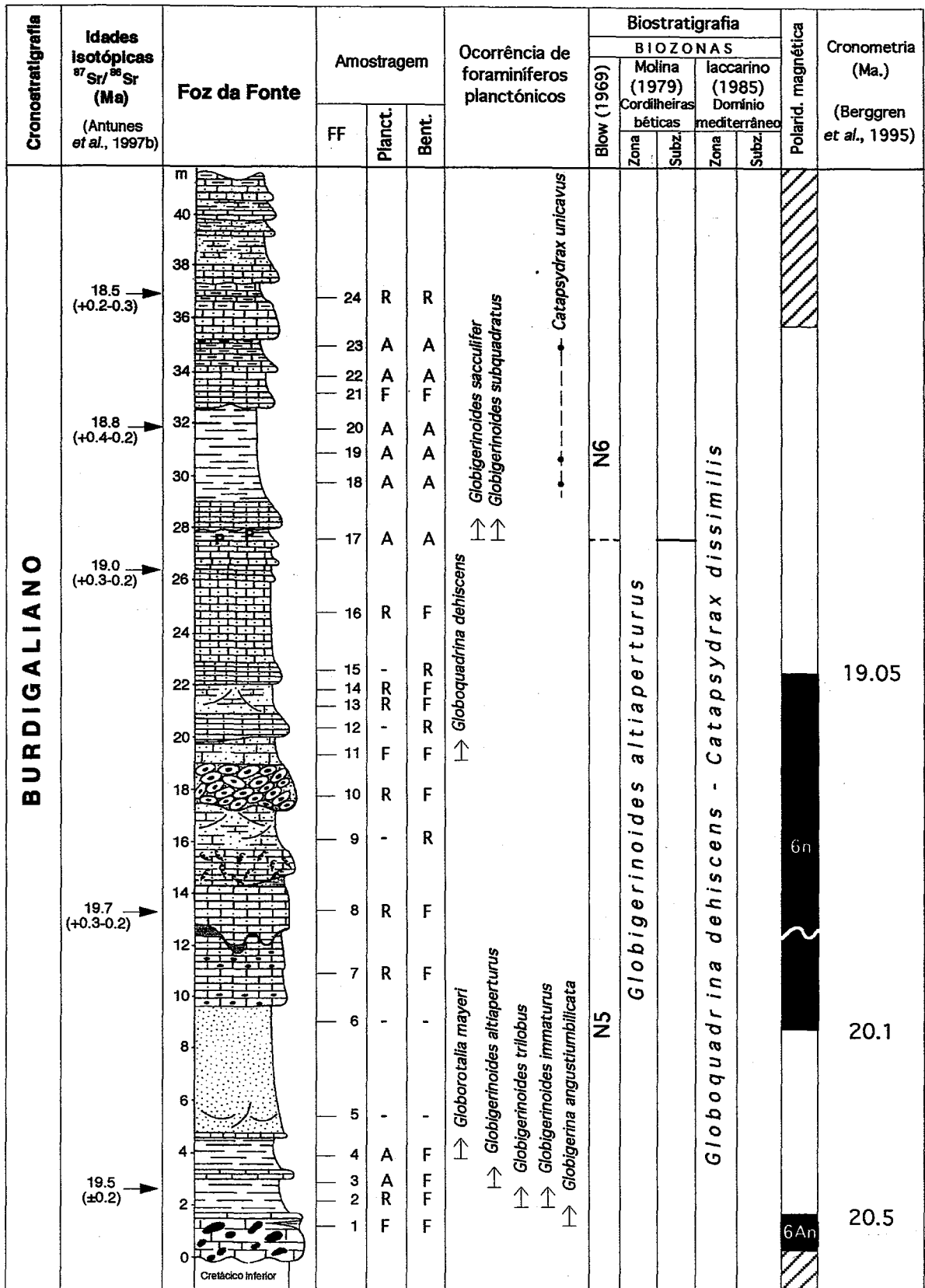


Fig. 23 - Localização de cortes a Sul da Lagoa de Albufeira; Carta geológica (1: 50 000, Manuppella et al., 1995): M_{FF} - Calcarenitos e Margas de Foz da Fonte; M_{Pe} - Depósitos glauconíticos de Penedo; M_L - Depósitos de Ribeira das Lages.



A - > 10 indivíduos/g sed. > 0.125
 F - 5 a 10 " "
 R - 1 a 5 " "

↑ - Nível a partir do qual se detectou a presença da espécie
 - - - - - Ocorrência esporádica

Fig. 24 - Interpretação biostratigráfica do corte de Foz da Fonte. Magnetostratigrafia, segundo Sen et al. (1992).

Segundo Blow (1969), o primeiro aparecimento de *Globigerinoides altiapertura* é particularmente útil para o reconhecimento da biozona N5; o desenvolvimento das espécies dos géneros *Globigerinoides* e *Globoquadrina* dá-se em N4, tornando-se comuns apenas em N5; *Catapsydrax unicavus* não ultrapassa N6.

Anglada (1972) propôs o *datum* do primeiro aparecimento de *Globigerinoides altiapertura* como marcador do limite Aquitaniano-Burdigaliano. Outros autores (Bizon & Bizon 1972; Molina 1979; Iaccarino & Salvatorini 1982) têm seguido o mesmo critério.

Molina (1979) propõe, para o sector central das Cordilheiras Béticas, uma biozona de *Globigerinoides altiapertura* limitada, inferiormente, pelo primeiro aparecimento de *Globigerinoides altiapertura* e, superiormente, pela última ocorrência de *Catapsydrax dissimilis*. Este autor utiliza o primeiro aparecimento de *Globigerinoides subquadratus* s.s. para dividir esta biozona em duas subzonas — *Globigerinoides altiapertura* e *Globigerinoides subquadratus* s.s. Situação semelhante parece ocorrer na Foz da Fonte. *Globigerinoides altiapertura* ocorre desde a camada 3, enquanto *Globigerinoides subquadratus* só foi detectado a partir da camada 17.

Para o domínio mediterrâneo, Iaccarino (1985) divide a biozona de *Globoquadrina dehiscens*-*Catapsydrax dissimilis* nas subzonas de *Globoquadrina dehiscens* e de *Globigerinoides altiapertura*-*Catapsydrax dissimilis*, graças ao primeiro aparecimento de *Globigerinoides altiapertura*. Esta autora correlaciona a subzona de *Globigerinoides altiapertura*-*Catapsydrax dissimilis* com as zonas N5 e N6 de Blow.

A associação de foraminíferos planctónicos da Foz da Fonte permite excelente correlação com o estratotipo do Burdigaliano (Bacia da Aquitânia) nomeadamente com o afloramento de Pont-Porquey (estratotipo do Burdigaliano s.l., Poignant & Pujol, 1978).

Foraminíferos bentónicos e análise de paleoambientes

O estudo dos ostracodos permitiu a Nascimento (1988, p. 262 e 263) sugerir, para as camadas 1 a 6 do corte de Foz da Fonte, ambiente marinho infralitoral com proximidade da passagem salobro-marinho; marinho infralitoral para as camadas 7 a 12; e marinho infralitoral com maior profundidade acima da camada 12.

As associações de foraminíferos bentónicos de Foz da Fonte são constituídas

Quadro 2
Ocorrência e predominância de géneros bentónicos na Foz da Fonte (Legoinha, 1994a).

Amostra	Géneros de foraminíferos bentónicos			Foram. planc.
	Total	Predominante	Minoritário	
FF24	8	<i>Amphistegina</i> <i>Cibicoides</i> <i>Nonion</i>	<i>Cibicides</i> <i>Globulina</i> <i>Globobulimina</i> <i>Quinqueloculina</i> <i>Nodosaria</i>	R
FF23	9	<i>Ammonia</i> <i>Brizalina</i> <i>Cibicoides</i> <i>Globulina</i> <i>Nonion</i>	<i>Cancris</i> <i>Cibicides</i> <i>Lenticulina</i> <i>Stilostomella</i>	A
FF22	10	<i>Cibicoides</i> <i>Spiroplectinella</i>	<i>Ammonia</i> <i>Bolivina</i> <i>Bulimina</i> <i>Cibicides</i> <i>Lagena</i> <i>Nodosaria</i> <i>Nonion</i> <i>Sigmollina</i>	A
FF 21	6	<i>Cibicoides</i>	? <i>Globulina</i> <i>Cruciloculina</i> <i>Quinqueloculina</i> <i>Sigmollina</i> <i>Textularia</i>	F
FF20	14	<i>Ammonia</i> <i>Cibicides</i> <i>Nonion</i>	<i>Brizalina</i> <i>Bolivina</i> <i>Cassidulina</i> <i>Elphidium</i> <i>Fursenkoina</i> <i>Globulina</i> <i>Lenticulina</i> <i>Stilostomella</i> <i>Textularia</i> <i>Trifarina</i> <i>Uvigerina</i>	A
FF19	12	<i>Ammonia</i> <i>Bulimina</i> <i>Cibicides</i> <i>Nodosaria</i> <i>Nonion</i> <i>Stilostomella</i>	<i>Bolivina</i> <i>Brizalina</i> <i>Epistominella</i> <i>Lenticulina</i> <i>Textularia</i> <i>Uvigerina</i>	A
FF18	7	<i>Bolivina</i> <i>Cibicides</i> <i>Fursenkoina</i> <i>Nonion</i> <i>Uvigerina</i>	<i>Elphidium</i> <i>Textularia</i>	A
FF17	14	<i>Ammonia</i> <i>Bolivina</i> <i>Bulimina</i> <i>Cancris</i> <i>Cibicides</i> <i>Quinqueloculina</i> <i>Nonion</i> <i>Sigmollina</i> <i>Textularia</i> <i>Triloculina</i>	<i>Brizalina</i> <i>Stilostomella</i> ? <i>Lagena</i> ? <i>Lenticulina</i>	A
FF16	6	<i>Quinqueloculina</i> <i>Nonion</i>	<i>Ammonia</i> <i>Elphidium</i> <i>Cibicides</i> <i>Operculina</i>	R
FF15	5	<i>Ammonia</i> <i>Cibicides</i> <i>Nonion</i>	<i>Asterigerinata</i> <i>Globulina</i>	----

Amostra	Géneros de foraminíferos bentónicos			Foram. planc.
	Total	Predominante	Minoritário	
FF14	9	<i>Ammonia</i> <i>Cibicides</i> <i>Elphidium</i> <i>Globulina</i> <i>Nonion</i>	<i>Amphistegina</i> <i>Brizalina</i> <i>Bulimina</i> <i>Lenticulina</i>	R
FF13	8	<i>Ammonia</i> <i>Elphidium</i> <i>Cibicides</i> <i>Nonion</i>	<i>Asterigerinata</i> <i>Nodosaria</i> <i>Quinqueloculina</i>	R
FF12	1	<i>Ammonia</i>		----
FF11	9	<i>Ammonia</i> <i>Cibicides</i> <i>Nonion</i> <i>Textularia</i>	<i>Amphistegina</i> <i>Brizalina</i> <i>Globobulimina</i> <i>Lenticulina</i> <i>Operculina</i>	F
FF10	10	<i>Ammonia</i> <i>Asterigerinata</i> <i>Elphidium</i> <i>Cibicides</i> <i>Globulina</i> <i>Nonion</i>	<i>Bolivina</i> <i>Lagena</i> <i>Operculina</i> <i>Textularia</i>	R
FF9	5	<i>Ammonia</i> <i>Cibicides</i>	<i>Elphidium</i> <i>Globulina</i> <i>Nonion</i>	----
FF8	8	<i>Ammonia</i> <i>Cibicides</i> <i>Globulina</i> <i>Nonion</i> <i>Operculina</i>	<i>Amphistegina</i> <i>Asterigerinata</i> <i>Lenticulina</i>	R
FF7	6		<i>Ammonia</i> <i>Amphistegina</i> <i>Asterigerinata</i> <i>Cibicides</i> <i>Elphidium</i> <i>Nonion</i>	----
FF6	----	----	----	----
FF5	----	----	----	----
FF4	8	<i>Ammonia</i> <i>Elphidium</i> <i>Cibicides</i> <i>Globobulimina</i>	<i>Amphistegina</i> <i>Asterigerinata</i> <i>Cancris</i> <i>Globulina</i>	A
FF3	12	<i>Ammonia</i> <i>Amphistegina</i> <i>Cibicides</i> <i>Cibicoides</i> <i>Elphidium</i> <i>Nonion</i>	<i>Asterigerinata</i> <i>Bolivina</i> <i>Cancris</i> <i>Pleurostomella</i> <i>Textularia</i> <i>Uvigerina</i>	A
FF2	8	<i>Amphistegina</i> <i>Cibicides</i> <i>Quinqueloculina</i> <i>Textularia</i>	<i>Ammonia</i> <i>Elphidium</i> <i>Globobulimina</i> <i>Nonion</i>	R
FF1	6	<i>Amphistegina</i> <i>Cibicides</i> <i>Elphidium</i> <i>Globobulimina</i> <i>Nonion</i>	<i>Triloculina</i>	F

por géneros característicos de ambiente infralitoral a circalitoral (Quadro 2; Fig. 24). O predomínio de géneros do infralitoral é maior na metade inferior do corte. A abundância de foraminíferos planctónicos é maior nas partes basal (amostras FF1 a FF4) e superior (amostras FF17 a FF23). Na secção central (amostras FF5 a FF16), regista-se redução ou ausência de foraminíferos planctónicos.

Nas amostras FF1 a FF4, o ambiente infralitoral está bem caracterizado por *Amphistegina*, *Asterigerinata*, *Elphidium*, *Quinqueloculina*, *Triloculina*; nota-se alguma influência do circalitoral na amostra FF3 (camada 4) pela maior diversidade, pela presença de *Cancris*, *Pleurostomella* e *Uvigerina*, e pela abundância de planctónicos, o que deve corresponder a um máximo de profundidade.

As associações das amostras FF5 a FF16 parecem indicar alguma instabilidade ambiental (variação da diversidade de géneros, da composição das associações e da abundância de planctónicos). O ambiente poderá ter variado entre litoral (FF5, FF6 e FF12) e infralitoral, com pequena influência de circalitoral (FF11).

Para as amostras FF17 a FF24 o ambiente torna-se mais estável (maior diversidade e constância de géneros, aumento do número de foraminíferos planctónicos) correspondendo a meio infralitoral, com alguma influência circalitoral. Nas amostras FF19 e FF20, a abundância de planctónicos (incluindo *Catapsydrax*), a diversidade de géneros bentónicos, a presença de *Lenticulina* e *Cassidulina*, bem como escassez de *Elphidium* e *Quinqueloculina* sugerem que o ambiente poderá ter atingido o circalitoral. A mínima influência circalitoral regista-se em FF21 e FF24.

Penedo Sul

Localização

O afloramento estudado constitui uma pequena arriba (Fig. 23; pág 58). Na folha 464-Sesimbra da Carta Militar de Portugal, na escala de 1:25 000, dos Serviços Cartográficos do Exército, as coordenadas militares do local onde foi descrita e amostrada a sucessão estratigráfica são as seguintes: M - 107,400 km e P - 166,575 km; Coordenadas GPS: 38° 28' 03" N; 9° 11' 28" W.

Descrição e enquadramento geológico

Zbyszewski *et al.* (1965, p. 32) referem este afloramento, que atribuem a M^3_V - Helveciano inferior.

Antunes *et al.* (1992) representam esquematicamente este corte; atribuem os sedimentos da metade superior ao Serravaliano inferior a médio devido à presença de *Orbulina* e *Globigerinoides subquadratus*. Antunes *et al.* (1995a) apresentam novo estudo (incluindo magnetostratigrafia, mas com resultados decepcionantes: apenas foi possível determinar a polaridade magnética em 3 de 31 amostras). Modificam a atribuição cronostratigráfica anterior posicionando o corte no Burdigaliano (pois não foi confirmada a presença de *Orbulina*). Na parte inferior do corte, afloram diversas camadas equivalentes às da parte inferior de Foz da Fonte. Os corpos líticos têm arranjo em cunha entre os dois cortes. Alguns níveis bem representados na Foz da Fonte tornam-se cada vez menos espessos e chegam a desaparecer para Norte. Aparentemente, as camadas 6 a 11 deste afloramento (Fig. 25) correspondem a uma variação lateral de fácies das da metade superior da Foz de Fonte.

Descrição do corte (Fig. 25)

Pen1 5 m

Biocalcarenito muito fóssilífero, com pectinídeos, turrítelídeos (predominantes), coraliários, ouriços. Na base, observa-se intercalação lenticular conglomerática.

Pen2 0,8 m

Areia muito micácea, cinzenta.

Pen3 0,5 m

Banco de acumulação de turrítelas, com lamelibrânquios diversos.

Pen4 0,5 m

Nível de arenito muito pouco micáceo, amarelado, com raros fragmentos de lamelibrânquios diversos.

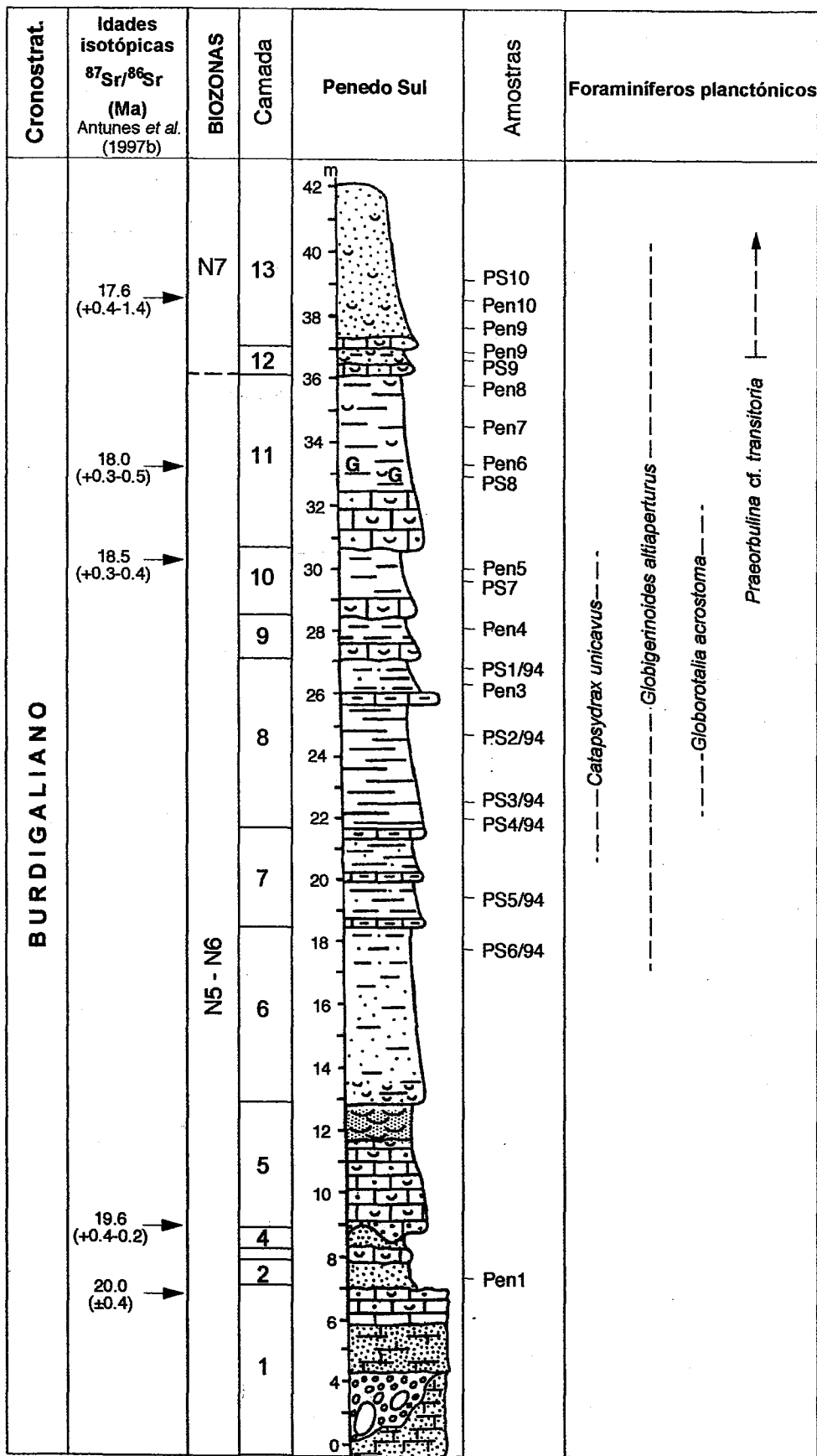


Fig. 25 - Corte de Penedo Sul: amostras, biozonas de foraminíferos e idades isotópicas.

Pen5 4,8 m

Superfície de descontinuidade importante; segue-se biocalcarenito com pectinídeos (*Amussium*), turritélicos abundantes e ostras. Inferiormente, apresenta seixos de quartzo (≤ 3 cm). Torna-se mais maciço, mais fino e menos fossilífero para o topo; passa superiormente a arenitos ocre laminados, com estratificações cruzadas.

Pen6 5 m

Arenito fino com nível muito fossilífero na base, tornando-se mais argiloso para o topo.

Pen7 3 m

Argila com intercalações margosas.

Pen8 4,5 m

Camada argilosa, cinzenta a negra; na parte superior existe intercalação margosa compacta mais resistente à erosão.

Pen9 1,8 m

Biocalcarenito, separado por superfície de erosão do conjunto 8, mais endurecido nos primeiros 45 cm e mais margoso para o topo. Na base apresenta *Turritella* sp. e pectinídeos.

Pen10 2 m

Conjunto idêntico ao anterior; parte inferior endurecida (40 cm), com lamelibrânquios (*Cardium*, pectinídeos, *Turritella* sp. e ostreídeos).

Pen11 7 m

Banco biocalcarenítico, muito bioturbado na base; segue-se um conjunto pelítico, micáceo, mais argiloso para o topo, com bioturbação, apresentando cor amarela à superfície e, interiormente, cor cinzenta esverdeada. A 0,5 m do topo existe um nível muito bioturbado. Contém heterosteginídeos, pectinídeos, restos de ouriços (*Schizaster scillae*), briozoários e ostreídeos (*Anomia* sp.).

Pen12 0,7 m

Arenito fino, endurecido na base, com *Ostrea digitalina*, *Cardium* sp., *Anomia* sp. e dentes de peixe.

Pen13 2 m

Na base, idêntico a Pen 12; passa a arenito fino, bastante fossilífero. Este conjunto é menos argiloso para o topo do que Pen 11 e Pen 12. Encontram-se pectinídeos, *Anomia* sp., *Ostrea* sp., *Cardium* sp., briozoários e ouriços.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

As amostras estudadas (Fig. 25) revelaram-se ricas de foraminíferos planctónicos,

Quadro 3

Ocorrência e predominância de géneros bentónicos no Penedo Sul (Legoinha, 1994a).

Amostra	Géneros de foraminíferos bentónicos			Foram. planc.
	Total	Predominante	Minoritário	
Pen10	16	<i>Ammonia</i> <i>Cibicoides</i> <i>Nonion</i>	<i>Bolivina</i> <i>Brizalina</i> <i>Bulimina</i> <i>Cancris</i> <i>Cibicides</i> <i>Globulina</i> <i>Globobulimina</i> <i>Lagena</i> <i>Nodogerina</i> <i>? Operculina</i> <i>Rectuvigerina</i> <i>Spiroplectinella</i> <i>Uvigerina</i>	A
Pen9	17	<i>Ammonia</i> <i>Cibicides</i> <i>Cibicoides</i> <i>Nonion</i> <i>Spiroplectinella</i>	<i>Bolivina</i> <i>Bulimina</i> <i>Cancris</i> <i>Dentalina</i> <i>Globobulimina</i> <i>Globulina</i> <i>Lenticulina</i> <i>Nodosaria</i> <i>Orthomorphina</i> <i>Rectuvigerina</i> <i>Stilostomella</i> <i>Uvigerina</i>	A
Pen8	---			---
Pen7	8	<i>Ammonia</i> <i>Cancris</i> <i>Cibicides</i> <i>Cibicoides</i> <i>Nonion</i>	<i>Fursenkoina</i> <i>Stilostomella</i> <i>Uvigerina</i>	A
Pen6	10	<i>Cibicoides</i> <i>Nonion</i>	<i>Cancris</i> <i>Cibicides</i> <i>Globulina</i> <i>Lagena</i> <i>Lenticulina</i> <i>Nodogerina</i> <i>Spiroplectinella</i> <i>Uvigerina</i>	A
Pen5	10	<i>Ammonia</i> <i>Nonion</i> <i>Lenticulina</i>	<i>Cibicides</i> <i>Cibicoides</i> <i>Fursenkoina</i> <i>Lagena</i> <i>Nodogerina</i> <i>Nodosaria</i> <i>Spiroplectinella</i>	A

Amostra	Géneros de foraminíferos bentónicos			Foram. planc.
	Total	Predominante	Minoritário	
Pen4	14	<i>Ammonia</i> <i>Cibicoides</i> <i>Nonion</i>	<i>Bolivina</i> <i>Cibicides</i> <i>Dentalina</i> <i>Discorbis</i> <i>Globulina</i> <i>Lenticulina</i> <i>Nodogerina</i> <i>Spiroplectinella</i> <i>Uvigerina</i>	A
Pen3	16	<i>Ammonia</i> <i>Cibicoides</i>	<i>Bulimina</i> <i>Cibicides</i> <i>Eponides</i> <i>Fursenkoina</i> <i>Globulina</i> <i>Lagena</i> <i>Lenticulina</i> <i>Nodosaria</i> <i>Nonion</i> <i>Cassidulina</i> <i>Rectuvigerina</i> <i>Spiroplectinella</i> <i>Trifarina</i> <i>Uvigerina</i>	A
Pen2	15	<i>Ammonia</i> <i>Cibicides</i> <i>Nonion</i> <i>Spiroplectinella</i> <i>Uvigerina</i>	<i>Cancris</i> <i>Elphidium</i> <i>Fursenkoina</i> <i>Lagena</i> <i>Lenticulina</i> <i>Nodogerina</i> <i>Operculina</i> <i>Praeglobulimia</i> <i>Cassidulina</i> <i>Textularia</i>	A
Pen1	7	<i>Ammonia</i> <i>Elphidium</i> <i>Nonion</i>	<i>Asterigerinata</i> <i>Cibicides</i> <i>Globulina</i> <i>Operculina</i>	

com excepção de Pen8 (estéril) e Pen1 (apenas bentónicos).

As camadas 6 a 10 contêm foraminíferos planctónicos: *Catapsydrax unicavus*, *Globigerina angustiumbilitata*, *G. bulloides*, *G. praebulloides*, *Globigerinella obesa*, *G. pseudobesa*, *Globigerinoides altiapertura*, *G. immaturus*, *G. sacculifer*, *G. subquadratus*, *G. triloba*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globorotalia acrostoma*, *G. mayeri*, *G. peripheroronda* e *Globorotaloides* sp. Indicam idade burdigaliana. A ocorrência de *Catapsydrax unicavus* e *Globigerinoides altiapertura* permite correlação com o intervalo N5 a N6 de Blow (Burdigaliano inferior). Para as camadas mais altas (12-13) aumenta a abundância de *Globigerinoides triloba*; ocorre *Praeorbulina* cf. *transitoria*. Não se encontrou *Catapsydrax unicavus*. Estas características permitem correlação com a biozona N7 de Blow (Burdigaliano superior).

Foraminíferos bentónicos e análise de paleoambientes

Na amostra Pen1 encontramos apenas foraminíferos bentónicos. A pequena diversidade de géneros, a presença de *Ammonia*, *Elphidium* e *Asterigerinata*, bem como a ausência de planctónicos indicam ambiente infralitoral (Quadro 3).

A diversidade de géneros bentónicos das associações das amostras Pen2 a Pen7 diminui gradualmente da primeira para a última. Nas amostras mais baixas, Pen2 e Pen3 foram determinados 15 e 16 géneros, respectivamente; na amostra Pen7 apenas 8. Nas associações abundam indivíduos dos géneros *Ammonia*, *Cibicidoides*, *Nonion*, *Lenticulina*, *Uvigerina* e, nalguns níveis, *Cancris* e *Operculina*. Os foraminíferos planctónicos são abundantes (sobretudo na amostra Pen5). O ambiente sugerido é circalitoral com influência marcada de infralitoral.

O decréscimo da diversidade de géneros de Pen3 a Pen7, a relativa modificação na composição da associação bentónica de Pen7 e ainda o facto de a amostra Pen8 não conter foraminíferos podem significar diminuição da profundidade ou aumento de condições de *stress* (variações da salinidade, temperatura e teor de oxigénio).

Na parte superior do corte, Pen9 e Pen10 revelam, de novo, grande diversidade de géneros bentónicos (18 e 16 respectivamente). A composição da associação e a ocorrência, frequente a abundante, de foraminíferos planctónicos indicam, outra vez, ambiente circalitoral.

A presença de *Operculina*, abundante nalguns níveis, pode indicar, com base nos dados ecológicos conhecidos, a existência de boas condições para a penetração da luz (reduzida turbidez das águas, condições atmosféricas, etc.), águas quentes e provavelmente hipersalinas.

Penedo Norte

Localização

Este afloramento situa-se a cerca de 1 km a Norte do corte designado por Penedo Sul (Fig. 23, pág. 58). Constitui a arriba Norte da praia do Penedo. Coordenadas militares (folha 464-Sesimbra, Carta Militar de Portugal, 1:25 000, Serviços Cartográficos do Exército) do local onde realizámos a amostragem: M - 107,650 km e P - 167,200 km; Coordenadas GPS: 38° 27' 46" N; 9° 11' 31" W.

Descrição e enquadramento geológico

Romariz & Carvalho (1961, p. 83 a 94) interessaram-se pela petrografia e sedimentologia deste corte, em particular por incluir níveis glauconíticos. Referiram-no ao Miocénico superior (Tortoniano).

Zbyszewski (*in* Zbyszewski *et al.*, 1965; p. 26) descreveu o afloramento atribuindo-o ao M³_{VI} - Helveciano superior. Em 1967 (p. 43) aquele autor atribuiu o mesmo afloramento ao Helveciano VI_{a-b}. Referiu uma falha paralela à arriba (N40°W, segundo as nossas observações), responsável pelo afundamento do bloco ocidental, razão pela qual apenas se observam as areias P-Q para Sul e ao longo da praia do Penedo.

Antunes *et al.* (1992) estudaram e representaram esquematicamente este corte. Admitiram que os sedimentos da metade superior (camadas 9 e 10) pudessem atingir o Tortoniano inferior, devido à presença de globorotálias carenadas e formas próximas de *Neogloboquadrina acostaensis*, bem como à datação K/Ar de glauconite da camada 9 (10.97 ± 0.25 Ma).

Antunes *et al.* (1995a) efectuaram estudo biostratigráfico mais pormenorizado (foraminíferos, ostracodos, vertebrados e palinórfos), incluindo uma datação ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr para a camada 8. A tentativa de estudo magnetostratigráfico revelou-se decepcionante.

Antunes *et al.* (1997c) realizaram estudo de isótopos estáveis ¹⁸O e ¹³C.

Descrição do corte (Fig. 26)

PenN11 >2 m

Areias plio-aternárias.

PenN10 5 m

Siltitos micáceos, amarelados.

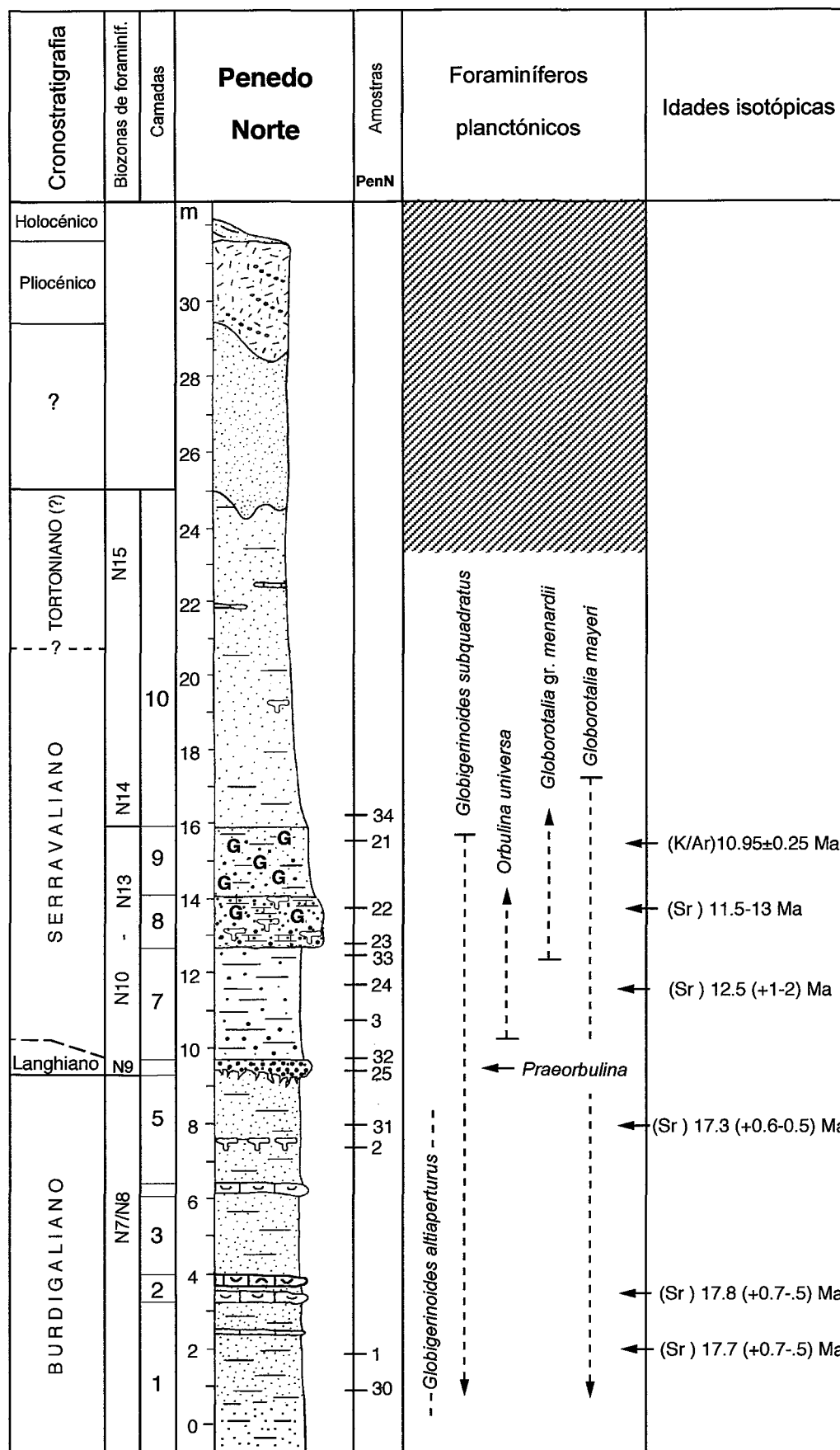


Fig. 26 - Corte de Penedo Norte: amostras, biozonas de foraminíferos e idades isotópicas.

PenN9 3 m

Arenito glauconítico, cinzento.

PenN8 3 m

Bancada conglomerática, glauconítica, muito fossilífera (moluscos, equinóides, dentes de peixe, ossos de cetáceos, etc.).

PenN7 2 m

Arenito cinzento.

PenN6 0,2 m

Conglomerado com moldes de lamelibrânquios, seixos (até 5 cm) muito rolados de calcário e arenito ferruginoso, revestidos por pátina negra, fosfatada.

PenN5 2 m

Siltitos argilosos cinzentos.

PenN4 1 m

Nível de concentração de fósseis, bioturbado.

PenN3 2 m

Siltitos argilosos micáceos, cinzentos.

PenN2 1 m

Nível de concentração de fósseis, bioturbado.

PenN1 2 m

Siltitos argilosos micáceos, cinzentos.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

Nas camadas 1 a 5 ocorrem *Globigerina angustiumbilitata*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinella obesa*, *Globigerinella pseudobesa*, *Globigerinoides* cf. *altiaperturus*, *Globigerinoides* cf. *bulloideus*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerinoides trilobus*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globorotalia mayeri*, *Globorotalia praescitula*, *Neogloboquadrina continua*. Do ponto de vista biostratigráfico, a associação de foraminíferos planctónicos não se diferencia significativamente da recolhida nas camadas 12 a 14 do corte do Penedo, pelo que as consideramos ainda do Burdigaliano superior (N7 a N8?).

A camada 6 erosiona a anterior. É conglomerática, com clastos constituídos por moldes muito rolados de lamelibrânquios; os clastos apresentam pátina negra rica de fosfatos. A amostra 25 forneceu *Dentoglobigerina globosa*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinella obesa*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides immaturus*,

Globigerinoides obliquus, *Globigerinoides sacculifer*, *Globigerinoides trilobus*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globoquadrina praedehiscens*, *Orbulina suturalis*, *Praeorbulina cf. glomerosa*, *Praeorbulina transitoria*. A presença das três últimas espécies indica idade langhiana, biozona N9.

A base da camada 7 (amostra 32) contém *Globigerina angustiumbilitata*, *G. praebulloides*, *Globigerinella aequilateralis*, *G. obesa*, *G. pseudobesa*, *Globigerinoides bulloideus*, *G. obliquus*, *G. trilobus*, *Globorotalia peripheroronda*, *G. praescitula*, *Orbulina suturalis*, *O. universa* e *Praeorbulina transitoria*. No topo da camada (amostra 33), ocorrem *Globigerinoides subquadratus* e, com alguma frequência, *Globorotalia cf. menardii*. Os foraminíferos planctónicos permitem atribuir a base da camada a N10 e o topo a N11.

A camada 8, conglomerática e litificada, é desfavorável para estudo da microfauna. Contém glauconite e fragmentos de crostas fosfatadas. Uma concha de pectínideo deu idade isotópica ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) de 11,5 a 13 Ma.

Segue-se arenito médio muito glauconítico (camada 9). Datação K/Ar (Regêncio Macedo, Dep. Ciências da Terra da Univ. Coimbra) deu idade de 10.97 ± 0.25 Ma (Serravaliano final).

Na amostra 34, colhida na base da camada 10, ocorrem *Globorotalia cf. menardii*, *G. mayeri*, *Neogloboquadrina continua*, *Globorotalia scitula* e *Globigerina druryi*. Não se encontrou *G. subquadratus*. Correlaciona-se a associação com a biozona N14.

Foraminíferos bentónicos e análise de paleoambientes

Ramalho (1963) determinou, neste corte, entre outras, espécies de *Bulimina*, *Bolivina*, *Cancris*, *Cassidulinoides*, *Chilostomella*, *Cibicides*, *Dentalina*, *Dimorphina*, *Discorbis*, *Elphidium*, *Globobulimina*, *Globulina*, *Gyroidina*, *Guttulina*, *Hopkinsia*, *Lagena*, *Lenticulina*, *Loxostomum*, *Nodosaria*, *Nonion*, *Pullenia*, *Robulus*, *Rotalia*, *Spiroloculina*, *Spiroplectamina*, *Uvigerina*, *Virgulina* e *Vulvulina*.

A abundância de foraminíferos bentónicos, a diversidade de géneros, a relação foras planctónicos/foraminíferos bentónicos e o predomínio dos géneros *Bulimina*, *Cancris*, *Cibicoides*, *Lenticulina*, *Nonion* e *Uvigerina* sugerem ambiente circalitoral (Quadro 4). Na parte inferior do corte (camadas 1 a 5), *Ammonia*, *Elphidium* e *Asterigerinata* indicam proximidade de meio infralitoral. Pelo contrário, na parte superior (camadas 7, 9 e 10), a ocorrência de *Cassidulina*, *Ehrenbergina*, *Gyroidina* e *Pullenia* denunciam maiores profundidades (circalitoral).

Quadro 4
Ocorrência e predominância de géneros bentónicos no Penedo Norte (Legoinha, 1994a).

Amostra	Géneros de foraminíferos bentónicos			Foram. planc.
	Total	Predominante	Minoritário	
PenN21	15	<i>Cibicidoides</i> <i>Nonion</i>	<i>Bolivina</i> <i>Brizalina</i> <i>Bulimina</i> <i>Gyroidina</i> <i>Globobulimina</i> <i>Lagena</i> <i>Lenticulina</i> <i>Nodosaria</i> <i>Pleurostomella</i> <i>Pullenia</i> <i>Stilostomella</i> <i>Textularia</i> <i>Uvigerina</i>	F
PenN22	4		<i>Cancris</i> <i>Cibicidoides</i> <i>Ehrenbergina</i> <i>Gyroidina</i>	F
PenN23	12	<i>Cibicidoides</i>	<i>Bolivina</i> <i>Bulimina</i> <i>Cibicides</i> <i>Cassidulina</i> <i>Nonion</i> <i>Globobulimina</i> <i>Lagena</i> <i>Lenticulina</i> <i>Pullenia</i> <i>Textularia</i> <i>Uvigerina</i>	F
PenN24	12	<i>Cibicidoides</i> <i>Nonion</i> <i>Uvigerina</i>	<i>Cibicides</i> <i>Bolivina</i> <i>Brizalina</i> <i>Bulimina</i> <i>Globulina</i> <i>Lagena</i> <i>Lenticulina</i> <i>Pullenia</i> <i>Textularia</i>	F

Amostra	Géneros de foraminíferos bentónicos			Foram. planc.
	Total	Predominante	Minoritário	
PenN3	15	<i>Cancris</i> <i>Cibicidoides</i> <i>Lenticulina</i> <i>Uvigerina</i> <i>Stilostomella</i>	<i>Ammonia</i> <i>Bolivina</i> <i>Brizalina</i> <i>Cibicides</i> <i>Globulina</i> <i>Globobulimina</i> <i>Nodosaria</i> <i>Operculina</i> <i>Sigmoilina</i> <i>Spiroplectinella</i>	A
PenN25	9	<i>Cibicidoides</i> <i>Spiroplectinella</i> <i>Stilostomella</i>	<i>Bulimina</i> <i>Cancris</i> <i>Lenticulina</i> <i>Orthomorphina</i> <i>Textularia</i> <i>Uvigerina</i>	F
PenN2	9	<i>Cibicides</i> <i>Nonion</i>	<i>Ammonia</i> <i>Cancris</i> <i>Fursenkoina</i> <i>Globobulimina</i> <i>Lenticulina</i> <i>Nodosaria</i> <i>Textularia</i>	F
PenN1	16	<i>Ammonia</i> <i>Bulimina</i> <i>Cancris</i> <i>Lenticulina</i> <i>Nonion</i>	<i>Asterigerinata</i> <i>Elphidium</i> <i>Eponides</i> <i>Globulina</i> <i>Nodosaria</i> <i>? Operculina</i> <i>Reussella</i> <i>Stilostomella</i> <i>Textularia</i> <i>Uvigerina</i>	A

Ribeira das Lages

Localização (Fig. 23, p. 58)

As observações e amostragem foram realizadas na arriba da praia do Moinho de Baixo (folha 464-Sesimbra, Carta Militar de Portugal, 1:25 000, Serviços Cartográficos do Exército). As coordenadas militares são: M - 108,320 km e P - 169,425 km; Coordenadas GPS: 38° 29' 17.6" N; 9° 11' 2.4" W.

Descrição e enquadramento geológico

Zbyszewski (*in* Zbyszewski *et al.*, 1965; p. 22) atribuiu os sedimentos miocénicos ao Tortoniano. Em 1967 (p. 42-43) correlacionou-os com o Tortoniano VII_{a-b}.

Antunes *et al.* (1995a) atribuem-nos ao Tortoniano inferior (N15). No entanto, não estão presentes espécies de ostracodos típicas do Tortoniano; há nítido contraste relativamente à associação de Penedo Norte.

Uma valva de *Chlamys macrotis* foi datada ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr (H. Elderfield, Department of Earth Sciences, Univ. de Cambridge) de 11,5 a 15 Ma.

Antunes *et al.* (1997c) apresentam estudo dos isótopos estáveis (¹⁸O e ¹³C). Correlacionam o decréscimo de $\delta^{13}\text{C}$ com o aumento de influência continental ou com maior oxigenação do fundo. Sugerem, ainda, relação entre o decréscimo de $\delta^{18}\text{O}$ e o aumento de temperatura da água do mar no final do Serravaliano.

Descrição do corte (Fig. 27)

Pliocénico e Quaternário 4 m

Areias pliocénicas de cor alaranjada. Ravinam o conjunto inferior. Estão cobertas por areias de dunas eólicas, quaternárias.

Unidade azóica 3 m

Areias finas, micáceas, cinzento-amareladas, com laivos alaranjados. Ravinam fortemente o conjunto subjacente.

Miocénico 18 m

- Areias cinzentas, argilosas, muito micáceas, com níveis concrecionados e bioturbados. As conchas de moluscos são raras (8 m).
- Areias cinzentas argilosas, micáceas, alternando com níveis carbonatados, formando camadas com espessura decimétrica. No topo apresenta concentração de *Chlamys macrotis* (10 m).

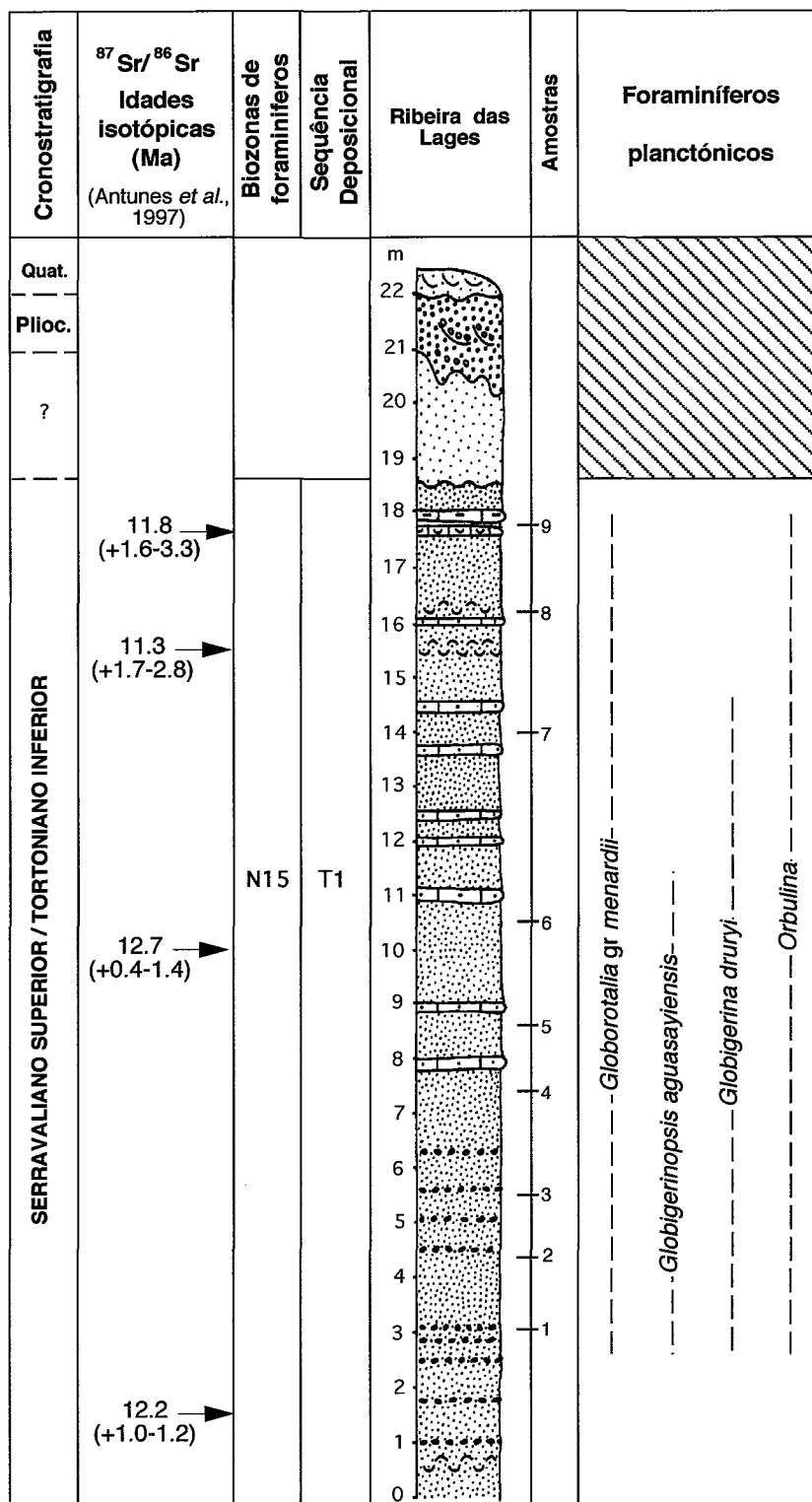


Fig. 27 - Corte de Ribeira das Lages: amostras, biozonas de foraminíferos e idades isotópicas.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

Na associação planctónica de Ribeira das Lages estão presentes *Globorotalia* gr. *menardii*, *Neogloboquadrina continua*, *Globigerina apertura*, *Globigerina druryi*, *Globigerinopsis aguasayensis*, *Orbulina suturalis* e *Orbulina universa*; faltam *Globorotalia mayeri* (ainda presente no corte de Penedo Norte) e *Neogloboquadrina acostaensis*. Esta associação é atribuível a N15 (Legoinha, 1994a). Blow (1969) define a zona N15 como o intervalo da distribuição vertical de *Globorotalia (T.) continua* acima da última ocorrência de *Globorotalia (T.) siakensis* e abaixo do horizonte de primeiro aparecimento de *Globorotalia (T.) acostaensis*, indicando que corresponde a grande parte da zona de *Globorotalia menardii* Bolli. Iaccarino (1985) utiliza a zona de *Globorotalia menardii* s.l., limitada inferiormente pela extinção de *Globorotalia siakensis* e superiormente pelo aparecimento de *Globorotalia (T.) acostaensis*. Nota, ainda, que *Globigerinopsis aguasayensis* desaparece próximo do topo da zona. A associação de Ribeira das Lages apresenta afinidades com a associação 8 descrita por Tjalsma (1971) na Bacia do Guadalquivir. É possível correlacionar estes sedimentos com os das secções de São Félix (Formação de Valenzuela) e de Montoro (Formação de Marmolejo).

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

A associação bentónica deste corte inclui *Textularia* abundante, além de *Ammonia*, *Asterigerinata*, *Cibicides*, *Elphidium*, *Nonion* e *Discorbis*. As carapaças apresentam diferentes estados de conservação, não sendo de excluir a hipótese de algumas terem sido remobilizadas a partir de outras unidades miocénicas. Nos níveis mais altos, com concentração de *Chlamys macrotis*, ainda aparecem carapaças fragmentadas de *Lenticulina* que podem ter sido retomadas. A abundância de foraminíferos planctónicos diminui para o topo. Nos níveis mais altos com *Chlamys*, as carapaças estão bastante mal preservadas; são relativamente grandes e, provavelmente, sofreram transporte. Os dados indicam ambiente infralitoral, com diminuição de profundidade para o topo do conjunto RL2 (Legoinha, 1994a).

Palinórfos

Segundo Sousa *et al.* (1999) os esporos são escassos. Contudo, estão presentes alguns hepatophyta (*Anthoceros* sp., *Riccia* sp., *Phaeoceros* sp.) e fetos (Pteridaceae, *Pteris* sp., Osmundaceae, etc.).

Os pólenes são frequentes, com predomínio de bissacados. Compositae é frequente. Oleaceae, *Nyssa* sp., Ericaceae, Rhamnaceae, *Cistus* sp., Amaranthaceae/ Chenopodiaceae, *Armeria* sp., Malvaceae, Plumbaginaceae, *Scabiosa* sp., Polygonaceae e Caryophyllaceae estão menos representados.

Relativamente a dinoflagelados, predominam goniatulacóides. Os peridinóides ocorrem nalgumas amostras da parte inferior do corte.

Idades isotópicas

Foram datadas conchas de *Chlamys* pelo método de isótopos $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$: amostra 16 = 11.8 (+1.6-3.3) Ma, amostra 14 = 11.3 (+1.7-2.8) Ma, amostra 8 = 12.7 (+0.4-1.4) Ma, amostra 7 = 11.7 (+1.-1.3) Ma, amostra 3 = 12.2 (+1.0-1.2) Ma (H. Elderfield *in* Antunes *et al.*, 1999).

Cristo Rei

Localização

As observações foram realizadas na margem esquerda do Rio Tejo, próximo do monumento a Cristo Rei (Fig. 28). Coordenadas UTM: 29SMC852813.

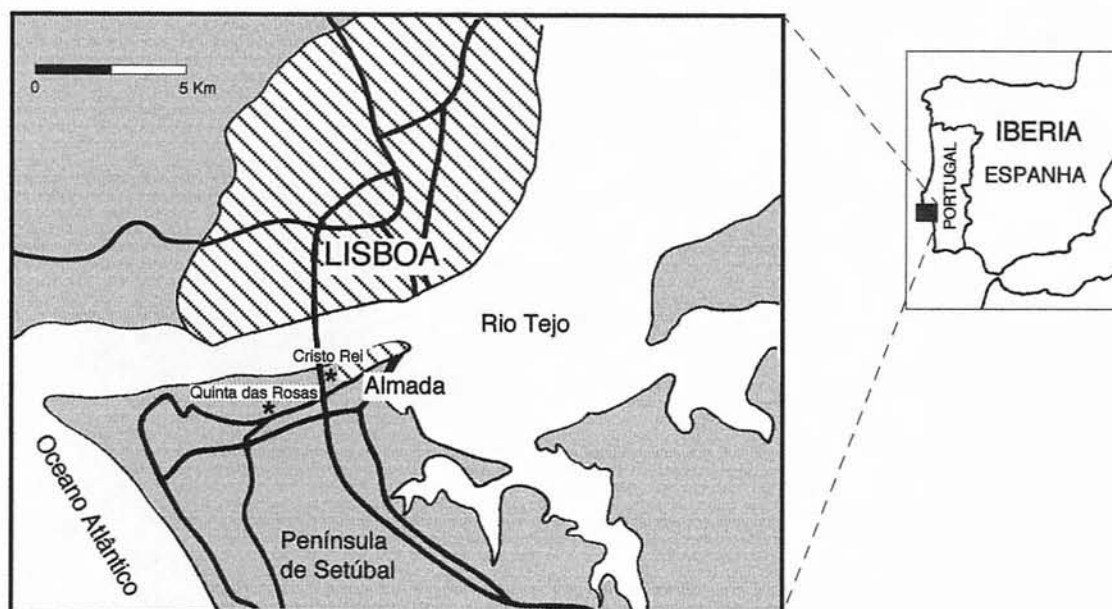


Fig. 28 - Localização (*) dos cortes de Cristo Rei e Quinta das Rosas.

Litostratigrafia, paleontologia e paleoambientes

As unidades burdigalianas (Cotter 1956) estão bem expostas. O Burdigalino inferior a médio (divisões II, III e IVa) pode ser observado na metade inferior do corte. O estudo incidiu principalmente nas divisões IVa (topo), Va2 e Vb, que afloram na metade superior deste corte (Antunes *et al.*, 1996), e teve por objectivo principal o reconhecimento do limite Burdigaliano/Langhiano (Fig. 29).

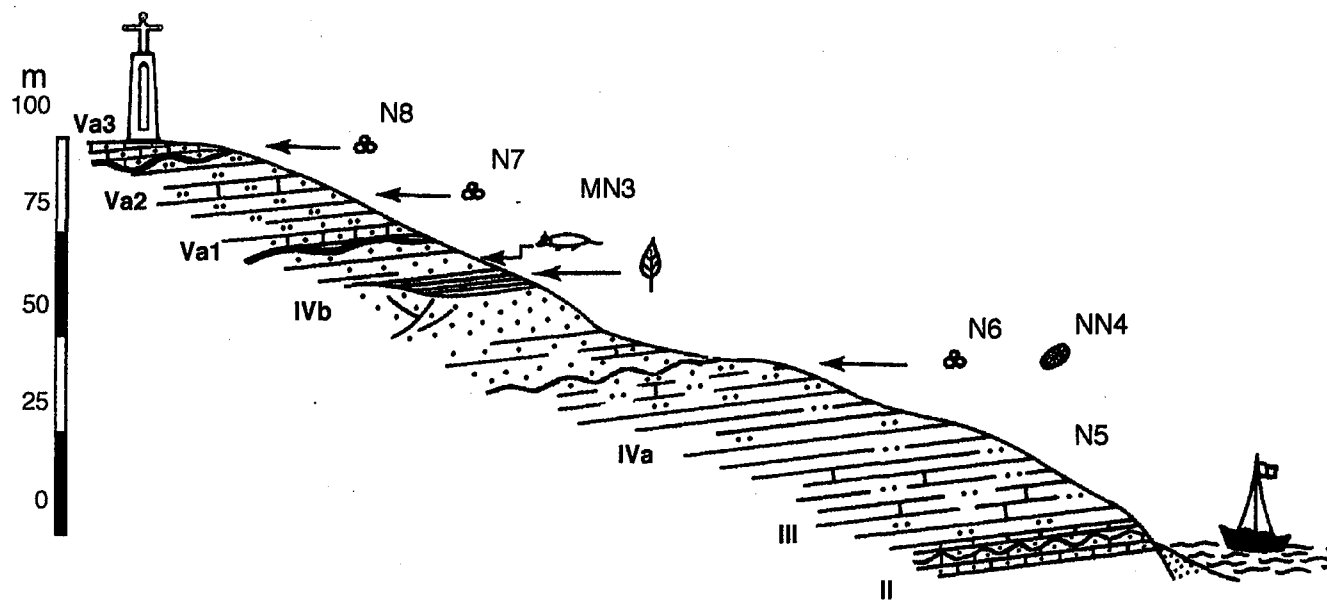


Fig. 29 - Representação esquemática da geologia da arriba do Monumento a Cristo-Rei (Antunes *et al.*, 1999b). Biozonas de foraminíferos (N), nanoplâncton (NN) e mamíferos (MN).

Unidade IVa

Siltitos e areias finas cinzento-azuladas com *Pitar islandicoides*, *Flabellipecten expansus* e *Pereiraia gervaisi* bem conservados (entre outros fósseis) e argilas siltosas ricas de microfósseis marinhos (espessura, ca. 35 m).

Foraminíferos

Globigerinoides abundantes, *Catapsydrax unicavus*, *Globigerinoides altiapertura*, *Globigerinoides obliquus* e *Globorotalia peripheroronda* indicam N5/N6 (Blow) (Burdigaliano). *Globorotalia mayeri* e *Globoquadrina* são abundantes (Fig. 30).

O tamanho dos foraminíferos bentónicos é inferior ao normal. Predominam os géneros *Ammonia*, *Cancris*, *Cibicides*, *Reussella*; também estão representados *Nonion*, *Lenticulina*, e *Uvigerina*. A associação, bem como a relação planctónicos/bentónicos, são compatíveis com ambientes infra- a circalitorais com oxigenação deficiente (Fig. 31).

Ostracodos

Nascimento (1988) estudou os ostracodos (Fig. 31). As associações indicam o infralitoral. Ter-se-ão registado, nesta altura, os ambientes mais profundos; noutros locais da Bacia do Baixo Tejo pode ter sido atingido o circalitoral.

A fauna de ostracodos é típica de águas quentes, embora possa indicar temperaturas inferiores às do Aquitaniano (Nascimento, *id.*).

Espécies presentes neste corte são comuns no Burdigaliano e Aquitaniano, em associação com formas termófilas, *Cnestocythere* e *Pokornyella* (Nascimento, 1978; 1983; 1988; 1989; 1990). Este facto está de acordo com a ocorrência de corais hermatípicos no Miocénico inferior da Bacia do Baixo Tejo (Antunes & Chevalier, 1971; Chevalier & Nascimento, 1975).

Palinologia

São comuns os esporos (Bryophyta, Polypodiaceae, Pteridaceae, Gleicheniaceae, Schizeaceae). As gimnospérmicas são menos frequentes do que no Burdigaliano inferior. As angiospérmicas são relativamente abundantes; *Bombax* e Sapotaceae atingem o apogeu. *Engelhardtia*, *Myrica*, Araliaceae, *Diospyros*, *Alnus*, *Corylus* e *Castanea/Castanopsis* estão bem representadas (Pais, 1981; 1986).

O máximo de abundância de dinoflagelados ocorre no primeiro terço da unidade IVa.

Unidade IVb

É constituída principalmente por areias de cor amarelada, com intercalações de bancos de ostras e, para o topo, de lenticulas argilosas com abundantes macrorrestos vegetais. Os níveis arenosos superiores forneceram pequenos mamíferos.

Pequenos mamíferos

A associação de pequenos mamíferos, que não inclui qualquer Cricetidae, é de correlacionar com MN3b.

Macrorrestos vegetais

São abundantes, e estão relativamente bem conservados, embora sem cutícula; foram reconhecidas (Pais *in* Antunes *et al.*, 1999b): *Lygodium gaudinii*, *Comptonia acutiloba*, *Myrica* cf. *lignitum*, *Populus serrulatus*, *Ulmus bronii*, *Zelkova zelkovaefolia*, *Sapindus falcifolius*, *Magnolia oedipa*, *Daphnogene polymorpha*, cf. *Engelhardtia orsbergensis*, *Gleditschia knorrii*.

A associação indica clima quente a sub-tropical temperado. A predominância de folhas de bordo recortado sugere estações contrastadas, provavelmente, uma seca e outra húmida (6% leptófilas; 22% nanófilas; 61% micrófilas; 11% notófilas).

Unidade Va1

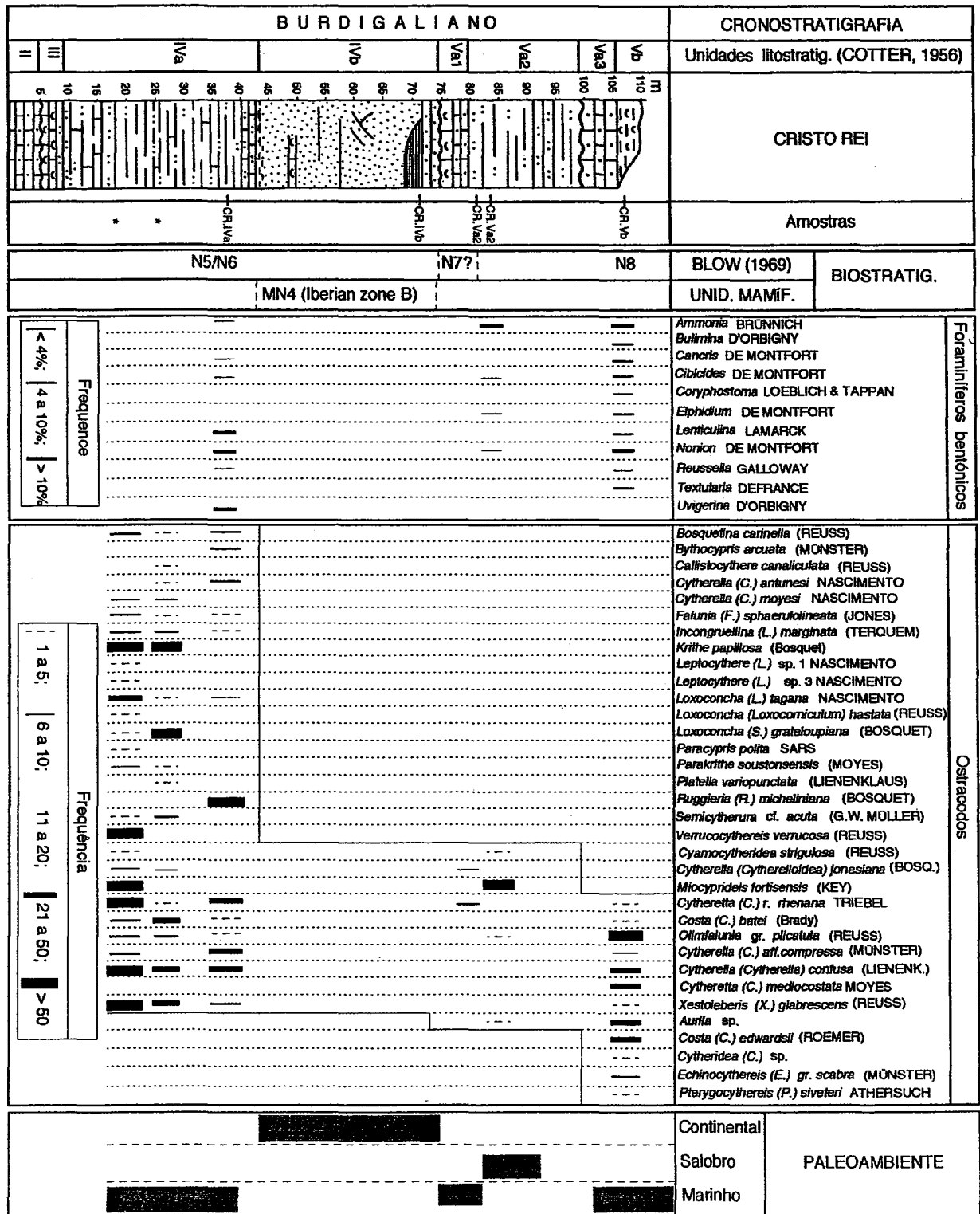
Biocalcarenitos e arenitos ricos de moldes de moluscos (ca. 5 m). Contactam com a unidade inferior por meio de disconformidade, interpretada como superfície correspondente ao início de um episódio de transgressão. Os arenitos preenchem bioturbações do topo das areias da unidade IVb.

Unidade Va2

Alternância de margas e arenitos (ca. 21 m).

As condições de exposição não são boas. Ocorrem moldes de moluscos. Não se encontrou *Placuna miocenica*, espécie típica desta unidade e bom indicador de águas quentes.

Fig. 31 - Corte de Cristo Rei: amostras, foraminíferos bentónicos e ostracodos; paleoambientes (Antunes et al., 1996).



Foraminíferos

Os foraminíferos planctónicos são escassos. As carapaças encontram-se mal conservadas. Antunes *et al.* (1973) indicaram a ocorrência de *Globigerinoides sicanus* na parte inferior de Va2.

Os foraminíferos bentónicos são frequentes; as conchas estão quebradas e recristalizadas. *Ammonia* é abundante; *Nonion*, *Elphidium* e *Cibicides* escasseiam. A associação indica ambientes litorais (Fig. 31).

Ostracodos

Das duas amostras estudadas por A. Nascimento, a inferior forneceu *Cytherella* (*Cytherelloidea*) *jonesiana* and *Cytheretta* (*Cytheretta*) *rhenana rhenana*. A amostra superior inclui *Aurila* sp., *Miocyprideis fortisensis*, *Cyamocytheridea strigulosa* e *Olimfalunia* gr. *plicatula* (Fig. 31).

Na amostra superior *Miocyprideis fortisensis* constitui mais de 80% da população, o que indica ambiente oligohalino. *M. fortisensis* parece ser um indicador local do final do Burdigaliano (a espécie é desconhecida após o Burdigaliano) e, provavelmente, de águas quentes (Nascimento, 1988; 1993).

Palinologia

Os sedimentos não são ricos de restos de plantas. *Riccia* é comum. Esporos de Polipodiaceae são escassos. *Pinus* são comuns, bem como *Castanea/Castanopsis*, *Quercus*, *Engelhardtia*, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Compositae, Gramineae e *Armeria*. São raros os esporos de *Ephedra*, Sapotaceae, *Sparganium* e Poligonaceae.

A frequência relativamente alta de *Armeria* parece indicar que o litoral estaria próximo. *Engelhardtia* e Sapotaceae indicam clima tropical a subtropical.

Unidade Va3

Biocalcarenitos com moldes de moluscos (ca. 6 m).

Unidade Vb

Margas arenosas com fragmentos de *Schizaster* (com exposição em ca. 4 m).

Foraminíferos

Globigerinoides sicanus e *Praeorbulina transitoria* permitem correlação com a parte inferior da zona N8 (Burdigaliano superior). Aparecem algumas formas de *Globigerinoides altiapertura*; *G. subquadratus* é abundante, enquanto *Globoquadrina* é rara. Não foi encontrado o género *Globorotalia* (Fig. 30).

A associação bentónica é caracterizada pela abundância de *Ammonia* e *Nonion* e pela frequência de *Elphidium*, *Cibicides*, *Lenticulina*, *Textularia* e *Bulimina*.

A composição da associação bentónica e a abundância de foraminíferos planctónicos indicam ambientes infralitorais, provavelmente próximos do circalitoral (Fig. 31).

Ostracodos

As formas observadas são tipicamente sublitorais, provavelmente próximas da transição infralitoral/circalitoral.

A associação é bastante diferente das anteriores e, especialmente, das da div. IVa; neste corte e na divisão Vb, 4 espécies aparecem pela primeira vez; 12 são desconhecidas; 7 são comuns às divisões IVa e Vb. As diferenças não podem ser atribuídas exclusivamente a características batimétricas mas, provavelmente, também a modificações de temperatura. Modificações semelhantes das composições das associações de ostracodos são características da transição Burdigaliano/Langhiano na Bacia do Baixo Tejo (Fig. 31).

Quinta das Rosas

Foram estudadas camadas aflorando em fundações do Instituto de Ciências da Saúde (Monte de Caparica, Almada-Oeste) e nos taludes das estradas próximas (Fig. 28, p. 77). Coordenadas UTM: 29SMC827801.

Litostratigrafia, paleontologia e paleoambientes

Os sedimentos estão cartografados (Carta geológica de Lisboa, esc. 1:20 000; 1940, Serviços Geológicos de Portugal) como pertencendo às divisões Vb e Vc (Cotter *in* Dollfus *et al.*, 1903-1904).

Antunes *et al.* (1996) estudaram o corte procurando estabelecer correlações com as unidades equivalentes em Lisboa e definir o limite Burdigaliano-Langhiano. As camadas estão em sucessão estratigráfica relativamente às que estão expostas no corte de Cristo Rei.

Unidade Vb

Margas arenosas, com níveis de arenitos fossilíferos passando a areias feldspáticas (6 m); seguem-se um intervalo não observável (4 m) e uma bancada de arenito fossilífero, que passa a margas esbranquiçadas e castanhas no topo (ca. 4 m).

Foraminíferos

A amostra Az.Vb (Fig. 32) forneceu, entre outras espécies, *Praeorbulina glomerosa*, *Pr. transitoria*, *Globigerinoides subquadratus* e *Globigerinoides sicanus*. Não ocorre *Orbulina*. Permitem correlação com a parte superior da biozona N8.

A associação bentónica é caracterizada pela abundância de *Textularia* e a frequência de *Ammonia*, *Nonion*, *Quinqueloculina* e *Cibicides*. As conchas, em diferentes estados de conservação, podem indicar remobilização. A associação é compatível com paleoambientes infralitorais.

Ostracodos

A distribuição das espécies (Az.Vb) está indicada na Fig.33. A associação de ostracodos indica ambientes infralitorais.

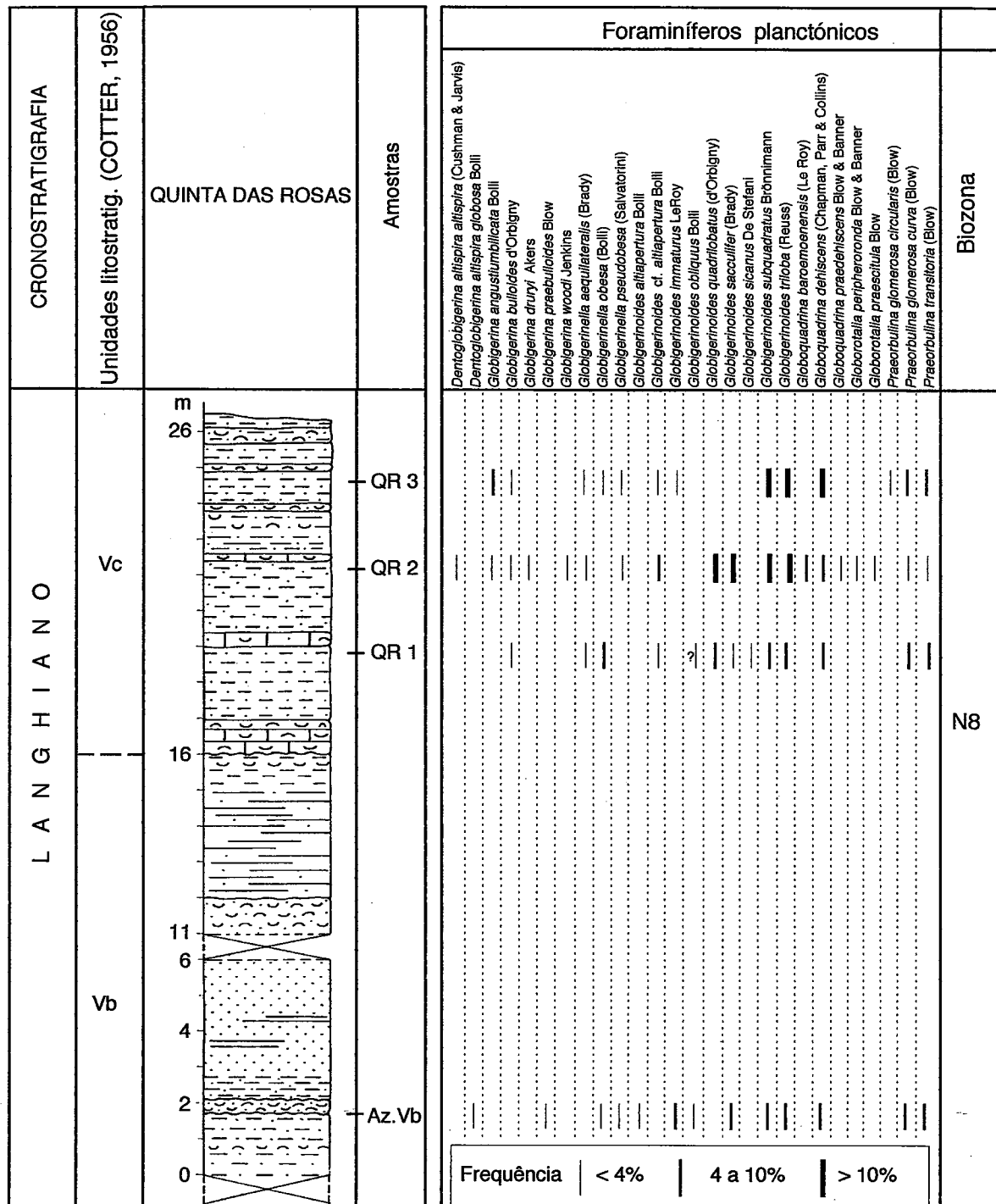


Fig. 32- Corte de Quinta das Rosas: amostras, foraminíferos planctónicos e biostratigrafia (Antunes et al., 1996).

Unidade Vc

Níveis de arenitos com intercalações de argilitos (ca. 10 m).

Foraminíferos

Ocorrem, entre outras espécies, *Praeorbulina glomerosa curva*, *Praeorbulina transitoria*, *Globigerinoides sicanus*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globorotalia peripheroronda* e *Globorotalia praescitula* (Fig. 32). A ocorrência, no topo do corte, de formas de *Praeorbulina glomerosa circularis* parece corresponder aproximadamente à biozona N9.

A associação bentónica da amostra da parte inferior do corte (QR1) é menos diversificada quando comparada com as dos níveis superiores (QR2 e QR3). Predominam *Ammonia* e *Nonion*. Na amostra QR1, *Elphidium*, *Amphistegina*, *Asterigerinata* e *Cibicides* sugerem ambiente infralitoral. *Lenticulina* abundante e *Cancris* frequente na amostra QR2 podem estar relacionados com maior profundidade; a elevada frequência de *Bolivina* e *Bulimina* pode relacionar-se com a abundância de matéria orgânica no sedimento e condições anóxicas. *Cibicidoides*, frequente na amostra QR3, mostra influência do circalitoral.

Ostracodos

A amostra QR3 (Fig. 33) forneceu espécies desconhecidas no Miocénico inferior: *Aurila (Ulicznina) oblonga*, *Ruggieria (R.) nuda* e *Loxoconcha (Loxoconcha) ducasseae*. A fauna está estreitamente relacionada com associações serravalianas de outros cortes desta bacia. A associação da amostra QR3 sugere temperaturas da água do mar mais elevadas do que as registadas na base da unidade Vb (corte de Cristo Rei). A profundidade poderá ter ultrapassado a transição infralitoral/circalitoral (Nascimento, 1988; 1989; 1990).

Pica-Galo (Trafaria)

Localização

O corte situa-se na arriba de Pica-Galo, Trafaria (Figs. 34 e 35). Coordenadas UTM: 29SMC703803 (Carta Militar de Portugal, 1:25 000, Serviços Cartográficos do Exército - Folha 431).

Enquadramento geológico

Zbyszewski (1963) atribuiu os sedimentos ao Helveciano inferior M³Va.

Sen *et al.* (1992) consideram os sedimentos em causa equivalentes às unidades IVa e IVb. Atribuem a parte inferior do corte à biozona N6 e a superior a N7. Foi identificada uma zona de polaridade magnética positiva, tendo sido correlacionada com a anomalia C5Dn da escala de polaridade magnética global.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

A presença de escassos exemplares de *Globigerinoides bisphericus* e *Praeorbulina sicana* associados a *Globigerinoides altiapertura* permite atribuir os sedimentos às biozonas N7 e, eventualmente, à parte inferior de N8 (note-se a ausência de *Praeorbulina glomerosa*).

As associações planctónicas caracterizam-se por: abundantes *Globigerinoides altiapertura*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides immaturus* e *Globigerinoides obliquus*; frequentes *Globigerinella obesa*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerinoides saculifer*; raros *Globigerinoides subquadratus* e *Globoquadrina dehiscens*.

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

São frequentes *Ammonia*, *Heterolepa*, *Lenticulina*, *Nonion* e *Textularia*. Ocorrem, também, *Bulimina*, *Bolivina*, *Cassidulina*, *Lagena*, *Stillostomella* e *Spiroloculina*. Esta associação indica ambientes infralitorais.

Nas amostras da parte superior do corte são frequentes carapaças alaranjadas, recristalizadas ou com ganga, que devem ter sido remobilizadas.

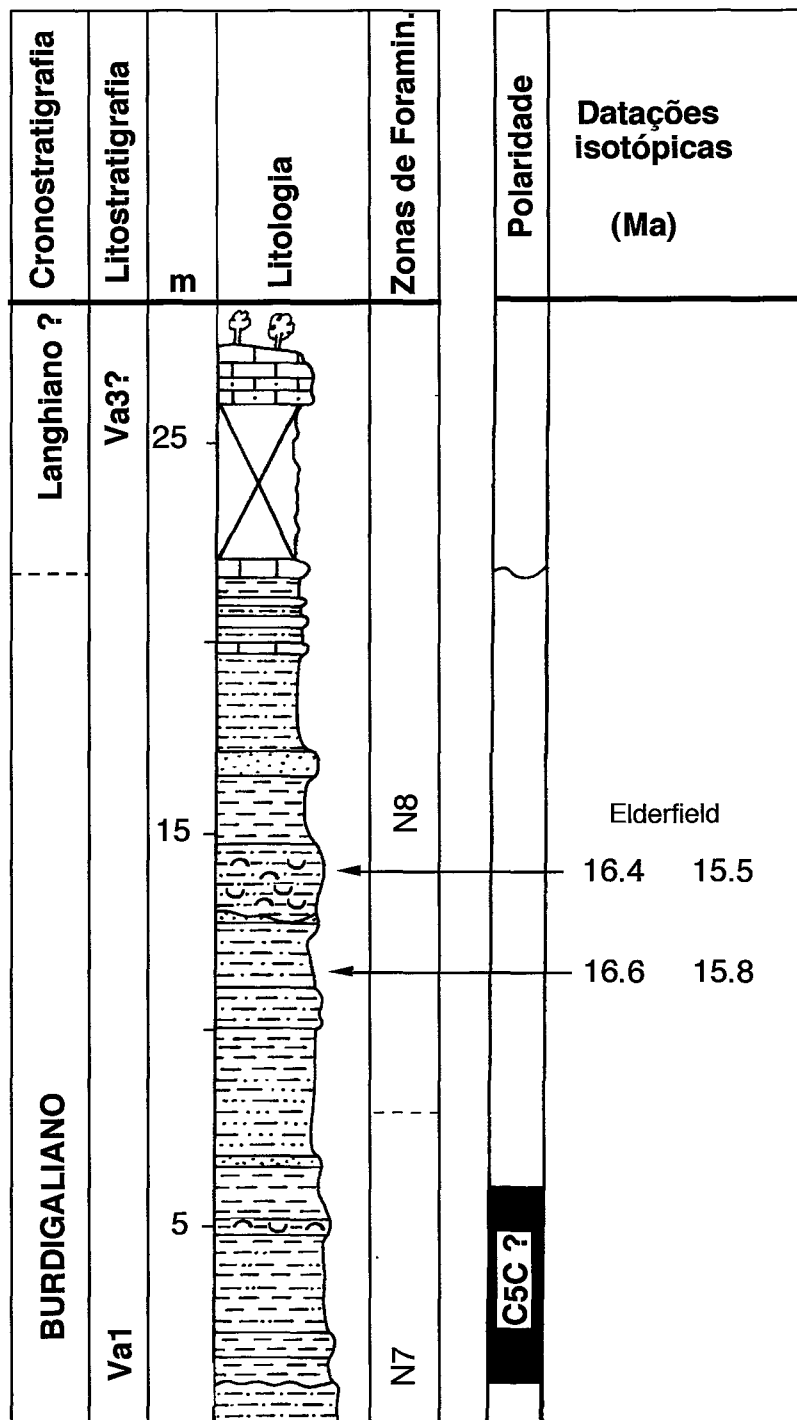


Fig. 35 - Enquadramento cronostratigráfico do corte de Pica-Galo (Trafaria) (Sen *et al.* 1992, modificado).

Idades isotópicas

Foram datadas ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) conchas de moluscos da parte intermédia da secção; H. Elderfield obteve os resultados seguintes:

	H. Elderfield	(recalibrada)
Amostra superior	16.4	15.5 (-0.5+0.7)
Amostra inferior	16.6	15.8 (-0.3+0.7)

Conclusão

Os dados cronológicos para os marcadores estratigráficos planctónicos (Berggren *et al.*, 1995) permitem situá-los entre 16,1 e 16,7 Ma. As datações isotópicas obtidas por H. Elderfield são coerentes com os dados biostratigráficos. No entanto, a recalibração ulterior sugerida por este autor parece demasiado rejuvenescida.

Perante a informação cronológica, a anomalia magnética positiva detectada na parte inferior do corte correlaciona-se melhor com o crono C5Cn.

Costa de Caparica

Localização

Os afloramentos em estudo são os taludes da via-rápida Almada-Caparica, no lugar de Brielas e ao longo da estrada que segue para Capuchos. O corte denominado Brielas situa-se junto à via rápida — tem por coordenadas UTM29SMC806786; Capuchos situa-se cerca de 100 m para SW de Brielas, no talude junto à estrada que segue para o Convento dos Capuchos — coordenadas UTM: 29SMC804784.

Descrição e enquadramento geológico

Afloram sedimentos correlacionáveis com as unidades Vc, VIa, VIb e VIIa de Lisboa.

São siliciclásticos (quartzo, feldspato, mica e quartzito) constituindo sequências granodecrescentes para o topo (areias médias a finas passando a siltes e argilas) separadas por superfícies erosivas:

Unidade VIIa – areias finas amareladas, às vezes siltosas ou argilosas, em alternância com bancadas consolidadas.

Unidade VIc (taludes da via rápida para a Caparica; ≈ 2 m) – bancos calcários, em relevo, com corais ahermatípicos.

Unidade VIb (talude da estrada para Capuchos; ≈ 5 m) – areias finas, amarelas, com pectinídeos.

Unidade VIa (topo do corte de Brielas e taludes da via rápida para a Caparica; ≈ 11 m) – alternância rítmica de argilas azuis pobres de fósseis com bancos mais calcários, ricos de moluscos.

Unidade Vc (corte de Brielas; ≈ 4 m) – bancadas areno-siltosas, amareladas, com intercalações de biocalcarenitos fossilíferos.

Zbyszewski (1963) publicou uma carta geológica 1:50 000, baseada na litostratigrafia de J.B. Cotter e em levantamentos de campo do pessoal técnico dos Serviços Geológicos de Portugal (orientado por R. de Matos).

Jonet (1964) e Antunes & Jonet (1970) estudaram a fauna ictiológica (sobretudo seláceos).

Antunes & Jonet (1970) descrevem a litologia e a paleontologia dos sedimentos e tentam correlação com as divisões de Cotter. Observam que, nesta região, não ocorrem as fácies grosseiras típicas da unidade VIb (“Grés dos Grilos”); indicam os limites aproximados entre as unidades VIb-VIc-VIIa (Antunes & Jonet, 1970; estampa 1); notam a impossibilidade de distinção das unidades tortonianas VIIa e VIIb dado que as espécies indicadoras (respectivamente *Flabellipecten tenuisulcatus* e *Chlamys macrotis*) aparecem frequentemente associadas.

Antunes *et al.* (1990b) efectuaram estudo sedimentológico e paleontológico (foraminíferos, ostracodos, palinologia, moluscos, vertebrados, plantas). Antunes *et al.* (1990b, 1992; Fig. 36) esquematizaram as colunas litostratigráficas, apresentando listas de espécies e interpretação biostratigráfica e paleoclimática.

Balbino (1996) apresentou uma revisão e actualização sistemática dos tubarões.

Os cortes foram ainda objecto de estudo no âmbito de estágios de licenciatura (Lic. em Geologia da FCUL/1973: M^a Mercês Morgado; Lic. em Eng^a Geológica da FCTUNL/1997: Tiago Alves, Vasco Gomes e Margarida Gonçalves).

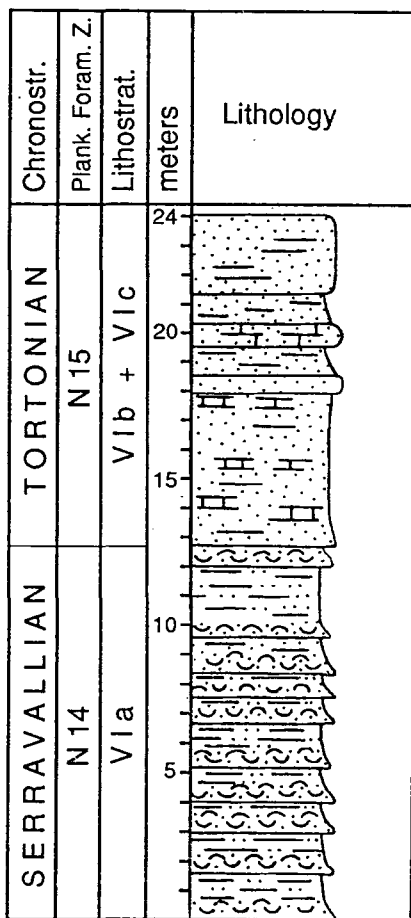


Fig. 36 - Corte de Costa de Caparica (Antunes *et al.*, 1990b).

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

Nos sedimentos atribuídos à unidade Vc ocorrem *Globigerina bulloides*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia peripheroronda*, *Orbulina suturalis*, *Praeorbulina glomerosa*, *Praeorbulina transitoria*, *Globoquadrina dehiscens*, *Dentoglobigerina altispira*. Esta associação é característica da biozona N9. Considerando os dados cronológicos (Berggren *et al.*, 1995) para *Orbulina suturalis* (FAD) e *Globorotalia peripheroronda* (LAD), a idade destes sedimentos situa-se entre 15,1 Ma e 14,6 Ma.

Os sedimentos atribuídos à unidade VIa deram *Globigerina bulloides*, *Globigerina druryi*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides sacculifer*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia mayeri*, *Globorotalia menardii*, *Globorotalia scitula*, *Orbulina suturalis*, *Orbulina universa*, *Praeorbulina transitoria*, *Globoquadrina dehiscens*, *Dentoglobigerina altispira*. A associação caracteriza o intervalo de N10 a N13.

No que diz respeito aos sedimentos sobrepostos à unidade VIa, Siervo (*in* Antunes *et al.*, 1992) refere que *Globorotalia mayeri* e *Globoquadrina* são escassos. Encontram-se *Globorotalia menardii* e *Globorotalia linguaensis*. Não ocorrem exemplares típicos de *Neogloboquadrina acostaensis*. Estes elementos sugerem o intervalo biostratigráfico N14 a N15.

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

A associação bentónica do corte de Brielas é dominada por *Ammonia* e *Nonion*. São frequentes *Lenticulina* e *Heterolepa*. Em menor número, *Lagena*, *Bolivina*, *Bulimina* e *Nodosaria*. A associação indica ambiente infralitoral. Para o topo do corte, *Cancris*, *Cassidulina* e *Pullenia* denotam aumento de profundidade.

Os sedimentos da unidade VIa dão associações com baixa diversidade. Abundam *Bolivina*, *Bulimina*, *Rectuvigerina*, *Cassidulina* e *Fursenkoina*, bem como foraminíferos planctónicos. Indicam aumento de profundidade (circalitoral) e carácter euxínico, também evidenciado por pirite framboidal.

Nos sedimentos atribuídos às unidades VIb e VIc regista-se incremento da diversidade, com abundantes *Nonion*, *Ammonia*, *Lenticulina*, formas aglutinadas, *Bolivina*, *Bulimina* e *Heterolepa*. Indicam ambientes menos profundos e maior oxigenação do que na unidade VIa.

Idades isotópicas

Uma concha de pectínídeo proveniente do corte de Brielas foi datada $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (H. Elderfield): $14 \pm 0,4$ Ma.

Foz do Rego

Localização

Os afloramentos (Fig. 37) constituem a arriba fóssil da Costa de Caparica, para Sul do desfiladeiro da Ribeira da Foz do Rego (Concelho de Almada). Coordenadas (folha 442, escala 1:25 000): M - 106.2 km, P - 184.5 km; UTM: 29SMC481975, 4274825.

Descrição e enquadramento geológico

Dollfus *et al.* (1903-1904) consideram este sector como o corte mais característico do Tortoniano – M^{IV} a Sul do Tejo (Zbyszewski, 1963; p. 16).

Cotter (1909 *in* Choffat, 1950; p. 153) admite que o Tortoniano termina com bancos muito fossilíferos, sobre os quais reconheceu um complexo desprovido de calcários, “pré-pontiano” ou “pontiano” de areias (*Pontien de sables*), geralmente muito finas e ferruginosas, em parte cimentadas por argila, e recobertas pelas areias e conglomerados com calhaus rolados. Constituem as “Camadas de Alfeite” atribuídas ao Pliocénico (Cotter, *ibid.*). Na extremidade ocidental do afloramento da margem esquerda do Tejo (Rego) observou 10 m de espessura. Os fósseis, raros, limitam-se a alguns lamelibrânquios indeterminados, salvo *Mytilus galloprovincialis*, *Pecten solarium* e *Ostrea edulis* var. *digitalina*.

Zbyszewski (1963; p. 16) descreve o corte, incluindo uma lista de moluscos. Refere (*ibid.*, p. 12) que aflora neste sector o M^V - Camadas da Sobreda. Trata-se de areolas amareladas, com 3-6 m de espessura, mais ou menos argilosas, por vezes ferruginosas, com fauna flúvio-marinha. Estas camadas assentam sobre o Tortoniano VIIb e são cobertas pelo Pliocénico marinho.

Antunes & Pais (1989) apresentaram a cartografia 1:5000 e a descrição do corte.

Segundo Antunes *et al.* (1990) a fauna de teleósteos (que inclui *Arius* e Polinemídeos) aponta para condições relativamente quentes, mas não estritamente tropicais dada a ausência de tubarões estenotérmicos de água quente e de grandes barracudas (conhecidos no Burdigaliano-Langhiano).

J. González-Delgado e I. Andrés, da Univ. Salamanca, estudaram moluscos (em Antunes *et al.*, 1990). Referem um nível inferior monoespecífico de *Chlamys macrotis*, (sector Norte, Figs. 37 e 38) e acumulações de Bivalvia (62%) e Gastropoda (38%) na parte superior do corte (sector Sul, Figs. 37 e 38), provavelmente relacionadas com tempestitos. Consideram a sua génese num contexto de cortejo sedimentar de alto nível do mar, sendo a subida relativa do nível do mar compensada pelo forte acarreo

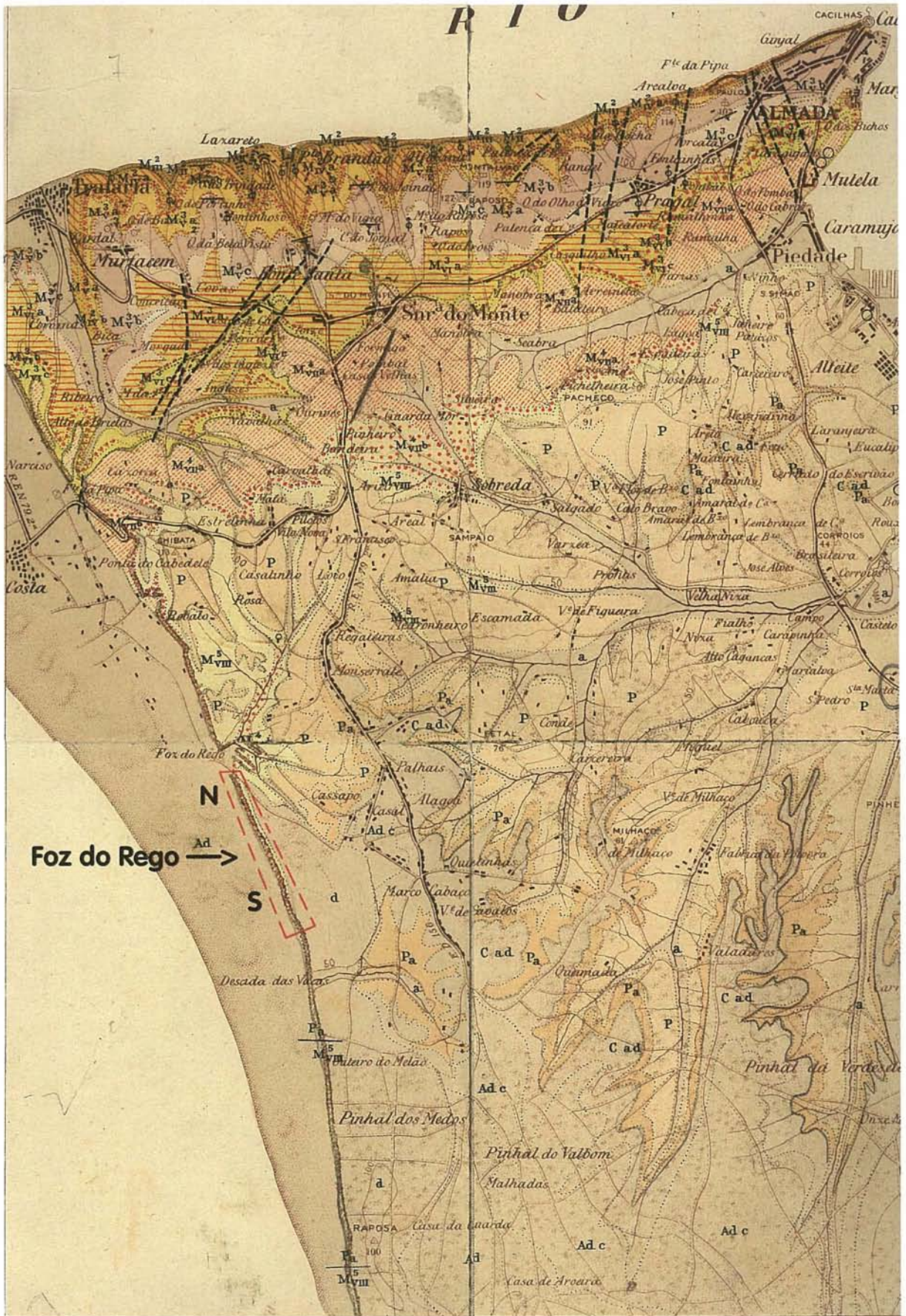
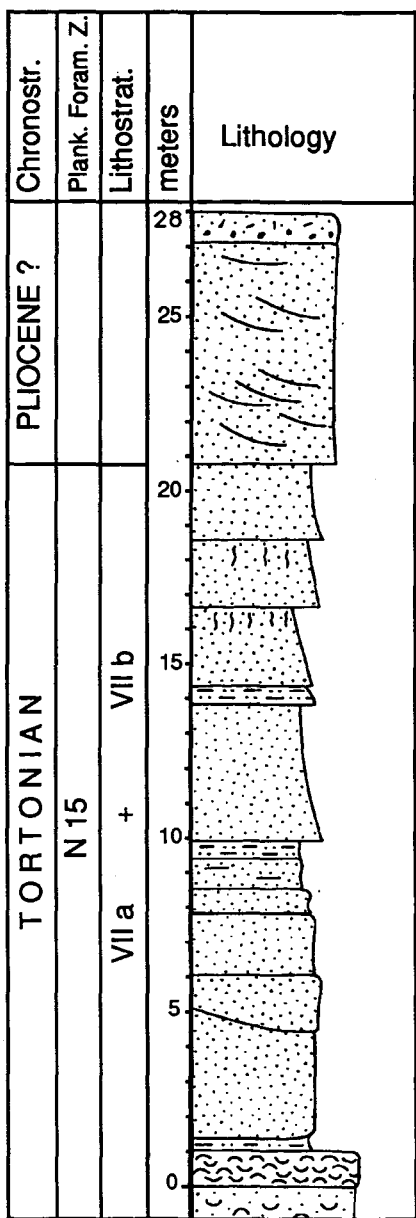
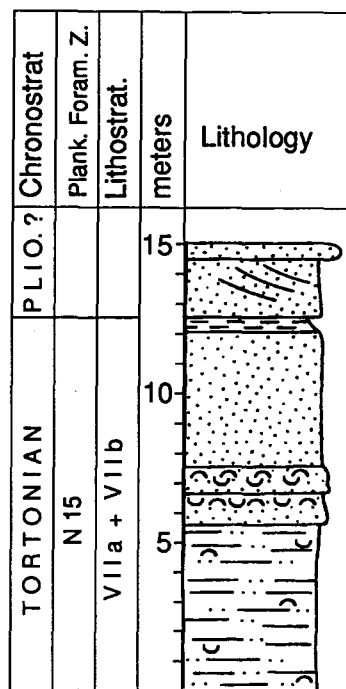


Fig. 37 - Localização do corte de Foz do Rego. Carta geológica 1:50 000 (Zbyszewski, 1963).



Sector Norte



Sector Sul

Fig. 38 - Corte de Foz do Rego (Antunes *et al.*, 1990).

sedimentar relacionado com a progradação deltaica do Rio Tejo (González-Delgado *et al.*, 1993; 1995).

Pereira *et al.* (1998) efectuaram o estudo biométrico do nível de *Chlamys macrotis*. Concluíram que terá resultado, essencialmente, de acumulação controlada por factores ecológicos.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

F. Sierro (Univ. Salamanca) estudou amostras destes sedimentos. Deram fauna de planctónicos, escassa mas representativa. *Globorotalia pseudobesa*, *Globorotalia menardii*, *Globorotalia mayeri* (1 exemplar, podendo ser ressedimentado), *Globigerina quinqueloba*, *Globigerinoides bulloideus*, *Neogloboquadrina continua* (dext.), formas intermédias entre *Neogloboquadrina continua* e *Neogloboquadrina acostaensis* (todas dext.), *Orbulina universa* e *Orbulina suturalis*. Abundam *Globigerina bulloides* e *Globigerinoides quadrilobatus*.

À lista anterior acrescentamos *Globigerinoides mitra*, *Globigerinoides obliquus*, *Sphaerodinelopsis disjuncta*, *Globigerinopsis aguasayensis* e escassas formas intermédias entre *Globigerinoides obliquus* e *Globigerinoides extremus*.

Esta associação indica idade mais recente do que N15, zona correspondente ao intervalo entre o desaparecimento de *Globorotalia mayeri* e o aparecimento de *Neogloboquadrina acostaensis*.

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

J. Civis (Univ. Salamanca) assinala a presença de *Nonion boueanum*, *Ammonia beccarii*, *Bulimina elongata*, *Globulina gibba*, *Textularia* sp., *Heterolepa lobatula* e, nalguns níveis, *Elphidium crispum*, *Elphidium* sp. e *Cancris auriculus*.

Observamos que *Ammonia*, *Nonion* e *Globulina* são abundantes e largamente maioritários. *Cancris*, *Cibicides/Heterolepa*, *Elphidium* e *Textularia* são frequentes. *Quinqueloculina* e *Bulimina* escassos. A associação bentónica é característica de ambientes marinhos de pequena profundidade (infralitoral).

São frequentes conchas de *Ammonia*, *Elphidium* e *Globulina* com aspecto rugoso, provavelmente devido a recristalização.

Idades isotópicas

Uma concha de *Chlamys macrotis* e outra de *Arca* sp. foram datadas $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (H. Elderfield): respectivamente, 8,3 (-3,3 +1,9) Ma e 8,7 (-3,5 +1,8) Ma.

De notar que, perante a associação de foraminíferos planctónicos, estas idades são demasiadamente jovens. Apenas no intervalo inferior de erro se aproximam do intervalo cronológico admitido para N15: 11.4 - 10.9 Ma (Berggren *et al.*, 1995). Interpretamos como uma indicação de que se estará já em N16 (nomeadamente as camadas do sector Sul com *Neogloboquadrina acostaensis*).

Fonte da Telha

Localização

Os afloramentos constituem as escarpas do litoral da Península de Setúbal entre Fonte da Telha e Lagoa de Albufeira. O corte estudado situa-se a cerca de 2 km para Sul de Fonte da Telha (Figs. 39 e 40). Coordenadas UTM: 29SMC836681.

Descrição e enquadramento geológico

Dollfus *et al.* (1903-1904) atribuem os sedimentos miocénicos deste sector ao Tortoniano VIIb. Descrevem o corte (de cima para baixo):

- 4 – Grés e areias, finos, amarelados (3-6 m), cobertos pelo Pliocénico;
- 3 – Grés finos, argilosos, acinzentados e amarelados, com grandes *Ostrea*, *Pecten*, etc. (4 m);
- 2 – Areola compacta, com fauna da camada 1;
- 1 – Areola escura, argilosa, com *Conus*, *Tapes*, *Venus*, *Lucina*, *Arca*, etc. (3 m).

Antunes & Pais (1989) descrevem o corte pormenorizadamente (Fig. 40).

González-Delgado *et al.* (1993; 1995) estudaram os moluscos; consideraram estes depósitos equivalentes aos da parte superior de Foz do Rego.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

F. Sierro (Univ. Salamanca) observou abundantes *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides quadrilobatus* e *Neogloboquadrina*. Ocorrem *Globigerina apertura*, *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina continuosa* (dext.), *N. aff. acostaensis* (dext.), *N. acostaensis* (dext.) e *Globigerinoides obliquus* bastante comprimidos. Com base na presença de *N. acostaensis* (dext.), Sierro (em González-Delgado *et al.*, 1995) atribui estes depósitos à parte inferior de N16 (Tortoniano inferior).

Apenas 3 amostras deram foraminíferos, uma na base do corte, as outras imediatamente abaixo e acima dos níveis de concentração de moluscos. As espécies encontradas são:

Fonte da Telha (inf.): *Globigerina druryi*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides*

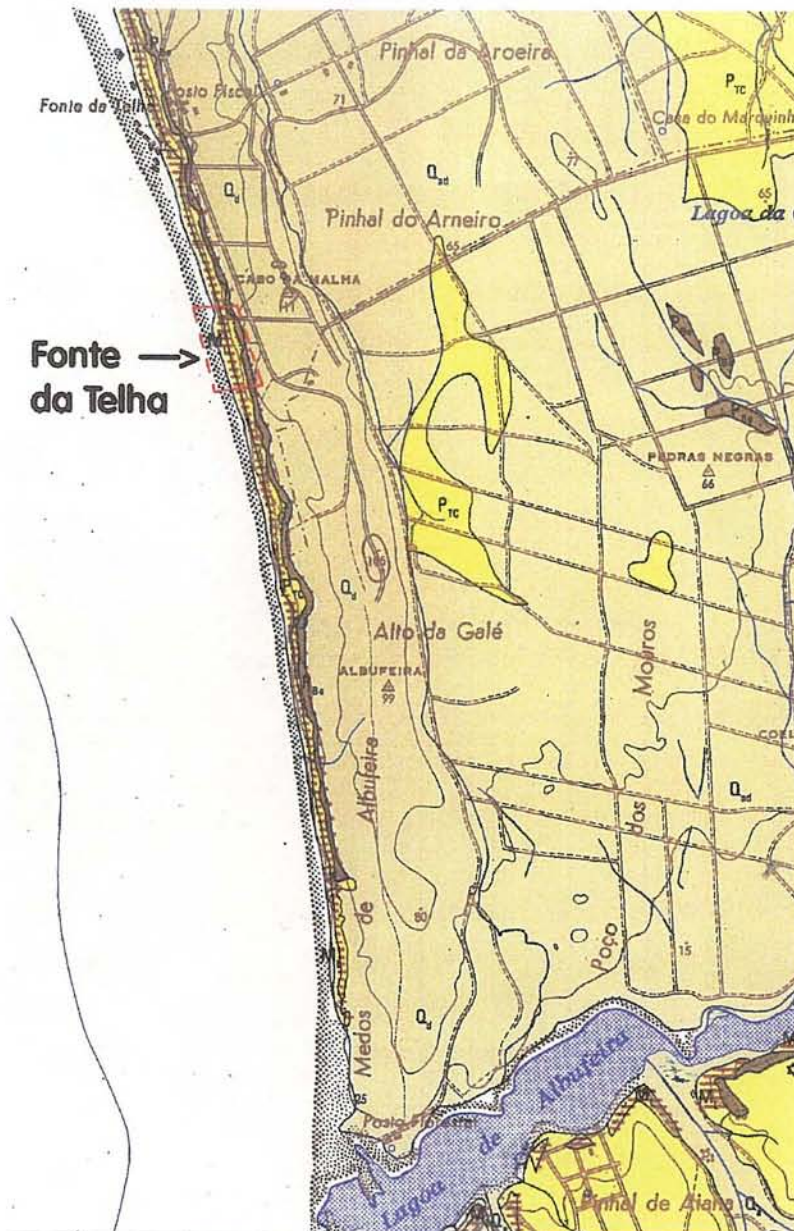


Fig. 39 - Localização do corte de Fonte da Telha. Carta geológica 1:50 000 (Manuppella *et al.*, 1995).

trilobus, *Globorotalia menardii*, *Neogloboquadrina acostaensis* ? (apenas 1 exemplar), *Orbulina suturalis* e *Orbulina universa*.

Fonte da Telha 2: *Globigerina apertura*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia menardii*, *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina continua*, *Orbulina suturalis* e *Orbulina universa*.

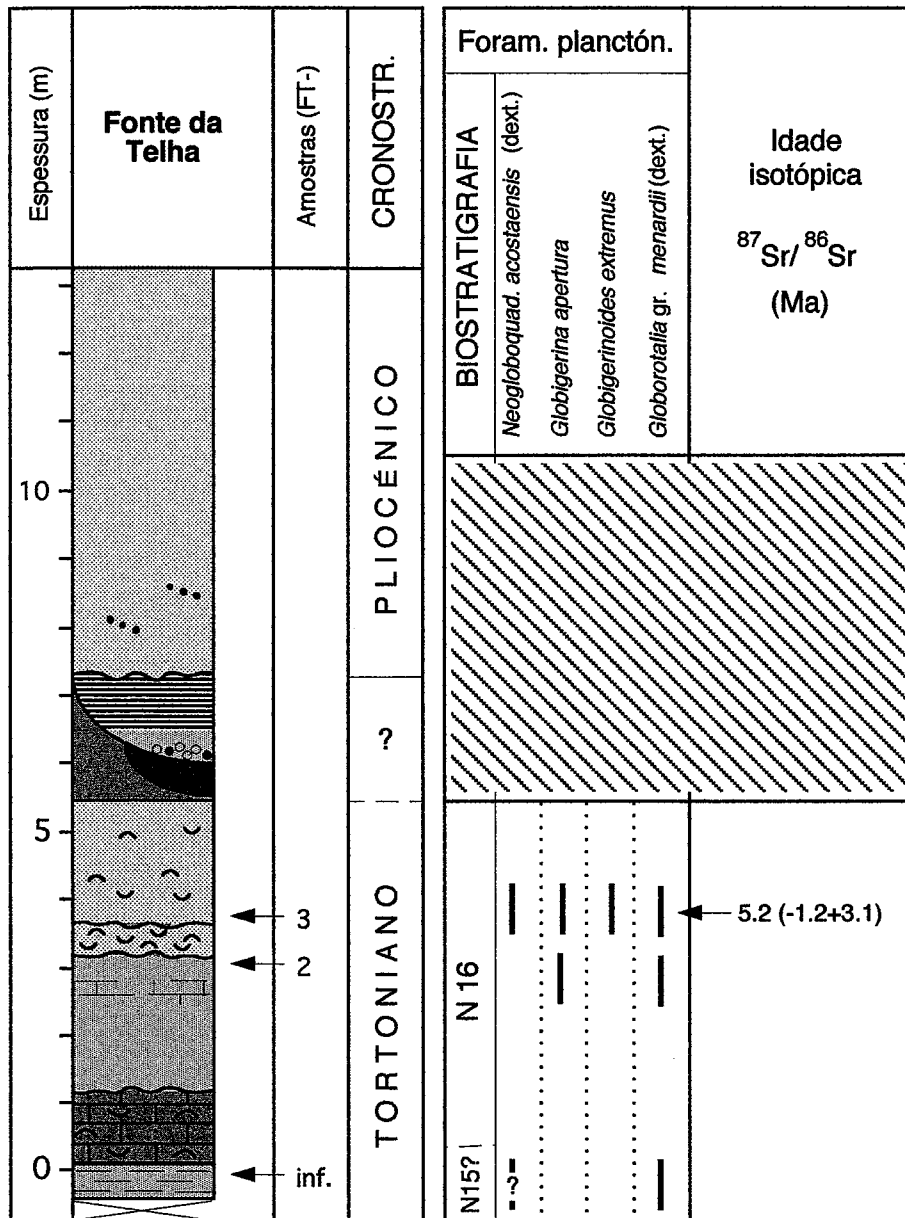


Fig. 40 - Enquadramento cronostratigráfico do corte de Fonte da Telha; biozonas de foraminíferos e datação isotópica. Original.

Fonte da Telha 3: *Globigerina apertura*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides extremus*, *Globigerinoides obliquus*, *Globorotalia menardii* (apenas 1 exemplar ressedimentado), *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina acostaensis* (dextr.), *Orbulina suturalis* e *Orbulina universa*.

É o único corte estudado onde ocorrem exemplares típicos de *Neogloboquadrina acostaensis*. Conjuntamente com *Globigerina apertura* e *Globigerinoides extremus* indicam o Tortoniano inferior, N16. A associação da amostra da base do corte pode ainda pertencer a N15.

O aspecto (amarelado, com material aderente ou fragmentado) de parte das conchas das amostras 2 e 3 sugere que tenham sido remobilizadas.

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

J. Civis (Univ. Salamanca) assinalou *Ammonia* (muito ornamentada) e *Nonion* abundantes, além de *Elphidium crispum* e *Bulimina elongata*.

Fonte da Telha (inf.): abundantes *Ammonia*, *Nonion* e *Guttulina*; frequentes *Cibicides*, *Cancris*, *Elphidium* e *Textularia*; escassos *Bulimina*.

Fonte da Telha 2: abundantes *Cibicides* e *Elphidium*; frequentes *Ammonia*, *Bulimina*, *Guttulina*, *Quinqueloculina*, *Uvigerina* e *Textularia*; escassos *Bolivina*, *Mississipina* e *Nodosaria*.

Fonte da Telha 3: abundantes *Ammonia*, *Nonion* e *Textularia*; frequentes *Cancris*, *Guttulina* e *Uvigerina*; escassos *Lagena*, *Oolina*, *Fissurina* e *Stilostomella*.

As associações bentónicas são características de ambientes marinhos de pequena profundidade. *Guttulina*, frequente a abundante, pode relacionar-se com meio confinado e de hidrodinamismo fraco (Blondel, 1991; p. 218).

O aspecto das conchas dos foraminíferos bentónicos das amostras 2 e 3 indicia remobilização.

Idades isotópicas

Uma concha foi datada $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (H. Elderfield): 5,2 (-1,2 +3,1) Ma.

Este resultado não está de acordo com a informação dada pelos foraminíferos planctónicos: o aparecimento de *Neogloboquadrina acostaensis* marca o início de N16 aos 10.9 Ma (Berggren *et al.*, 1995).

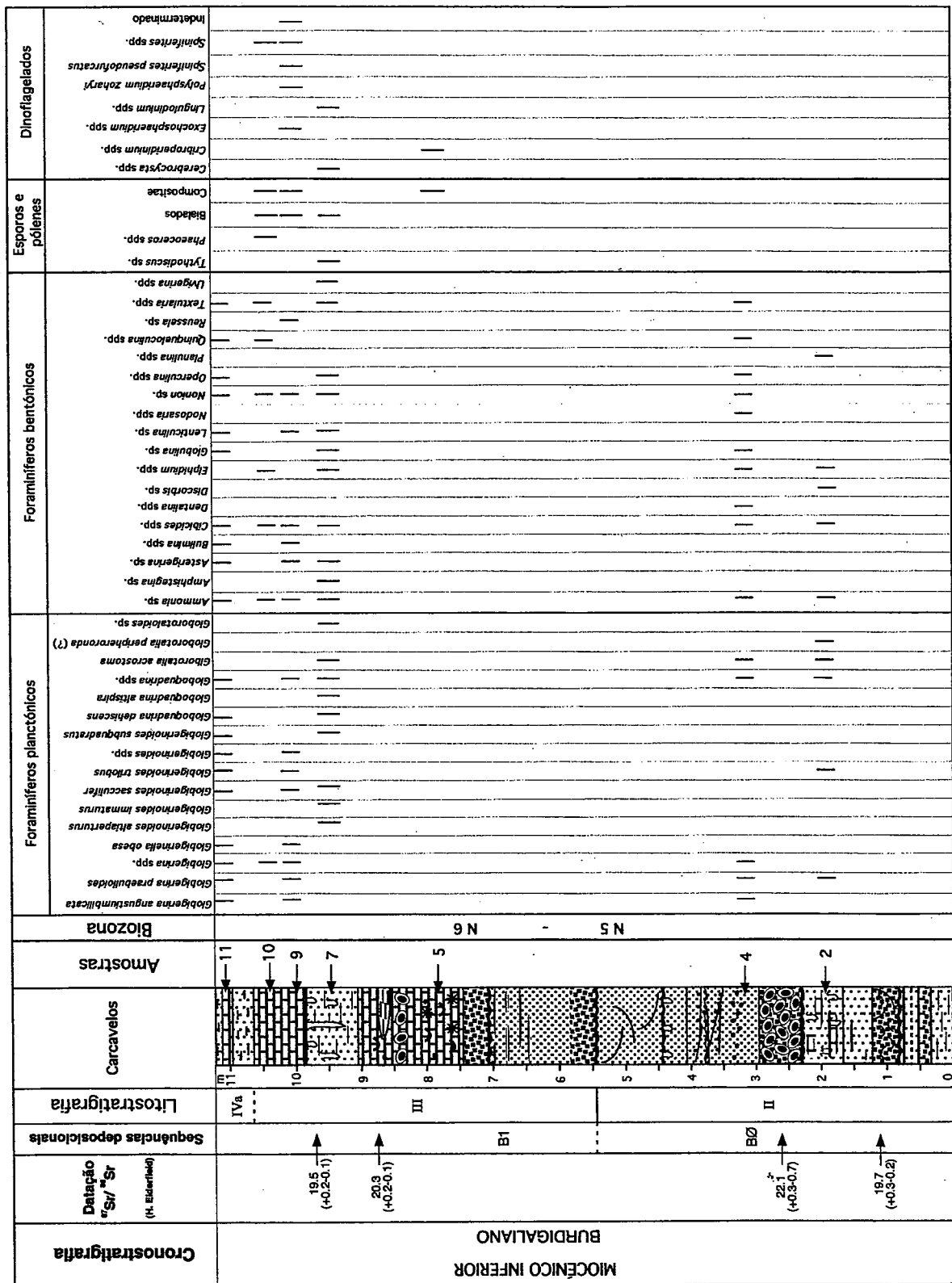


Fig. 42 - Corte de Carcavelos. Distribuição de foraminíferos e palinóforos. Enquadramento cronostratigráfico (Legoinha et al., 1998).

conglomerado a que sucedem siltes com fauna salobra e bioturbação do tipo *Ophiomorpha*. As litofácies de alta energia (conglomeráticas e arenosas) assentam sobre siltitos através de uma superfície de estratificação muito ondulada. Os grãos de quartzo da fracção arenosa correspondem a duas populações: uns denunciam trabalho marinho, outros são fluviais. O estudo da microfauna revelou, também, mistura de organismos marinhos litorais e salobros. Seguem-se sequências menos espessas, com microfauna e figuras sedimentares; sugerem, primeiro, ambiente mediolitoral e, depois, infralitoral com recifes de corais.

Nascimento (1988) estudou os ostracodos. Indica estarem melhor representadas as formas do infralitoral-circalitoral. Ocorrem, também, espécies do salobro-litoral e do litoral-infralitoral. Conclui tratar-se de episódio transgressivo numa baía onde terá existido ambiente salobro.

Legoinha *et al.* (1998) estudaram foraminíferos e palinórfos; apresentam datações isotópicas. Correlacionaram os sedimentos com as divisões II, III e início da IVa, e com as sequências deposicionais BØ e B1 (Antunes *et al.*, 1997).

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

As amostras estudadas (CC2, CC4, CC7, CC9 e CC11) contêm foraminíferos bentónicos e planctónicos. CC7 e CC11 são as mais ricas de formas planctónicas (Fig. 42).

Ocorrem *Globigerina* spp., *Globigerina angustiumbilocata*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerinoides altiapertura*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerinoides sacculifer*, *Globigerinoides subquadratus*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globoquadrina altispira*, *Globorotalia acrostoma*, *Gr. peripheroronda* e *Globorotaloides* sp. A associação planctónica indica o Burdigaliano inferior (N5 a N6).

Relativamente aos grandes foraminíferos bentónicos (Fig. 43), Caralp & Haguénauer (*in* Haguénauer, 1973) assinalam *Miogypsinoides bantamensis*, *Miogypsinoides dehaarti*, *Miogypsina gunteri*, *Miogypsina globulina* e *Miogypsina mediterranea*. Estas formas permitem correlação com a biocronozona SB25 de grandes foraminíferos do Burdigaliano inferior da Bacia da Aquitânia (Cahuzac & Poignant, 1997).

Foraminíferos bentónicos e paleoambientes

Os foraminíferos bentónicos são frequentes e abundantes. Estão presentes *Ammonia beccarii*, *Amphistegina*, *Asterigerinata*, *Cibicides*, *Dentalina*, *Discorbis*, *Elphidium*,

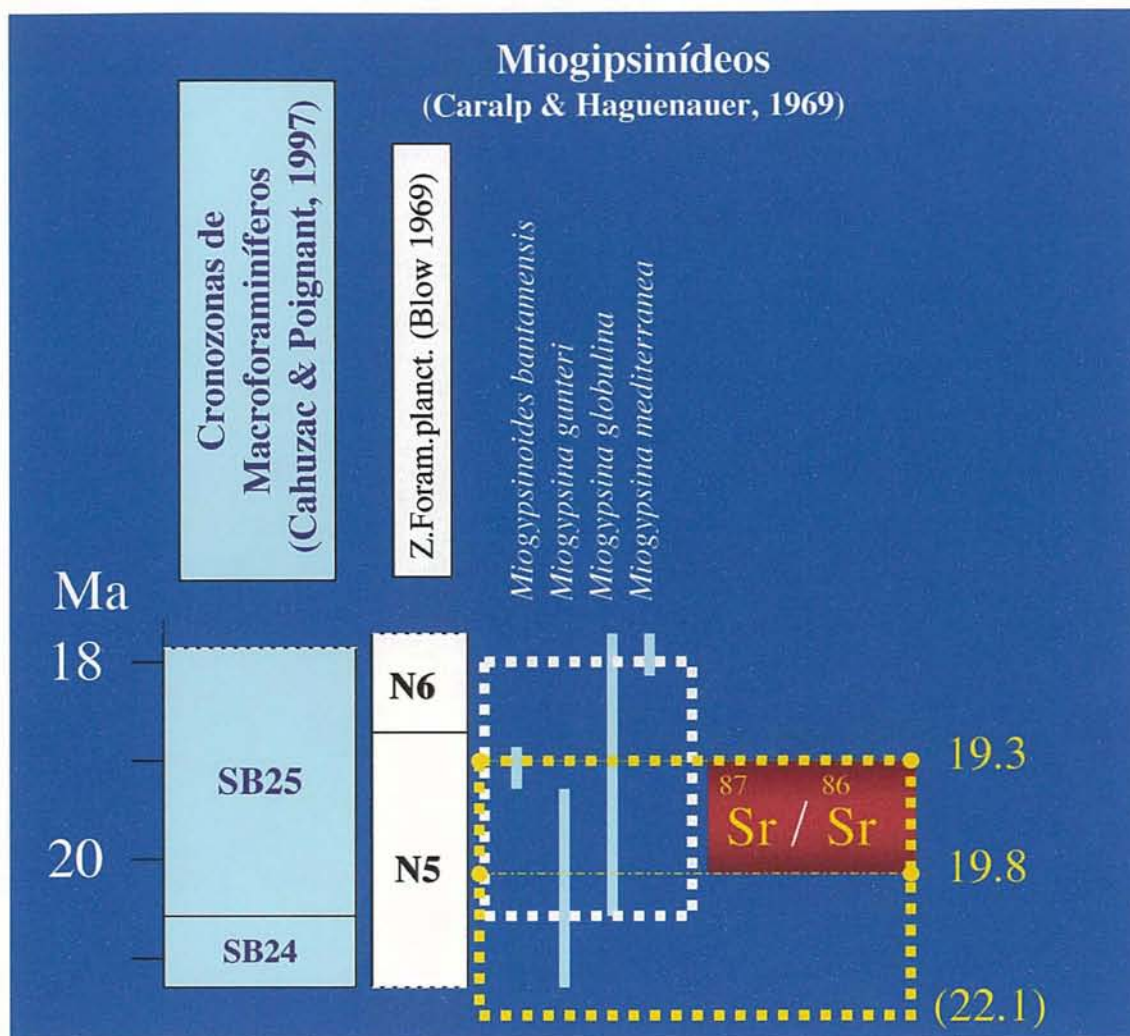


Fig. 43 - Miogipsinídeos com importância biostratigráfica do corte de Carcavelos (Caralp & Haguenaer, 1969): integração com biozonação de planctónicos e datações isotópicas (Legoinha *et al.*, 1998) e correlação com a escala de biozonação de grandes foraminíferos bentónicos do Oligocénico e Miocénico da Europa (Cahuzac & Poignant, 1997).

Globulina, *Lenticulina*, *Nodosaria*, *Nonion*, *Operculina*, *Planulina*, *Quinqueloculina seminulum* e *Textularia*. As associações indicam ambiente infralitoral. A ocorrência de *Bulimina*, *Uvigerina* e *Trifarina* nas amostras CC7 e CC9 parece indicar aumento de profundidade.

Palinomorfos

Sousa (*in* Legoinha *et al.*, 1998) efectuou o estudo palinológico. As amostras são pobres de palinomorfos. Dinoflagelados e pólenes são mais frequentes que os esporos. Os dinoflagelados ocorrem na parte superior do corte (CC5, CC7, CC9 e CC10). Sugerem aumento de profundidade e salinidade. CC9 é muito rica de *Operculodinium* sp., *Polysphaeridium zoharyi*, *Spiniferites pseudofurcatus* e *Spiniferites* spp. Na amostra

CC5 ocorre *Criboperidinium* spp., enquanto *Cerebrocysta* spp. e *Lingulodinium* spp. aparecem em CC7.

Polysphaeridium zoharyi vive em áreas restritas das Caraíbas, Bermudas (onde é maior a concentração), SE dos Estados Unidos, Mediterrâneo e, pontualmente, no NW de África; prefere ambientes tropicais a subtropicais (Harland, 1983).

Spiniferites tem alguma preferência por ambientes neríticos. Todavia, a ecologia das espécies deste género ainda não é bem conhecida.

Pólenes bialados e compostas estão presentes em quase todas as amostras. Foram encontrados esporos na amostra CC10 (*Phaeoceros* spp.); *Tythodiscus* sp. está representada na amostra CC7.

Datações isotópicas

Foram obtidas datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ a partir de conchas de pectinídeos e ostreídeos. Os valores obtidos levantam alguns problemas. Na parte inferior do corte, o resultado foi de 19,7 (+0.3-0.2) Ma, embora logo acima seja de 22,1 (+0.3-0.7) Ma. Na parte superior do corte foram obtidos 19,5 (+0.2-0.1) Ma e, pouco abaixo, 20,3 (+0.2-0.1) Ma. As discrepâncias podem estar relacionadas com o facto de as ostras preferirem ambientes salobros e/ou poderem ser retomadas.

ESTRATIGRAFIA SEQUENCIAL

Conceitos gerais

O facto de as rochas sedimentares constituídas em meios marinhos poderem ser descritas como conjuntos de estratos depositados durante as transgressões (separados por intervalos de não deposição aquando das regressões) constitui a base da estratigrafia sequencial. Os limites maiores de sequências deposicionais são devidos a variações eustáticas do nível do mar, associadas com mudanças climáticas ou com variações na velocidade de expansão dos oceanos. A tectónica local pode, também, influenciar a génese de sequências.

A estratigrafia sequencial consiste na identificação das camadas geneticamente correlacionáveis. Teve origem na análise sísmica da geometria dos depósitos sedimentares (Vail *et al.*, 1977). Fundamenta-se em conceitos que partem da hipótese de a organização sedimentar ser controlada por ciclos eustáticos, i.e., variações globais do nível do mar (positivas ou negativas) que permitem correlações à escala do Globo — princípio que teve, inicialmente, grande aceitação.

A partir da análise de perfis sísmicos, da observação de campo das relações geométricas entre conjuntos de estratos geneticamente relacionados (unidades genéticas), e das unidades cronostratigráficas, Vail e seus colaboradores tentaram estabelecer um gráfico dos ciclos eustáticos tão pormenorizado quanto possível (Vail *et al.*, 1977; 1987; 1991; Haq *et al.*, 1987; 1988; van Wagoner *et al.*, 1988; Haq, 1991; Mitchum & van Wagoner, 1991; Posamentier *et al.*, 1992; Posamentier & Allen, 1993; Posamentier & James, 1993).

Aubry (1991) afirma que a estratigrafia sequencial é entendida por muitos geólogos como a expressão da história das variações do nível do mar no registo estratigráfico, devido principalmente a variações eustáticas que permitam correlações à escala global.

A estratigrafia sequencial tem sido largamente aplicada, com graus variáveis de precisão. As dificuldades resultam de:

- o modelo conceptual que descreve a organização dos depósitos e as variações eustáticas ter sido definido a partir dos dados da estratigrafia sísmica e não da análise directa de campo;
- o modelo dizer respeito, no essencial, a sedimentos siliciclásticos, enquanto que a sua adaptação às fácies carbonatadas não é óbvia.

Segundo Posamentier & James (1993) os conceitos da estratigrafia sequencial podem ser utilizados com objectivos sintéticos ou analíticos. Os primeiros envolvem a datação dos modelos desenvolvidos a partir das sucessões estratigráficas locais, através da correlação da estratigrafia local com a curva dos ciclos globais de Haq *et al.* (1987). Os segundos envolvem a previsão da litologia com base na interpretação da ciclicidade dos registos fornecidos pelas rochas (Posamentier *et al.*, 1988).

No primeiro caso, a idade dos modelos é baseada na assunção de que as sucessões estratigráficas preservadas na bacia sedimentar dependem mais do eustatismo do que da tectónica local. Isto significa que as variações eustáticas variam com maior frequência e amplitude que o tectonismo local e, portanto, são mais importantes.

Do ponto de vista analítico, a aplicação da estratigrafia sequencial envolve o reconhecimento da litologia como resposta às variações do nível relativo do mar (eustatismo) e da tectónica. Preocupa-se com a interpretação e modelização das associações de fácies a partir de dados de geologia de subsolo (recorrendo à estratigrafia sísmica) ou de campo, que permitam reconhecer numa bacia sedimentar os limites dos ciclos e suas partes constituintes. O objectivo é reconhecer, dentre os materiais que preenchem uma bacia sedimentar, os que são limitados por superfícies de descontinuidade correspondentes a mudanças nas condições de génese que afectam o conjunto da bacia. Os materiais que enchem a bacia e são separados por superfícies que indicam (ou reflectem) acontecimentos que se fizeram sentir em toda a bacia são designados por unidades genéticas. Correspondem a unidades alostratigráficas.

As superfícies de descontinuidade são os elementos estratigráficos mais facilmente reconhecíveis, essencialmente no bordo das bacias sedimentares; passam a superfícies de continuidade para o interior da bacia. As sequências deposicionais correspondem aos estratos geneticamente relacionados, concordantes, delimitados a tecto e a muro por descontinuidades (e pelas continuidades correlativas) que podem

ser de tipo 1 ou 2 (van Wagoner *et al.*, 1988).

As sequências deposicionais de tipo 1 são as que se iniciam por descontinuidades de tipo 1; são geradas por descidas bruscas do nível do mar, que implicam erosão sub-aérea em grande parte da plataforma e erosão submarina na parte mais profunda (da plataforma) e mesmo do talude. As sequências de tipo 2 são as que têm na base descontinuidades de tipo 2, geradas por descidas lentas do nível do mar, as quais implicam emersão parcial da planície costeira, não acompanhada por erosão sub-aérea.

Os parâmetros utilizados para classificação e sistematização das sequências deposicionais são: as mudanças relativas do recobrimento costeiro, que reflectem as variações do nível do mar; a localização da linha de costa, que marca os episódios transgressivos e regressivos; a localização das superfícies de biselamento basal; e as secções condensadas.

As secções condensadas definem-se como as fácies depositadas nos momentos de extensão máxima do mar durante um ciclo eustático e que correspondem ao limite entre o intervalo de subida e de descida do nível do mar; separam as fácies transgressivas das regressivas numa dada sequência deposicional. Caracterizam-se pela abundância e diversidade de fósseis; pela presença de minerais autigénicos, como fosfatos, glauconite, etc.; pela abundância de materiais orgânicos e pela taxa de sedimentação muito baixa (em regra inferior a 1 cm/1000 anos). A maioria dos sedimentos pelágicos (e boa parte dos hemipelágicos) corresponde a sedimentação condensada.

As sequências deposicionais inserem-se em ciclos de ordem diversa. Os de 1ª ordem têm duração superior a 50 Ma e podem ser considerados tectono-eustáticos; correspondem a mudanças maiores na posição das linhas de costa devidas a fragmentação dos supercontinentes. Os ciclos de 2ª ordem são, também, considerados como tectono-eustáticos. Podem ser interpretados como estando relacionados com mudanças maiores na posição das linhas de costa devido a variações nas taxas de subsidência tectónica responsável pelas grandes transgressões e regressões, que podem ser globais. Os ciclos de ordem inferior (3ª e 4ª ordem) parecem relacionados com alterações no espaço disponível para a sedimentação (espaço de acomodação). Os de 3ª ordem correspondem às sequências deposicionais e são delimitados por superfícies de descontinuidade que marcam interrupções na sedimentação com ou sem erosão das plataformas. Podem dever-se a factores globais, regionais ou locais. Os factores globais são as mudanças eustáticas. Os de 4ª ordem podem dever-se a factores locais ou a glacio-eustatismo.

As sequências deposicionais podem ser subdivididas em cortejos sedimentares e em parasequências. Estas últimas são sucessões concordantes de estratos limitados por superfícies de inundação marinha.

Os cortejos sedimentares correspondem a conjuntos de sistemas deposicionais contemporâneos, formados nas mesmas condições de nível do mar. Por exemplo, um cortejo sedimentar é constituído pelos sistemas deposicionais fluvial, costeiro, de plataforma e de talude que passam, gradualmente, de uns aos outros. Formam-se num intervalo de tempo com polaridade definida do nível do mar (subida, descida, estabilização). Os modelos de cortejos sedimentares são estabelecidos em função dos seus limites, da posição na sequência deposicional, da geometria, e do carácter transgressivo ou regressivo, progradante ou retrogradante.

O estudo de uma bacia sedimentar deve iniciar-se pelos aspectos analíticos, tentando reconhecer as unidades genéticas e precisar, o mais possível, a datação dos diferentes eventos bem como os seus limites. Deve recorrer-se a toda a informação disponível, sendo o resultado final tanto mais fiável quanto mais e melhor for a informação. A posição dos limites das unidades genéticas faz-se a partir de dados de geologia de campo, com o reconhecimento das discontinuidades através de observações de superfície ou de subsolo (sísmica e sondagens). A datação deve fazer-se utilizando dados biostratigráficos a que se devem juntar, se possível, magnetostratigráficos e/ou outros. Numa segunda fase (síntese) comparam-se os dados obtidos com os de outras bacias vizinhas e com dados à escala global, para verificar se há (ou não) coincidência de acontecimentos, e caracterizar os fenómenos locais, regionais e globais.

Sequências deposicionais do Miocénico da Bacia do Baixo Tejo

À luz dos conceitos da Estratigrafia sequencial podem considerar-se pioneiros, e avançados para a época, os trabalhos de Cotter (*in* Dollfus *et al.*, 1903-1904) e Zbyszewski (1964b).

Com base em critérios litostratigráficos e paleontológicos, Cotter classificou a sucessão miocénica de Lisboa em “divisões” às quais se reconhece valor de unidade litostratigráfica. Estas “divisões” de Cotter são grosso modo equivalentes a sistemas deposicionais referidos pela Estratigrafia sequencial.

Zbyszewski (*loc. cit.*) refere as boas condições que a bacia apresenta para *l'étude des vas-et-viens des mers miocènes*, e interpreta a sucessão estratigráfica agrupando as “divisões” de Cotter em conjuntos que documentam fases transgressivas e regressivas; chega a reconhecer oscilações de ordem inferior durante o “Helveciano inferior Va”: *Cette époque semble avoir été marquée par de petites oscillations positives de la mer.*

Mais recentemente, Antunes *et al.* (1973) definiram ciclos sedimentares com base no carácter transgressivo/regressivo das unidades miocénicas da região de Lisboa. Antunes & Pais (1993) estabeleceram correlações com a região de Almada e com unidades do interior (Ribatejo) da BBT. Caracterizaram 7 transgressões (T0 a T6) alternando com 6 regressões (R0 a R5).

A correlação (com elevada precisão biostratigráfica) entre os depósitos marinhos da Península de Setúbal e os depósitos litorais e continentais de Lisboa permitiu a definição de sequências deposicionais (B1, B2, L1 e S1) limitadas por disconformidades regionais relacionadas com superfícies transgressivas (Fig. 44). Estudos na Península de Setúbal (Sen *et al.*, 1992; Legoinha, 1994a; Antunes *et al.*, 1995a; Antunes *et al.*, 1996) melhoraram o conhecimento biostratigráfico de algumas unidades (as diferenças de fácies colocavam dificuldades de correlação com as “divisões” Va1, Va2, Va3, Vb e Vc) e permitiram precisar o limite Burdigaliano-Langhiano (Figs. 44 e 45).

A análise e integração de informação litológica e biostratigráfica (primeira e última ocorrência de grupos e/ou espécies mais significativos de foraminíferos, ostracodos e mamíferos) conjugadas com datações isotópicas (K/Ar e $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), possibilitaram o enquadramento cronostratigráfico do Miocénico desde os arredores de Lisboa (A1 Norte – km10) até Foz da Fonte (Península de Setúbal). Foram caracterizadas 8 sequências deposicionais — A, B0, B1, B2, L1, S1, S2 e T (Antunes *et al.*, 1998; Fig. 13, pág. 37).

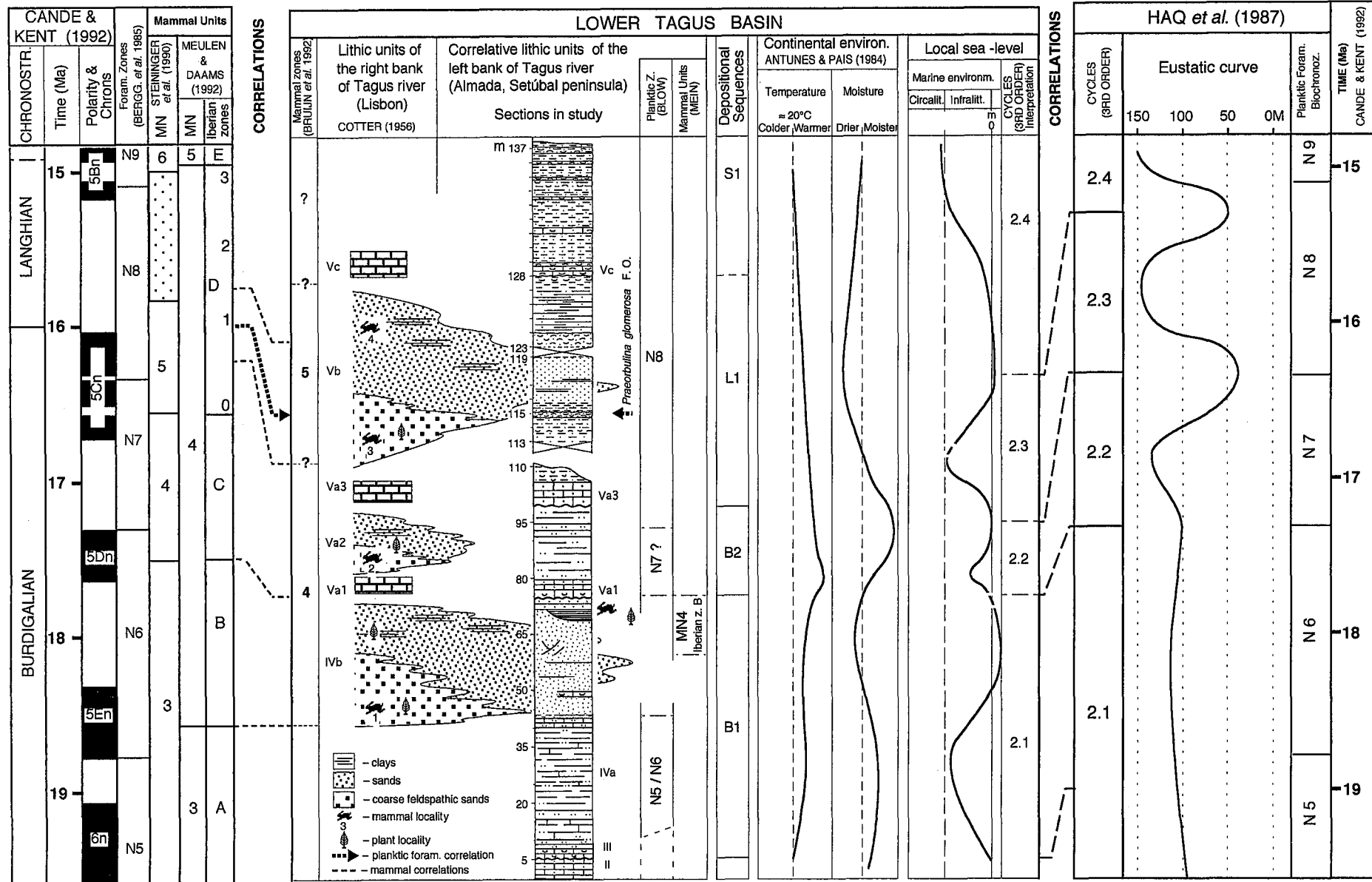


Fig. 44 - Burdigaliano e Langhiano da Bacia do Baixo Tejo. Jazigos de mamíferos (entre outros): 1 - Quinta do Narigão; 2 - Quinta das Pedreiras, Quinta do Pombeiro; 3 - Quinta da Farinheira; 4 - Chelas (Antunes et al., 1996).

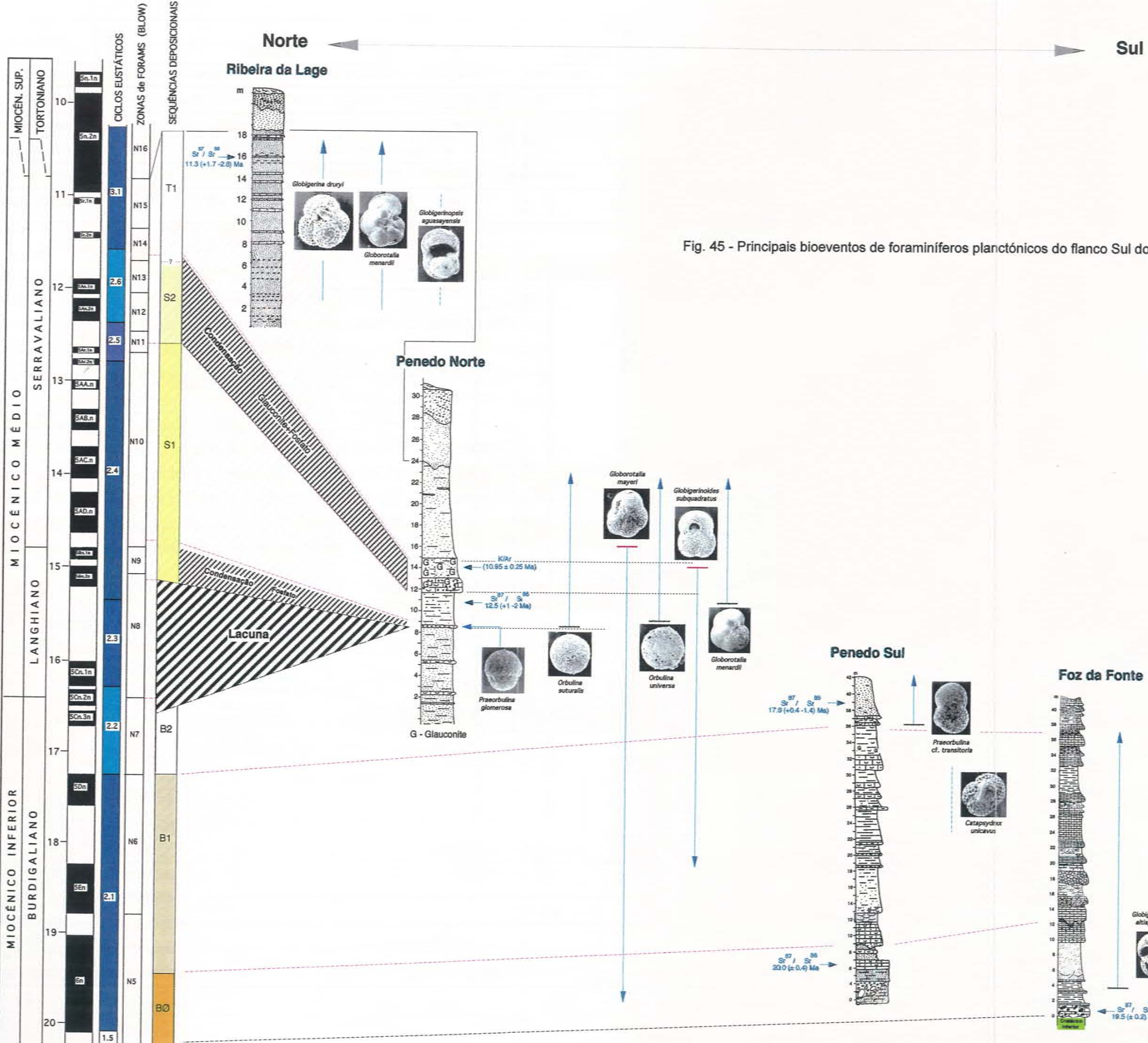


Fig. 45 - Principais bioeventos de foraminíferos planctônicos do flanco Sul do sinclinal de Albufeira (Legoinha, 1998).

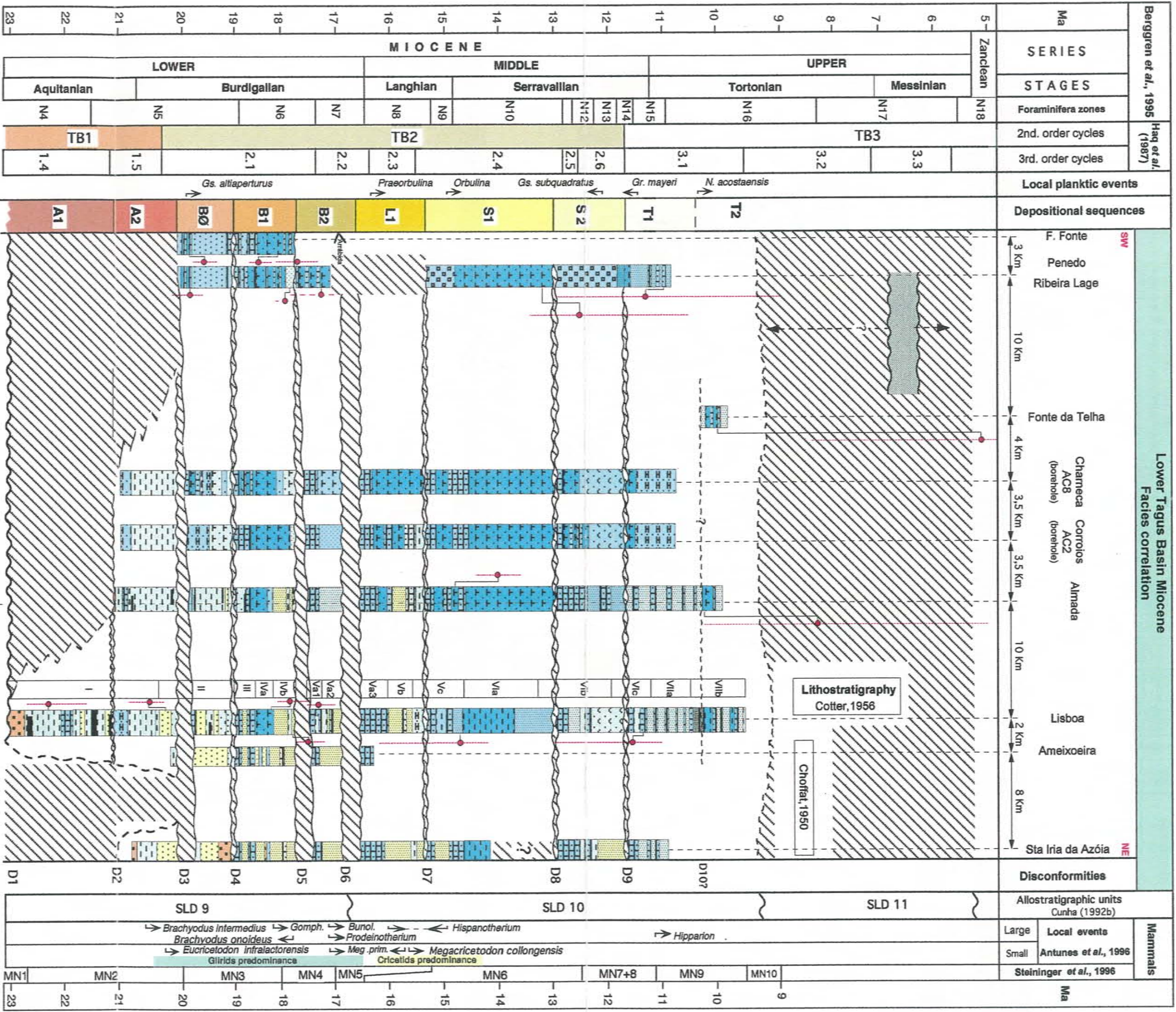


Fig. 46 - Enquadramento estratigráfico do Miocénico do sector distal da Bacia do Baixo Tejo (Antunes et al., 2000a).

A distinção de associações de fácies consideradas representativas de sub-ambientes sedimentares (infralitoral a circalitoral, litoral e estuarino submareal, planícies intermareais ou supramareais, e fluvial distal) permitiu uma correlação mais fina entre os diferentes sectores (Antunes *et al.*, 2000a). Foram redefinidas as sequências deposicionais do Aquitaniano e do Tortonianiano (Fig. 46) e datados com maior precisão os limites das sequências A1, A2, B0, B1, B2, L1, S1, S2, T1 e T2.

Sequência deposicional A1 (Aquitaniano)

Litostratigrafia

Os sedimentos que compõem esta sequência têm sido incluídos na divisão I (Cotter *in* Dollfus *et al.*, 1903-1904; 1956). Assentam sobre o Paleogénico “Formação de Benfica”, o “Complexo vulcânico de Lisboa” ou, ainda, o Cretácico. A passagem do Oligocénico ao Miocénico parece gradual nalguns locais, noutros faz-se por disconformidade ou por discordância angular.

A sequência A1 inicia-se por conglomerados que passam superiormente a depósitos margosos e a calcários com coraliários (Antunes & Chevalier, 1971; Chevalier & Nascimento, 1975) seguidos por bancos lignitosos e areias glauconíferas (Choffat, 1950; Cotter, 1956). Corresponde às 1^a, 2^a e 3^a zonas da “Assentada I”, conforme descrição de Cotter (1956). Parece confinar-se a Lisboa.

Biostratigrafia

Ostracodos indicam idade aquitaniana; *Aurila (C.) peypouqueti* e *Hermanites ruggierii* são exclusivos da divisão I (Nascimento, 1988, 1990, 1993).

Idades isotópicas

Datações de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr (Parque Eduardo VII) deram o resultado de 22.3 (+0.4-0.7) Ma. Análises K/Ar de glauconites forneceram valores entre 19 e 24 Ma.

Sequência deposicional A2 (Aquitaniano superior- Burdigaliano inferior)

Litostratigrafia

Esta sequência é constituída por sedimentos do topo da divisão I, correspondendo às 4^a e 5^a zonas (Cotter, 1903-1904; 1956). Assentam na sequência A1, e parecem ter mais vasta repartição geográfica: para Norte, até St^a Iria da Azóia; para Sul, na Península de Setúbal. Na região de Lisboa depositaram-se biohermas (corais e briozoários) seguidos de argilitos. Lateralmente há níveis carbonosos com vegetais (Pais, 1981;

1986) e gesso que forneceram a fauna de mamíferos de Horta das Tripas (Jazida 2, Fig. 46). O conjunto é sobreposto por níveis arenosos finos a médios, micáceos, com mamíferos (fauna da Universidade Católica). No topo ocorrem argilitos arenosos com canais preenchidos por ostras (fauna de mamíferos da Av. do Uruguai - Jazida 3, Fig. 46).

Em Almada é constituída por depósitos argilosos com glauconite, níveis com corais ahermatípicos e lignitos.

Biostratigrafia

Associações de mamíferos: Horta das Tripas, Universidade Católica, Av. do Uruguai, atribuídas à zona MN3 incluindo *Brachyodus intermedius* e *Eucricetodon infralactorensis* (Antunes, 1984a; Antunes & Mein, 1986; Antunes *et al.*, 1996). Fauna de pequenos mamíferos (corte do km 10 da A1-Norte) atribuídos a MN2 (MN3?) com *Cainotherium* sp., *Lagopsis spiracensis*, *Ligerimys antiquus*, *Pseudodryomys simplidens*, *Heteroxerus rubricati* (arcaico) entre outros (Antunes & Mein, 1992).

Idades isotópicas

Datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (Universidade Católica) deram o resultado de 20.5 (+0.3-0.2) Ma.

Sequência deposicional BØ (Burdigaliano inferior)

Litostratigrafia

Compõem esta sequência sedimentos que têm sido incluídos na divisão II (Cotter, 1956). Assentam por disconformidade sobre os depósitos da sequência A2 e em discordância angular sobre o Cretácico inferior (Carcavelos e Península de Setúbal).

Em Lisboa ocorrem areias micáceas com níveis mais finos com moldes de moluscos e vestígios de vegetais.

Em Almada é constituída por arenitos ricos de ostras, paleossolos e argilitos com impressões de folhas e esporomorfos (Pais, 1981; 1986; 1989; Antunes & Pais, 1985). O conjunto é encimado por arenitos com moluscos abundantes.

Na Foz da Fonte (Península de Setúbal) a sequência inicia-se por conglomerados com elementos de rochas filoneanas e níveis argilo-siltosos a que se seguem biocalcarenitos com paleocarso.

Biostratigrafia

Na BBT *Globigerinoides altiapertura* ocorre, pela primeira vez, na base desta sequência (N5).

Última ocorrência de *Hemicyprideis helvetica* e *Pokornyyella lusitanica* na BBT (Nascimento, 1978; 1988; 1990).

Idades isotópicas

Datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$:

- Níveis inferiores de Carcavelos: 19.7 (+0.3 -0.2) Ma;
- Conglomerado basal de Foz da Fonte: 19.5 (\pm 0.2) Ma;
- Níveis inferiores de Penedo: 20.0 (\pm 0.4) Ma.

Paleomagnetismo

No corte de Foz da Fonte foram caracterizadas duas zonas de polaridade normal (Sen *et al.*, 1992) correlacionáveis com as zonas C6an e C6n, atendendo aos dados biostratigráficos e datações isotópicas.

Sequência deposicional B1 (Burdigaliano)

Litostratigrafia

Compõem esta sequência sedimentos que têm sido incluídos nas divisões III, IVa e IVb (Cotter, 1956). Assentam em disconformidade, de valor regional, sobre os depósitos da sequência BØ. A sequência inicia-se por arenitos, às vezes grosseiros, muito ricos de moldes de moluscos frequentemente fragmentados (divisão III). Superiormente passa a areias finas argilosas, piritosas, de cor cinzento azulado (fácies euxínicas) com moluscos, peixes e abundantes microfósseis (nanoplâncton calcário, dinoflagelados, foraminíferos, ostracodos) correspondendo ao máximo de transgressão (divisão IVa). A parte superior deste conjunto revela queda de salinidade (macrofósseis vegetais, *Cerithium* e outros moluscos) e de profundidade, passando a:

- depósitos progradantes de areias arcóicas fluviais (divisão IVb na região de Lisboa);
- areias deltaicas finas, micáceas, com lentículas argilosas, contendo restos de vegetais e ostras (Almada-Cristo Rei);
- areias finas e siltitos margosos com glauconite (depósitos marinhos litorais na Foz da Fonte e Penedo).

Biostratigrafia

Ocorrência de formas de *Globigerinoides altiapertura* e *Catapsydrax unicavus* (N6) nos sedimentos correspondentes aos ambientes marinhos mais profundos (divisão IVa; cortes de Cristo Rei, Penedo e Foz da Fonte).

Ostracodos: última ocorrência de *Ruggieria (R.) micheliniana*, *Cnestocythere*

truncata, *Pokorniiella minor* e *Triebelina raripila*. Não ocorrem as formas típicas do Aquitaniano (Nascimento, 1988; Antunes *et al.*, 1996).

Nos depósitos arcósicos fluviais e deltaicos foram recolhidas as associações de mamíferos na Quinta do Narigão, Qt^a. da Noiva, Qt^a. da Carrapata e Pote de Água (parte inferior) e de Cristo Rei (no topo), atribuídas à zona MN4 com *Gomphotherium* e os últimos *Brachyodus onoideus* (Antunes, 1984a; Antunes *et al.*, 1996).

Idades isotópicas

Datações de ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr:

- Foz da Fonte: parte superior 18.5 (+0.2 -0.3) Ma; nível glauconífero próximo do topo, 18.0 (+0.3 -0.5) Ma;
- Portinho da Costa: 18.3 (+0.4 -0.2) Ma.

Sequência deposicional B2 (Burdigaliano superior)

Litostratigrafia

Compõem esta sequência sedimentos que têm sido incluídos nas divisões Va1 e Va2 ("Helveciano inferior"; Cotter, 1956). Assentam através de disconformidade, de valor regional, sobre os depósitos da sequência B1. Inicia-se por biocalcarenito, às vezes grosseiro, muito rico de moluscos e algas rodófitas. Passa, na Península de Setúbal, a siltitos margosos e a arenitos finos argilosos com microfauna. Na região de Lisboa o banco carbonatado Va1 passa a areias amarelas fluviais com frequentes impregnações de pirolusite que lhe conferem cor negra. Seguem-se areias, em parte eólicas, associadas a finos leitos de argila, podendo corresponder a dunas litorais e ambientes deltaicos.

Biostratigrafia

Globigerinoides trilobus e *Globigerinoides immaturus* são abundantes. Algumas formas são atribuíveis a *Globigerinoides bisphericus*. *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides altiapertura* e *Globorotalia obesa* são comuns. A associação permite correlação com N7.

Ocorrência de *Cytherella (Cytherelloidea) jonesiana* e *Cyamocytheridea strigulosa*. Última ocorrência de *Miocyprideis fortisensis*, que parece ser um indicador local do final do Burdigaliano e de águas quentes (Nascimento, 1988; Nascimento, 1990).

As areias fluviais da região de Lisboa forneceram mamíferos:

- Quinta das Pedreiras com formas grandes e pequenas;
- Quinta do Pombeiro importante pela pequena fauna, mas há selecção granulométrica que prejudica a representação dos grandes mamíferos;

- Quinta da Conceição, fácies mais marinha, com pouco material.

No fundo representam a mesma fauna caracterizada pela chegada de *Bunolistriodon*, *Dorcatherium*, *Gaioatherium*, *Prodeinotherium*, *Megacricetodon primitivus* e *Democricetodon hispanicus*, que permitem atribuí-las à zona MN4 (Antunes, 1984a; 1990; Antunes *et al.*, 1996).

As areias fluviais deram ainda muitos outros vertebrados: répteis (crocodilos, Squamata — incluindo serpentes e lagartos —, e quelónios); peixes de água doce ou salobra (*Lates*, siluros); peixes marinhos, às vezes redepositados, constituindo uma associação estritamente termófila — o que condiz, entre outros dados, com a presença de *Placuna miocenica*.

Idades isotópicas

Datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$:

- Penedo Norte: base, 17.7 (+0.7-0.5) Ma;
topo, 17.3 (+0.6-0.5) Ma.

Paleomagnetismo

No corte de Pica-Galo (Trafaria) foi reconhecida uma zona de polaridade normal (Sen *et al.*, 1992). Atendendo aos dados biostratigráficos e datações isotópicas correlaciona-se com a zona C5C.

Sequência deposicional L1 (Langhiano)

Litostratigrafia

Compõem esta sequência sedimentos que têm sido incluídos nas divisões Va3 e Vb (Cotter, 1956). Assentam através de disconformidade, de valor regional, nos depósitos da sequência B2.

Inicia-se por biocalcarenito (divisão Va3), às vezes muito grosseiro, muito rico de moluscos, com algas rodófitas (estas menos frequentes do que na divisão Va1).

Na região de Lisboa passa a areias feldspáticas, fluviais, incoerentes ou fracamente cimentadas, às vezes grosseiras e compactas, com estratificação cruzada da divisão Vb — areias inferiores da Quinta da Silvéria que correspondem à fase de máximo regressivo (Antunes & Torquato, 1969); em posição superior ocorrem areias dunares de origem diferente.

Na margem esquerda do Tejo, na região de Almada-Costa da Caparica, o biocalcarenito passa a margas arenosas com abundantes fragmentos de *Schizaster*. Encimando este conjunto, observam-se, localmente, areias arcósicas (≈ 5 m, corte de Quinta das Rosas).

No Penedo ocorrem calcarenitos margosos cinzentos com níveis de bioturbação; a sequência parece estar truncada (possível hiato) ou fortemente condensada, pois não detectámos formas da linha evolutiva *Globigerinoides bisphericus* → *Praeorbulina glomerosa*.

Biostratigrafia

Primeira ocorrência de *Praeorbulina* (N8).

Ostrácos: primeira ocorrência de *Pterigocythereis* (*P.*) *siveteri* e *Loxoconcha* (*Loxoconcha*) *ducasseae* (Nascimento, 1988; 1990).

Na região de Lisboa existem jazidas de vertebrados nas areias da divisão Vb. Na parte inferior, as jazidas de Quinta da Farinheira e Qt^a. das Flamengas foram incluídas na designação única de Chelas 1 atribuída à zona MN5. Outras jazidas contemporâneas são conhecidas na Charneca do Lumiar (Quinta da Silvéria, Qta. Grande, Olival da Susana, Casal das Chitas): incluem a primeira ocorrência da fauna de *Hispanotherium* (Antunes, 1979a) e a última de *Megacricetodon primitivus*.

Na parte superior é conhecida a jazida de Chelas 2 com *Megacricetodon collongensis* datada ainda da zona MN5 (Antunes, 1984a; Antunes *et al.*, 1996).

Sequência deposicional S1 (Serravaliano)

Litostratigrafia

Compõem esta sequência sedimentos que têm sido incluídos nas divisões Vc, VIa e parte inferior de VIb (Cotter, 1956). Contactam por disconformidade, de valor regional, com os depósitos da sequência L1.

São representados em Lisboa por biocalcarenítos conglomeráticos com concentrações de valvas de ostras, seguidos de calcarenitos alternando com argilas siltosas. O topo da sequência é constituído por areias e arenitos micáceos de cor esbranquiçada, com fauna marinha, encimados por argilitos de cor cinzenta e amarelada com impressões de vegetais.

Na região de Almada (Península de Setúbal) os sedimentos correlativos apresentam carácter marinho mais marcado (alternância de arenitos e argilitos).

No Penedo, a sucessão está fortemente condensada. Os depósitos iniciam-se por conglomerado glauconífero seguido de areias finas argilosas.

A divisão Vc representa os estádios iniciais de uma importante transgressão (serravaliana) cujo apogeu corresponde às facies mais profundas registadas na Bacia do Baixo Tejo (divisão VIa - facies euxínicas - alternância de argilas siltosas, azuladas, piritosas, com níveis mais carbonatados ricos de moluscos).

Biostratigrafia

Primeira ocorrência de *Orbulina suturalis* (N9) e *Orbulina universa* (N10). Presença de *Globigerinoides subquadratus*, *Globorotalia mayeri*, *Globorotalia menardii*.

Ostracodos: primeira ocorrência de *Aurila (Ulicznina) oblonga*, *Ruggieria (R.) nuda*, *R. tetraptera tetraptera*, *Nonucythereis seminulum*, *Pterigocythereis (P.) jonesi*, *Olinfalunia costata* (Nascimento, 1988; 1990).

Idades isotópicas

Datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$:

- Chelas (Lisboa): base da sequência 14.7 (+1.5-0.5) Ma;
- Brielas (Costa de Caparica): parte inferior da sequência 14.0 (± 0.4) Ma;
- Penedo: topo da sequência 12.5 (+1.0 -2.0) Ma.

Sequência deposicional S2 (Serravaliano)**Litostratigrafia**

Compõem esta sequência parte dos sedimentos que têm sido incluídos na divisão VIb (Cotter, 1956).

Na região de Lisboa ocorrem biocalcarenitos com fragmentos rolados de moluscos, a que sucedem arenitos grosseiros, de cor amarelo torrado, com moluscos (principalmente *Ostrea crassissima*) e equinodermes.

Na Península de Setúbal a deposição prosseguiu sempre em ambiente marinho; na região de Costa de Caparica depositaram-se arenitos finos amarelados; no Penedo ocorrem conglomerados cinzentos com fragmentos de crostas fosfatadas, muito ricos de pectínídeos e equinodermes, com ossos de cetáceos.

Biostratigrafia

Última ocorrência de *Globigerinoides subquadratus*.

Idades isotópicas

Datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$:

- Capuchos (Caparica): 12.5 Ma.

Sequência deposicional T1 (Serravaliano superior – Tortonian inferior)**Litostratigrafia**

Compõem esta sequência sedimentos que têm sido incluídos nas divisões VIc e VIIa (Cotter, 1956).

Na região de Lisboa inicia-se por biocalcarenitos grosseiros, ricos de moluscos, em regra de grandes dimensões, passando a arenitos finos de cor amarelada clara e a argilas cinzentas ricas de ossos de cetáceos. Seguem-se areias finas, micáceas, com intercalações de arenitos com cimento carbonatado.

No Penedo e Ribeira das Lages ocorrem areias médias de cor cinzenta escura, muito ricas de glauconite. Passam a areias finas micáceas, pouco argilosas, com níveis de concreções. Para o topo existem intercalações de níveis areníticos amarelados com concentrações de *Chlamys*. Estes depósitos são truncados por importante superfície de erosão.

Biostratigrafia

Última ocorrência de *Globorotalia mayeri*.

Idades isotópicas

Datações de K/Ar:

- Penedo Norte: parte inferior da sequência, 10.95 (± 0.25) Ma.

Datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$:

- Ralis (Vlc): 11.6 (+2-0.6) Ma;
- Ribeira das Lages: 11.3 (+1.7-2.8) Ma.

Sequência deposicional T2 ? (Tortoniano)

Atendendo às características litológicas diferentes dos depósitos de entre Foz do Rego e Fonte da Telha, bem como a diferença significativa de idades isotópicas, não é de excluir a hipótese de uma segunda sequência deposicional tortoniana, correspondendo à fase final de colmatação do golfo tortoniano.

Litostratigrafia

Constituída por sedimentos da unidade VIIb.

Na região de Lisboa, Cotter (1956, p. 161) refere: “*Em geral as camadas desta secção são muito mais argilosas do que as da secção precedente [VIIa] e na sua parte superior os grés são formados por elementos mais grosseiros distinguindo-se logo à primeira vista pelas suas cores mais carregadas (...) continuando a formação a apresentar, principalmente na base, estratos tabulares compactos muito ricos em restos orgânicos.*”

Abaixo da zona dos pectens aglomerados, vê-se uma espessa camada de argila um pouco areosa, muito micácea, de um tom azulado escuro ou anegrado, com 3,5 a

4m (...). O alto da referida escarpa [do Casal das Rolas, Olivais] é constituída por depósitos mais ou menos compactos, finos e semi-grosseiros, de calcário margo-silicioso manchado aqui e ali pelo hidróxido de ferro, de conglomerado detrítico exclusivamente formado por restos miúdos de conchas roladas (...).”

Na Península de Setúbal estes sedimentos afloram em Foz do Rego (sector Sul) e a Sul da Fonte da Telha. Cotter observa que as camadas têm carácter mais arenoso (Zbyszewski, 1963; pág. 16). São arenitos finos, às vezes argilitos, de cores amareladas e acinzentadas, nos quais se intercalam lumachelas com pectinídeos e gastrópodes.

Biostratigrafia

Primeira ocorrência de *Neogloboquadrina acostaeensis* e *Globigerinoides extremus*.

Ostracodos: primeira ocorrência de *Aurila (U.) zbyzskii*, *Celtia quadridentata* e *Cytheretta (C.) simplex* (Nascimento, 1988; 1990).

Idades isotópicas

Datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$:

- Foz do Rego: 8.3 (+1.9-3.3) e 8.7 (+1.8-3.5);
- Fonte da Telha: 5.2 (+3.1-1.2).

Cronologia dos limites das sequências deposicionais (SD)

Integrando os dados com valor cronológico (paleontológicos — mamíferos, foraminíferos planctónicos; datações isotópicas de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e de glauconite — K/Ar) propõem-se as seguintes datações das discontinuidades (Dn) que delimitam inferiormente cada sequência deposicional (Fig. 46):

- Tortoniano: D10 - < 10 Ma (SDT1-SDT2);
- Serravaliano: D9 - 11,6 Ma (SDS2-SDT1);
- Serravaliano: D8 - 12,7 Ma (SDS1-SDS2);
- Langhiano: D7 - 15,3 Ma (SDL1-SDS1);
- Limite Burdigaliano/Langhiano: D6 - 16,4 Ma (SDB2-SDL1);
- Burdigaliano: D5 - 17,8 Ma (SDB1-SDB2);
- Burdigaliano: D4 - 19 Ma (SDB1-SDB2);
- Burdigaliano: D3 - 20 Ma (SDA2-SDB0);
- Aquitano: D2 - 21 Ma (SDA1-SDA2);
- Aquitano: D1 - 23 Ma (início da sedimentação miocénica).

VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR

O estudo das litologias, estruturas sedimentares, conteúdo paleontológico e das discontinuidades sedimentares permitiu identificar associações de fácies relativas a ambientes marinhos, estuarinos e fluviais, bem como estabelecer correlações pormenorizadas desde Foz da Fonte (a SW, na Península de Setúbal) até Santa Iria da Azóia (a NE de Lisboa) (Figs. 45 e 46). As articulações verticais e laterais de associações de fácies permitem interpretar as variações de profundidade do nível do mar e caracterizar ciclos transgressivos-regressivos de diversa ordem. As variações eustáticas deixaram um registo muito claro, devido a contínua subsidência regional.

No sector SW e central do perfil predomina uma alternância de calcários margosos e margas, correspondentes aos ambientes mais marinhos, enquanto que, no sector NE, predomina sedimentação terrígena na zona estuarina dominada pelo influxo fluvial (Fig. 46). Distinguem-se várias associações de fácies, que se interpretam como representando os sub-ambientes sedimentares:

- infralitoral a circalitoral (conglomerados/arenitos glauconíticos e margas arenosas com foraminíferos planctónicos);
- litoral e estuarino submareal (biocalcarenítos e margas, ricos de moluscos);
- planícies intermareais e/ou supramareais (siltitos, por vezes muito ricos de matéria orgânica);
- barras e canais deltaicos e estuarinos (arenitos finos a médios, bioclásticos);
- fluvial distal (arenitos grosseiros a médios e argilitos, às vezes com restos vegetais e de mamíferos).

Com base nas características sedimentológicas e conteúdo paleontológico identificaram-se variações do nível do mar em cada coluna estratigráfica. Correlacionaram-

se os ciclos transgressivos/regressivos entre as várias colunas da região, tendo-se estabelecido 10 ciclos principais reconhecíveis no registo sedimentar, anteriormente designados por sequências deposicionais (SD). Levando em conta a duração e a datação dos limites de cada sequência, verifica-se a correspondência com os ciclos eustáticos de 3ª ordem de Haq *et al.* (1987) indicada no quadro 5.

Quadro 5

Correspondência entre ciclos eustáticos de 3ª ordem (Haq *et al.*, 1987) e sequências deposicionais da parte distal da Bacia do Baixo Tejo.

Cronostratigrafia	Ciclos 3ª ord.	Seq. Depos.
Tortoniano	TB3.2	T2?
	TB3.1	T1
Serravaliano	TB2.6	
	TB2.5	S2
	TB2.4	S1
Langhiano	TB2.3	L1
	TB2.2	B2
Burdigaliano	TB2.1	B1
		BØ
	TB1.5	A2
Aquitano	TB1.4	A1

As SDA A1, A2, B2, L1, S1 e T1 têm correspondência temporal com ciclos eustáticos de 3ª ordem (Haq *et al.*, 1987). As SD-B0, SD-B1 correspondem a um único ciclo eustático (TB2.1) enquanto a SD-S2 corresponde aos ciclos TB2.5 e TB2.6. Nas sequências SD-L1, SD-S1 e SD-S2 são reconhecíveis ciclos de ordem inferior.

Tal como já havia sido referido (Antunes *et al.*, 1996; Legoinha, 1998) existem, nalguns casos, discrepâncias entre os momentos de máxima inundação da bacia e os máximos eustáticos propostos por Haq *et al.* (1987). Este facto pode estar relacionado com variações locais de subsidência e/ou imprecisão na correlação entre diferentes escalas crono- e biostratigráficas.

SUBSIDÊNCIA E CONTROLO TECTÓNICO (FALHAS DO TEJO)

Várias colunas estratigráficas da sucessão miocénica permitiram estabelecer correlações com elevada resolução estratigráfica (Antunes *et al.*, 2000a); integram níveis datados por foraminíferos planctónicos, por mamíferos e por datações isotópicas (K/Ar em glauconites; isótopos de Sr). A correlação pormenorizada entre fácies e descontinuidades sedimentares, bem como a interpretação dos ambientes deposicionais, permitiu uma definição mais precisa da interdigitação entre fácies marinhas e continentais. Pretendeu-se, ainda, documentar e interpretar as variações de espessura laterais e verticais da sucessão.

A espessura do Miocénico aumenta muito desde Foz da Fonte-Ribeira das Lages (cerca de 85 m) até Charneca (atingindo 494 m), conforme se verifica segundo perfil com direcção SW-NE, com 40 km (Fig. 47); diminui em direcção a Santa Iria, onde é de 162 m (Choffat, 1950).

Fez-se uma aproximação expedita à taxa de subsidência média para cada sequência (Quadro 6, Fig. 48), dividindo a espessura pela respectiva duração. Esta foi obtida pela diferença entre a estimativa de idade dos limites inferior e superior de cada sequência.

A sedimentação inicia-se em Lisboa, onde existe um registo exclusivo da sequência SD-A1. A taxa de subsidência aumenta progressivamente até à sequência B1, em todos os locais. Depois de um decréscimo generalizado — com início na sequência SD-B2 — define-se um sector mais subsidente entre Corroios e Lisboa, durante a SD-L1. Ulteriormente, na sequência SD-S2, houve aumento de subsidência na área de Ribeira das Lages-Charneca.

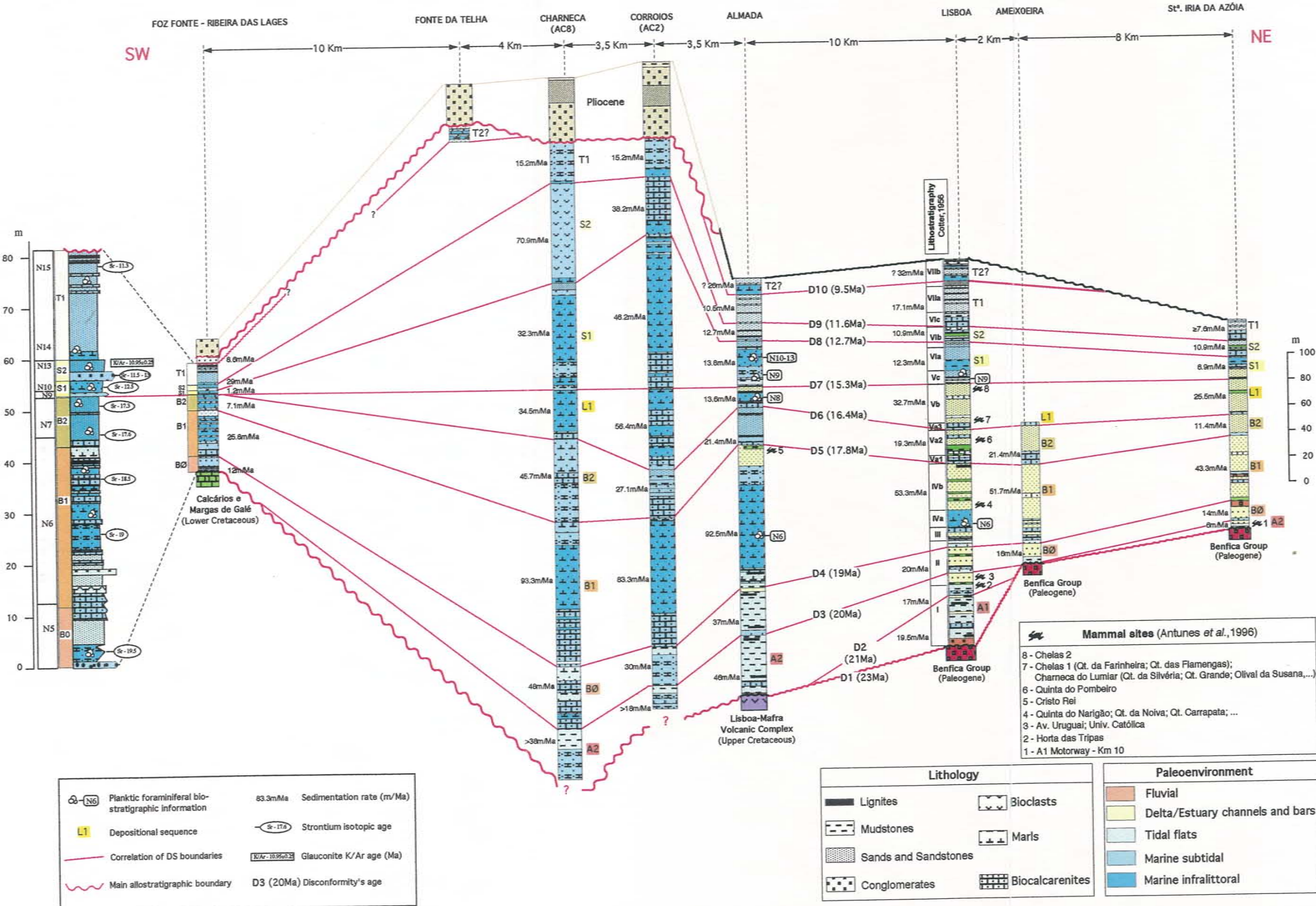


Fig. 47 - Correlation chart between sections and boreholes from Foz da Fonte/Ribeira das Lages (Setúbal Peninsula) and the Lisboa region (Antunes et al., 2000a).

Fig. 47 - Correlação entre cortes e sondagens desde o sector de Foz da Fonte - Ribeira das Lages (Península de Setúbal) até à região de Lisboa (Antunes et al., 2000a).

Existem apreciáveis variações laterais de espessura nas sequências; registam-se migrações do depocentro. As sequências A2, B0 e B1 têm depocentros em Almada e Charneca. Na sequência B2 o depocentro restringe-se a Charneca. Nas sequências L1 e S1 localiza-se mais para Norte, em Corroios. Na sequência S2 volta a migrar para a Charneca. As sequências T1 e T2 (esta última, aparentemente só com registo numa estreita faixa entre Fonte da Telha e Lisboa) apresentam maior subsidência em Lisboa.

Num contexto regional de compressão entre a região a Norte de Lisboa e a actual cadeia da Arrábida, definindo um amplo sinclinal com contínua subsidência, as migrações dos depocentros resultam de uma tectónica de blocos. Consideramos que a migração para Norte do depocentro, entre as sequências B2 e L1, está relacionada com o rejogo tectónico documentado no Portinho da Arrábida, que gerou uma discordância angular entre estas duas sequências datada de cerca de 17 Ma (Pais *et al.*, 1991; Antunes *et al.*, 1995a).

Perante os dados estratigráficos obtidos procurou-se compreender os elementos tectónicos que condicionaram a subsidência da BBT durante o Neogénico, e principalmente no Miocénico. No entanto, *“a estrutura profunda da bacia do Tejo está ainda deficientemente estudada, nomeadamente no que respeita à identificação e caracterização dos acidentes tectónicos principais. A falha do Tejo bem como outras estão mal caracterizadas por não aflorarem”* (Cabral, 1995, p. 102).

Todavia, Conde (1983, p. 102-105) refere [sic]:

Já Choffat (1907) admitia que o troço terminal do Tejo corria ao longo de uma zona de fractura de orientação NNE-SSW. Freire de Andrade (1933, 1937) é da mesma opinião e afirma textualmente “... o troço intermédio (entre o Carregado e o Terreiro do Paço) instalou-se ao longo de linhas de fractura de direcção SW-NE” (1933). No mesmo trabalho, Freire de Andrade apresenta um mapa com a localização das fracturas, uma das quais coincide em parte com a falha do Vale Inferior do Tejo, mas com orientação N23E, a qual é um pouco diferente da apresentada neste trabalho.

Em Conde & Santarém (1976) a falha é marcada com uma posição um tanto diferente da representada por Freire de Andrade e da sugerida por Choffat. A sua orientação é N30°E, e tem um comprimento de 125 km, continuando para além da plataforma continental ao longo do vale submarino designado por “canhão” de Lisboa por mais 20 km.

Quadro 6

Taxa de subsidência (m/Ma) para cada sequência deposicional, nas diferentes colunas estudadas (FF- Foz da Fonte; RL - Ribeira das Lages; CH - Charneca (AC8); Corr - Corroios (AC2) ; AL - Almada; Li - Lisboa; Am - Ameixoeira; SIA - Santa Iria da Azóia). A cor azul indica a maior taxa de subsidência em cada sequência deposicional.

Dep. Seq.	FF-RL	CH-AC8	Corr-AC2	AL	Li	Am	SIA
T2				26	32		
T1	8,6	15,2	15,2	10,5	17,1		7,6
S2	29	70,9	38,2	12,7	10,9		10,9
S1	1,2	32,3	46,2	13,8	12,3		6,9
L1	0	34,5	56,4	13,6	32,7		25,5
B2	7,1	45,7	27,1	21,4	19,3	21,4	11,4
B1	25,8	93,3	83,3	92,5	53,3	51,7	43,3
B0	12	48	30	37	20	16	14
A2	0	38	18	46	17	0	6
A1	0	0	0	0	19,5	0	0

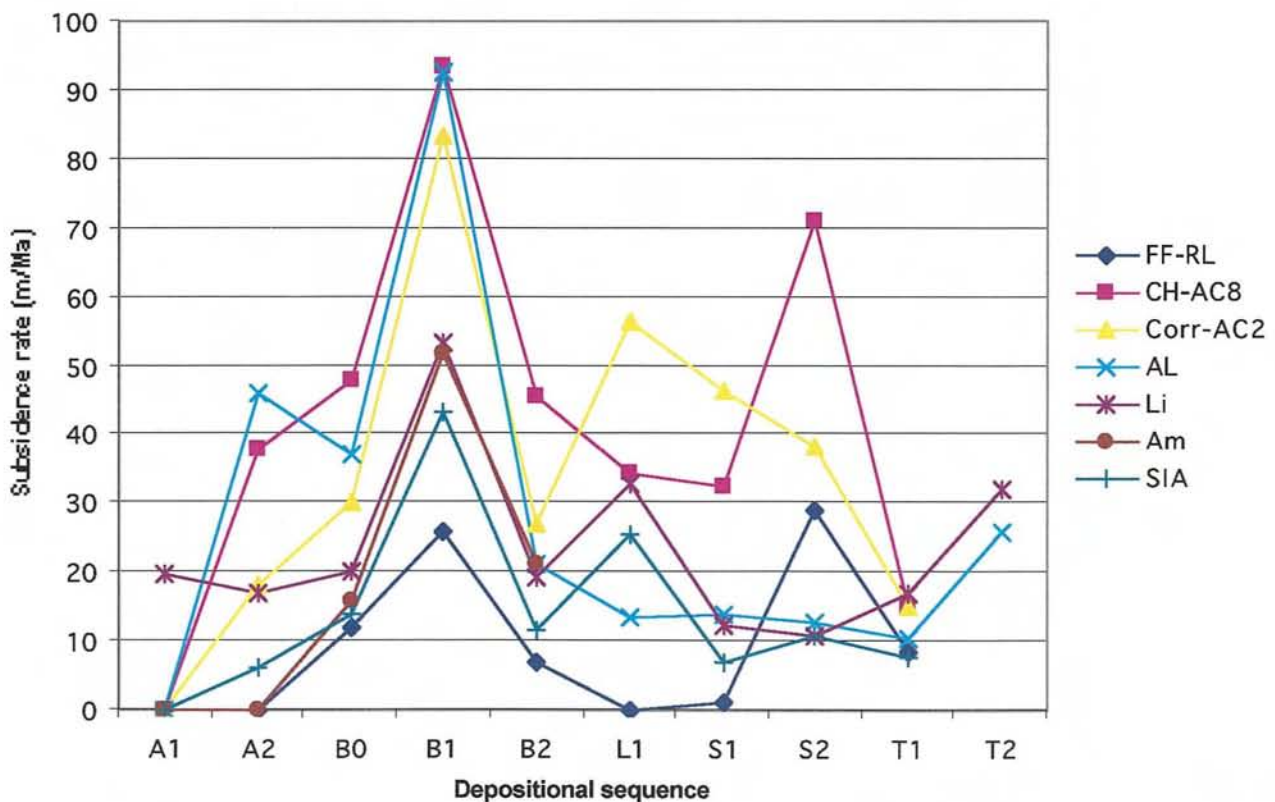


Fig. 48 - Variação da taxa de subsidência (m/Ma) nas diferentes colunas estudadas (Antunes *et al.*, 2000a): FF- Foz da Fonte; RL - Ribeira das Lages; CH - Charneca (AC8); Corr - Corroios (AC2); AL - Almada; Li - Lisboa; Am - Ameixoeira; SIA - Santa Iria da Azóia.

Esta falha pelo facto de se situar quase exclusivamente em terrenos de aluvião ou no seu contacto com formações quaternárias mais antigas é definida essencialmente por critérios de foto-interpretação. No entanto, no terraço que ocupa a Península de Setúbal há alguns elementos geológicos que confirmam a sua presença, nomeadamente a presença de inúmeras falhas satélites com rejeitos que afectam o Pliocénico.

A utilização de novas imagens LANDSAT cobrindo a zona terminal do Tejo e o estudo mais pormenorizado deste acidente indicaram que existe um sistema de 2 falhas paralelas, distanciadas 5 km, as quais estão ligadas por falhas secundárias com disposição sigmoidal e direcção média N25°E.

A morfologia das falhas sugere estar-se em presença de uma zona de cizalhamento tardi-hercínica, que actualmente se comporta como um "graben". [sic]

O ramo N vai passar junto a Fonte da Telha, dirige-se para NNE em direcção a Cova da Piedade. A NW da falha dominam essencialmente terrenos do Miocénico, enquanto que a SE praticamente não há afloramentos do Miocénico. Estes dados estão de acordo com o abatimento do bloco SE que se verifica ao longo de toda a falha. A falha segue depois na zona do estuário do Tejo, passando junto a Lisboa na zona de Sta. Apolónia, vai passar entre o Mouchão da Póvoa e o Mouchão da Lomba do Tejo, existindo um dos canais do Tejo ao longo do traçado da falha. Segue depois em pleno aluvião do Tejo desde próximo da Pousada de Alcamé até Conchoso. Atravessa de novo o Tejo junto a Azambuja e segue ao longo da denominada Vala de Azambuja até ao Setil, onde se situa uma escarpa de falha. Depois de Setil a falha continua nas aluviões do Tejo passando pela Quinta da Fonte Bela em direcção a Santarém. Entre Omnias e a Ribeira de Santarém a escarpa existente corresponde a uma escarpa de falha ligada ao ramo norte da falha do Vale Inferior do Tejo. O cruzamento entre este ramo da falha e a falha de Santarém faz-se junto à confluência da Ribeira do Paúl de Santo António e a Vala de Alvisquer de Dentro. Depois do cruzamento das falhas o ramo N da falha vai passar em Vale de Figueira, Quinta do Alpompé seguindo ao longo de um vale durante 7 km, passa em Brogueira e Torres Novas, sendo o prolongamento para N de difícil localização.

O ramo S inicia-se na costa, junto à Lagoa de Albufeira, segue em direcção a Amora, passa em frente de Seixal e Barreiro e até à zona dos Sapais de Samora vai ao longo de um dos canais do Tejo. Passa no Porto Alto seguindo depois em direcção a um ponto situado 3 km a W de Benavente, Salvaterra de Magos, Muge, Almeirim, Alpiarça, cruzando-se com a falha de Santarém junto ao vertice geodésico de Gamela. Sofre um

deslocamento de 2 km, passa na zona de aluviões do Tejo e depois do Mouchão dos Coelhos segue ao longo da margem esquerda do Tejo, passando por Chamusca, e Pinheiro Grande. Para NE desta última localidade deve passar por Carregueira, Praia do Ribatejo e possivelmente termina de encontro à falha que parece ser a continuação S da falha Marginal. [sic]

A falha Secundaria que estabeleceu a Ligação entre os dois ramos principais das falhas do Vale Inferior do Tejo une-se ao ramo S em Porto Alto, passa pelo vértice geodésico de Montalvo, atravessa o Tejo junto a Casa Branca, seguindo nas aluviões do Tejo com passagem na Quinta das Varandas, até Omnias, onde se junta ao ramo N.

As falhas são caracterizadas por apresentarem uma disposição rectilínea que fazem contacto entre unidades com diferentes reflectividades. Esses contactos de reflectividade são nítidos em MSS5 e também em imagens de inverno de MSS7. Sucede até que em imagens de inverno existe um alinhamento descontínuo de vegetação ao longo da falha, bem nítido em MSS7. (...)

O próprio facto de a falha cortar os aluviões do Tejo indica que se trata de uma falha activa. Do ponto de vista de localização pode-se deduzir uma ligação entre esta falha e a localização de epicentros de macrossismos de elevada magnitude como o de 23/4/1909 com epicentro nas proximidades de Benavente” [fim de citação].

Na Fig. 49 indica-se o andamento provável dos dois ramos da falha do Tejo segundo os elementos fornecidos por Conde (1983). Verifica-se que as sondagens Corroios (AC2) e Charneca (AC8), bem como o sector de Fonte da Telha, se situam entre os dois ramos. O considerável aumento de espessura do Miocénico, atravessado pelas sondagens (vide Fig. 47), em comparação tanto com o do sector Norte (Almada-Lisboa-St^a Iria da Azóia) como com o do sector Sul (Foz da Fonte-Ribeira das Lages) parece confirmar o *graben* admitido por Conde (1983). A subsidência tornou-se mais importante a partir do Burdigaliano final, sobretudo no Langhiano e Serravaliano, tendo continuado até à actualidade.

De notar, ainda, a fortíssima condensação do Miocénico no sector Foz da Fonte-Ribeira das Lages. Há lacuna estratigráfica (em consequência de erosão?) durante o Burdigaliano superior-Langhiano, em parte contemporânea da principal deformação tectónica no Portinho da Arrábida (Figs. 45 e 46).

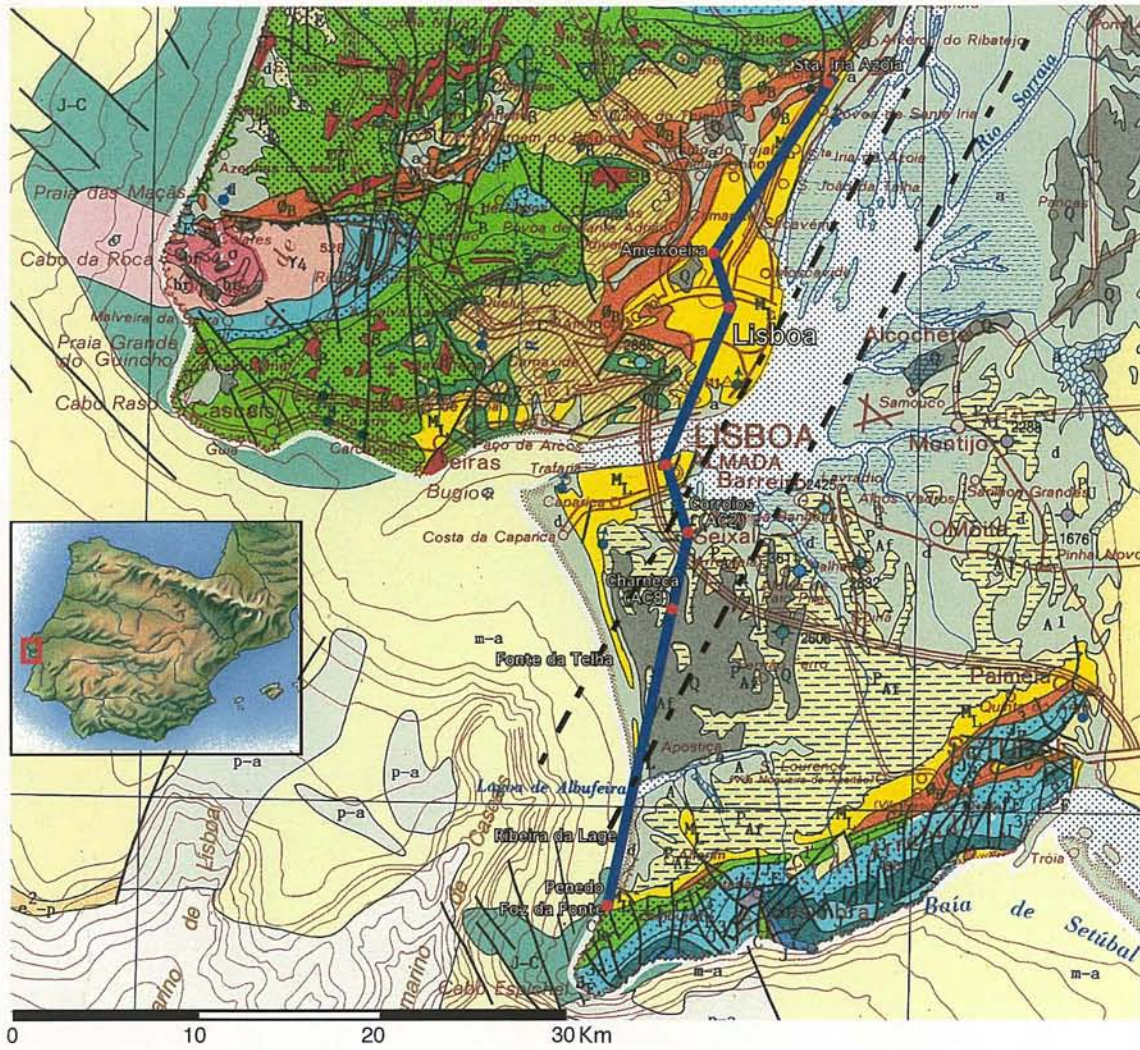


Fig. 49 - Localização das colunas estratigráficas estudadas: Foz da Fonte-Ribeira das Lages; Charneca (AC8); Corroios (AC2); Almada; Lisboa; Ameixoeira e Santa Iria da Azóia. A tracejado indicam-se os dois ramos da Falha do Tejo, segundo Conde (1983).

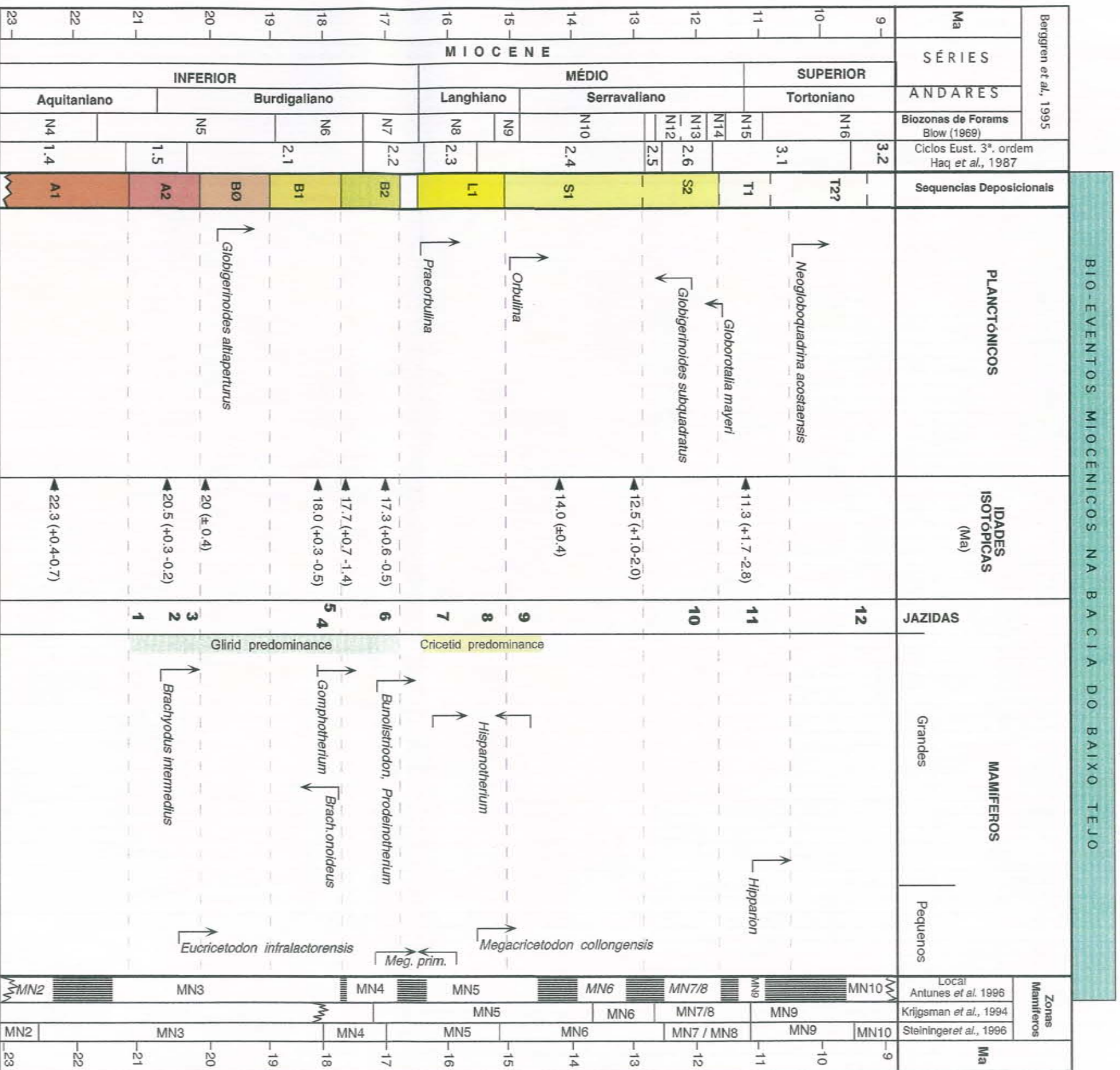
CRONOLOGIA DE BIO-EVENTOS MARINHOS E CONTINENTAIS

O estudo dos foraminíferos planctónicos, datações isotópicas e a correlação entre as várias colunas da região permitiram melhorar o conhecimento estratigráfico do Miocénico do sector distal da BBT (Figs. 46 e 47). Tornou-se possível correlacionar directamente dados de primeira e última ocorrência de importantes marcadores marinhos (foraminíferos planctónicos) e continentais (grandes e pequenos mamíferos). A caracterização biostratigráfica por foraminíferos e datação isotópica das SD permitiram (Quadros 7 e 8):

- enquadrar as jazidas de mamíferos da BBT na escala de tempo marinha;
- capacidade crítica relativamente à cronologia (Ma) de zonas de mamíferos (MN) (Krijgsman *et al.*, 1994; Steininger *et al.*, 1996).

No Quadro 7, observa-se uma excelente correlação entre os dados da BBT e a escala proposta por Steininger *et al.*, (1996) no que diz respeito à datação (Ma) de associações de mamíferos. Deve notar-se que:

- *Gomphotherium* aparece na BBT cerca dos 18 Ma, altura em que se dá o desaparecimento de *Brachyodus*.
- *Megacricetodon primitivus* ocorre entre 17 e 16 Ma.
- A mudança de predomínio de glirídeos para predomínio de cricetídeos coincide com o limite Burdigaliano/Langhiano.
- a zona MN5 mantém-se até cerca de 14.5 Ma; *Hispanotherium* ocorre entre os primeiros aparecimentos de *Praeorbulina* e de *Orbulina universa*.
- os níveis do Ribatejo com os primeiros *Hipparion* são correlativos da unidade VIIa;
- os sedimentos de Asseiceira e Freiria, com idade entre 9 e 9.5 Ma (MN10), sendo correlativos da sequência deposicional T2, sugerem relação desta com o ciclo eustático de 3ª ordem 3.2 (o Tortoniano da BBT tem sido correlacionado apenas com o ciclo 3.1; Antunes *et al.*, 1998; 2000a).



JAZIDAS DE MAMÍFEROS

Lisboa - Península de Setúbal

9 - Quintanelas

8 - Chelas 2

7 - Chelas 1 (Qt. da Farinheira; Qt. das Flamengas); Charneca do Lumiar (Qt. da Silvéria; Qt. Grande; Olival da Susana)

6 - Quinta do Pombeiro e Quinta das Pedreiras

5 - Cristo Rei

4 - Quinta do Narigão; Qt. da Noiva; Qt. Carrapata

3 - Av. Uruguai; Univ. Católica

2 - Horta das Tripas

1 - A1 - km 10

Ribatejo

12 - Azambujeira superior, Asseiceira, Freiria

11 - Azambuja; Archino; Vila Nova da Rainha; Aveiras de Baixo, Aveiras de Cima

10 - Azambujeira inferior; Portas do Sol (Santarém); Casais da Formiga; Cerrado da Pedra

Quadro 8 - Mamíferos do Miocénico inferior e médio de Lisboa (Antunes, 2000).

Ruminantes conforme Antunes *et al.*, 1994; grandes a médios mamíferos revistos por L. Ginsburg (Paris) e pelo autor; pequenos mamíferos revistos por P.Mein (Lyon).

Jazidas principais (vidé Quadro 7): H. Tripas = Horta das Tripas; U. Cat. = Universidade Católica; Av. Urug. = Avenida do Uruguai; Qt. Narig. = Quinta do Narigão; Cr. Rei = Cristo Rei; Qt. Pomb/Pedreiras = Quinta do Pombeiro / Quinta das Pedreiras. Amor (Bacia do Mondego).

Stages	Aquitanian		Burdigalian		Langhian			
	20Ma		17.8Ma	16.4Ma	15.3Ma			
Upper boundary isotopic age of the DS								
Mammal zones	MN2b	MN3	MN3/4	MN4	MN5			
Iberian zones	Z (lower)	Z (upper)	A/B	C	Db	Dc	D (c?)	Dd/E
Main localities	Km 10	H.Tripas/U.Cat/Av. Urug.	Qt. Narig./Cr. Rei	Qt.Pomb./Pedreiras	Chelas 1	Chelas 2	Quintanelas	Amor
Depositional sequences (DS)	A2		B1	B2	L1			
CREODONTA								
<i>Hvainalurus sulzeri</i>								
CARNIVORA								
<i>Amphicyon olisiponensis</i>			•					
<i>Amphicyon giganteus</i>				•	•			
<i>Amphicyon sp.</i>				•	•			
<i>Hemicyon cf. stehlini</i>			•					
<i>Hemicyon stehlini</i>				•				
<i>Hemicyon sansaniensis parvus</i>					•			
<i>Plithocyon antunesi</i>			•		•			
<i>Ischyriactis cf. bezianensis</i>				•	•			
<i>Martes cf. munki</i>				•				
Mustelidae ind.				•				•
<i>Viverra (Viverrictis) modica aff. vetusta</i>				•	•			
<i>Pseudaelurus transitorius</i>		•						
<i>Pseudaelurus tarraucensis</i>			•		•			
<i>Pseudaelurus lorteti</i>				•	•			
<i>Pseudaelurus romieviensis</i>					•			
ARTIODACTYLA								
<i>Brachyodus intermedius</i>		•						
<i>Brachyodus onoides</i>			•					
<i>Aureliachoerus aurelianensis</i>		•						
<i>Bunolistriodon lockarti</i>				•	•			
<i>Hyootherium soemmeringi</i>					•			•
<i>Toucanamo primum</i>				•	•			
<i>Cainotherium sp.</i>	•	•						
<i>Cainotherium miocaenicum</i>			•		•	•		•
<i>Dorcatherium crassum</i>				•	•		•	
<i>Andegameryx andegaviensis</i>	•							
<i>Amphitragulus aurelianensis</i>				•	•			
<i>Procervulus dichotomus</i>				•		•		
? <i>Lagomeryx ruetimeyeri</i>				•				
<i>Lagomeryx minimus</i>				•		•	•	
Cervidae ind. 1								•
Cervidae ind. 2								•
<i>Palaeomeryx kaupi</i>			•	•	•		•	•
<i>Eotragus artensis</i>				•				
PERISSODACTYLA								
<i>Anchitherium sp.</i>			•					
<i>Anchitherium cf. ezquerra</i>					•			
<i>Proclacotherium minimum</i>		•						
<i>Diaceratherium cf. aurelianensis</i>		•						
<i>Plesiaceratherium platyodon</i>			•					
<i>Plesiaceratherium lumlarensis</i>				•	•			
<i>Prosantorhinus cf. germanicus</i>			•	•	•			
<i>Lartetotherium sansaniensis</i>					•			
<i>Hispanotherium matritensis</i>					•		•	•
<i>Iberotherium rexmaneli</i>				•				
<i>Iberotherium rexmaneli zhyzewska</i>					•			
Schizotheriinae ind.					•			
PROBOSCIDEA								
<i>Gomphotherium angustidens</i>			•	•	•		•	•
<i>Zygolophodon turicensis</i>			•	•	•			
<i>Prodeinotherium cuvieri</i>				•	•			
SIRENIA								
Cf. <i>Halitherium sp.</i>		•						
<i>Metaxytherium medium</i>			•(?)	•	•			

Stages	Aquitanian		Burdigalian		Langhian			
	20Ma		17.8Ma	16.4Ma	15.3Ma			
Upper boundary isotopic age of the DS								
Mammal zones	MN2b	MN3	MN3/4	MN4	MN5			
Iberian zones	Z (lower)	Z (upper)	A/B	C	Db	Dc	D (c?)	Dd/E
Main localities	Km 10	Tripas/U.Cat/Av. U	Qt. Narig./Cr. Rei	Qt.Pomb./Pedreir	Chelas 1	Chelas 2	Quintanelas	Amor
Depositional sequences (DS)	A2		B1	B2	L1			
INSECTIVORA								
<i>Galerix symeonidisi</i>				•				
<i>Galerix cf. exilis</i>								•
<i>Galerix sp.</i>	•				•	•		
<i>Crocidosorex antiquus</i>		•						
<i>Miosorex aff. grivensis</i>								•
Soricidae ind.	•							
<i>Amphichinus sp.</i>		•						
<i>Paratalpa sp.</i>		•						
Dimyliidae ind.		•						
LAGOMORPHA								
<i>Lagopsis spiracensis</i>	•							
<i>Lagopsis cadeoti</i>		•						
<i>Lagopsis peñai</i>			•	•	•	•		
<i>Lagopsis cf. peñai</i>								•
<i>Prologus vasconiensis</i>		•						
<i>Prologus oeningensis</i>								•
RODENTIA								
<i>Heteroxerus paulhiacensis</i>	•							
<i>Heteroxerus cf. paulhiacensis</i>		•						
<i>Heteroxerus rubricati</i> (archaic)		•						
<i>Heteroxerus rubricati</i>			•	•	•	•		
<i>Atlantoxerus blacki</i>					•			
<i>Palaeoschirus fissurae</i>	•							
<i>Blackia miocaenica</i>	•							
Sciuridae ind.	•							
<i>Mvoglis sp.</i>		•						
<i>Glirudinus modestus</i>	•	•						
<i>Microdromys legidenis</i>		•						
<i>Microdromys koenigswaldi</i>					•	•		•
<i>Peridromys murinus</i>	•	•	•					
<i>Pseudodromys ibericus</i>	•	•		•	•			
<i>Pseudodromys robustus</i>			•					
<i>Praearamantomys ginsburgi</i>					•			
<i>Armanomys sp. (parsani ?)</i>		•						
<i>Armanomys aragonensis</i>						•		
<i>Prodryomys hvattoni</i>	•							
<i>Ligerimus antiquus</i>	•	•	•					
<i>Melissiodon dominans</i>	•							
<i>Melissiodon sp.</i>						•		
<i>Eucricetodon infralectorensis</i>		•						
<i>Megacricetodon collongensis</i>				•	•	•		•
<i>Democricetodon sp. (hispanicus ?)</i>				•				
<i>Democricetodon sp. nov.</i>					•			
<i>Pseudofahlbuschia jordanis</i>						•		
? <i>Cricetodon sp.</i>								•
CETACEA Odontoceti								
Delphinidae ind.						•		

PLATAFORMA ALGARVIA E BACIA DO GUADALQUIVIR (PARTE PORTUGUESA)

“Les strates du Néogène ancien et récent occupent presque tout le littoral de l’Algarve, de l’Ouest à l’Est, en contact avec le grand affleurement de roches secondaires connu sous le nom de Barrocal, intercalé entre le littoral et la région montagneuse, la plus vaste des trois, et constituée presque uniquement par des schistes de l’âge carbonique. Ajoutons que des lambeaux de Tertiaire existent aussi dans le Barrocal.

Les roches éruptives ne forment qu’une bien faible partie du sol de cette province, car elles ne sont représentées que par l’important massif de Monchique, dont le sommet atteint l’altitude de 902 mètres, formé par la foyaïte, et par un certain nombre de filons et de masses relativement petites, ophite, teschenite et basalte, se trouvant principalement à la limite entre le Barrocal et la région montagneuse.

Les preuves des phénomènes tectoniques, anciens et modernes, sont assez fréquentes, sans compter les nombreuses fentes plus ou moins parallèles à la côte, qui s’observent à l’extrémité occidentale, et qui parfois causé des affaissements considérables. Ces accidents tectoniques compliquent, d’après Mr. Choffat, l’étude de la région, et l’on ne doit pas imaginer que les strates qui forment le sol se succèdent comme les tuiles d’un toit, car elles sont disloquées par les voûtes des failles et présentent en outre de curieux effets de transgressivité.

On peut dire d’une façon générale que les principaux groupes d’affleurements du Miocène marin de la région littorale ou de son voisinage immédiat, sont ceux des environs de Lagos jusqu’au-près d’Albufeira, et de ce point jusque près de Quarteira, ceux du N.N.E. de Faro, ceux de l’Est de Olhão et de Tavira et celui de Cacella.”

J. C. Berkeley Cotter in Dollfus et al. (1903-1904, p. 39)

Sinopse histórica

Na segunda metade do séc. XIX, Bonnet (1850) distingue duas unidades no Terciário do Algarve. Uma, inferior, de argila plástica com alguns bancos de arenitos mais ou menos grosseiros e lignitos; outra, média e superior, essencialmente margosa, arenítica e calcária (camadas com *Cerastoderma* e *Mytilus* sp.). Sobre estas unidades refere depósitos espessos, sem estratificação, essencialmente argilo-arenosos, com cimento ferruginoso. A. Ribeiro e N. Delgado procederam ao reconhecimento geológico e recolha de fósseis na província algarvia.

Pereira da Costa (1866 e 1867) descreveu moluscos de Cacela, de que Dollfus (1879) apresentou lista pormenorizada.

Cotter, em Dollfus *et al.* (1903-1904), descreveu o Neogénico do Algarve. Assinalou unidades litológicas (molassos, areias) e incluiu uma lista de fósseis de Cacela. Verificou analogias com o Tortoniano de Lisboa (Braço de Prata, Cabo Ruivo) e da Península de Setúbal (Foz do Rego, Adiça).

Pereira de Sousa (1917) referiu movimentos orogénicos “post-helvecianos”. Indicou (1922) vulcanismo neogénico (“helveciano” ou “post-helveciano”) representado por rochas melanocratas (com exclusão da série diabásica) do Algarve ocidental.

Gouvêa (1938) considerou burdigalianas as primeiras formações terciárias bem datadas e indicou serem do “Helveciano” os retalhos de Aljezur e Bensafrim. Incluiu no Pliocénico as areias amarelas de Cacela.

Bourcart & Zbyszewski (1940) estudaram o Miocénico do Algarve; descreveram a jazida de Cacela. Estabeleceram correlações com o Neogénico do Sul de Espanha e Miocénico de Marrocos, Argélia e Tunísia, sobretudo na base da fauna malacológica estudada por Chavan (1940).

Chavan (1940) indicou que as formas fósseis de Cacela são, em grande parte, características do Miocénico superior, e que nenhuma é exclusiva do Pliocénico. Admite idade “saheliana” para o conjunto.

Zbyszewski (1946) considerou do “Helveciano” os sedimentos de Aljezur, não excluindo, na parte setentrional, a possibilidade de ocorrência de um nível basal burdigaliano.

Com base na fauna, Zbyszewski (1948) atribuiu os afloramentos de Bensafrim ao “Helveciano” médio a superior.

Choffat (1950; pub. póstuma) aludiu: aos calcários lacustres da Ponte das Lavadeiras (actualmente não observáveis) e a calcários com aspecto lacustre intercalados nas areias da região de Tavira.

Concluiu que o “Helveciano” (Oeste e centro) e o Tortoniano (Este) estão bem representados no Algarve.

Zbyszewski & Almeida (1950) citaram, entre outros, peixes de Cacela.

Feio (1951), decerto com base nas opiniões de Zbyszewski, referiu as litologias e paleogeografia do Miocénico do Baixo Alentejo e Algarve.

Veiga-Ferreira (1951) estudou pectinídeos de jazidas algarvias descrevendo várias espécies. Indicou estarem bem representadas formas próprias do “Helveciano” e Tortoniano. Assinalou *Chlamys excisa* em sedimentos de Cacela.

Krejci-Graf (1955) referiu processos cársicos afectando os calcários “helvecianos” da faixa litoral algarvia.

Freneix (1957) descreveu lamelibránquios do Miocénico português. Caracterizou uma nova espécie *Paphia (P.) zbyzskii* de Cacela. Outra espécie nova, *Mitra pereirai*, foi caracterizada por Brébion (1957) revendo determinação anterior (*Mitra fusiformis*).

Rocha (1976) apresentou o levantamento geológico da parte ocidental do Algarve na escala de 1:50 000; foram separados os calcarenitos de fácies marinha atribuídos ao Miocénico (Helveciano?) de areias grosseiras, às vezes rubeficadas, datadas (sob reserva), do Pliocénico.

Baldy *et al.* (1977) estudaram a plataforma continental sul-portuguesa. Aludiram a fases de deformação no Mesozóico e Cenozóico, a última das quais (fracturação) no Cenozóico superior.

Boillot *et al.* (1978) publicaram a carta geológica da plataforma continental na escala de 1:1 000 000. Indicaram a distribuição do Miocénico (M), e do Neogénico e Plistocénico (M-A) na plataforma algarvia.

Romariz *et al.* (1979a) estudaram rochas siliciosas de Mem Moniz, ricas de foraminíferos, espículas de espongiários siliciosos e diatomáceas. Atribuíram estes sedimentos ao início do Miocénico médio (Langhiano; N8/N9) com base nos foraminíferos planctónicos.

Romariz *et al.* (1979b) fazem referência aos depósitos detríticos de Olhos de Água, atribuindo ao Miocénico, sob reserva, os níveis contendo vertebrados fósseis.

Antunes (1979) distinguiu no Neogénico algarvio três unidades: série carbonatada de Lagos, de fácies marinha, do Miocénico inferior - Aquitaniano (?) a Burdigaliano; série arenosa de Olhos de Água, de fácies continental predominante com uma intercalação de fácies litoral, do Miocénico médio (?); série detrítica de Cacela, fácies marinha litoral passando a meio marinho confinado com indícios de dessalinização, do Miocénico superior - Tortoniano e possível Messiniano.

Antunes (1979b) descreveu numerosos restos, rolados, de mamíferos, crocodilos (*Tomistoma* sp.) e peixes marinhos de uma nova jazida nas arribas de Olhos de Água, datando-os do Serravaliano ou Tortoniano. Indicam mar pouco profundo, águas quentes e proximidade de estuário ou foz de um grande rio.

Antunes (*in* Ribeiro *et al.*, 1979), síntese sobre o Neogénico do Algarve; completou o esquema anterior e refere a possibilidade de as areias arcósicas de Olhos de Água estarem relacionadas com a fase alpina Neocastelhana. Sugeriu, sob reserva, equivalência parcial da parte superior de Cacela ao Messiniano.

Teixeira & Gonçalves (1980) apresentaram compilação de elementos antigos acerca do Miocénico litoral algarvio.

Antunes & Pais (1985) elaboraram a coluna litológica interpretativa da área nº 305-Algarve.

Antunes *et al.* (1981a) estudaram vertebrados de depósitos cársicos da série carbonatada da região de Albufeira (Praia Grande). Milhares de dentes, pertencentes a mais de 50 espécies de peixes (seláceos e teleósteos) e a um crocodilo (*Tomistoma* sp.), indicam idade compatível com o Burdigaliano (talvez superior) a Langhiano. A fauna indica, com certeza, águas mais quentes que as actuais e pouco profundas.

Antunes *et al.* (1981b) apresentaram ensaio de síntese sobre a evolução geológica do Algarve no Miocénico (Figs. 50 e 51). Estudos paleontológicos (foraminíferos planctónicos e nanoplâncton calcário, ostracodos, vertebrados) forneceram novos dados que contribuíram para a melhoria da resolução cronostratigráfica.

Pais (1982) fez uma síntese da evolução geológica (litostratigrafia, datação, interpretação tectónica e paleogeográfica) do litoral Sul do Algarve durante o Miocénico.

Pinto-Coelho & Bravo (1983) procederam ao estudo da rocha basanítica (Figueira/Mexilhoeira Grande) encaixada na Formação de Lagos-Portimão (Miocénico inferior a médio). Os calcários encaixantes apresentam metamorfismo de baixo grau. Trata-se da mais recente manifestação de vulcanismo conhecida em Portugal continental.

Antunes *et al.* (1984) publicaram as primeiras datações radiométricas: idades K/Ar dos Conglomerados de Galvanas ($6,72 \pm 0,17$ Ma) e dos Siltes da Campina de Faro ($6,91 \pm 0,18$ Ma). Estes valores confirmaram a atribuição ao Miocénico superior e permitiram melhor compreensão das relações estratigráficas com a Formação de Cacela (membros inferior e médio).

Antunes *et al.* (1986c) apresentaram datações K/Ar de siltes com glauconite da região Morgadinho - Luz de Tavira - Tavira ($6,88 \pm 0,4$ Ma; $7,03 \pm 0,4$ Ma). Estas datações permitiram a correlação com depósitos idênticos de Quelfes e Cacela.

Nascimento (1984) caracterizou nova espécie de ostracodo (*Aurila zbyzewskii*) dos sedimentos da Ribeira de Cacela. Indica ser a associação de ostracodos ali recolhida nitidamente ante-pliocénica e pós-Tortoniano, podendo ser atribuída ao Messiniano.

Antunes *et al.* (1990a) compararam o Neogénico marinho do Algarve e da Bacia do Guadalquivir. Consideram que a faixa de sedimentos marinhos aflorando para Este de Faro constitui, provavelmente, o prolongamento ocidental da Bacia do Guadalquivir. Propõem equivalência da Formação de Cacela com a Formação "Calcarenita de Niebla" e, pelo menos, com a parte basal da Formação "Arcillas de Gibraleón" (Fig. 52).

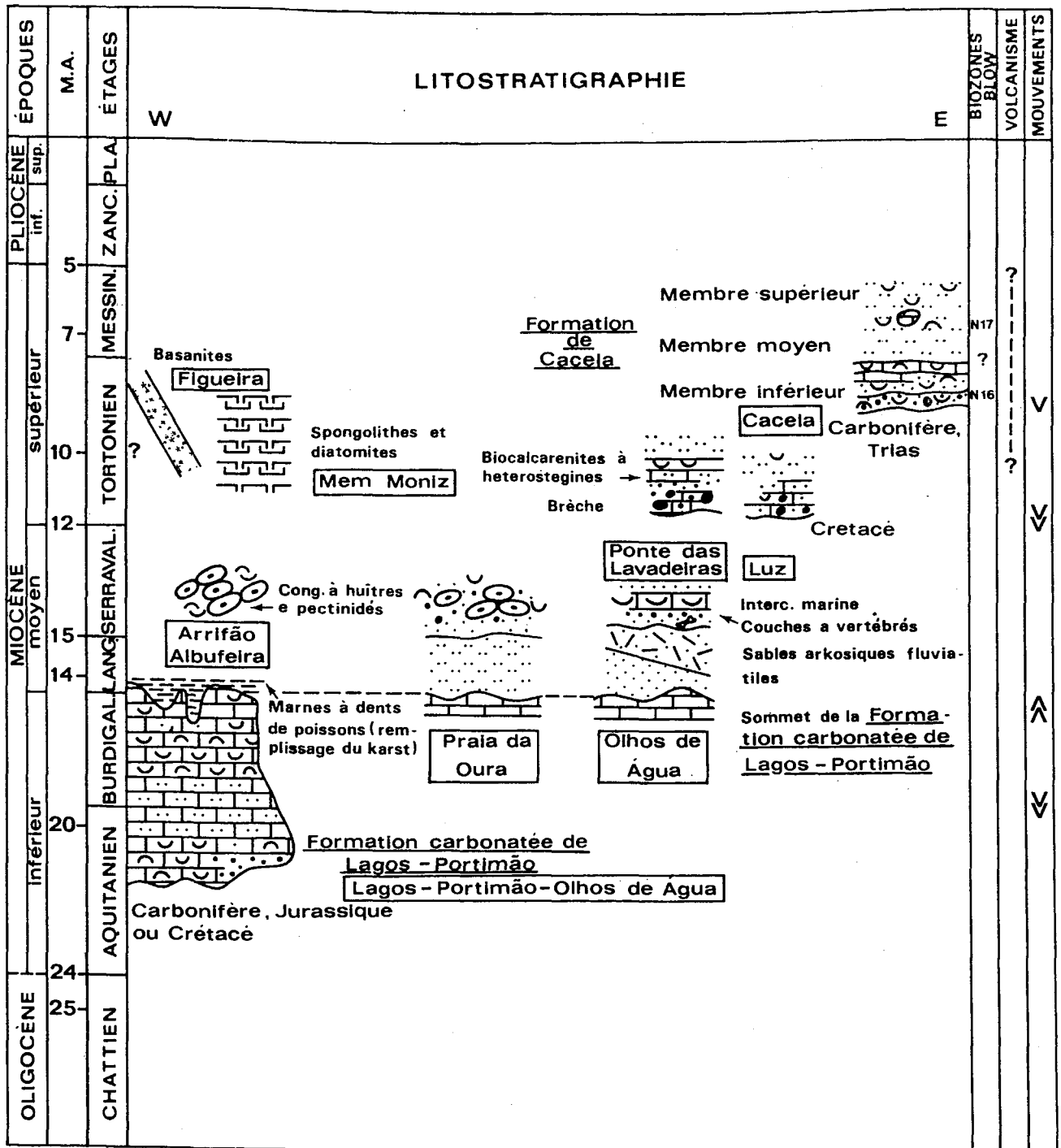


Fig. 50 - Miocénico do Algarve. Unidades principais, correlações, datação e dados complementares (Antunes *et al.*, 1981b).

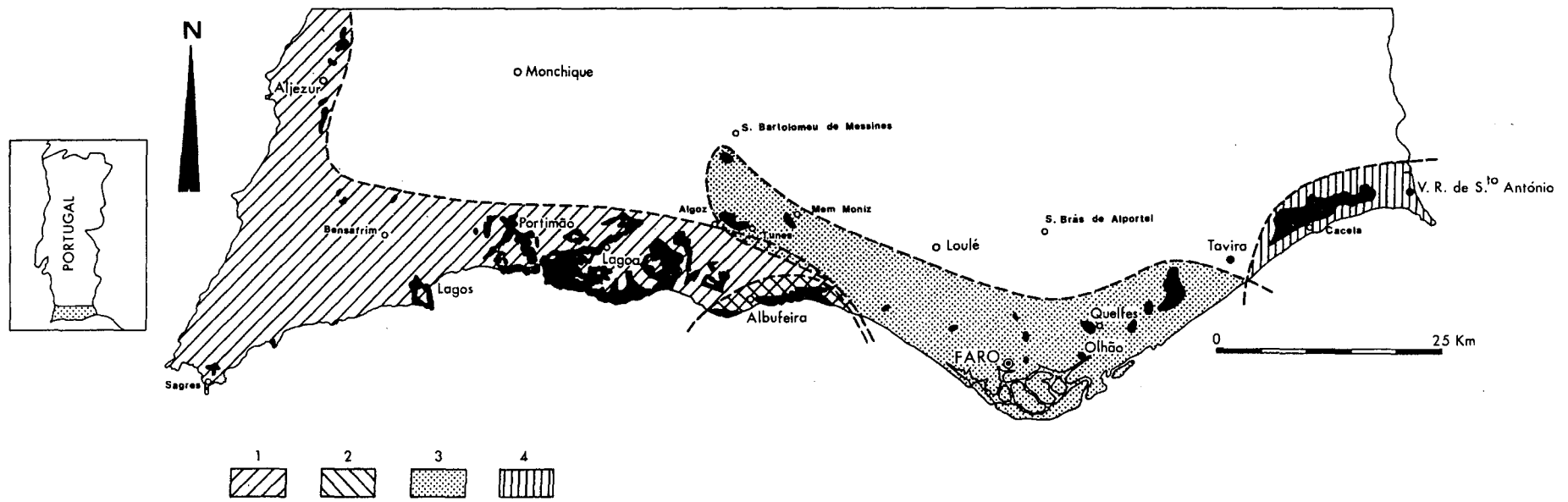


Fig. 51 - Distribuição dos principais afloramentos (a negro) do Miocénico do Algarve. Estão indicados os limites aproximados das áreas afectadas pelas transgressões marinhas do Miocénico inferior (1), médio (2), médio sup.-início superior (3) e terminal (4) (Antunes *et al.*, 1981b).

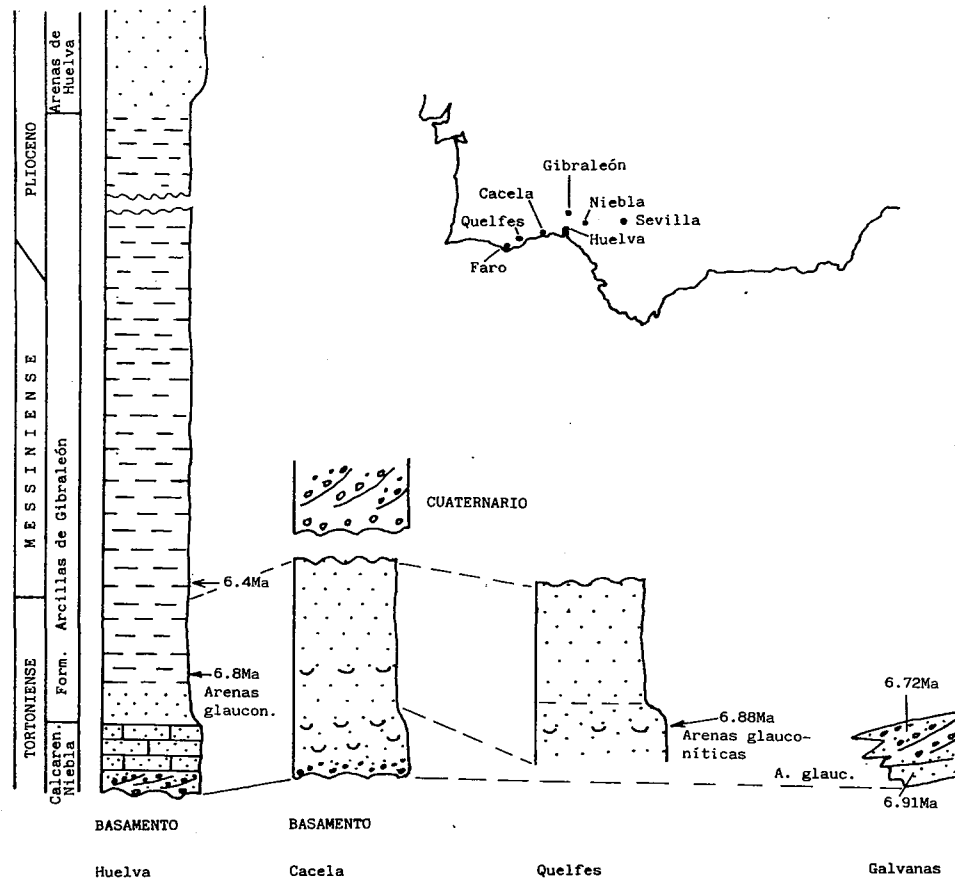


Fig. 52 - Correlação entre cortes de Cacela, Quelfes e Galvanas com o Miocénico da Bacia do Guadalquivir (Huelva) (Antunes *et al.*, 1990a).

Kullberg *et al.* (1992) analisaram as estruturas das unidades meso-cenozóicas do Algarve reconhecendo, no que diz respeito ao Miocénico, as seguintes fases tectónicas:

- distensão N-S até final do Miocénico inferior (no Burdigaliano superior e Langhiano inferior: distensão, segundo direcções N-S e E-W);
- compressão N-S, ou NNW-SSE, a partir do final do Miocénico médio;
- compressão E-W pós-Tortoniano superior.

Cachão (1995a, 1995b e 1995c) estudou nanoplâncton calcário de unidades miocénicas do Algarve e sugeriu redefinição das unidades litostratigráficas.

Boski *et al.* (1995) abordam o Miocénico entre Galé e Olhos de Água. Apresentam datações (K/Ar) de glauconites nos siltes que se sobrepõem à formação carbonatada. Estas idades são um pouco mais recentes do que as indicadas em Antunes & Pais (1986).

Antunes *et al.* (1997a) apresentaram quadro cronostratigráfico com as primeiras datações (Sr) das unidades neogénicas do Algarve e suas relações geométricas.

Antunes *et al.* (2000b) publicam síntese acerca do Neogénico algarvio, incluindo novas datações isotópicas (Sr).

Lopes & Cunha (2000) fizeram estudo sismostratigráfico do Cenozóico da plataforma do Algarve.

Registam-se, ainda, as contribuições de:

Cartografia geológica

- Antunes (*in* Rocha *et al.*, 1983);
- Antunes (1984b);
- Manuppella *et al.* (1984);
- Manuppella (1987, 1992a; 1992b);
- Oliveira *et al.* (1992).

Hidrogeologia

- Costa & Brites (1979);
- Almeida (1985).

Plataforma continental

- Mougénot (1976);
- Mougénot *et al.* (1979);
- Vanney & Mougénot (1981);
- Mougénot (1989).

Vulcanismo

- Romariz *et al.* (1979c).

O Miocénico da plataforma algarvia e da Bacia do Guadalquivir (parte portuguesa)

O Neogénico algarvio é constituído quase exclusivamente por sedimentos miocénicos (Fig. 53). Nestes têm sido individualizadas as seguintes unidades líticas (Antunes, 1979b; Antunes *et al.*, 1981b; Pais, 1982; Antunes *et al.*, 1984, 1986a, 1986b, 1990a, 1997a, 2000b):

Formação de Lagos – Portimão (Antunes *in* Ribeiro *et al.*, 1979)

Aflora nas arribas entre Lagos e Olhos de Água. Compreende biocalcarenitos de cor amarelo a rosa, muito fossilíferos (moluscos, briozoários, equinídeos, pectinídeos, peixes, crocodilos, cetáceos). Apresenta diversas disconformidades, geralmente difíceis de seguir no terreno. Contacta por discordância angular, disconformidade ou paraconformidade com unidades mais antigas (Carbonífero, Jurássico, Cretácico). Idade: Burdigaliano a Serravaliano.

Arenitos e areias finas da Praia da Rocha e Praia do Hotel de Auramar (Antunes *et al.*, 1981b)

Assentam em disconformidade na Formação de Lagos – Portimão. Na Praia da Rocha a base é constituída por conglomerado com clastos fosfatados e glauconite. Na praia do Hotel de Auramar afloram areias finas. Idade: Tortoniano inferior.

Formação de Cacela (Antunes *in* Ribeiro *et al.*, 1979)

Aflora no sector oriental do Algarve (Cacela, Quelfes) e na parte ocidental (Albardeira - Lagos). É constituída por conglomerados e calcários com seixos de quartzo na base, passando areias, carbonatadas ou argilosas, às vezes ricas de glauconite. Contacta por discordância angular com o Triásico, e por disconformidade com a

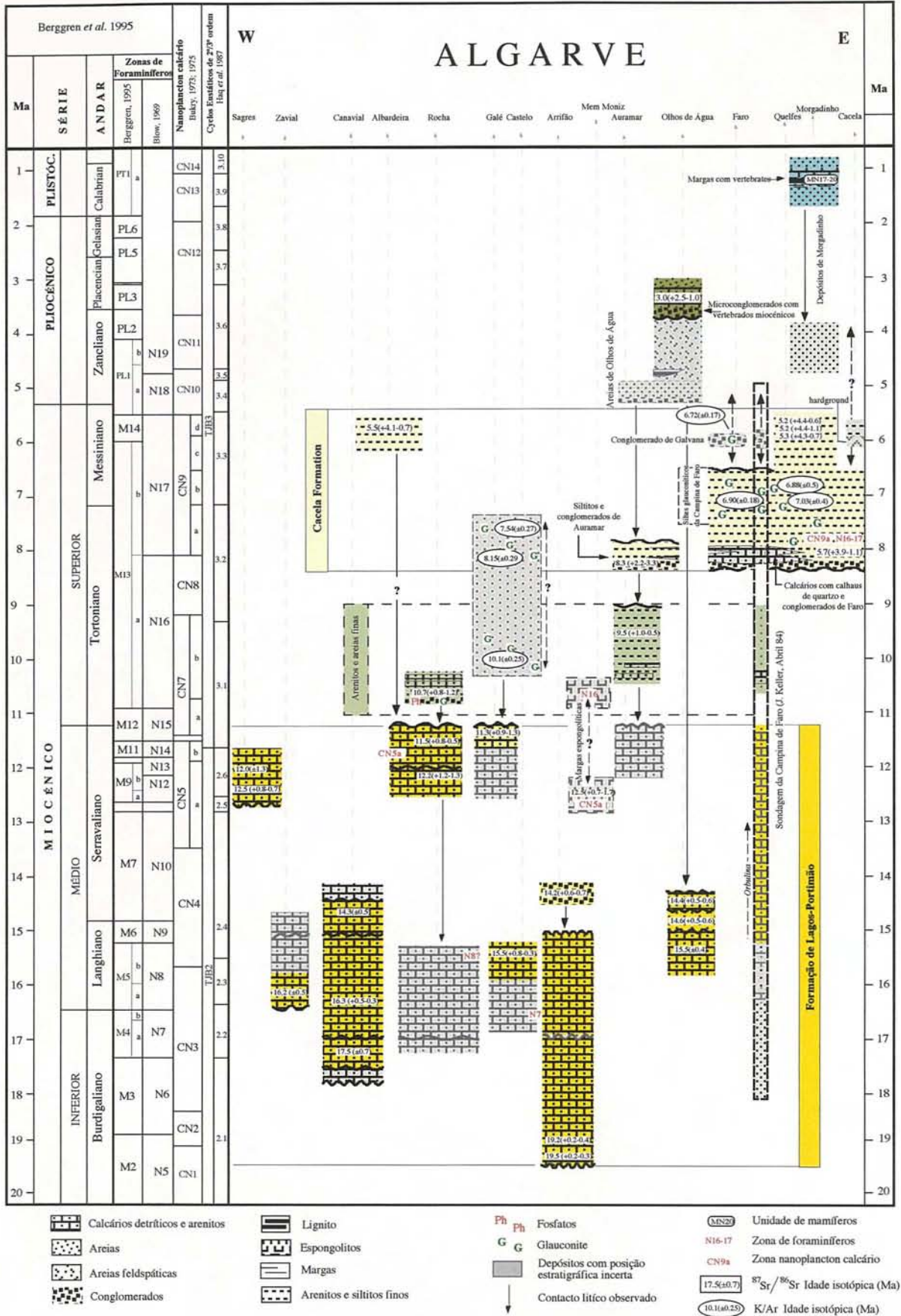


Fig. 53 - Enquadramento estratigráfico do Cenozóico do Algarve (Antunes et al., 2000b).

Formação de Lagos - Portimão e Arenitos e areias finas (praias da Rocha e do Hotel Auramar). Idade: Tortoniano superior e Messiniano.

Esgongolitos de Mem Moniz (Romariz *et al.*, 1979a)

Estes sedimentos, localizados em Mem Moniz, ocorrem sobre o Cretácico, no interior do Algarve. São ricos de espículas de espongiários, foraminíferos, ostracodos, diatomáceas e nanoplâncton calcário. Em Portugal não são conhecidos outros sedimentos deste tipo. Parecem ter-se depositado em relação com uma fossa tectónica. Idade: Tortoniano (presença de *Neogloboquadrina acostaensis*; todavia, a associação de nanoplâncton e datação isotópica apontam para Serravaliano superior).

Conglomerado de Galvanas (Antunes *et al.*, 1984)

Trata-se de conglomerado poligénico e heterométrico, com blocos estriados e siltes glauconíticos intercalados. A glauconite foi datada; indica idade semelhante à da Formação de Cacela, mas pode ser retomada. A origem deste conglomerado é relacionada com instabilidade tectónica. Terá sido formado em taludes submarinos.

Basanita s.l. de Figueira — Mexilhoeira Grande (Pinto-Coelho & Bravo, 1983).

Este dique intersecta e metamorfiza a Formação de Lagos - Portimão. Está muito alterado, o que prejudica a datação radiométrica. Na bibliografia existem referências a outras manifestações vulcânicas miocénicas no Algarve (Pereira de Sousa, 1917; 1922) não comprovadas.

Enquadramento geológico

As condições de observação são deficientes. Afloram arenitos finos margosos, de cor escura, alguns com moluscos. Para o topo tornam-se amarelados, muito calicheificados. Estão estratigraficamente acima da Formação carbonatada.

Os sedimentos estão cartografados (Carta geológica da região do Algarve, esc. 1:100 000, dos Serviços Geológicos de Portugal). O afloramento foi atribuído ao Miocénico superior (M_c – Miocénico de Cacela). Não se encontram referências na bibliografia, com excepção de uma nota de Antunes & Pais (1986) em que indicam a presença de Tortoniano (10.1 ± 0.25 Ma) no Algarve Ocidental – Praia do Castelo, Praia da Galé, e a E de Lagos (Meia Praia).

Cachão (1995c) atribuiu nanofósseis de biocalcarenitos do topo da Formação carbonatada (Albardeira – Lagos) a CN5a, Serravaliano médio.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

Os foraminíferos são frequentes. Elevado número de carapaças estão recristalizadas e amareladas. Foram identificados *Globigerinoides extremus*, *Globigerinoides elongatus*, *Globigerinoides obliquus* e *Orbulina universa*. Esta associação indica Tortoniano superior ou mais recente.

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

Neoconorbina, *Elphidium*, *Cibicides*, *Textularia*, *Nonion*, *Cancris* indicam ambientes do infralitoral, pouco profundos.

Idades isotópicas

Datação $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de concha de molusco: 5.5 (+4.1 -0.7) Ma (Miocénico terminal).

Praia da Rocha

Localização

Arribas da Praia da Rocha, em Portimão. Coordenadas GPS:

N 37° 07' 05,3"

W 8° 32' 33,5"

Enquadramento geológico

Afloram biocalcarenitos mais ou menos compactos e endurecidos, correspondendo a fácies muito litorais de alta energia. Fazem parte da "Formação carbonatada de Lagos-Portimão". Com base nos moluscos, foram atribuídos ao "Helveciano" (Cotter *in* Dollfus *et al.*, 1903-1904) e correlacionados com as divisões Vb e VIc da região de Lisboa (Veiga-Ferreira, 1951). São ravinados por arenitos laminados, pobres de fósseis. Há importantes falhas normais com direcção N-S e E-W.

Tentando resolver o problema da cronologia, M. T. Antunes (CEPUNL/INIC) promoveu lavagem de sedimentos em grande escala para obter foraminíferos planctónicos, identificados por Bizon (*in* Antunes *et al.*, 1981b). Reconheceu *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides subquadratus*, *Praeorbulina* (duvidosa), *Globigerinoides bisphericus* (?) e *Praeorbulina transitoria*, indicando idade do Burdigaliano superior (N7) ou, eventualmente, Langhiano inferior (N8).

Antunes *et al.* (1997a, 2000b) descreveram e esquematizaram o corte; apresentaram datações isotópicas.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

As amostras estudadas estão indicadas na Fig. 55. O estado de conservação dos foraminíferos é deficiente. Foram identificadas as seguintes espécies:

• Formação carbonatada de Lagos – Portimão:

PR1 – *Orbulina universa*, *Orbulina suturalis* e *Globoquadrina*.

PR3- *Orbulina*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina praebulloides* e *Globigerina angustiumbilicata*.

PR4 – Idêntica a PR3, pior estado de conservação: *Orbulina*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina angustiumblicata*.

• **Arenitos e areias finas:**

PR6 – *Dentoglobigerina*, *Globigerinoides trilobus*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina angustiumblicata*.

PR7 – *Orbulina*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina concina*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides trilobus*, cf. *Neogloboquadrina acostaensis* (5 exemplares).

Orbulina indica idade pós-Langhiano. Implica que estas camadas estão estratigraficamente acima das dos cortes de Praia Grande – Praia da Marinha, estudados por Antunes *et al.* (1981b).

Na unidade superior, *Globigerina concina* e cf. *Neogloboquadrina acostaensis* apontam para Miocénico superior, Tortoniano (N16) ou mais recente.

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

PR1 – *Cibicides*, *Guttulina*, *Heterolepa*, *Nonion* e *Textularia*.

PR3 – *Ammonia*, *Globulina*, *Guttulina*, *Lenticulina*, *Nonion* e *Quinqueloculina*.

As associações são características de ambientes do infralitoral.

Os foraminíferos bentónicos são mais frequentes nas amostras da unidade superior:

PR6 – *Globulina spinosa* (abundante); *Cancris*, *Lagena*, *Hanzawaia* e *Heterolepa* (frequentes); *Ammonia*, *Gyroidina*, *Neoconorbina*, *Nodosaria*, *Pullenia*, *Uvigerina*, *Textularia* (raros).

PR7 – *Globulina*, *Textularia* (abundantes); *Bulimina*, *Cancris*, *Hanzawaia*, *Nodosaria*, *Nonion* (frequentes); *Lagena* (raro).

Sugerem ambientes um pouco mais profundos do que os das amostras PR1 e PR3.

Idades isotópicas

As camadas da parte superior da Formação Carbonatada deram idades ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) de 12,2 (+1,2 -1,3) Ma e 11,5 (+0,8 -0,5) Ma (Serravaliano superior).

Concha de ostra do nível conglomerático que assenta através de superfície de erosão na formação carbonatada deu 10,7 (+0,8 -1,2) Ma.

Mem Moniz

Localização

Vila de Mem Moniz (Fig. 56), nas barreiras da estrada EN395.

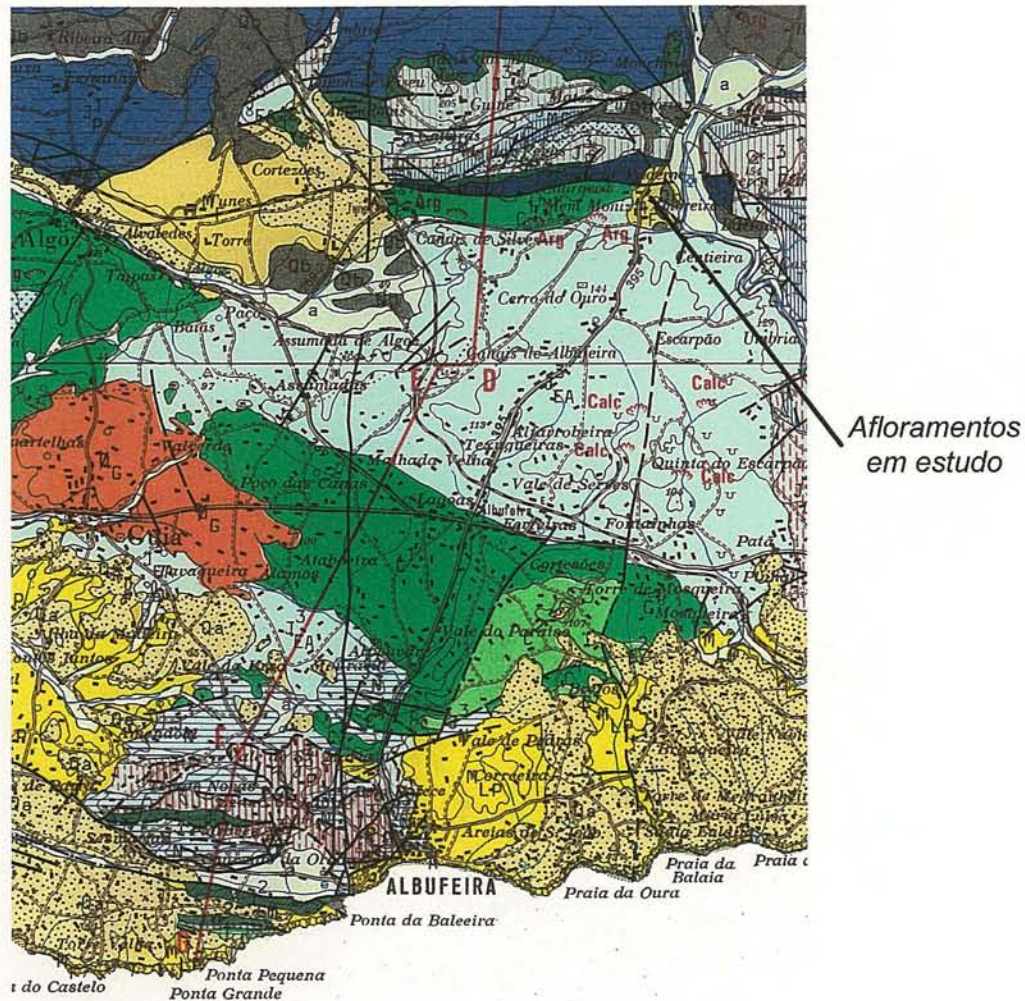


Fig. 56 - Localização do afloramento de Mem Moniz. Carta geológica da região do Algarve, esc. 1:100 000 (Manuppella, 1992a).

Enquadramento geológico

Afloram sedimentos muito finos de cor esbranquiçada. Contactam inferiormente com o Cretácico. São quase desprovidos de microfósseis. Nas superfícies de estratificação podem ser encontrados ossos e escamas de peixes (Clupeídeos e

?Serranídeos). São ricos de espículas de esponjas, diatomáceas, foraminíferos e nanoplâncton calcário (Romariz *et al.*, 1979a; Antunes *et al.*, 1981b). A posição estratigráfica destes sedimentos tem sido alvo de controvérsia. Estas fácies não têm equivalente em Portugal. Em Espanha (bem como em Itália e Argélia) ocorrem sedimentos idênticos, sempre relacionados com materiais alóctones associados ao olistostroma (Antunes *et al.*, 1990a).

Prates (*in* Romariz *et al.*, 1979a) atribuiu os depósitos de Mem Moniz ao Burdigaliano superior/Langhiano inferior (N8 a N9) com base na associação de foraminíferos planctónicos.

Bizon (*in* Antunes *et al.*, 1981b) assinalou a presença de *Globorotalia acostaensis* (sinistrógira) indicando o Tortoniano (N16).

Sierro (*in* Antunes *et al.*, 1990a) refere a preponderância de *Globigerina bulloides*, acompanhada por *Neogloboquadrina acostaensis*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerina druryi*, *Globigerina quinqueloba* e *Globigerinita glutinata*. A associação indica idade não anterior a N16.

Cachão (1995c), com base na interpretação da associação de nanofósseis calcários, datou estes sedimentos do Serravaliano médio (CN5a).

Antunes *et al.* (1997a) apresentaram datação $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de carapaças de foraminíferos planctónicos: 12.5 (+0.7-1.7) Ma (Serravaliano médio a superior).

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

Recolheram-se 4 amostras. A frequência de foraminíferos (planctónicos e bentónicos) diminui da base para a parte intermédia do afloramento, sendo mais elevada nos níveis superiores. Os foraminíferos estão bem conservados, mas com tamanho reduzido.

Não se tendo obtido elementos biostratigráficos significativos pela triagem dos resíduos (0,125, 0,250 e 0,500 mm), procedeu-se a uma reconcentração dos resíduos da amostra mais rica por separação densimétrica, com bromofórmio. O concentrado revelou-se rico de foraminíferos e espículas de espongiários. Foram identificadas as seguintes espécies: *Globigerina angustiumbilicata*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina concina*, *Globigerina druryi*, *Globigerina falconensis*, *Globigerinella aequilateralis*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globoquadrina baroemoenensis*, *Neogloboquadrina acostaensis* (sinist.), *Neogloboquadrina humerosa* (sinist.).

Não ficam dúvidas de se tratar de Miocénico superior. Além de *Neogloboquadrina acostaensis*, a presença de *N. humerosa* indica idade não inferior a Tortoniano superior (parte alta de N16 ou mesmo N17). Será mais antiga do que Messiniano superior (6 Ma), pois nessa altura *N. acostaensis* sofre uma modificação do enrolamento sinistrógiro para dextrógiro. A ausência de formas carenadas de *Globorotalia* impede maior precisão.

A ocorrência de *Globigerina druryi* cujo LAD é geralmente posicionado no Serravaliano (N14) poderia colocar algumas reservas; no entanto, Sierro (1984) assinala também a sua ocorrência no Miocénico superior e Pliocénico inferior da Bacia do Guadalquivir.

Assim, os sedimentos são contemporâneos da Formação de Cacela. A sua correlação temporal com Quelfes (parte inferior) e Cacela é a hipótese mais plausível. Esta cronologia paraleliza as que correspondem a ocorrências semelhantes peri-Mediterrâneas — Espanha, Argélia, Itália, nomeadamente.

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

O concentrado forneceu abundantes *Uvigerina*, *Elphidium*, *Nonion*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Fursenkoina* e *Cassidulina*; são raros *Cibicides*, *Giroydina*, *Planulina* e *Trifarina*. Os ostracodos são escassos. Regista-se diminuição de foraminíferos bentónicos na parte intermédia do corte e incremento nos níveis superiores. *Nonion* predomina nas associações, mas na amostra superior verifica-se aumento relativo de *Uvigerina*. Não se encontraram ostracodos na parte inferior do corte.

Civis (*in* Antunes *et al.*, 1990a) indica que entre os foraminíferos bentónicos predominam *Nonion boueanum* e *Ammonia* associados a Buliminídeos, Bolivínídeos e Uvigerinídeos (em menor proporção). Interpreta a associação como sugerindo ambiente pouco profundo, com abundância de matéria orgânica no sedimento e provável escassez de oxigénio. Esta situação poderia ser explicada pela existência de uma zona de oxigénio mínimo próxima da superfície, ou através de condições de semi-confinamento.

Idades isotópicas

Em face dos dados biostratigráficos apresentados, deve ser rejeitada a datação $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de conchas de foraminíferos planctónicos: 12.5 (+0.7-1.7) Ma (Serravaliano médio a superior).

Quelfes

Localização

Afloramentos na povoação de Quelfes. Estão cartografados na Carta geológica esc. 1: 100 000 (Fig. 57). Coordenadas GPS do corte estudado: N 37° 03' 18,3"; W 7° 49' 52,6".

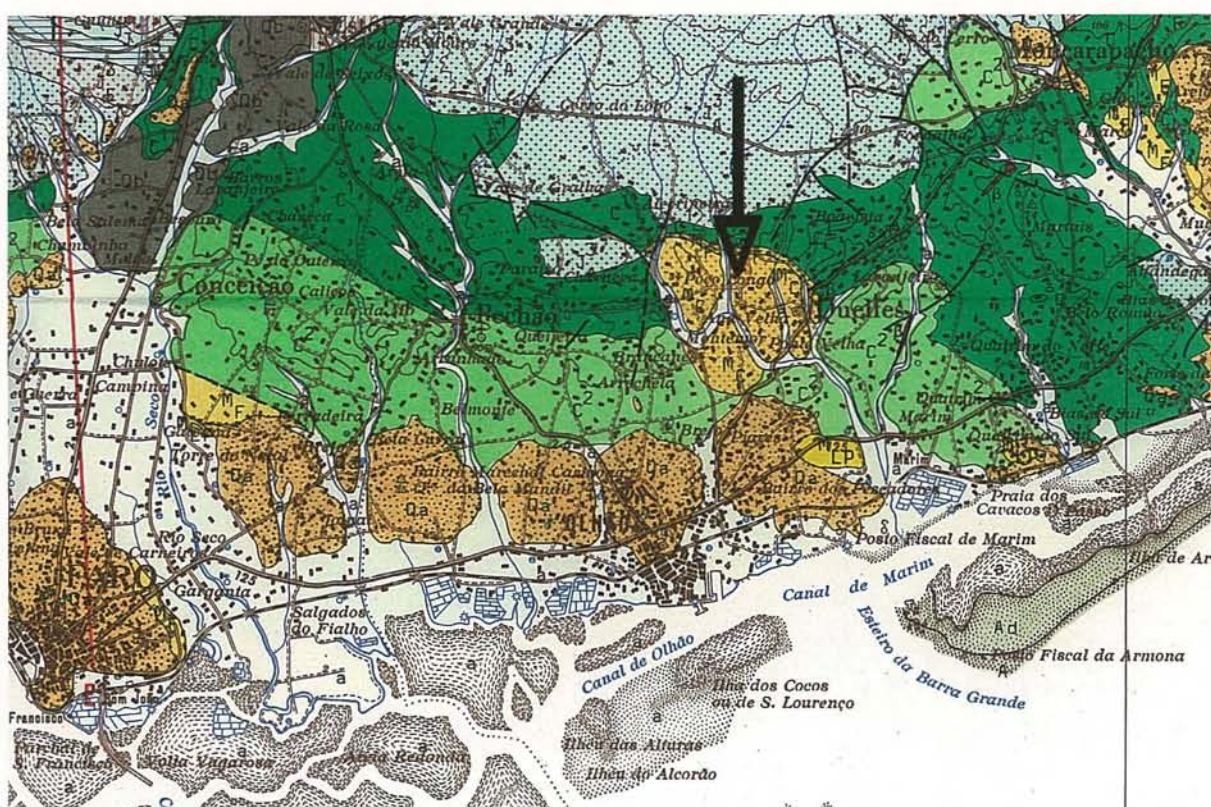


Fig. 57 - Localização dos afloramentos de Quelfes. Carta geológica da região do Algarve, esc. 1:100 000 (Manuppella, 1992b).

Enquadramento geológico

Ocorrem areias e siltes margosos, por vezes muito bioturbados. Existe um nível de concentração de glauconite. Inferiormente afloram calcários conglomeráticos, com calhaus siliciosos e blocos de rochas carbonatadas (Fig. 58).

Os depósitos margosos foram incluídos na Formação de Cacela.

Neogloboquadrina acostaensis (predominantemente sinist.), *Globigerinoides extremus* e algumas formas carenadas de *Globorotalia* (predominantemente dext.) indicam o Tortoniano final. Sierro (*in* Antunes *et al.*, 1990a) refere, no entanto, a possibilidade de os níveis mais altos de Quelfes corresponderem ao Messiniano. Por comparação com a Bacia do Guadalquivir foram posicionados entre os eventos 2 e 3 (Sierro, 1985; Sierro *et al.*, 1993; 1996).

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

As amostras Q2 e Q4 são as mais ricas. Os planctónicos são pouco frequentes na amostra Q3.

Foram determinadas as espécies seguintes:

Amostra Q1 — *Dentoglobigerina altispira*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides conglobatus*, *Globigerinoides extremus*, *Neogloboquadrina humerosa*, *Orbulina universa*.

Amostra Q2 — *Dentoglobigerina altispira*, *Globigerina bulloides*, *Globigerina praecalida*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides conglobatus*, *Globigerinoides extremus*, *Globigerinoides seigliei*, *Neogloboquadrina humerosa*, *Orbulina suturalis*, *Orbulina universa*.

Amostra Q3 — *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides seigliei*, *Orbulina suturalis*, *Orbulina universa*.

Amostra Q4 — *Globigerina bulloides*, *Globigerina concina*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides elongatus*, *Globigerinoides extremus*, *Globigerinoides seigliei*, *Globorotalia gr. menardii* (dext.), *Globorotalia miotumida*, *Neogloboquadrina acostaensis*, *Neogloboquadrina humerosa*, *Orbulina universa*.

Amostra Q5 — *Globigerina bulloides*, *Globigerina druryi*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides trilobus*, *Globorotalia conomiozea*, *Orbulina suturalis*, *Orbulina universa*.

Na Fig. 58 apresenta-se a interpretação biostratigráfica. Na base, *N. humerosa* e *G. conglobatus* indicam o Tortoniano superior (provavelmente N17). Na parte superior do perfil, *G. miotumida* e *G. conomiozea* indicam o Messiniano (N17).

Considerando ainda a presença de *Globorotalia* gr. *menardii* (dext.) na amostra Q4, podemos estabelecer correlação com o evento 3 (substituição de *G. menardii* por *G. miotumida*) da Bacia do Guadalquivir (Sierro *et al.*, 1993; 1996).

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes (Quelfes)

Amostra Q1 — *Ammonia*, *Bolivina*, *Bulimina*, *Cancris*, *Globobulimina*, *Globulina spinosa*, *Lagena*, *Lenticulina*, *Neoconorbina*, *Nodosaria badenensis*, *Nonion*, *Pullenia*, *Spiroplectamina*, *Uvigerina*.

Amostra Q2 — *Bulimina*, *Cancris*, *Fursenkoina*, *Globulina spinosa*, *Heterolepa*, *Lenticulina*, *Nodosaria*, *Nonion*, *Pullenia*, *Reussella*, *Spiroplectamina*, *Textularia*, *Uvigerina*.

Amostra Q3 — *Ammonia*, *Bulimina*, *Cancris*, *Cibicides*, *Dentalina*, *Elphidium*, *Globulina spinosa* (rara), *Guttulina* (rara), *Heterolepa*, *Lagena*, *Lenticulina*, *Nodosaria badenensis*, *Nonion*, *Textularia*, *Uvigerina*.

Amostra Q4 — *Ammonia*, *Asterigerina*, *Bulimina*, *Cancris*, *Cibicides*, *Elphidium*, *Globulina spinosa*, *Gyroidina*, *Heterolepa*, *Lenticulina*, *Neoconorbina*, *Nodosaria badenensis*, *Nodosaria hispida*, *Nonion*, *Pullenia*, *Reussella*, *Sphaeroidinella bulloides*, *Textularia*, *Uvigerina*, *Valvulineria bradyana*.

Amostra Q5 — *Cibicides lobatulus*, *Cibicides* spp., *Elphidium* (abundante), *Fursenkoina*, *Lenticulina*, *Neoconorbina*, *Nodosaria*, *Planodiscorbis*, *Pullenia*, *Reussella*, *Sphaeroidinella bulloides*, *Textularia*, *Valvulineria bradyana*.

São associações características de ambientes marinhos do infralitoral, com alguma profundidade. Os foraminíferos são frequentes a abundantes e a diversidade é elevada. A maior abundância e diversidade de foraminíferos da amostra Q4 denuncia um máximo de profundidade.

Existem claras afinidades com os níveis superiores do afloramento de Fábrica-Cacela (Civis *et al.*, 2000).

Idades isotópicas

Os moluscos recolhidos em diferentes níveis do corte deram datações $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ idênticas: 5,3 (+4,3-0,7) Ma, 5,2 (+4,4-1,1) Ma, 5,2 (+4,4-0,6) Ma. Estas idades parecem algo rejuvenescidas se comparadas com as indicações biostratigráficas. O estudo dos foraminíferos planctónicos sugere uma idade de 7 (+1-1) Ma para os sedimentos em estudo. Cremos, portanto, que seria necessário recalibrar a curva isotópica de referência neste intervalo temporal. O corte de Quelfes fornece indicações preciosas neste domínio.

Note-se que glauconites de sedimentos correlativos de Quelfes, na região de Luz de Tavira, deram idades K/Ar de $6,88 \pm 0,4$ Ma e $7,03 \pm 0,4$ Ma (Antunes *et al.*, 1986c).

O evento 3, da Bacia do Guadalquivir, está datado de 7,24 Ma; o evento 2 de 7,35 Ma (informação de F. Sierro da Univ. Salamanca).

Cacela

Localização

Afloramentos nas cercanias de Cacela. Estão cartografados na Carta geológica na esc. de 1: 100 000 (Fig. 59). Coordenadas GPS do corte estudado: N 37° 09' 46", W 7° 32' 48,6". Os níveis superiores podem observar-se na localidade denominada Fábrica.

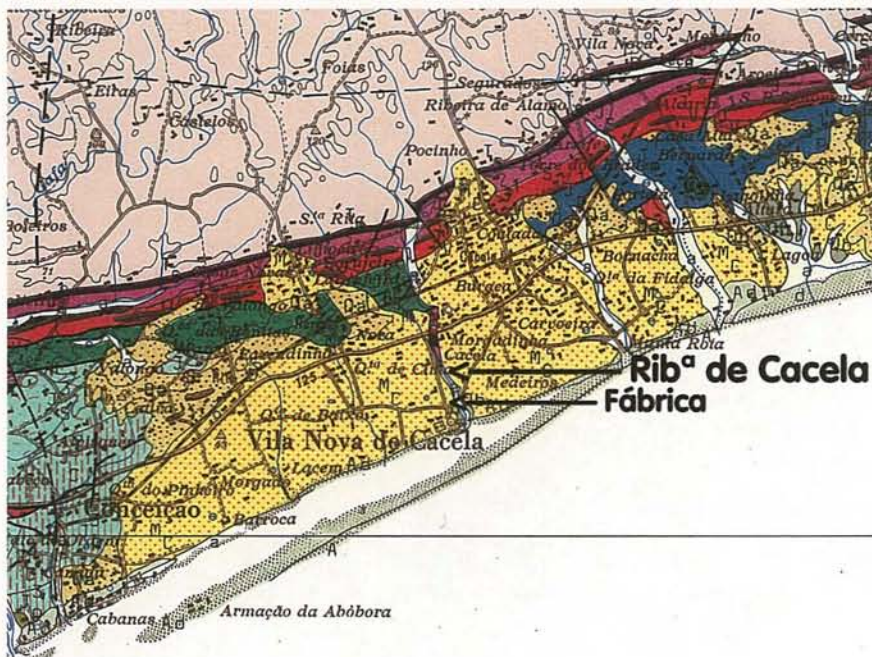


Fig. 59 - Afloramentos da Formação de Cacela (M_c). Carta geológica do Algarve, esc. 1:100 000 (Manuppella, 1992b).

Enquadramento geológico

Litologicamente é constituída por conglomerados (na base), areias e arenitos carbonatados (Fig. 60) ricos de moluscos, peixes, ostracodos, foraminíferos, nanoplâncton calcário e palinofósseis. Na Ribeira de Cacela afloram os níveis inferiores (conglomerados e areias) que contactam em discordância angular com o Triásico; em Fábrica (a Sudoeste) podem ser observados os estratos superiores (siltes amarelos). Constituem os membros inferior e médio da Formação de Cacela (Antunes *et al.*, 1981b).

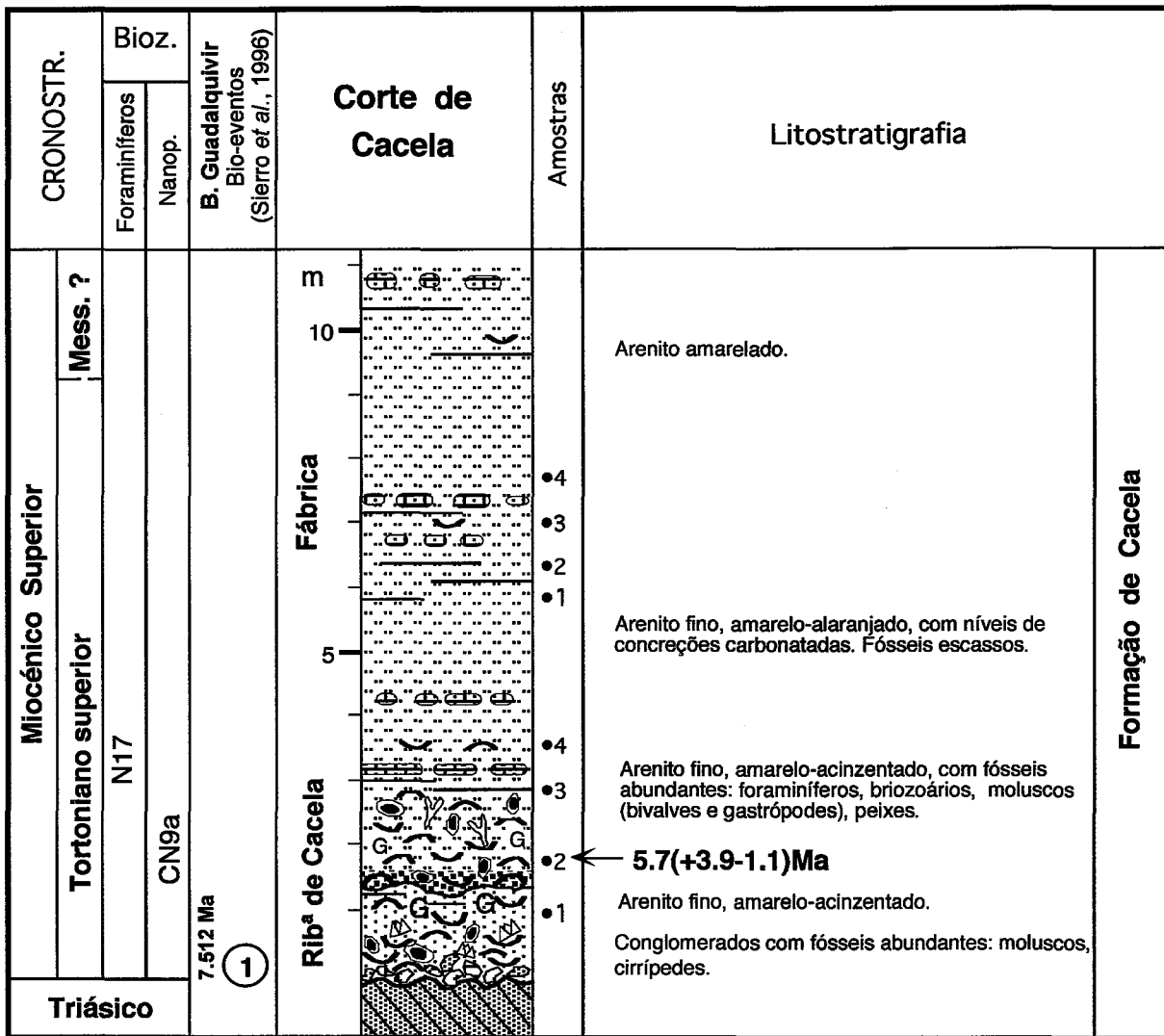


Fig. 60 - Corte de Cacela: enquadramento cronostratigráfico e idade isotópica. Correlação com bio-eventos da Bacia do Guadalquivir (Antunes *et al.*, 1997a; modificado). G - glauconite.

Nestes sedimentos encontra-se o mais rico jazigo de moluscos do Miocénico português, quer em diversidade, quer em qualidade e abundância. Foram estudados por Pereira da Costa (1866; 1867), Cotter (1879; *in* Dollfus *et al.*, 1903-1904; *in* Choffat, 1950), Chavan (1940) e Bourcart & Zbyszewski (1940), Freneix (1957) e Brébion (1957).

Enquadrados no estudo sistemático do Neogénico do Algarve, empreendido desde 1979 pelo Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da UNL (INIC) e, ulteriormente, pelo Centro de Estudos Geológicos da UNL (FCT), foi clarificado o conhecimento paleontológico e estratigráfico, bem como a cronologia (dados essenciais quanto a Cacela, Antunes *et al.*, 1981b; resultados subsequentes, Antunes *et al.*, 1990a, 1997a, 2000b; Pais, 1982; González-Delgado *et al.*, 1995; González-Delgado & Civis, 2000; e Civis *et al.*, 2000). Registemos, além destas, contribuições de Cachão (1995c) e Santos & Boski (1998; em parte redundante).

Bizon (*in* Antunes *et al.*, 1981b) assinala a presença de *Globigerinoides extremus*, *Globorotalia* aff. *conomiozea*, *Globorotalia pseudomiocenica*, *Globotalia menardii*, *Globorotalia acostaensis* (sinist.) e *Globorotalia humerosa* (sinist.) que indicam o topo da zona N16 ou, mais provavelmente, a zona N17.

Sierro (*in* Antunes *et al.*, 1990a) identificou abundantes foraminíferos planctónicos no afloramento de Fábrica, entre os quais *Globigerinoides extremus*, *Globigerinoides seigliei* e *Neogloboquadrina acostaensis* (sinist.). Considerando, ainda, a presença do bentónico *Spiroplectamina carinata*, que desaparece no Messiniano basal, atribuiu a associação ao Tortoniano superior.

Para Nascimento (*in* Antunes *et al.*, 1981b) a fauna de ostracodos, muito rica, sugere idade messiniana.

Foraminíferos planctónicos e análise biostratigráfica

Além das espécies reconhecidas em trabalhos anteriores, as amostras Rib^a Cacela 2 e Fábrica 2 (Fig. 60) forneceram elementos que consideramos importantes, em especial no concernente ao grupo mais significativo (e como tal considerado internacionalmente), os foraminíferos planctónicos.

Em Rib^a Cacela 2 ocorrem globorotalias carenadas do grupo *menardii* com enrolamento sinistrógiro. Na Bacia do Guadalquivir, Sierro (1985) e Sierro *et al.* (1993) identificaram uma série de bio-eventos. O primeiro é definido pelo súbito desaparecimento ou redução de *Globorotalia menardii* grupo I (sinist.). O segundo é marcado pelo aparecimento de abundantes *Globorotalia menardii* grupo II (dext.). Entre estes dois eventos, as águas temperadas do Atlântico Norte e do Mediterrâneo estiveram praticamente desprovidas de globorotalias carenadas (Sierro *et al.*, 1993, pág.143).

Fábrica 2 fornece uma associação rica e diversificada de foraminíferos, mas nenhuma globorotalia carenada. Esta situação já tinha sido assinalada (Antunes *et al.*, 1990a): *Globigerina bulloides*, *Globigerina apertura*, *Globigerina druryi*, *Globigerinita glutinata*, *Globigerinoides bulloideus*, *Globigerinoides extremus*, *Globigerinoides seigliei*,

Globigerinoides immaturus, *Orbulina universa*, *Orbulina suturalis*, *Globigerina quinqueloba*, *Globoquadrina globosa*, *Globorotalia scitula*, *Neogloboquadrina acostaensis* (sinist.). É óbvia a falta de globorotalias carenadas.

Assim, pode estabelecer-se paralelismo com a Bacia do Guadalquivir: Cacela (e Fábrica) situam-se entre os eventos 1 e 2, que datam do Tortoniano superior (actualmente com idades astronómicas de 7,512 Ma e 7,35 Ma, respectivamente; informação de F. Sierro, da Univ. Salamanca).

Foraminíferos bentónicos e análise dos paleoambientes

As amostras mais ricas deram os seguintes foraminíferos bentónicos:

Rib^a Cacela 2 — Abundantes *Ammonia*, *Nonion*, *Elphidium*; *Cancris*, *Reussella*, *Nodosaria*; raros *Guttulina*, *Lenticulina*, *Fursenkoina* e *Neoeponides schreibersi*.

Fábrica 2 — *Ammonia*, *Nonion*, *Textularia*, *Spiroplectaminna carinata*, *Brizalina*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Cibicides*, *Globobulimina*, *Lenticulina*, *Pullenia*, *Guttulina* e *Marginulina*.

Antunes *et al.* (1981b) assinalam a presença de *Spiroplectaminna carinata*, *Marginulina*, *Heterolepa*, *Ammonia*, *Nonion* e *Uvigerina* nos afloramentos da Ribeira de Cacela. Não obtiveram resultados positivos a partir das intensas pesquisas de microfauna em camadas intermédias (siltes amarelos) e superiores (siltes acinzentados) do corte de Cacela.

Civis *et al.* (2000) indicam que os foraminíferos bentónicos são abundantes mas pouco diversificados nos níveis de concentração de moluscos. *Ammonia beccarii* e *Nonion boueanum* predominam. Em menor proporção ocorrem *Elphidium crispum*, *Lobatula lobatula*, Discorbidae e alguns Nodosaridae (conchas grandes). Em Fábrica, a associação bentónica é mais abundante e diversificada (cerca da centena de espécies), destacando-se buliminídeos, bolivinídeos, uvigerinídeos e *Valvulineria bradyana*.

Os foraminíferos bentónicos sugerem ambientes marinhos pouco profundos, com aumento de profundidade para a secção de Fábrica, e algum confinamento com desenvolvimento de condições anóxicas.

Há ainda camadas mais altas, pobres de fósseis.

Idades isotópicas

Datação $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de molusco (bivalve) deu 5,7 (+3,9 -1,1) Ma. Tendo em conta a informação biostratigráfica, esta datação está rejuvenescida. Os foraminíferos planctónicos apontam para uma idade entre 7,512 e 7,35 Ma (Tortoniano superior). A curva de calibração para isótopos de Sr está, provavelmente, estabelecida com menor rigor neste intervalo de tempo, como foi dito (p. 165).

SÍNTESE CRONOSTRATIGRÁFICA

Datações de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ e dados biostratigráficos permitiram estabelecer um novo quadro estratigráfico para as unidades siltíticas do Neogénico do Algarve (Antunes *et al.*, 2000b; Fig. 53); há que modificar pormenores tendo em conta elementos obtidos no presente estudo (Fig. 65).

A Formação de Lagos-Portimão corresponde a depósitos sedimentares de tipo “plataforma carbonatada”, a qual se desenvolveu durante um longo intervalo de tempo (Burdigaliano inferior a Serravaliano superior). Em Arrifão, datações na base do corte deram ca. de 19,5 Ma (Fig. 61). Na Praia do Canavial (Lagos, Fig. 62), datações em camadas inferiores deram 17,5 ($\pm 0,7$) Ma. Foraminíferos planctónicos de camadas estratigraficamente mais altas indicam o Burdigaliano superior (N7) a Langhiano inferior (N8) (Bizon *in* Antunes *et al.*, 1981b). Na Praia da Rocha (Fig. 55), a ocorrência de *Orbulina* indica idade pós-Langhiano; datações isotópicas apontam para Serravaliano médio a superior.

No topo da sucessão da Praia da Rocha, arenitos e areias finas que assentam por disconformidade na Formação de Lagos-Portimão deram *Globigerina concina* e *Neogloboquadrina cf. acostaensis*, que indicam o Miocénico superior.

Deu-se no Tortoniano inferior uma mudança na sedimentação para ambientes siliciclásticos, com deposição de arenitos e areias finas amareladas (Fig. 63).

No interior do Algarve (Mem Moniz) ocorrem espongolitos ricos de microfósseis. *Neogloboquadrina acostaensis* e *Neogloboquadrina humerosa* permitem datá-los do Miocénico superior (Tortoniano, parte superior de N16 ou mesmo N17). Estes sedimentos são correlativos da Formação de Cacula.

No Tortoniano superior a sedimentação foi mais significativa no Algarve Oriental, em relação com o enchimento da Bacia do Guadalquivir. Os depósitos iniciam-se por calcários detríticos, localmente muito ricos de *Heterostegina*, que passam a conglomerados e siltitos muito fossilíferos (Formação de Cacela).

O estudo dos foraminíferos planctónicos de Cacela (Fig. 60) e Quelfes (Fig. 58), nomeadamente o tipo de enrolamento de globorotalias do grupo *menardii* e a ocorrência de *Globorotalia miotumida* (em Quelfes) permite correlação com os bio-eventos 1 a 3 (7,512 a 7,24 Ma) caracterizados na Bacia do Guadalquivir (Sierro *et al.*, 1993; 1996).

Os conglomerados de Galvanas (Faro) colocam problemas. Datação K/Ar de glauconite indica $6,72 \pm 0,17$ Ma. Todavia, a glauconite pode ter sido remobilizada a partir de níveis mais antigos (Formação de Cacela). Parecem estar relacionados com momento de forte instabilidade tectónica, como o da instalação do olistostroma do Guadalquivir.

O Pliocénico não está bem caracterizado. As areias de Olhos de Água apresentam uma intercalação marinha pouco espessa, rica de vertebrados marinhos (peixes, um crocodilo, cetáceos, sirenídeos) que pode corresponder ao início do Pliocénico superior. Contudo, os peixes, mamíferos marinhos e o crocodilo apontam para o Serravaliano a Tortoniano. Datações $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ efectuadas em ostras e em dentes de peixe forneceram valores de 3,0 (+2,5-1,0) Ma (Fig. 64).

Areias do mesmo tipo ocorrem em Morgadinho (Luz de Tavira). São sobrepostas por margas, argilitos lignitosos, calcários lacustres e uma crosta carbonatada. Os argilitos lignitosos forneceram fauna de pequenos mamíferos correspondente ao intervalo Pliocénico superior e parte inferior do Plistocénico médio (MN17-MN20). Em Algoz foi recolhida uma fauna datada do Plistocénico inferior (Bihariano) em depósitos semelhantes. É possível que as jazidas de Morgadinho e de Algoz sejam correlativas.

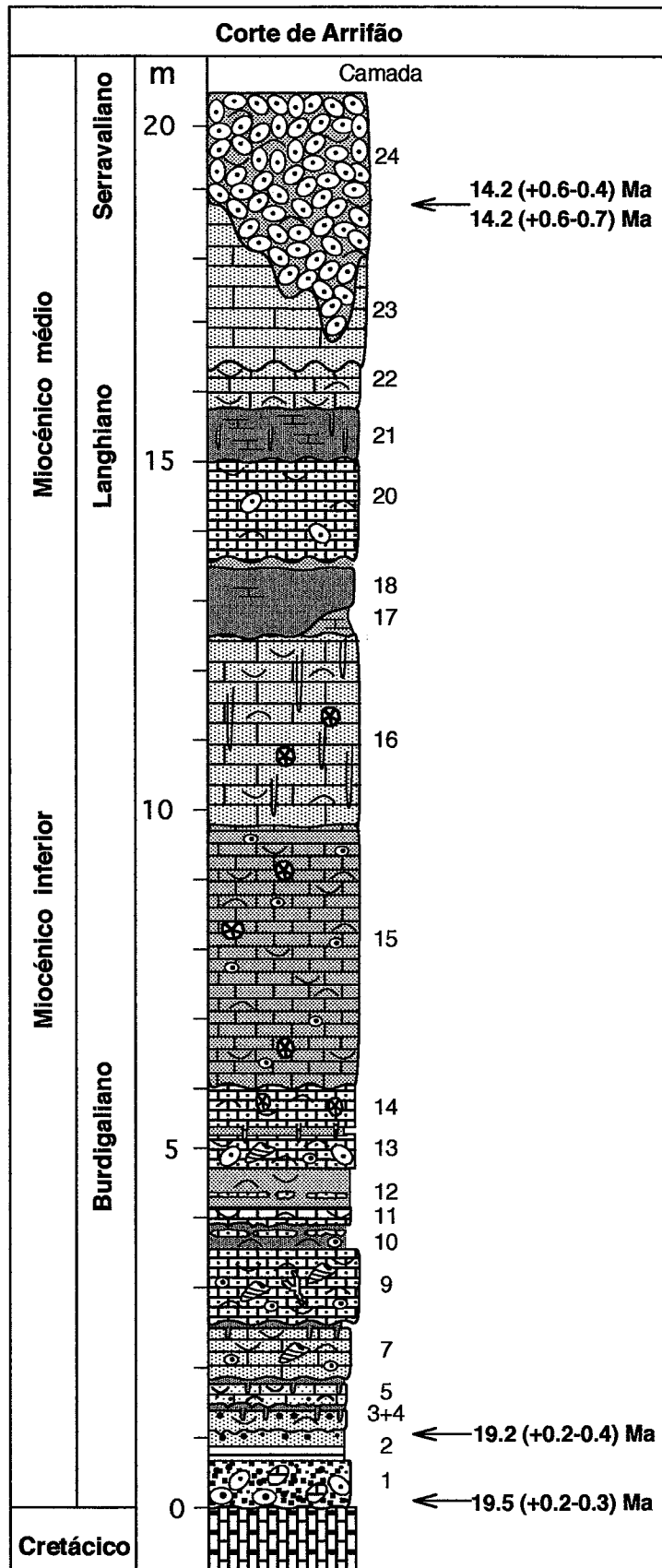


Fig. 61 - Corte de Arrifão: enquadramento cronostratigráfico e idades isotópicas (descrição das camadas na página seguinte). Original.

Corte de Arrifão (Fig. 61; observação e descrição por J. Pais em 1982)

- 1- Lumachela com grandes ostras, *Pecten*, *Cardium*, coraliários, briozoários. Calhaus rolados de calcário e de quartzo (0,70 m).
- 2 - Argila gorda, carregando-se para o topo de areão e seixos muito rolados. Sem fósseis (0,40m).
- 3 - Conglomerado com elementos rolados de quartzo, calcário, muitos fragmentos de lamelibrânquios, gastrópodes grandes (*Conus*), ouriços. Para o topo rareiam os grandes elementos. Cor: tons de amarelo com dominante avermelhada (0,15 a 0,25 m).
- 4 - Nível fino; silte amarelo torrado, em depressão, bioturbações (0,05 m).
- 5 - Calcarenito grosseiro (um pouco menos que o anterior), amarelo menos carregado, não se observaram calhaus de quartzo, muitos fragmentos de fósseis (pectinídeos, colónias de briozoários, ouriços, dentes de *Odontaspis*, *Sparidae*). Calhaus de calcário (0,35 m).
- 6 - Silte com bioturbações (0,02 a 0,10 m).
- 7 - Biocalcarenito grosseiro, com seixos, pequenos fragmentos de quartzo. Muitos *Chlamys* fracturados (talvez por carga *in situ*), poucos e pequenos ostreídeos, alguns equinídeos, rico de briozoários filamentosos (sobre algas, e incrustantes em colónias mais ou menos globosas), heterosteginas (não muito abundantes, grandes, frequentes na parte superior da camada, numa espécie de pequeno canal), alguns tubos calcários (vermes; *Ditrupa*). Esta camada deforma, por carga, a camada 6. Amarelo esbranquiçado (0,75 m).
- 8 - Silte argiloso, irregular, em depressão. Não foram observados fósseis. Com fragmentos da camada 7 (0 a 0,10 m).
- 9 - Biocalcarenito, amarelo claro, com frequentes *Chlamys*, pequenos ostreídeos (*Pycnodonta*), bastantes lamelibrânquios (*Tellina*) (1,10 m).
- 10 - Fim da sequência precedente, em depressão, aspecto concrecionado, cor amarelo torrado. Escassos fragmentos de pectinídeos, alguns briozoários, ostreídeos (0,35 m).
- 11- Calcarenito amarelo claro, pouco fossilífero; algas, briozoários, pectinídeos com orelhas mais pequenas (0,30 m).
- 12- Silte, concrecionado, com pouco cimento carbonatado, escassos fragmentos (muito pequenos) de lamelibrânquios. Não foram vistos outros moluscos nem briozoários. No topo, silte menos consolidado (0,55 m).
- 13 - Biocalcarenito em relevo, amarelo esbranquiçado, com muitos fragmentos de pectinídeos, ostreídeos (tanto ostras pequenas/marinhas, como grandes/salobras), briozoários, gastrópodes (molde interno de pequena *Turritella*). Tudo muito partido. Não foram observados *Heterostegina* nem ouriços. Passa, no topo, a silte solto quase sem carbonato (0,60 m).
- 14 - Biocalcarenito em relevo, amarelo claro, bioturbado na base. As tubulações penetram na camada 13. Muitos fragmentos pequenos de moluscos, fragmentos de ouriço, aguilhão caudal de *Dasyatidae*, briozoários, raras heterosteginas pequenas (0,65 m).
- 15 - Biocalcarenito amarelo esbranquiçado, aspecto concrecionado, briozoários, pectinídeos,

ostreídeos, ouriços; não se viram heterosteginas. Fósseis geralmente partidos (3,83 m).

16 - Biocalcarenito esbranquiçado, amarelado nas superfícies mais expostas, fortemente bioturbado com alguns pectinídeos (*Pecten revolutus*), extremamente rico de heterosteginas (no geral pequenas mas não tão grandes, em geral, como as de Faro); a massa da rocha é constituída quase exclusivamente por *Heterostegina*. Muitos ouriços, em especial *Clypeaster*, uns em posição de vida, outros com a face inferior para o topo, escassos fragmentos de ostreídeos, poucos *Balanus* e outros moluscos (2,80 m).

17 - Interbanco mais argiloso, amarelo claro. Briozoários variados, *Heterostegina*, poucos moldes de lamelibrânquios (*Solen?*) (0,4 m).

18 - Silte aparentemente compacto mas pouco coerente em amostra de mão, um tanto carbonatado, aspecto concrecionado, acinzentado no interior, amarelo muito torrado à superfície. Não se observam fósseis (0,5 a 1 m).

19 - Silte em depressão, aparentemente ainda menos consolidado que a camada 18, amarelo claro a amarelo torrado, às vezes com aspecto concrecionado.

20 - Biocalcarenito amarelo esbranquiçado com tons rosados. A parte inferior da camada é uma massa de briozoários, algas, algumas valvas partidas de grandes ostras, bonitas concreções algares e pectinídeos. A camada parece denotar "slumping"; tem pequenas fracturas (escorregamento e deformação relacionada com o diapiro). Nos 2/3 superiores, briozoários menos abundantes; predomínio de algas ("bolas" de *Lithothamnium*, às vezes com 4-5 cm), alguns *Clypeaster*, além de lamelibrânquios, pectinídeos não muito abundantes (1,55 m).

21 - Silte compacto, carbonatado, com bioturbações; não se vêem fósseis (0,7 a 0,8 m).

22 - Biocalcarenito com briozoários raros, alguns *Balanus* (frequentes), heterosteginas (de modo geral pequenas, não muito abundantes), frequentes fragmentos de pectinídeos, Serpulídeos (tubos), ostreídeos muito pequenos com valvas finas, outros lamelibrânquios; amarelo acinzentado (0,35 a 0,4 m).

23 - Biocalcarenito, na base mais grosseiro, com fósseis muito partidos. Briozoários, ostreídeos pequenos, alguns pectinídeos, fragmentos de ouriços entre os quais *Clypeaster*, bioturbações, outros lamelibrânquios partidos, algumas heterosteginas. Fósseis com pátina ferruginosa. Passa superiormente a biocalcarenito mais fino, com grandes heterosteginas muito abundantes (talvez as maiores do corte, atingindo 5mm), muitos ouriços (*Clypeaster* e *Scutella*); pectinídeos e outros lamelibrânquios, muitos *Balanus*, poucos gastrópodes, tubos calcários de vermes (não se viram briozoários). Caracteriza-se pela riqueza de *Scutella* e de heterosteginas (2,5 m).

24 - Banco de ostras grandes, valvas nem sempre dissociadas, às vezes orientadas. Muitos *Chlamys*.

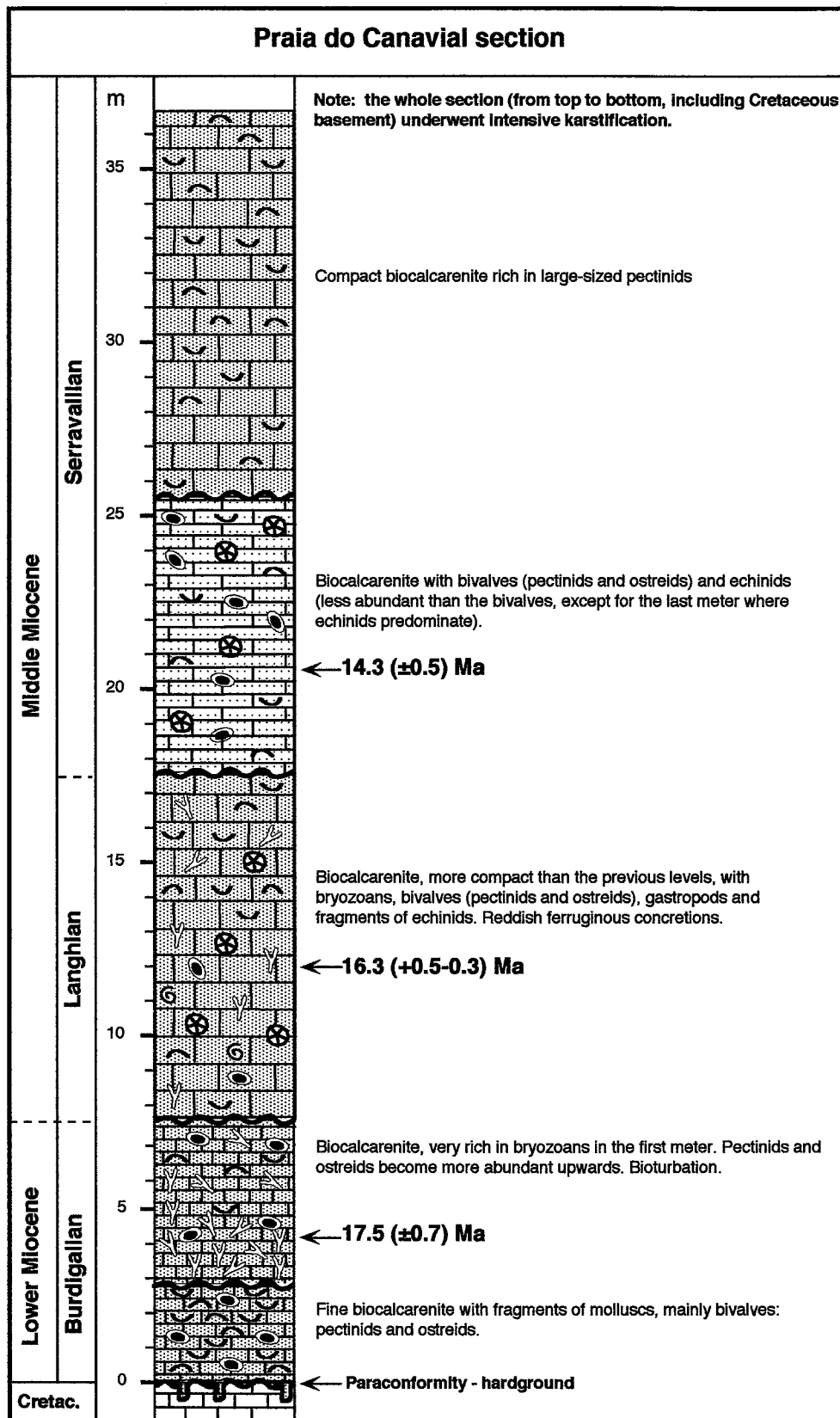


Fig. 62 - Corte da praia do Canavial: enquadramento cronostratigráfico e idades isotópicas (Antunes *et al.*, 2000b).

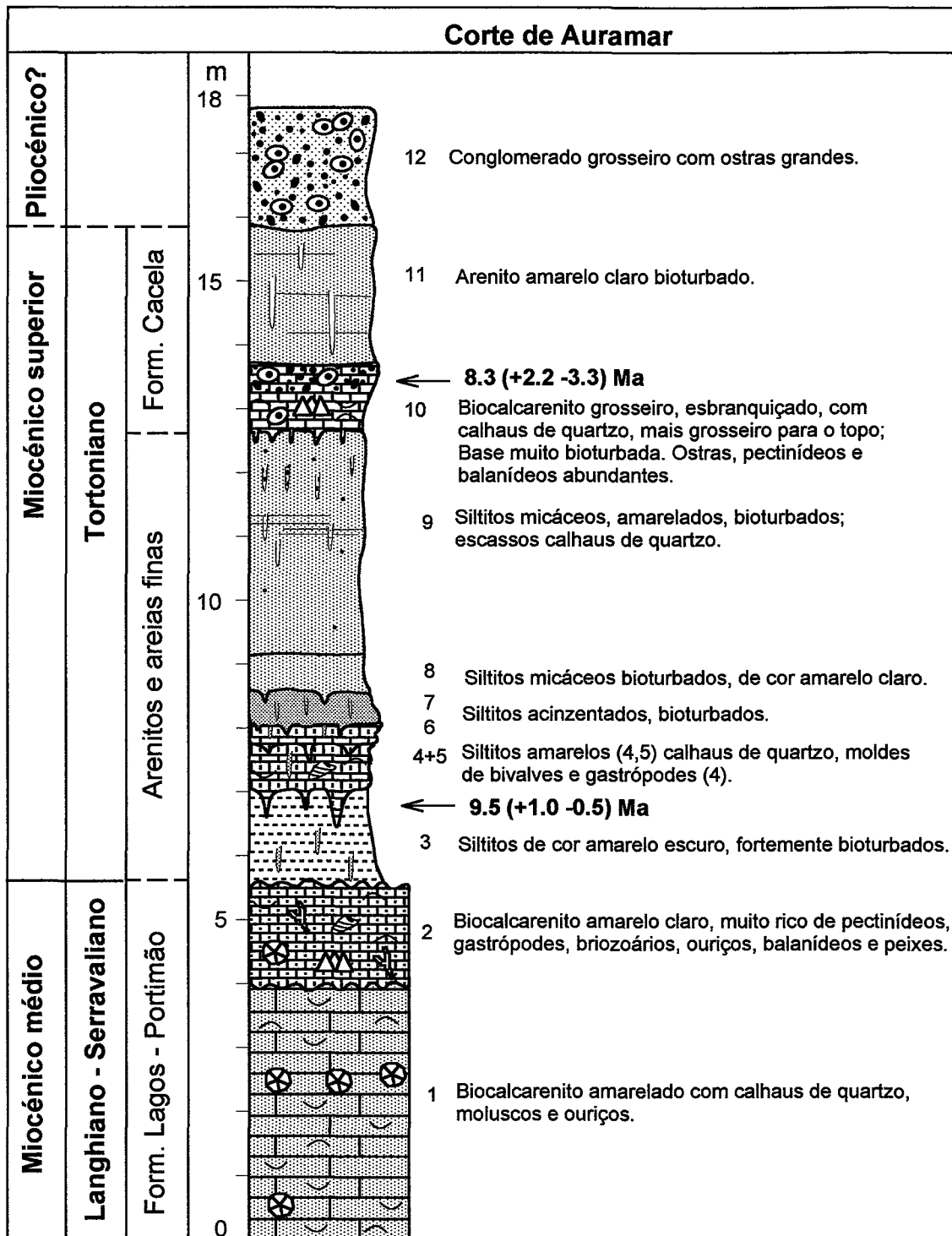


Fig. 63 - Corte da praia do Hotel de Auramar. Idades isotópicas e interpretação cronostratigráfica. Original.

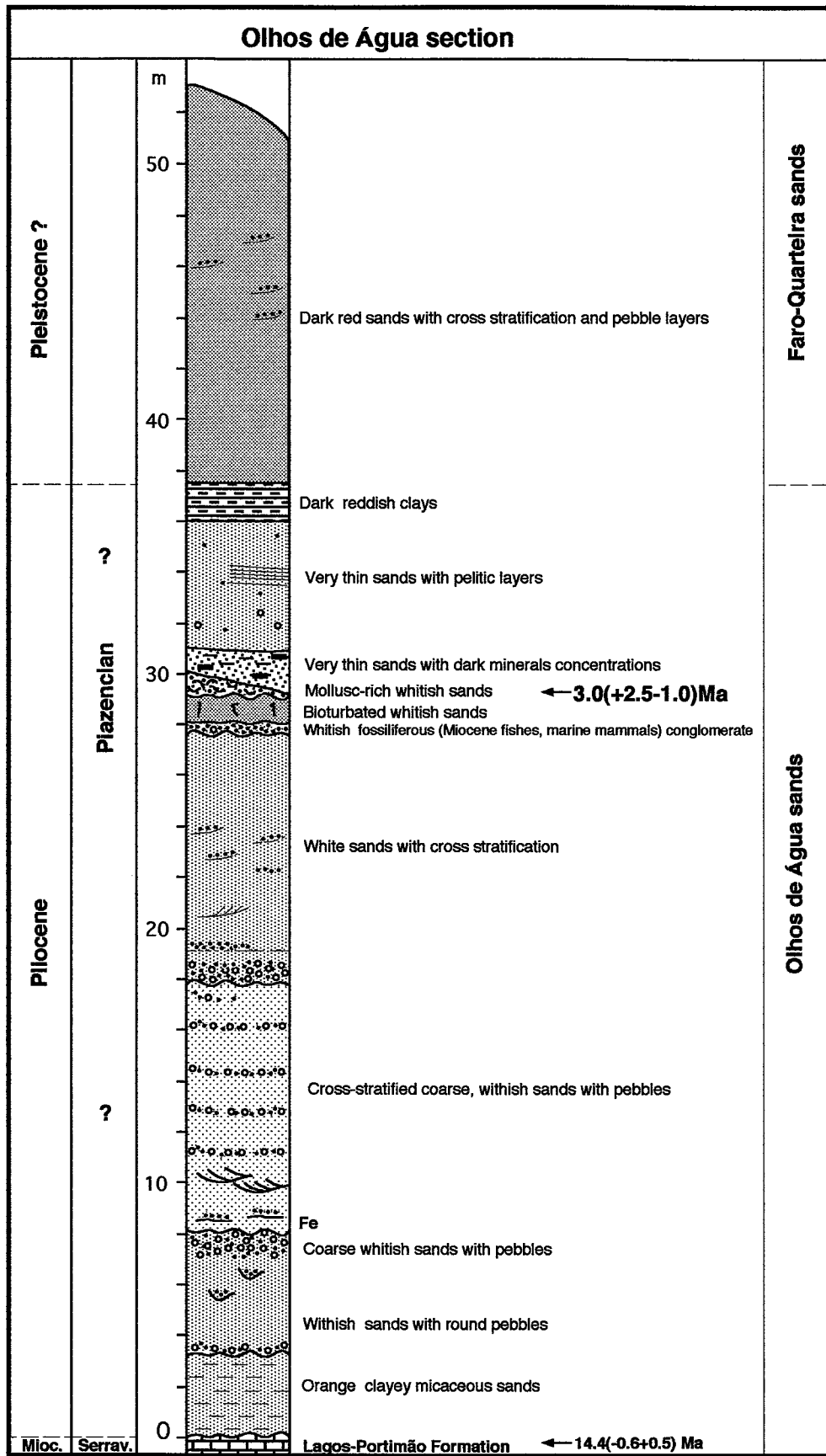


Fig. 64 - Corte de Olhos de Água; datações isotópicas e enquadramento cronostratigráfico (Antunes *et al.*, 2000b).

COMPARAÇÃO DO MIOCÉNICO DA PLATAFORMA ALGARVIA E BACIA DO GUADALQUIVIR (parte portuguesa) COM O DA BACIA DO BAIXO TEJO

O enchimento miocénico da BBT é constituído por uma sucessão predominantemente siliciclástica composta por alternância de argilas, areias finas (areolas), calcarenitos (às vezes muito fossilíferos) ou calcários, areias (às vezes arcósicas) e conglomerados. Os estudos de Estratigrafia sequencial permitiram a definição de 10 sequências deposicionais, do Aquitaniano ao Tortoniano (Figs 46, p. 116 e 47, p. 129).

No Algarve, o Miocénico inferior e médio é constituído por calcarenitos e calcários arenosos de pequena profundidade, com algumas intercalações de arenitos. O Miocénico superior é essencialmente siliciclástico — arenitos e margas com algumas intercalações de calcários biodetríticos e conglomerados. A tentativa de definição de sequências deposicionais revelou-se problemática em consequência da maior homogeneidade de fácies, da menor continuidade lateral dos afloramentos e da tectonização. Nas diversas colunas litostratigráficas levantadas deu-se especial atenção à identificação de descontinuidades sedimentares principais (superfícies erosivas). Todavia, no Miocénico inferior e médio, a baixa resolução biostratigráfica dificulta a correlação entre cortes. Acresce que se torna difícil, às vezes, acompanhar lateralmente as próprias descontinuidades, devido a mudança de fácies e/ou dificuldades de acesso aos afloramentos.

A definição de marcadores estratigráficos com base nas biofácies, litologia e registos de raios gama (Forst *et al.*, 2000) deu resultados promissores com vista à correlação de afloramentos isolados, mas apenas foi aplicada a um sector muito restrito da Formação Carbonatada de Lagos-Portimão.

Em todo o caso, os dados litostratigráficos, biostratigráficos e cronológicos (idades isotópicas de Sr em conchas de moluscos e de K/Ar de glauconites) conhecidos permitem o posicionamento cronostratigráfico indicado na Fig. 65, p. 179.

Comparando o Miocénico algarvio com o do Baixo Tejo (Fig. 46, p. 116) verifica-se que:

- o início da sedimentação (19,5 Ma, Burdigaliano inferior) é ulterior ao da BBT (22,5 Ma, Aquitaniano);
- a parte inferior do corte de Arrifão (Fig. 61, p. 173) é contemporânea da parte inferior do corte de Foz da Fonte (Fig. 24, p. 59). Em ambos os casos o Miocénico assenta sobre o Cretácico;
- a descontinuidade sedimentar entre 16,2 e 17,5 Ma pode ser correlacionada com a D6 da BBT (contemporânea da discordância angular intra-miocénica de Portinho da Arrábida);
- a descontinuidade sedimentar entre 14,6 e 15,5 Ma pode ser correlacionada com a D7 da BBT;
- a transição para sedimentação siliciclástica pode ser correlacionada com a D9 da BBT;
- no Algarve ocorreu sedimentação no Tortoniano superior a Messiniano inferior, enquanto a parte distal da BBT esteve sujeita a erosão e/ou não deposição.
- a presença em quantidade de macroforaminíferos bentónicos estenotérmicos (heterosteginídeos) no Miocénico superior, evidencia diferença importante em relação à BBT. A descida de temperaturas predominantes não foi tão acentuada onde hoje é o Algarve, mantendo-se águas mais “quentes”; de notar que na BBT a ocorrência abundante destes macroforaminíferos apenas é conhecida em certos níveis do miocénico inferior (Foz da Fonte, Penedo Sul, Almada).

OCORRÊNCIA DE FORAMINÍFEROS NOS CORTES ESTUDADOS

- **Foraminíferos planctónicos**
- **Foraminíferos bentónicos**

SISTEMÁTICA

- **Foraminíferos planctónicos**
- **Foraminíferos bentónicos**

FORAMINÍFEROS PLANCTÓNICOS

Reino: **Protista** Haeckel, 1866

Filo: **Sarcodina** Schmarda, 1871

Classe: **Reticularia** Lankester, 1885

Sub-classe: **Granuloreticulosia** de Saedeleer, 1934

Ordem: **Foraminiferida** Eichwald, 1830

Família: Candeinidae Cushman, 1927

Género: ***Globigerinita*** Brönnimann, 1951

Espécie tipo: ***Globigerinita naparimaensis*** Brönnimann, 1951

A carapaça apresenta enrolamento trocospiralado, câmaras globulares a ovóides e suturas deprimidas, radiais a ligeiramente curvas. Possuem uma *bulla* irregular que cobre a abertura primária e se expande pelas suturas entre a câmara final e as anteriores, com numerosas aberturas infralaminais (Postuma, 1971). A parede da carapaça apresenta-se perfurada por minúsculos poros irregularmente distribuídos; a sua superfície está coberta por pequenas pústulas ou tubérculos subcónicos (Kennett & Srinivasan, 1983).

O género ocorre desde o Oligocénico superior até a actualidade (Kennett & Srinivasan, 1983).

Globigerinita glutinata (Egger, 1893)

Concha pequena. Apresenta quatro câmaras globosas na última volta. Abertura umbilical em forma de ranhura estreita.

Família: *Catapsydracidae* Bolli, Loeblich, & Tappan, 1957

Género: ***Catapsydrax* Bolli, Loeblich, & Tappan, 1957**

Espécie tipo: *Globigerina dissimilis* Cushman & Bermudez, 1937

Inclui as espécies que apresentam carapaça com enrolamento trocospiralado, parede perfurada, lisa ou escrobiculada, câmaras esféricas a ovóides, suturas radiais a ligeiramente curvas e deprimidas. A abertura primária, interiomarginal, umbilical, está geralmente coberta por uma *bulla* simples, umbilical, apresentando uma ou mais aberturas acessórias infralaminais (Postuma, 1971).

Este género, predominantemente paleogénico, atinge o máximo de diversidade durante o Oligocénico médio; persiste até o Miocénico inferior, tornando-se escasso a partir da zona N7 (Kennett & Srinivasan, 1983).

***Catapsydrax unicavus* Bolli, Loeblich & Tappan, 1957** (Estampa I, Fig. 2)

Caracteriza-se por possuir uma *bulla* inflada, com uma única abertura acessória infralaminar. A superfície da concha é nitidamente faveolada.

Espécie extremamente rara na Bacia do Tejo. Aparece, esporadicamente, em sedimentos de maior profundidade correlacionáveis com a unidade IVa (Foz da Fonte, Penedo e Cristo Rei).

Género: ***Dentoglobigerina* Blow, 1979**

Espécie tipo: *Globigerina galavisi* Bermudez, 1961

Blow (1979, *in* Kennett & Srinivasan, 1983), propôs o género *Dentoglobigerina* para morfotipos com abertura restrita à posição umbilical com um dente. Para Kennett & Srinivasan (1983), estas características são intermédias entre *Globigerina* e *Globoquadrina*, não podendo, estes indivíduos, ser incluídos em *Globigerina* por apresentarem dentes umbilicais e em *Globoquadrina* por possuírem a abertura limitada à posição umbilical. No sentido filogenético adoptado por estes autores, o género *Dentoglobigerina* inclui, unicamente, as formas da linha evolutiva *D. galavisi* → *D. globularis* → *D. altispira globosa* → *D. altispira altispira*.

O género evoluciona a partir do Oligocénico superior, extinguindo-se no Pliocénico inferior (Kennett & Srinivasan 1983).

***Dentoglobigerina altispira* morf. *altispira* (Cushman & Jarvis, 1936)**

Apresenta o umbigo muito aberto e profundo, e câmaras inicialmente sub-esféricas, sendo as últimas algo comprimidas e alongadas em direcção ao umbigo. Trocospira bastante alta.

***Dentoglobigerina altispira* morf. *globosa* Bolli, 1957**

Diferencia-se de *Dentoglobigerina altispira* morf. *altispira* pelas câmaras globosas, menos comprimidas e trocospira menos alta.

Género: *Globoquadrina* Finlay, 1947

Espécie tipo: *Globoquadrina dehiscens* Chapman, Parr & Collins, 1934

Segundo Kennett & Srinivasan (1983), este género, tal como está definido, inclui as formas com enrolamento trocospiralado, periferia equatorial quadrada a subquadrada, e abertura interiomarginal em posição extra-umbilical-umbilical possuindo um ou mais dentes umbilicais.

O género ocorre desde o Oligocénico até o Pliocénico (Kennett & Srinivasan, 1983; Bolli & Saunders, 1985).

***Globoquadrina baroemoenensis* (Leroy, 1939) (Estampa II, Fig. 5)**

Apresenta quatro câmaras globosas, na última volta, crescendo rapidamente. As três últimas constituem dois terços da concha. Abertura umbilical, subrectangular, provida de um dente no centro.

***Globoquadrina dehiscens* (Chapman, Parr & Collins) Parker, 1967 (Estampa II; Fig. 6)**

Apresenta três e meia a quatro câmaras na última volta, muito comprimidas lateralmente. Periferia equatorial subquadrada. Lado dorsal quase plano. Abertura umbilical, estreita, coberta pelo dente.

***Globoquadrina praedehiscens* Blow & Banner, 1962**

Tem três câmaras na última volta, fortemente comprimidas, que crescem rapidamente. Diferencia-se de *G. dehiscens* por apresentar unicamente três câmaras na última volta, periferia equatorial mais arredondada e abertura umbilical mais ampla.

Género: *Globorotaloides* Bolli, 1957Espécie tipo: ***Globorotaloides variabilis* Bolli, 1957**

Segundo Kennett & Srinivasan (1983), inclui formas com enrolamento trocospiralado, câmaras esféricas a ovóides, superfície da parede faveolada, com poros no centro de pequenas depressões e abertura primária interiomarginal, extraumbilical-umbilical, tornando-se umbilical nos estados finais de desenvolvimento. A última câmara é, frequentemente, menor que a penúltima e pode cobrir parte, ou a totalidade, do umbigo, assemelhando-se a uma *bulla*.

Estas características podem originar confusão com outros géneros: *Globorotalia* (pela abertura umbilical-extraumbilical), *Globigerina* (pela abertura umbilical nos estados finais), *Catapsydrax* (pela última câmara em forma de *bulla*) e *Globoquadrina* (pelo tipo de parede e placas aperturais).

O género ocorre desde o Eocénico médio, extinguindo-se no Miocénico superior segundo Loeblich & Tappan (1988a), ou atingindo o Holocénico, segundo Kennett & Srinivasan (1983).

***Globorotaloides suteri* Bolli, 1957 (Estampa II, Fig. 8)**

Concha com quatro a quatro e meia câmaras globosas, na última volta, crescendo gradualmente. A última câmara de tipo *bulla* tende a ser menor que a penúltima. Periferia equatorial trapezoidal, periferia axial arredondada.

Família: Globigerinidae Carpenter, Parker, & Jones, 1862

Sub-família: Globigerininae Carpenter, Parker, & Jones, 1862

Género: *Globigerina* d'Orbigny, 1826Espécie tipo: ***Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826**

Em geral são incluídos neste género os indivíduos apresentando carapaça com enrolamento trocospiralado, parede perfurada (podendo ser lisa, escrobiculada, em forma de favo, hispida ou espinhosa) câmaras esféricas a ovóides e suturas deprimidas, radiais a curvas no lado dorsal e radiais no lado ventral, com abertura interiomarginal umbilical (Postuma, 1971).

Com base na ultraestrutura da superfície da carapaça e nas relações filogenéticas, Kennett & Srinivasan (1983) propõem a subdivisão deste género em *Globigerina* (*Globigerina*) d'Orbigny e *Globigerina* (*Zeaglobigerina*) Kennett & Srinivasan.

Sub-género: *Globigerina (Globigerina)* d'Orbigny, 1826Espécie tipo: *Globigerina bulloides* d'Orbigny, 1826

Este subgénero agrupa espécies que apresentem a carapaça com superfície hispida, perfurada, com poros cilíndricos. O carácter hispido das carapaças fossilizadas resulta da presença de pequenas pústulas que constituem as bases das delgadas espinhas que se observam nos espécimes vivos.

A espécie primordial com carácter hispido parece ser *Globigerina officinalis* que, durante o Eocénico superior, terá dado origem a duas linhas evolutivas — *G. (G.) angustumbilicata* → *G. (G.) ciperoensis* → *G. (G.) angulisuturalis*, sobretudo confinada ao Paleogénico, e *G. (G.) praebulloides* → *G. (G.) bulloides*, maioritariamente confinada ao Neogénico.

***Globigerina (Globigerina) angustumbilicata* Bolli, 1957**

Apresenta 5 câmaras na última volta, crescendo lentamente; câmaras subglobulares, às vezes ligeiramente comprimidas. Região umbilical pequena; a última câmara tende a cobrir o umbigo. Suturas radiais deprimidas.

***Globigerina (Globigerina) bulloides* d'Orbigny, 1826 (Estampa II, Fig. 7)**

No lado ventral apresenta (na última volta) quatro câmaras crescendo lentamente. Umbigo amplo. Suturas deprimidas. Trocospira muito baixa.

***Globigerina (Globigerina) bulloides* morf. *umbilicata* Orr & Zaitzeff, 1971**

Designamos assim exemplares semelhantes a *G. (G.) bulloides* apresentando cinco câmaras na última volta, umbigo muito largo e profundo e a última câmara com um lábio fino.

***Globigerina (Globigerina) falconensis* Blow, 1959**

Difere de *G. (G.) bulloides* por apresentar a abertura com arco mais baixo, provida de lábio mais ou menos desenvolvido. Existem formas de transição entre as duas espécies.

***Globigerina (Globigerina) praebulloides* Blow, 1959**

Possui quatro câmaras na última volta aumentando rapidamente de tamanho.

Umbigo estreito. Abertura umbilical em arco assimétrico relativamente baixo.

***Globigerina (Globigerina) quinqueloba* Natland, 1938**

Apresenta, na última volta, cinco câmaras que crescem gradualmente; a última (a maior) alonga-se radialmente. As suturas são bastante deprimidas. É característica a presença de uma placa (extensão da última câmara) cobrindo o umbigo.

Sub-género: ***Globigerina (Zeaglobigerina)* Kennett & Srinivasan 1983**

Espécie tipo: ***Globigerina woodi* Jenkins, 1960**

Estão agrupadas neste subgénero as espécies que apresentam depressões sub-hexagonais na superfície da carapaça, regularmente distribuídas; apresentam um poro no centro. Esta característica confere aspecto faveolado à parede e contrasta com o carácter híspido da parede das espécies do subgénero típico *Globigerina (Globigerina)*.

Este subgénero é maioritariamente neogénico.

***Globigerina (Zeaglobigerina) apertura* Cushman, 1918**

Na última volta apresenta quatro câmaras crescendo gradualmente. Periferia equatorial lobulada. Umbigo estreito. Suturas no lado ventral deprimidas e ligeiramente curvas. Abertura em arco muito alto com rebordo.

***Globigerina (Zeaglobigerina) druryi* Akers, 1918 (Estampa II, Fig. 9)**

Forma pequena. Periferia equatorial, pouco lobulada, alargada em direcção à última câmara. Na última volta apresenta quatro câmaras, crescendo pouco. Umbigo fechado. Abertura umbilical, em arco pequeno, apresentando rebordo.

***Globigerina (Zeaglobigerina) woodi* Jenkins, 1960**

Concha pequena. Possui quatro câmaras globosas na última volta, crescendo rapidamente. Suturas radiais, ligeiramente curvas, pouco deprimidas.

Género: *Globigerinella* Cushman, 1927Espécie tipo: *Globigerina aequilateralis* Brady, 1879

Kennett & Srinivasan (1983) referem que, segundo Cushman, os indivíduos deste género apresentam carapaça com enrolamento trocóide (quase planispiral no estado adulto), coberta por espinhas finas. As câmaras são esféricas a ovóides; a abertura é umbilical.

Este género evoluiu durante o Oligocénico superior a partir de *Globigerina* (*G.*) *praebulloides* via *Globigerinella obesa*, espécie mais antiga da linha evolutiva (Kennett & Srinivasan 1983).

***Globigerinella aequilateralis* (Brady, 1879)**

Concha com enrolamento planispiralado no adulto, trocospiralado baixo nos estádios iniciais. Cinco a seis câmaras na volta final, crescendo rapidamente. Periferia equatorial lobulada. Suturas radiais deprimidas. Umbigo largo e profundo. Às vezes as câmaras finais alargam-se perpendicularmente ao enrolamento.

***Globigerinella obesa* (Bolli, 1957)**

No lado ventral apresenta quatro e meia a cinco câmaras globosas, crescendo lentamente. Umbigo largo e profundo. Abertura umbilical-extraumbilical em arco baixo.

***Globigerinella pseudobesa* (Salvatorini, 1966)**

No lado ventral observam-se quatro câmaras que aumentam muito rapidamente de tamanho. Periferia equatorial alargada em direcção à última câmara. Estas características permitem distingui-la de *G. obesa*.

“Género” (artificial): “*Globigerinoides*” Cushman, 1927Espécie tipo: *Globigerina rubra* d’Orbigny, 1839

Os indivíduos deste “género” caracterizam-se por apresentarem enrolamento trocospiralado, parede perfurada e superfície lisa, hispida ou espinhosa. As câmaras são globulares a ovóides e as suturas deprimidas, radiais a ligeiramente curvas. A abertura primária é interiomarginal, umbilical. No lado dorsal existem aberturas secundárias, uma ou várias por câmara, geralmente confinadas às últimas câmaras

(Postuma 1971). Esta característica distingue *Globigerinoides* de *Globigerina*.

Blow & Banner (1962 in Kennett & Srinivasan, 1983) referem que *Globigerinoides primordius* (espécie mais antiga) evoluiu a partir de *Globigerina praebulloides occlusa* próximo do limite Oligocénico/Miocénico. Para Kennett & Srinivasan (1983) "*Globigerinoides*" evoluiu a partir de *Globigerina* (s.l.), desenvolvendo aberturas secundárias e retendo as características ultraestruturais da superfície da parede das formas ancestrais de *Globigerina*. A evolução de *Globigerinoides* a partir de diferentes espécies de *Globigerina*, em momentos diversos, mostra que "*Globigerinoides*" é um taxon artificial, preferindo estes autores, no entanto, manter ainda a sua utilização até que mais estudos sejam realizados.

Baseando-se em considerações filéticas, Kennett & Srinivasan (1983) subdividem "*Globigerinoides*" em dois grupos:

- grupo A: espécies apresentando espinhas ou base de espinhas, derivadas de *Globigerina* (*Globigerina*); designadamente *Globigerinoides primordius*, *G. altiapertura*, *G. obliquus*, *G. extremus*, *G. conglobatus* e *G. bulloideus*.
- grupo B: espécies apresentando a superfície da parede faveolada, sem evidência de espinhas, derivadas de *Globigerina* (*Zeaglobigerina*); designadamente *Globigerinoides triloba*, *G. sicanus*, *G. immaturus*, *G. quadrilobatus*, *G. sacculifer*, *G. fistulosus*, *G. subquadratus*, *G. diminutus*, *G. mitra*, *G. ruber*, *G. seigliei* e *G. tenellus*.

O género ocorre desde o Oligocénico superior até a actualidade (Kennett & Srinivasan, 1983).

***Globigerinoides altiapertura* Bolli, 1954 (Estampa I, Fig. 1)**

Concha com enrolamento trocospiralado baixo. As câmaras crescem rapidamente. Distingue-se pelo tamanho da abertura suplementar (no lado dorsal) equivalente ao da abertura principal (lado ventral).

Ocorre, pela primeira vez, nos sedimentos basais do corte da Foz da Fonte. É frequente no Burdigaliano, nomeadamente nas unidades correlacionáveis com as divisões IVa, Va2 e Va3. Na BBT parece manter-se um pouco acima do limite geralmente admitido para a sua extinção (zona N7). Verifica-se tendência para aumento do tamanho das duas últimas câmaras, bem como da abertura principal, ganhando semelhança com *Praeorbulina transitoria*.

***Globigerinoides bisphericus* Todd, 1954** (Estampa I, Fig. 8)

Espécie objecto de alguma controvérsia. A penúltima câmara, quase com o mesmo tamanho da última, confere-lhe caracter bisférico. Kennett & Srinivasan classificam-na como *Globigerinoides sicanus* De Stefani, 1950. Jenkins *et al.* (1981), após estudo comparativo, concluem que se trata de espécies distintas. Colocam *G. sicanus* em *Praeorbulina*. Os exemplares que encontramos condizem com as características descritas por Jenkins *et al.* (1981): *umbigo pouco profundo e duas aberturas na base da última câmara*. As aberturas, em forma de fenda, apresentam rebordo.

Ocorrência escassa nalgumas amostras do corte de Trafaria.

***Globigerinoides bulloideus* Crescenti, 1966**

Forma com quatro câmaras na última volta e umbigo relativamente amplo, lembrando *Globigerina bulloides*. Contudo, a textura da parede (faveolada) é diferente, além de apresentar, no lado dorsal, uma pequena abertura secundária na base da última câmara.

***Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny, 1826)** (Estampa II, Figs. 11, 12)

Apresenta três câmaras na última volta, lateralmente comprimidas. Abertura principal grande, mais larga do que alta. Perfil equatorial sub-triangular a subquadrado.

***Globigerinoides extremus* Bolli, 1965** (Estampa III, Figs. 9, 10)

Apresenta as quatro câmaras da última volta comprimidas obliquamente. A última, fortemente comprimida, pode ser mais pequena e achatada. Abertura em arco médio a alto, subrectangular ou trapezoidal com um lado mais alto que o outro .

***Globigerinoides immaturus* Leroy, 1939**

Na última volta apresenta três a três e meia câmaras; a última constitui quase 50% da concha. Umbigo reduzido. Abertura principal, umbilical, em arco baixo. As aberturas secundárias (lado dorsal) são muito reduzidas.

***Globigerinoides mitra* Todd, 1957**

Concha de tamanho grande. Trocospiral muito alta. Abertura principal, umbilical, muito larga, em semicírculo. Aberturas secundárias, no lado dorsal, na intersecção das suturas verticais com a sutura espiral.

***Globigerinoides obliquus* Bolli, 1957**

Forma com quatro câmaras na última volta, crescendo gradualmente, comprimidas lateralmente, a última maior e mais comprimida que as anteriores. Periferia equatorial subrectangular. Abertura principal em arco largo e pouco alto; uma ou duas aberturas secundárias no lado dorsal.

***Globigerinoides quadrilobatus* (d'Orbigny) Banner & Blow, 1960**

Concha com quatro câmaras na última volta, crescendo gradualmente de tamanho. A última câmara pode ser igual ou menor do que a penúltima. No lado dorsal, apresenta duas a três aberturas secundárias na base das duas ou três últimas câmaras; as duas últimas são bem visíveis.

***Globigerinoides sacculifer* (Brady) Bolli, 1957 (Estampa II, Fig. 4)**

Concha com periferia equatorial romboidal a trapezoidal. Quatro câmaras na última volta, esféricas (excepto a última, saculiforme, que se dispõe obliquamente). Abertura umbilical em arco assimétrico; no lado dorsal são visíveis três a quatro aberturas secundárias.

***Globigerinoides seigliei* Bermúdez & Bolli, 1969**

Concha de grande tamanho. Três a quatro câmaras na última volta, globosas, apertadas entre si, algo deformadas. Parede fina e frágil, às vezes quebrada.

***Globigerinoides subquadratus* Brönimann, 1954 (Estampa I, Fig. 3)**

Concha com periferia equatorial subquadrada. No lado ventral, apresenta três câmaras crescendo gradualmente. Abertura principal ampla, formando um arco alto. No lado dorsal observam-se duas aberturas suplementares, situadas na base da última câmara, sobre as suturas com as câmaras anteriores.

***Globigerinoides trilobus* (Reuss) Bolli, 1957 (Estampa II, Figs. 1, 2)**

Observam-se três câmaras, às vezes três e meia, na última volta; a última câmara constitui quase três quartos da concha, envolvendo as anteriores. No lado dorsal, distinguem-se dificilmente as câmaras iniciais, devido à trocospira ser muito baixa.

Género: *Sphaerodinellopsis* Banner & Blow, 1959Espécie tipo: *Globigerina seminulina* Schwager, 1866

O género engloba formas de tipo globigerina possuindo enrolamento trocospiral, câmaras globosas sem aberturas suplementares no estado adulto, e cortex liso e brilhante, com perfurações. No Miocénico inferior, Kennett & Srinivasan (1983) referem uma gradação de *Globigerina* (Z.) *woodi* para *Sphaeroidinellopsis disjuncta* nas províncias temperada e quente-subtropical, mas não na tropical.

***Sphaerodinellopsis disjuncta* (Finlay, 1940)**

Em Foz do Rego ocorrem alguns exemplares com espessamento da parede, sem verdadeiro cortex liso e brilhante; são idênticos aos figurados por Kennett & Srinivasan (1983, p. 207).

Sub-família: Orbulininae Schultze, 1854

Género: *Orbulina* d'Orbigny, 1839Espécie tipo: *Orbulina universa* d'Orbigny, 1839

A carapaça é, geralmente, esférica, raramente com duas a três câmaras. No estado jovem o enrolamento é trocospiralado (semelhante a *Globigerina*); no adulto, a última ou, mais raramente, a penúltima câmara envolve as restantes. A parede é perfurada, a superfície lisa ou escrobiculada. Apresenta numerosas aberturas no estado adulto, dispersas pela última câmara. Podem ser observadas pequenas aberturas suplementares nas suturas entre a última câmara e as precedentes, quando estas são visíveis (Postuma, 1971).

Blow (1956 in Bolli & Saunders, 1985) sugere a origem de *Orbulina* a partir de *Globigerinoides bisphericus* via *Globigerinoides* (= *Praeorbulina*) *glomerosa*.

Blow (1956 in Kennett & Srinivasan, 1983) descreve o novo género *Biorbulina* para colocar *B.* (= *Orbulina*) *bilobata*, considerando o seu desenvolvimento a partir de *Globigerinoides sicanus* via *Praeorbulina transitoria*. Loeblich & Tappan (1988a) referem ter sido *Biorbulina* reconhecido como distinto por alguns autores, mas, para Vilks & Walker (1974 in Loeblich & Tappan, 1988a) isso não se justificaria, dada a semelhança das espinhas trirradiadas de *Biorbulina bilobata* com as de *Orbulina universa*. *Biorbulina* parece representar, apenas, alguns espécimes aberrantes.

O género surge no Miocénico médio, zona N9. Ocorre até o Holocénico (N23), segundo Blow (1969).

***Orbulina universa* d'Orbigny, 1839** (Estampa I, Fig. 10)

Concha esférica. Aberturas circulares distribuídas pela superfície densamente perfurada por poros mais finos.

***Orbulina suturalis* Brönnimann, 1951** (Estampa I, Fig. 9)

Concha subesférica. São visíveis numerosos poros (de tamanho médio) e pústulas distribuídos pela superfície. É frequente no Miocénico médio e superior da Bacia do Baixo Tejo.

Estão documentadas ocorrências em Lisboa – Largo de S. Mamede (Rocha & Ubaldo, 1961), cuja interpretação estratigráfica (Burdigaliano) carece de revisão.

Género: *Praeorbulina* Olsson, 1964

Espécie tipo: *Praeorbulina glomerosa* d'Orbigny, 1839

O género foi proposto para reunir formas morfológicas intermédias entre *Globigerinoides sicanus* e *Orbulina universa*. As espécies e subespécies que o constituem foram originalmente incluídas no género *Globigerinoides* (Blow, 1956).

Praeorbulina difere de *Orbulina* pela falta de aberturas areais; distingue-se de *Globigerinoides* pela falta de umbigo e de abertura umbilical no estado adulto. Existe evolução contínua entre as espécies filogenéticas. Dispersam-se geograficamente desde as áreas tropicais às temperadas. São formas-índice de breve extensão temporal abrangendo o limite entre o Miocénico inferior e o Miocénico médio.

***Praeorbulina glomerosa* (Blow, 1956)** (Estampa I, Fig. 6, 7)

Concha relativamente grande, subesférica, com a última câmara envolvendo entre 40 a 70 por cento das câmaras anteriores. A abertura primária é envolvida pela última câmara, que apresenta entre quatro a oito aberturas suplementares, suturais. O grau de envolvimento pela última câmara e o maior número de aberturas suplementares permitem diferenciar as subespécies *curva*, *glomerosa* e *circularis*.

***Praeorbulina sicana* (De Stefani, 1952)** (Estampa I, Fig. 5)

Jenkins *et al.* (1981) incluíram a espécie *Globigerinoides sicanus* em *Praeorbulina*. Concha com duas e meia a três câmaras na última volta, apresentando mais do que duas aberturas na base da última câmara.

***Praeorbulina transitoria* (Blow, 1956)**

Concha bilobada com a penúltima câmara quase de tamanho igual ao da última. Abertura múltipla, em forma de fenda ou arco baixo, na sutura da última câmara com as anteriores.

Família: Globorotaliidae Cushman, 1927

Género: ***Globorotalia* Cushman, 1927**

Espécie tipo: *Pulvinulina menardii* (d'Orbigny) var. *tumida* Brady, 1877

Segundo Cushman (1971), os indivíduos deste género possuem carapaça biconvexa a umbílico-convexa, com enrolamento trocospiralado, podendo, a periferia, apresentar carena. A parede é perfurada; a superfície pode ser lisa, hispida ou algo nodosa. As câmaras são ovóides, romboidais ("angular rhomboid") ou cónicas ("angular conical"). As suturas podem ser, no lado dorsal, deprimidas ou em relevo, radiais a curvas; no lado ventral, geralmente deprimidas e radiais. A abertura é interiomarginal, formando um arco bordejado por um lábio com forma e desenvolvimento variáveis.

Kennett & Srinivasan (1983) referem que o DSDP permitiu excelente conhecimento da filogenia dos principais grupos de *Globorotalia* ao longo do Neogénico, concordando com a proposta de vários subgéneros novos (Bandy, 1972 e 1975; Fleisher, 1974) para diferentes linhas evolutivas. Acrescentam, no entanto, não ser facilmente aplicável a estes taxa (baseados unicamente em considerações filogenéticas) a classificação taxonómica tradicional, que utiliza apenas características morfológicas específicas. Por exemplo, uma determinada linha evolutiva poderá apresentar desde formas não carenadas a carenadas.

Todavia Loeblich & Tappan (1988a) afirmam que os subgéneros propostos com base em linhas evolutivas e não distintos morfológicamente são contemporâneos, pelo que os consideram sinónimos.

Sub-género: ***Globorotalia (Fohsella)* Bandy, 1972**

Espécie tipo: *Globorotalia (Globorotalia) praefohsi* Blow & Banner, 1966

Engloba as espécies da linha evolutiva *G. (F.) kugleri* → *G. (F.) peripheroronda* → *G. (F.) birmagea* → *G. (F.) peripheroacuta* → *G. (F.) praefohsi* → *G. (F.) fohsi*. Assiste-se, nesta linha evolutiva, ao aumento do tamanho médio dos indivíduos e ao desenvolvimento de carena na periferia da carapaça. Bandy (1972, in Kennett &

Srinivasan, 1983) restringe a este subgénero as formas com periferia angulosa a carenada; no entanto, segundo Fleisher (1974, *in* Kennett & Srinivasan, 1983) e Kennett & Srinivasan (1983), devem também ser incluídas no subgénero formas com periferia arredondada, como *G. peripheroronda*, dado que são ancestrais da linha *Fohsella*.

A biozonação de foraminíferos planctónicos para o Miocénico médio inferior da província tropical baseia-se nesta linha evolutiva (Bolli, 1975 ; Blow, 1969).

***Globorotalia (Fohsella) peripheroronda* Blow & Banner, 1966** (Estampa II, Fig. 10)

Concha de tamanho pequeno. Cinco a seis câmaras na última volta. Suturas curvas. Periferia equatorial lobulada. Periferia axial arredondada. Abertura umbilical-extraumbilical, em arco baixo, com lábio.

Sub-género: ***Globorotalia (Globoconella)* Bandy, 1975**

Espécie tipo: ***Globorotalia conomiozea* Kennett, 1966**

Bandy (1975, *in* Kennett & Srinivasan, 1983) propôs este subgénero para as formas de *Globorotalia* apresentando abertura em arco alto e mostrando afinidades com a linha de *Globorotalia miozea* Finlay. Kennett & Srinivasan (1983) emendaram a diagnose de *Globoconella* Bandy e incluíram nesta linha evolutiva *G. incognita*, *G. zealandica*, *G. praescitula*, *G. panda*, *G. miozea*, *G. conoidea*, *G. conomiozea*, *G. sphericomiozea*, *G. puncticulata* e *G. inflata*. Segundo estes autores, trata-se de uma das principais linhas evolutivas da província temperada e a de maior utilidade na sua subdivisão biostratigráfica.

O membro mais antigo desta linha evolutiva, *G. (G.) incognita*, terá evoluído durante o Oligocénico a partir de algum globorotalídeo (provavelmente, "*G.*" *nana*).

***Globorotalia (Globoconella) conomiozea* Kennett, 1966** (Estampa III, Figs. 7, 8)

Concha planoconvexa, com carena. Região dorsal plana e a ventral fortemente convexa. Quatro a cinco câmaras na última volta. Enrolamento sinistrógiro.

Encontrou-se esta espécie no topo do afloramento de Quelfes, indicando que se atinge o Messiniano (o FAD é utilizado para definir o limite Tortoniano-Messiniano no Mediterrâneo). Na Bacia do Guadalquivir (Huelva) ocorre esporadicamente nos cortes do Messiniano (Sierro, 1984).

***Globorotalia miotumida* Jenkins, 1960** (Estampa III, Fig. 1)

Kennett & Srinivasan (1983) observam que esta espécie pode ser equivalente a *G.(G.) conoidea*, com parede fina; sendo assim, tem prioridade. Apresenta semelhanças com formas do grupo *G. menardii*. Concha biconvexa, com o lado dorsal menos convexo. Periferia carenada. Quatro e meia a cinco câmaras na última volta. A última câmara pode alargar-se radialmente. Enrolamento preferencialmente sinistrógiro. Na Bacia do Guadalquivir, a substituição de *G. menardii* com enrolamento dextrógiro por *G. miotumida* (evento 3) é utilizada para posicionar o limite Tortoniano-Messiniano (Sierro, 1985; Sierro *et al.*, 1993; 1996).

Sub-género: ***Globorotalia (Hirsutella)* Bandy, 1972**

Espécie tipo: ***Rotalina hirsuta* d'Orbigny, 1839**

Bandy (*in* Kennett & Srinivasan, 1983) propôs este subgénero para a linha evolutiva *G. (H.) scitula* → *G. (H.) margaritae* → *G. (H.) hirsuta* → *G. (Hirsutella)*; inclui formas com carapaça inflada a comprimida e periferia angulosa a carenada. Geralmente, a parede é fina, lisa e densamente perfurada. Diferencia-se de *G. (Hirsutella)* pelo tamanho mais pequeno, enrolamento apertado, subquadrado, e pela forma das câmaras em crescente, alongadas, no lado dorsal. A espécie ancestral desta linha evolutiva é *G. (G.) globoconella*, que evoluiu para *G. (H.) scitula* no domínio temperado a tropical e para *G. (H.) challengerii* no domínio temperado (Kennett & Srinivasan, 1983).

***Globorotalia (Hirsutella) scitula* (Brady) Banner & Blow, 1960**

Concha, na última volta, com quatro e meia câmaras, crescendo rapidamente. A última câmara, muito larga, é reniforme. Periferia equatorial subrectangular a oval. Superfície lisa perfurada por poros finos. Abertura umbilical-extraumbilical em arco baixo, terminando a meia distância da periferia da câmara; apresenta um lábio fino.

Sub-género: ***Globorotalia (Jenkinsella)* Kennett & Srinivasan, 1983**

Espécie tipo: ***Globorotalia siakensis* Leroy, 1939**

Kennett & Srinivasan (1983) definem este subgénero, no qual incluem as espécies da linha evolutiva *G. (J.) opima* → *G. (J.) semivera* → *G. (J.) siakensis* → *G. (J.) bella* → *G. (J.) mayeri* → *G. (J.) acrostoma*. Caracteriza-se pela periferia da carapaça arredondada, sem carena distinta, câmaras globulares a subglobulares dispostas em

enrolamento trocospiralado baixo e compacto, e abertura umbilical-extraumbilical com rebordo. A superfície da carapaça, densamente perfurada, apresenta aspecto faveolado. Aqueles autores apontam como possível ancestral desta linha evolutiva “*Globorotalia*” *nana*, referindo, ainda, que a extinção de *G. (Jenkinsella)*, no final do Miocénico médio (N14), é um *datum* de grande utilidade.

***Globorotalia (Jenkinsella) acrostoma* Wezel, 1966** (Estampa I, Fig. 4)

Forma com quatro a quatro e meia câmaras na última volta, crescendo rapidamente. Periferia equatorial subquadrada; periferia axial arredondada. Abertura umbilical-extraumbilical em arco, alto e largo, com rebordo. Forma semelhante a *Globorotalia mayeri*, da qual difere pelo menor tamanho e por apresentar apenas 4 câmaras na última volta.

***Globorotalia (Jenkinsella) mayeri* Cushman & Ellisor, 1939** (Estampa II, Fig. 3)

Apresenta, geralmente, cinco câmaras na última volta. Periferia equatorial oval, ligeiramente lobulada, periferia axial arredondada. Abertura umbilical-extraumbilical, em arco alto, com rebordo.

Sub-género: ***Globorotalia (Menardella)* Bandy, 1972**

Espécie tipo: ***Pulvinulina menardii* (Parker, Jones & Brady, 1865)**

As carapaças das espécies deste subgénero apresentam forma lenticular e enrolamento trocospiralado. A superfície, lisa, é densamente perfurada. É importante a presença de carena, geralmente bem desenvolvida. Constituem este subgénero as espécies da linha evolutiva *G. (M.) archeomenardii* → *G. (M.) praemenardii* → *G. (M.) menardii*, que evoluciona a partir de *G. (Globoconella) praescitula* no final do Miocénico inferior (N8). O subgénero tem semelhanças morfológicas com *Globorotalia (Hirsutella)*, mas a filogenia é diferente (Kennett & Srinivasan, 1983).

***Globorotalia* grupo *menardii* (Parker, Jones & Brady, 1865)** (Estampa I, Figs. 11, 12; Estampa III; Fig. 2)

Designa-se assim um conjunto de formas com concha comprimida, biconvexa, carenada; abertura interiormarginal, umbilical-extraumbilical, provida de lábio bem desenvolvido. Alguns exemplares correspondem a formas que se encontram na literatura classificadas de *G. cultrata*, *G. limbata*, *G. merotumida*, *G. praemiocenica* e/ou *G. pseudomiocenica*.

Género: *Neogloboquadrina* Bandy, Frerichs & Vincent, 1967Espécie tipo: *Globigerina dutertrei* d'Orbigny, 1839

Carapaça com enrolamento trocospiralado, câmaras subglobulares crescendo rapidamente, suturas radiais, rectas a ligeiramente curvas, deprimidas. O umbigo é aberto e moderadamente largo e profundo. Periferia equatorial arredondada. A parede é uniformemente perfurada, lisa nos estados juvenis, tornando-se mais tarde espessa e escrobiculada. Abertura interiomarginal, inicialmente extraumbilical-umbilical com tendência a tornar-se umbilical no estado adulto, podendo apresentar um lábio em forma de dente, segundo Loeblich & Tappan (1988a).

Para Kennett & Srinivasan (1983), *N. continuosa*, o membro mais antigo do género, terá evoluído no Miocénico inferior a partir de *Globorotalia nana*. O género atinge o Holocénico.

***Neogloboquadrina acostaensis* (Blow, 1959) (Estampa III, Figs. 4, 5)**

Concha com enrolamento trocospiralado baixo. Periferia equatorial trapezoidal, lobulada; periferia axial arredondada. Quatro ou cinco câmaras na última volta, globosas, crescendo gradualmente. A última câmara deslocada no sentido do umbigo. Abertura em arco baixo, às vezes provida de lábio. Umbigo aberto e profundo. Suturas rectas, radiais.

***Neogloboquadrina continuosa* (Blow, 1959)**

Concha com quatro câmaras na última volta crescendo rapidamente. Periferia equatorial arredondada, ligeiramente lobulada; periferia axial arredondada. Abertura umbilical-extraumbilical em arco medianamente alto, com lábio. Umbigo estreito e profundo.

***Neogloboquadrina humerosa* (Takayanagi & Saito, 1962) (Estampa III, Figs. 3, 6)**

Apresenta, na região ventral, cinco a sete câmaras de tamanho semelhante na última volta. Distingue-se pelo umbigo muito aberto e profundo.

Família: Pulleniatinidae Cushman, 1927

Género: *Globigerinopsis* Bolli, 1962Espécie tipo: *Globigerinopsis aguasayensis* Bolli, 1962

Segundo Bolli (1962, *in* Saito, Hillman & Janal, 1976), o género caracteriza-se por apresentar enrolamento trocospiralado, câmaras esféricas a ovóides e suturas deprimidas, radiais ou oblíquas. A parede é perfurada; a superfície pode ser lisa, escrobiculada, faveolada, hispida ou espinhosa. A abertura é interiomarginal, umbilical; nos estados mais desenvolvidos torna-se interiomarginal, espiro-umbilical.

Blow (1969) nota que o enrolamento poderá ser antes de tipo estreptospiralado, mantendo-se o estado evolutivo durante a ontogenia.

Kennett & Srinivasan (1983) não se referem a este género.

O género parece estar limitado do Miocénico médio ao início do superior (Bolli, 1962, *in* Saito, Hillman & Janal, 1976; Blow, 1969; Iaccarino, 1985).

***Globigerinopsis aguasayensis* Bolli, 1962 (Estampa I, Fig. 13)**

Forma com quatro câmaras na última volta, crescendo gradualmente, excepto a última, muito maior que as anteriores. Abertura em arco muito alto e largo, espiro-umbilical.

FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS

Estão representados os géneros seguintes:

Família **AMMODISCIDAE** Reuss, 1862
Género *Ammolagena* Eimer & Fickert, 1899

Família **AMPHISTEGINIDAE** Cushman, 1927
Género *Amphistegina* d'Orbigny, 1826

Família **ASTERIGERINATIDAE** Reiss, 1963
Género *Asterigerinata* Bermúdez, 1949

Família **ASTERIGERINIDAE** d'Orbigny, 1839
Género *Asterigerina* d'Orbigny, 1839

Família **BAGGINIDAE** Cushman, 1927
Género *Cancris* de Montfort, 1808
Género *Valvulineria* Cushman, 1926

Família **BULIMINIDAE** Jones, 1875
Género *Bulimina* d'Orbigny, 1826
Género *Globobulimina* Cushman, 1927
Género *Praeglobobulimina* Hofker, 1951

Família **BOLIVINIDAE** Glaessner, 1937
Género *Bolivina* d'Orbigny, 1839
Género *Brizalina* O.G.Costa, 1856

Família **CASSIDULINIDAE** d'Orbigny, 1839
Género *Cassidulina* d'Orbigny, 1826
Género *Cassidulinoides* Cushman, 1927
Género *Ehrenbergina* Reuss, 1850

- Família **CHILOSTOMELLIDAE** Brady, 1881
Género *Chilostomella* Reuss, 1849
- Família **CIBICIDIDAE** Cushman, 1927
Género *Cibicides* de Montfort, 1808
- Família **DISCORBIDAE** Ehrenberg, 1838
Género *Discorbis* Lamarck, 1804
Género *Neoeponides* Reiss, 1960
- Família **ELLIPSOLAGENIDAE** A. Silvetri, 1923
Género *Fissurina* Reuss, 1850
Género *Oolina* d'Orbigny, 1839
- Família **ELPHIDIIDAE** Galloway, 1933
Género *Elphidium* de Montfort, 1808
- Família **EPONIDIDAE** Hofker, 1951
Género *Eponides* de Montfort, 1808
- Família **FURSENKOINIDAE** Loeblich & Tappan, 1961
Género *Fursenkoina* Loeblich & Tappan, 1961
- Família **GAVELINELLIDAE** Hofker, 1956
Género *Gyroidina* d'Orbigny, 1826
Género *Hanzawaia* Asano, 1944
- Família **HAUERINIDAE** Schwager, 1876
Género *Cruciloculina* d'Orbigny, 1839
Género *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826
Género *Sigmoilina* Schlumberger, 1887
Género *Triloculina* d'Orbigny, 1826
- Família **HELENINIDAE** Loeblich & Tappan, 1988
Género *Mississippina* Howe, 1930
- Família **HETEROLEPIDAE** González-Donoso, 1969
Género *Heterolepa* Franzenau, 1884
- Família **LAGENIDAE** Reuss, 1862
Género *Lagena* Walker & Jacob, 1798
- Família **LOXOSTOMATIDAE** Loeblich & Tappan, 1962
Género *Loxostomum* Ehrenberg, 1854
- Família **MIOGYPSINIDAE** Vaughan, 1928
Género *Miogypsina* Sacco, 1893
Género *Miogypsinoidea* Yabe & Hanzawa, 1928

- Família **NONIONIDAE** Schultze, 1854
 Género *Nonion* de Montfort, 1808
 Género *Pullenia* Parker & Jones, 1808
- Família **NODOSARIIDAE** Ehrenberg, 1838
 Género *Dentalina* Risso, 1826
 Género *Nodosaria* Lamarck, 1812
- Família **NUMMULITIDAE** de Blainville, 1827
 Género *Operculina* d'Orbigny, 1826
- Família **PARRELLOIDIDAE** Hofker, 1956
 Género *Cibicidoides* Thalmann, 1939
- Família **PLANULINIDAE** Bermúdez, 1952
 Género *Planulina* d'Orbigny, 1826
- Família **PLEUROSOMELLIDAE** Reuss, 1860
 Género *Pleuromella* Reuss, 1860
- Família **POLYMORPHINIDAE** d'Orbigny, 1839
 Género *Globulina* d'Orbigny, 1839
 Género *Guttulina* d'Orbigny, 1839
- Família **REUSSELLIDAE** Cushman, 1933
 Género *Reussella* Galloway, 1933
- Família **ROSALINIDAE** Reiss, 1963
 Género *Neoconorbina* Hofker, 1951
 Género *Planodiscorbis* Bermúdez, 1952
- Família **ROTALIIDAE** Ehrenberg, 1939
 Género *Ammonia* Brünnich, 1772
- Família **SIPHOGENERINOIDIDAE** Saidova, 1981
 Género *Rectuvigerina* Mathews, 1945
- Família **SPIRILLINIDAE** Reuss & Fritsch, 1861
 Género *Spirillina* Ehrenberg, 1843
- Família **SPIROLOCULINIDAE** Wiesner, 1920
 Género *Spiroloculina* d'Orbigny, 1826
- Família **SPIROPLECTAMMINIDAE** Cushman, 1927
 Género *Spiroplectamina* Cushman, 1927
 Género *Spiroplectinella* Kisel'man, 1972
 Género *Vulvulina* d'Orbigny, 1826

Família **STILOSTOMELLIDAE** Finlay, 1947
 Género *Orthomorphina* Stainforth, 1952
 Género *Stilostomella* Guppy, 1894

Família **TEXTULARIIDAE**
 Género *Textularia* DeFrance, 1824

Família **TROCHAMMINIDAE** Schwager, 1877
 Género *Trochammina* Parker & Jones, 1859

Família **UVIGERINIDAE** Haeckel, 1894
 Género *Trifarina* Cushman, 1923
 Género *Uvigerina* d'Orbigny, 1826

Família **VAGINULINIDAE** Reuss, 1860
 Género *Dimorphina* d'Orbigny, 1826
 Género *Lenticulina* Lamarck, 1804
 Género *Marginulina* d'Orbigny, 1826

IDADES DE ISÓTOPOS DE SR

Quadro 11

Cortes e amostras utilizados na obtenção de idades isotópicas ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) de conchas de moluscos. As determinações foram efectuadas por H. Elderfield da Universidade de Cambridge (Grã-Bretanha).

ALGARVE	Amostra	Idade	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	2sigma SE
Sagres		12.0(+1.3-1.3)	0.708886	0.000021
		12.5(+0.8-0.7)	0.708850	0.000047
Zavial		16.2(+0.5-0.5)	0.708734	0.000021
Canavial	1	17.5(+0.7-0.7)	0.708653	0.000026
	3	16.3(+0.5-0.3)	0.708737	0.000020
	4	14.3(+0.5-0.5)	0.708804	0.000017
Albardeira		5.5(+4.1-0.7)	0.708959	0.000018
Rocha	2	12.2(+1.2-1.3)	0.708860	0.000018
	3	11.5(+0.8-0.5)	0.708875	0.000026
	II	10.7(+0.8-1.2)	0.708886	0.000018
Galé		11.3(+0.9-1.3)	0.708880	0.000024
Castelo		15.5(+0.8-0.3)	0.708759	0.000017
Arrifão	1	19.5(+0.2-0.3)	0.708515	0.000017
	2	19.2(+0.2-0.4)	0.708553	0.000018
	3	14.2(+0.6-0.7)	0.708808	0.000026
	3	14.2(+0.6-0.4)	0.708807	0.000020
Mem Moniz	Forams	12.5(-1.7+0.7)	0.708857	0.000016
Auramar	4	8.3(+2.2-3.3)	0.708922	0.000021
	2	9.5(+1.0-0.5)	0.708907	0.000016
Olhos de Água		3.0(+2.5-1.0)	0.709044	0.000026
Olhos de Água		14.6(-0.4+1.4)	0.708797	0.000020
Quelfes	4	5.2(+4.4-0.6)	0.708961	0.000014
	3	5.2(+4.4-1.1)	0.708971	0.000018
	1	5.3(+4.3-0.7)	0.708952	0.000014
Cacela	1	5.7(+3.9-1.1)	0.708950	0.000014

(continua na página seguinte)

Quadro 11 (continuação)

LISBOA					
	Amostra	Idade	87Sr/86Sr	2sigma SE	
	Ralis Vic	11.6(-0.6+1.4)	0,708869	0,708869	
	Chelas	Anomia	14.7(-0.5+1.5)	0,708787	0,000018
	Casal Vistoso 2	17.3(-0.3+0.2)	0,7086764	0,708676	
	Quinta das Pedreiras VS1	17.5(-0.3+0.2)	0,7086723	0,708672	
	Av. Padre Cruz - IVa	17.8(±0.2)	0,7086459	0,708646	
	Carcavelos 1	19.7(-0.2+0.3)	0,7085121	0,708512	
	Carcavelos 6	20.3(-0.1+0.2)	0,7084817	0,708482	
	Carcavelos 8	19.5(-0.1+0.2)	0,7085241	0,708524	
	Univ. Católica	20.5(-0.2+0.3)	0,708463	0,000017	
	Av. Uruguai	21.5(-0.3+0.5)	0,708397	0,000017	
	Parque Eduardo VII	22.3(-0.7+0.4)	0,708365	0,000021	
PENÍNSULA DE SETÚBAL					
	Amostra	Idade	87Sr/86Sr	2sigma SE	
	Trafaria	IVa	15.5(-0.5+0.7)	0,708766	0,000018
		IVb	15.8(-0.3+0.7)	0,708745	0,000021
	Brielas (Via rápida Caparica)	Vc	14.0 ± 0.4	0,708819	0,000016
	Foz do Rego	Arca	8.7(-3.5+1.8)	0,708918	0,000017
		Chlam.	8.3(-3.3+1.9)	0,708925	0,000016
	Fonte da Telha		5.2(-1.2+3.1)	0,708980	0,000023
	Ribeira da Lage	16	11.8(+1.6-3.3)	0,708862	0,000021
		14	11.3(+1.7-2.8)	0,708878	0,000018
		8	12.7(+0.4-1.4)	0,708846	0,000016
		7	11.7(+1.3-1.3)	0,708869	0,000016
		3	12.2(+1.0-1.2)	0,708859	0,000016
	Penedo Norte	12	14.5(+1.0-0.7)	0,708801	0,000016
		11	11.5-13	0,708839	0,000014
		10	15.0(+1.0-0.5)	0,708779	0,000016
		9	12.5(+1.0-2.0)	0,708855	0,000017
		8	17.3(+0.6-0.5)	0,708672	0,000016
		5	17.8(+0.7-0.5)	0,708647	0,000016
	Penedo Sul	1	17.7(+0.7-0.5)	0,708650	0,000016
		1	17.6(+0.4-1.4)	0,708658	0,000020
		5	18.0(+0.3-0.5)	0,708629	0,000018
		7	18.5(+0.3-0.4)	0,708603	0,000018
		14	19.6(+0.4-0.2)	0,708513	0,000017
	18	20.0(+0.4-0.4)	0,708509	0,000016	
	Foz da Fonte	16	18.5(+0.2-0.3)	0,708601	0,000014
		14	18.8(+0.4-0.2)	0,708582	0,000017
		13	19.0(+0.3-0.2)	0,708570	0,000016
		7	19.7(+0.3-0.2)	0,708510	0,000020
		3	19.5(+0.2-0.2)	0,708539	0,000017
		1	19.5-20.5	0,708478	0,000016
	Arrábida	e	16.3		
		d sup.	16.0		
		d inf.	16.0		
		b	16.5		
		a sup.	17.5		
		a inf.	18.8		

CONCLUSÕES

“Se conseguirmos saber até onde a nossa mente pode estender as vistas, até que ponto tem faculdades que lhe permitam alcançar a certeza e em que casos tem que se limitar a ajuizar e supor, poderemos aprender a contentar-nos com aquilo que está ao nosso alcance no estado actual.”

John Locke

- Determinaram-se mais de 50 espécies planctónicas e 53 géneros bentónicos.
- Reconheceram-se 20 espécies como marcadores biostratigráficos; estabeleceu-se biozonação de foraminíferos planctónicos. Caracterizaram-se as biozonas N5-N6, N7, N8, N9, N10-N13, N14, N15, N16, N17.
- Foi elaborado quadro-síntese com a ocorrência das espécies planctónicas e géneros bentónicos nos cortes estudados (Quadros 9 e 10, p. 185-186).
- Identificaram-se, com mais pormenor, as variações verticais e laterais de fácies na região vestibular da Bacia do Baixo Tejo. Foram caracterizadas 10 sequências deposicionais, do Aquitaniano ao Tortoniano, e elaborado quadro cronostratigráfico de correlação de fácies com indicação das sequências deposicionais e respectivos limites — Fig. 46, p. 116.
- Foram integrados os dados com valor cronológico (foraminíferos planctónicos, mamíferos, datações isotópicas de Sr e de glauconite — K/Ar) e datadas as descontinuidades (Dn) que delimitam inferiormente cada sequência deposicional:
 - Tortoniano: D10 - < 10 Ma (SDT1-SDT2);
 - Serravaliano: D9 - 11,6 Ma (SDS2-SDT1);
 - Serravaliano: D8 - 12,7 Ma (SDS1-SDS2);
 - Langhiano: D7 - 15,3 Ma (SDL1-SDS1);
 - Limite Burdigaliano/Langhiano: D6 - 16,4 Ma (SDB2-SDL1);
 - Burdigaliano: D5 - 17,8 Ma (SDB1-SDB2);
 - Burdigaliano: D4 - 19 Ma (SDB1-SDB2);
 - Burdigaliano: D3 - 20 Ma (SDA2-SDB0);
 - Aquitano: D2 - 21 Ma (SDA1-SDA2);
 - Aquitano: D1 - 23 Ma (início da sedimentação miocénica).
- Foram correlacionadas associações de fácies das diferentes colunas sintéticas (à mesma escala vertical) — Fig. 47, p. 129.
- Estimaram-se as taxas de subsidência local para os sectores de Foz da Fonte - Ribeira das Lages, Charneca, Corroios, Almada, Lisboa, Ameixoeira e Santa Iria da Azóia. Detectam-se migrações de depocentro — Quadro 6, p. 132.

- O aumento muito significativo de espessura registado entre Cacilhas e Fonte da Telha parece confirmar a existência de um *graben* entre os dois ramos da Falha do Tejo, admitido por Conde (1983) — Fig. 49, p. 134. A sedimentação miocénica mais recente está confinada a esta região (Cabo Ruivo-Foz do Rego a Fonte da Telha).
- O sector entre Foz da Fonte e Ribeira das Lages (SW da Península de Setúbal) apresenta forte condensação. Existe lacuna no Burdigaliano superior-Langhiano inferior.
- No flanco Sul da Serra da Arrábida apenas estão representados parte do Miocénico inferior e o início do Miocénico médio; a sedimentação marinha teve início no Burdigaliano médio, provavelmente aquando do início da transgressão burdigaliana (SD B1); a primeira fase tectónica caracterizada na Arrábida verificou-se há cerca de 17 Ma; a discordância angular é contemporânea da lacuna evidenciada no sector entre Foz da Fonte e Ribeira das Lages; uma segunda fase tectónica será mais recente do que 16 Ma.
- *Miogypsinoides bantamensis*, *Miogypsinoides dehaarti*, *Miogypsina gunteri*, *Miogypsina globulina* e *Miogypsina mediterranea* de Carcavelos identificados por Caralp (*in* Haguénauer, 1973) permitem, agora, estabelecer correlação com a biocronozona SB25 de grandes foraminíferos do Burdigaliano inferior da Bacia da Aquitânia (Cahuzac & Poignant, 1997) — Fig. 43, p. 106.
- Doze jazidas de pequenos e/ou grandes mamíferos da Bacia do Baixo Tejo foram enquadradas na escala de tempo marinha; estabeleceram-se correlações directas entre bio-eventos de foraminíferos e mamíferos, agora com maior precisão — Quadro 7, p.137.
- Na BBT, *Gomphotherium* aparece cerca dos 18 Ma; altura em que se dá o desaparecimento de *Brachyodus*.
- *Megacricetodon primitivus* ocorre entre 17 e 16 Ma.
- A mudança de predomínio de glirídeos para predomínio de cricetídeos coincide com o limite Burdigaliano/Langhiano.
- Na BBT, a zona MN5 mantém-se até cerca de 14,5 Ma; *Hispanotherium* ocorre entre os primeiros aparecimentos de *Praeorbulina* e de *Orbulina universa*.

- Os níveis do Ribatejo com os primeiros *Hipparion* são correlativos da unidade VIIa.
- Os sedimentos de Asseiceira, Azambujeira superior e Freiria, com idade entre 9 e 9.5 Ma (MN10; Steininger *et al.*, 1996), sendo correlativos da sequência deposicional T2, sugerem relação desta com o ciclo eustático de 3ª ordem 3.2 (o Tortoniano da BBT tem sido correlacionado apenas com o ciclo 3.1; Antunes *et al.*, 1998; 2000a).
- Relativamente à cronostratigrafia, as datações de isótopos de Sr de conchas de moluscos em confronto com a calibração obtida a partir de foraminíferos planctónicos mostram:
 - excelente correlação no Miocénico inferior;
 - boa correlação (mas com intervalos de erro porventura excessivos) no Miocénico médio;
 - correlação com grandes margens de erro no Miocénico superior.
- A Formação de Lagos-Portimão corresponde a depósitos sedimentares de tipo “plataforma carbonatada” que se desenvolveu durante um longo intervalo de tempo (Burdigaliano inferior a Serravaliano superior). Datações de isótopos de Sr em camadas inferiores deram ca. 19,5 Ma (Arrifão) e $17,5 \pm 0,7$ Ma (Praia do Canavial; Lagos). Foraminíferos planctónicos de camadas estratigraficamente mais altas indicam o Burdigaliano superior (N7) a Langhiano inferior (N8). Na Praia da Rocha, a ocorrência de *Orbulina* indica idade pós-Langhiano; datações isotópicas apontam para Serravaliano médio a superior. No topo, em arenitos e areias finas que assentam por disconformidade na Formação de Lagos-Portimão, *Globigerina concina* e *Neogloboquadrina cf. acostaensis* indicam o Miocénico superior.
- Os sedimentos de Mem Moniz com *Neogloboquadrina acostaensis* e *Neogloboquadrina humerosa* datam do Miocénico superior (Tortoniano, parte superior de N16 ou N17). São correlativos da Formação de Cacela.
- Com base na análise do enrolamento de globorotálias carenadas, estabelece-se paralelismo com bio-eventos documentados na Bacia do Guadalquivir (Sierro *et al.*, 1993):
 - Cacela e Fábrica situam-se entre os eventos 1 e 2 (7,512 a 7,35 Ma);
 - Em Quelfes, a ocorrência de *Globorotalia miotumida* e *G. menardii* (dext.) sugere correspondência com o evento 3 (7,24Ma).
- A presença de *Globorotalia conomiozea* no topo do afloramento de Quelfes indica que se atinge o Messiniano (7,12 Ma).

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, C. (1985) - Hidrogeologia do Algarve central. *Dissertação de Doutoramento*, FCUL, Lisboa: 333 p.
- ALMEIDA, T. (1762) - *Recreação Filozofica, ou Dialogo Sobre a Filozofia Natural para instrusão de pessoas curiosas, que não frequentáráo as aulas*. Tomo VI e ultimo. Trata dos Ceos e do Mundo. Lisboa, na Oficina de Miguel Rodrigues. Tarde XXXV: 400-418.
- ANDRADA e SILVA, J.B. de (1817) - Memoria sobre a nova mina de ouro da outra banda do Tejo/ Historia e *Memorias da Academia Real das Sciencias de Lisboa*, 5 (1), Memórias dos Sócios: 140-152.
- ANGLADA, R. (1972) - Etude des petits foraminifères. *Bulletin B.R.G.M.* (2e sér.), Sect. I (4): 29-35.
- ANTUNES, M.T. (1959) - Nota sobre um mamífero do Aquitaniano de Campo de Ourique. *Bol. Soc. Portug. Ciênc. Natur.*, VII, 2ª sér.: 129-137.
- ANTUNES, M.T. (1960a) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. I - Stratigraphie et faunes de mammifères terrestres. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Porto, XIII (3): 257-267.
- ANTUNES, M.T. (1960b) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. II - Carnassiers fissipèdes. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Porto, XIII (3): 269-292.
- ANTUNES, M.T. (1961) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. III - *Cainotherium*. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Porto, XIV (1): 73-82.
- ANTUNES, M.T. (1964) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. IV - Présence de *Triceromeryx pachecoi* Vill., Crus. & Lavocat (Giraffoidea, Triceromerycidae). *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Porto, XV (2): 123-128.
- ANTUNES, M.T. (1965) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. V - Un Schizotheriiné du genre *Philotillon* (Chalicotherioidea, Perissodactyla) dans l'Helvétien Vb de Charneca do Lumiar, Remarques écologiques sur la faune de mammifères. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Porto, XVI (1-2): 159-178.
- ANTUNES, M.T. (1969) - Mamíferos não marinhos do Miocénico de Lisboa: ecologia e estratigrafia (nota preliminar). *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XVII (1): 75-85.
- ANTUNES, M.T. (1979a) - "Hispanotherium fauna" in Iberian Middle Miocene, its importance and paleogeographical meaning. *Ann. Géol. Pays Helléniques*, Athens, t. hors sér. (1): 19-26.
- ANTUNES, M.T. (1979b) - Vertebrados miocénicos de Olhos de Água (Algarve), interesse estratigráfico. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências de Lisboa*, 16 (1): 343-352.
- ANTUNES, M.T. (1984a) - Essai de synthèse sur les mammifères du Miocène du Portugal. *Ed. Recherche sur les Civilisations*, Paris, vol. d'Homage au géologue G. Zbyszewski: 301-323.
- ANTUNES, M.T. (1984b) - Cenozóico - Estratigrafia: Orla algarvia. In Noticia explicativa Folha 7 da Carta Geológica de Portugal, esc. 1:200 000 (coord. J.T. Oliveira): 60-64.
- ANTUNES, M.T. (1986) - Sobre a história da Paleontologia em Portuga. In História e desenvolvimento da Ciência em Portugal, II vol. *II Centenário da Academia das Ciências de Lisboa*: 773-814.
- ANTUNES, M.T. (1990) - The proboscidean data, age and paleogeography: evidence from the Miocene of Lisbon. *European Neogene Mammal Chronology*, Ed. E.H. Lindsay *et al.*, Plenum Press, New York: 253-262.
- ANTUNES, M.T. (1994) - On Western Europe Miocene Gavials (Crocodylia) their Paleogeography, Migrations and Climatic significance. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 80: 57-69.

- ANTUNES, M.T. (2000) - Miocene mammals from Lisbon and geologic age. A showcase for marine-continental correlations. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 14 (em publicação).
- ANTUNES, M.T., AZANZA, B, MORALES, J. & SORIA, D. (1994) - Los Ruminantes (Artiodactyla, Mammalia) del Mioceno Inferior del área de Lisboa (Cuenca del Tejo, Portugal). *Rev. Española de Paleontología*, 9 (1): 51-71.
- ANTUNES, M.T., BIZON, G., NASCIMENTO, A. & PAIS, J. (1981b) - Nouvelles données sur la datation des dépôts miocènes de l'Algarve (Portugal), et l'évolution géologique regionale. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 6: 153-168.
- ANTUNES, M.T., CALVO, J.P., HOYOS, M., MORALES, J., ORDOÑEZ, S., PAIS, J. & SESE, C. (1987) - Ensayo de correlación entre el Neógeno de las areas de Madrid y Lisboa (Cuencas Alta y Baja del rio Tajo). *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 73 (1/2): 85-102.
- ANTUNES, M.T. & CARVALHO, A.G. (1967) - À propos d'une interpretation sédimentologique et géochimique de la série néogène du bassin de Lisbonne (Portugal). *Rev. Fac. Ciênc. Lisboa*, 2ª sér. C, XV (1): 65-68.
- ANTUNES, M.T. & CHEVALIER, J.P. (1971) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. VII - Observations complémentaires sur les madréporaires et les faciès récifaux. *Rev. Fac. Ciênc. Lisboa*, 2ª sér. C, XVI (2): 291-306.
- ANTUNES, M.T., CIVIS, J., DABRIO, C.J., SIERRA, F.J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., FLORES, J.A., PAIS, J. & VALLE, M. (1990a) - El Neogeno del Algarve (Portugal) y de la cuenca del Guadalquivir (España). *Actas de Paleontología*, Universidad de Salamanca, 68: 65-73.
- ANTUNES, M.T., CIVIS, J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., ALONSO GAVILÁN, G., ANDRÉS, I., SIERRA, F.J., VALLE, M. & NASCIMENTO, A. (1990b) - The Late Serravalian-Early Tortonian marine sediments of the Tagus basin (Lisbon region). A sedimentological and paleontological approach. *IX R.C.M.N.S. Congress*, Barcelona: 27-29.
- ANTUNES, M.T., CIVIS, J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., LEGOINHA, P., NASCIMENTO, A. & PAIS, J. (1997c) - Miocene stable isotopes ($d^{18}O$, $d^{13}C$), biostratigraphy and environments in the southern limb of the Albufeira syncline (Setúbal Peninsula, Portugal). *Geogaceta*, 21: 21-24.
- ANTUNES, M.T., CIVIS, J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., LEGOINHA, P., NASCIMENTO, A. & PAIS, J. (1998) - Lower Miocene stable isotopes ($d^{18}O$, $d^{13}C$), biostratigraphy and environments in the Foz da Fonte and Penedo sections (Setúbal Peninsula, Portugal). *Geogaceta*, 23: 7-10.
- ANTUNES, M.T., ELDERFIELD, H., LEGOINHA, P. & PAIS, J. (1995b) - Datações isotópicas com Sr do Miocénico do flanco Sul da Serra da Arrábida. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 81: 73-78.
- ANTUNES, M.T., ELDERFIELD, H., LEGOINHA, P., & PAIS, J. (1997a) - The Neogene of Algarve in Field Trip Guide - Excursion 2 / The Guadalquivir Basin and Algarve (Spain, Portugal). *II Congress R.C.A.N.S.*, Spain.
- ANTUNES, M.T., ELDERFIELD, H., LEGOINHA, P. & PAIS, J. (1997b) - A chronostratigraphical framework for the Miocene of the Lower Tagus Basin (Portugal); Depositional sequences, Biostratigraphy and Isotopic ages. *II Congress R.C.A.N.S.*, Spain.
- ANTUNES, M.T., ELDERFIELD, H., LEGOINHA, P., NASCIMENTO, A. & PAIS, J. (1999a) - A Stratigraphic framework for the Miocene from the Lower Tagus Basin (Lisbon, Setúbal Peninsula, Portugal); Depositional sequences, biostratigraphy and isotopic ages. *Bol. Soc. Geológica de España*, 12 (1): 3-15.

- ANTUNES, M.T., GINSBURG, L., TORQUATO, J.R. & UBALDO, M. (1973) - Âge couches à mammifères de la basse vallée du Tage (Portugal) et de la Loire moyenne (France). *C.R. Acad. Sc. Paris*, sér. D, 277: 2313-2316.
- ANTUNES, M.T. & JONET, S. (1970) - Requins de l'Helvétien supérieur et du Tortonien de Lisbonne. *Rev. Fac. Ciênc. Lisboa*, 2^a sér. C, XVI (1): 119-280.
- ANTUNES, M.T., JONET, S. & NASCIMENTO, A. (1981a) - Vertébrés (crocodiliens, poissons) du Miocène marin de l'Algarve occidentale. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 6: 9-38.
- ANTUNES, M.T., LEGOINHA, P., NASCIMENTO, A. & PAIS, J. (1995a) - Biostratigrafia e paleoambientes do Miocénico do flanco sul do sinclinal de Albufeira (Península de Setúbal). *Memórias do Museu e Lab. Mineral. Geol. da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*, 4: 19-23.
- ANTUNES, M.T., LEGOINHA, P., NASCIMENTO, A. & PAIS, J. (1996) - The evolution of the Lower Tagus Basin (Lisbon and Setúbal Peninsula, Portugal) from Lower to early Middle Miocene. *Géologie de la France*, 4: 59-77.
- ANTUNES, M.T., LEGOINHA, P., CUNHA, P. PROENÇA & PAIS, J. (2000a) - Estratigrafia de alta resolução e correlação de fácies do Aquitaniano ao Tortoniano inferior de Lisboa e da Península de Setúbal *Ciências da Terra (UNL)*, 14 (em publicação).
- ANTUNES, M.T. & MEIN, P. (1971) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. IX - Rongeurs et Insectivores (Burdigalien inférieur et Helvétien inférieur). *Rev. Fac. Ciênc. Lisboa*, 2^a sér. C, XVI (2): 327-349.
- ANTUNES, M.T. & MEIN, P. (1986) - Petits mammifères du Burdigalien inférieur (Universidade Católica, Avenida do Uruguay). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 8: 123-138.
- ANTUNES, M.T. & MEIN, P. (1992) - Les plus anciens mammifères terrestres du Miocène marin de Lisbonne - le gisement du km10. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 11: 127-140.
- ANTUNES, M.T., MEIN, P., NASCIMENTO, A. & PAIS, J. (1986a) - Le gisement pleistocène de Morgadinho, en Algarve. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 8: 9-22.
- ANTUNES, M.T., MEIN, P. & PAIS, J. (1986b) - Depósitos messinianos do Sul de Portugal, mamíferos (incluindo Rodentia e Lagomorpha) e idades K/Ar. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 8: 55-64.
- ANTUNES, M.T., ODIN, G. & PAIS, J. (1986c) - Âges K/Ar de glauconies des environs de Luz de Tavira, Algarve. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 8: 22-30.
- ANTUNES, M.T. & PAIS, J. (1983) - Climate during Miocene in Portugal and its evolution. *Paléobiologie Continentale*, Montpellier, XIV (2): 75-89.
- ANTUNES, M. T. & PAIS, J. (1985) - Neogene of the Mediterranean Tethys and Paratethys. Areas nº 304, 305 e 308. IUGS-UNESCO project 25. Inst Paleont. University Vienna: 2-4.
- ANTUNES, M.T. & PAIS, J. (1986) - Miocénico superior em Portugal. *Maleo*, 13 (2): p. 9.
- ANTUNES, M.T. & PAIS, J. (1989) - Le Néogène du Portugal. Guide sommaire pour l'excursion du Groupe français du Néogène, 28 Septembre - 30 Octobre. *Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa*, 39 p.
- ANTUNES, M.T. & PAIS, J. (1993) - The Neogene of Portugal. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 12: 7-22.
- ANTUNES, M.T., PAIS, J. & LEGOINHA, P. (1992) - Excursion A/Neogene deposits of Lisboa and Setúbal Peninsula. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, Número Especial II: 29-35.

- ANTUNES, M.T., PAIS, J., BALBINO, A., MEIN, P. & AGUILAR, J.-P. (1999b) - The Cristo Rei section (Lower Miocene). Distal fluvial environments in a marine series, plants, vertebrates and other evidence, age. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 13: 141-155.
- ANTUNES, M.T., PAIS, J., LEGOINHA, P., ELDERFIELD, H., SOUSA, L. & ESTEVENS, M. (2000b) - The Neogene of Algarve. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 14 (em publicação).
- ANTUNES, M.T., PAIS, J., MACEDO, C.R. & PORTUGAL FERREIRA, M. (1984) - Datação K/Ar de glauconites do Miocénico superior de Galvanas, Campina de Faro (Algarve Oriental). *Memórias e Notícias*, Coimbra, 98: 1-7.
- ANTUNES, M.T. & TORQUATO, J.R. (1969) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. VI - La coupe de Quinta da Silvéria (Helvétien Vb et Vc): stratigraphie et évolution morphologique. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XVII: 1-30.
- AUBRY, M.P. (1991) - Sequence stratigraphy. Eustasy or tectonic imprint. *Journ. Geophys. Res.*, 96: 6641-6679.
- AZERÊDO, A. & CARVALHO, A.M. (1986) - Novos elementos sobre o "Paleogénico" carbonatado dos arredores de Lisboa. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 72 (1/2): 111-118.
- AZEVEDO, M. T. (1982) - O sinclinal de Albufeira. Evolução pós-miocénica e reconstituição paleogeográfica. *Dissertação de Doutoramento*, Universidade de Lisboa, 302 p.
- BALBINO, A.C. (1996) - Sharks from the Middle and early Upper Miocene from Lisbon, Portugal. A checklist. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 82: 141-144.
- BALDY, P., BOILLOT, G., DUPEUBLE, P., MALOD, J., MOITA, I. & MOUGENOT, D. (1977) - Carte géologique du plateau continental sud-portugais et sud-espagnol (golfe de Cadix). *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, 29 (4): 703-724.
- BANDY, O.L. (1953) - Ecology and paleoecology of some California foraminifera. Part I. The frequency distribution of recent foraminifera off California. *Journal of Paleontology*, 27 (2): 161-182.
- BANNER, F.T. & BLOW, W.H. (1959) - The classification and stratigraphical distribution of the globigerinacea. *Palaeontology*, 2: 1-27.
- BARBOSA (1995b) - *Alostratigrafia e litostratigrafia das unidades continentais da bacia terciária do Baixo Tejo. Relações com o eustatismo e a tectónica*. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa: 253 p.
- BARBOSA; ROMÃO, J. & PENA dos REIS, R. (1995) - A assinatura tectono-eustática na organização alostratigráfica das bacias sedimentares. *Memórias do Museu e Lab. Mineral. e Geol. da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto*, 4: 39 - 45.
- BARKER, R.W. (1960) - Taxonomic notes on the species figured by Brady in his report on the foraminifera dredged by H.M.S. *Challenger* during the years 1873-1876. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Special publication, 9: 240 p.
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., AUBRY, M.-P. & HARDENBOL, J. (1995) - Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation. *SEPM, Special Publication*, 54: 386 p.
- BERGGREN, W.A.; KENT, D.V. & van COUVERING, J.A. (1985) - The Neogene, 2. Geochronology and chronostratigraphy. In: N.J. Snelling (ed.). The chronology of the stratigraphic record. *Geol. Soc. London Mem.*, 10: 211-260.
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., FLYNN, J.J. & van COUVERING, J.A. (1985) - Cenozoic geochronology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 96: 1407-1418.

- BIROT, P. (1950) - Portugal. *Livros Horizonte*, Lisboa, 1ª ed. Francesa, 31: 229 p.
- BIZON, G. & BIZON, J.J. (1972) - Atlas des principaux foraminifères planctoniques du bassin méditerranéen Oligocène à Quaternaire. *Editions Technip*, Paris: 316 p.
- BIZON, G. & GLANÇON, G. (1978) - *Globorotalia* du Groupe *menardii* au Miocène moyen en Mésogée. *Bull. Soc. Géol. France*, 20 (4): 547-551.
- BLONDEL, T.J. (1991) - Les séries à tendance transgressive marine du Miocène inférieur à moyen de Tunisie centrale. *Publications du Département de Géologie et Paléontologie*, Université de Genève, 9: 409 p.
- BLOW, W.H. (1969) - Late middle Eocene to recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proc. First Intern. Confer. on Planktonic microfossils, Geneva 1967*, 1: 199-442.
- BOLLI, H.M. (1957) - Planktonic foraminifera from the Oligocene-Miocene Ciperó and Lengua Formations of Trinidad, B.W.I. *U.S. Natl. Museum Bull.* (215): 97-103.
- BOLLI, H.M. & SAUNDERS, J.B. (1985) - Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera, in Bolli, H.M., Saunders, J.B. and Perch-Nielsen, K. eds., *Plankton Stratigraphy*, Cambridge University Press: 155-262.
- BOILLOT, G., DUPEUBLE, P.-A. & MOUGENOT, D. (1974) - Géologie du plateau continental portugais entre le Cap Carvoeiro et le Cap de Sines. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 279, sér. D: 887-890.
- BOILLOT, G., MOUGENOT, D., ENARD, G., BALDY, P., MOITA, I., MONTEIRO, J.H. & MUSELLEC, P. (1978) - Carta Geológica da Plataforma Continental na escala 1:1 000 000. *Serviços Geológicos de Portugal*.
- BOLTOVSKOY, E. & WRIGHT, R. (1976) - Recent foraminifera. *Junk*, The Hague: 515 p.
- BONNET, C. (1850) - Algarve (Portugal). Description géographique et géologique de cette province. *Acad. Royale Scienc. Lisbonne*: 186 p.
- BOURCART, J. & ZBYSZEWSKI, G. (1940) - La faune de Cacela en Algarve (Portugal). *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXI: 3-61.
- BOSKI, T., MOURA, D., SANTOS, A., GONZÁLEZ-DELGADO, A. & FLORES, J.A. (1995) - Evolução da Bacia Algarvia durante o Neogénico. *Mem. Mus. Lab. Mineral. Geol. Fac. Ciênc. Universidade do Porto*, 4: 47-51.
- BRÉBION, P. (1957) - Le "*Mitra fusiformis*" des couches tortonniennes de Cacela est une espèce nouvelle: *Mitra pereirai* n. sp. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXXVIII: 241-242.
- BRUIJN, H.; DAAMS, R.; DAXNER-HÖCK, G.; FAHLBUSCH, V.; GINSBURG, L.; MEIN, P. & MORALES, J. with the contribution of HEINZMANN, E.; MAYHEW, D.F.; Van der MEULEN, A.J.; SCHMIDT-KITTLER, N. & ANTUNES, M.T. (1992). - Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reischensburg 1990. *Newsl. Strat.*, 26 (2/3): 65-118.
- BUZAS & SEN GUPTA (1982) - Foraminifera: Notes for a short course. *Studies in Geology*, 6, University of Tennessee, Department of Geological Sciences, p. 1-219
- CABRAL, J. (1995) - Neotectónica em Portugal. *Mem. Inst. Geol. Mineiro*, Lisboa: 237.
- CABRAL, J. & RIBEIRO, A. (1988) - Carta neotectónica de Portugal continental na escala 1:1 000 000. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.

- CACHÃO, M. (1995a) - Novo enquadramento estratigráfico para o Neogénico marinho do Algarve: implicações paleográficas e tectónicas. *Mem. Mus. Lab. Mineral. Geol. Fac. Ciênc. Universidade do Porto*, 4: 57-61.
- CACHÃO, M. (1995b) - O Neogénico do Algarve: redefinição de unidades litostratigráficas. *Mem. Mus. Lab. Mineral. Geol. Fac. Ciênc. Universidade do Porto*, 4: 63-67.
- CACHÃO, M. (1995c) - Utilização de nanofósseis calcários em biostratigrafia, paleoceanografia e paleoecologia. Aplicações ao Neogénico do Algarve (Portugal) e do Mediterrâneo Ocidental (ODP 653) e à problemática de *Coccolithus pelagicus*. Dissertação de Doutoramento, *Universidade de Lisboa*: 356 p.
- CAHUZAC, B. & POIGNANT, A. (1997) - Essai de biozonation de l'Oligocène-Miocène dans les bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques. *Bull. Soc. Geol. France*, 168 (2): 155-169.
- CANDE, S.C. & KENT, V.D. (1992) - A new geomagnetic polarity time scale for the late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research*, 97 (10): 13917-13951.
- CANDE, S.C. & KENT, V.D. (1995) - Revised calibration of the geomagnetic polarity time scale for the late Cretaceous and Cenozoic. *Journal of Geophysical Research*, 100: 6093-6095.
- CARALP, M. & HAGUENAUER, M. B. (1969) - Les Miogypsinidae du Miocène de la coupe de Carcavelos (Bassin du Tage, Portugal). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 268, sér. D: 270-272.
- CARVALHO, A.M.G. (1959) - Malacostráceos das formações glauconiosas do Miocénico superior a Norte do Cabo Espichel. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc.*, Lisboa, 8 (1): 77-82.
- CARVALHO, A.M.G. (1968) - Contribuição para o conhecimento geológico da bacia Terciária do Tejo. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 15: 210 p.
- CARVALHO, A.M.G. (1971) - *Briozoários do Terciário português (Cheilostomata do Neogénico da Orla Ocidental)*. Centro de Estudos de Geologia da Fac. Ciências Lisboa: 176 p.
- CHAVAN, A. (1940) - Les fossiles du Miocène supérieur de Cacula. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXI: 61-106.
- CHEVALIER, J. P. & NASCIMENTO, A. (1975) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. XVI - Contribution à la connaissance des madréporaires et des faciès récifaux du Miocène inférieur. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XIX (3): 247-281.
- CHOFFAT, P. (1906) - Sur la tectonique de la Chaîne de l'Arrábida entre les embouchures du Tage et du Sado. *Bull. Soc. Géol. France*, 4e sér., VI: 237.
- CHOFFAT, P. (1907) - Notice sur la Carte Hypsométrique du Portugal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, VII: 71 p.
- CHOFFAT, P. (1908) - Essai sur la tectonique de la Chaîne de l'Arrábida. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa: 89 p.
- CHOFFAT, P. (1912) - Sur les sables aurifères, marins, d'Adiça et sur d'autres dépôts aurifères de la côte occidentale de la Péninsule de Setubal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, IX: 5-24.
- CHOFFAT, P. (1950) - Géologie du Cénozoïque du Portugal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXX (supl.) (publ. póstuma): 182 p.
- CITA, M.B. & PREMOLI SILVA, I. (1968) - Evolution of the planktonic foraminiferal assemblages in the stratigraphical interval between the type-Langhian and the type-Tortonian and biozonation of the Miocene of the Piedmont. *Giornale Geologia*, (35): 1-27.

- CITA, M.B., COLALONGO, M.L., D'ONOFRIO, S., IACCARINO, S. & SALVATORINI, G. (1978) – Biostratigraphy of Miocene deep-sea sediments (site 372 and 375) with special reference to the Messinian/Pre-Messinian interval. *In* Hsu, K., Montadert, L. *et al.*, *Initial Reports of the DSPD*, 42: 671-685.
- CIVIS, J., PAIS, J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. & LEGOINHA, P. (2000) - Síntesis paleontológica del Tortonense superior de Cacela (Algarve, Portugal). *I Congresso Ibérico de Paleontología/XVI Jornadas de La Sociedad Española de Paleontología*, Livro de Resumos: 10-11.
- CONDE, L.N. (1983) - Mapa de Fracturas do Oeste da Península Ibérica. Mapa elaborado para a Electricidade de Portugal (EDP), policopiado.
- CONDE, L.N. & ANDRADE, R.S. (1976) - Exemplos de aplicação geológica de imagens de teledetecção de Portugal. 1. Seminário sobre Detecção Remota e sua aplicação ao Estudo de Recursos Naturais e as Actividades do Homem, Julho de 1976, Lisboa, doc. 18, policopiado.
- COSTA, F.E. & BRITES, J.A. (1979) -Cartografia hidrogeológica do Algarve Ocidental. Encontro de Geociências. Resumo das comunicações, Lisboa, p. 58.
- COTTER, J.C.B. (1956) - O Miocénico marinho de Lisboa. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXXVI (supl.): 170 p.
- CUNHA, P. PROENÇA (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. PROENÇA (1996) - Unidades litostratigráficas do Terciário da Beira Baixa (Portugal). *Comun. Inst. Geol. Mineiro*, Lisboa, 82: 87-130.
- CUSHMAN, J.A. (1971) - Manual of Planktonic Foraminifera, Amsterdam, *Elsevier*. 420 p.
- CUSHMAN, J.A. & STAINFORTH, R. M. (1945) – The Foraminifera of the Cipero marl formations of Trinidad, British West Indies. *Cushman Lab. Foramin. Res., Spec. Publ.*, 14:1-75.
- DOLLFUS, 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. *Mem. Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa: 48 p.
- DOMÈNECH, R., SILVA, C.M., CACHÃO, M. & MARTINELL, J. (1999) - Una megasuperficie bioerosionada en Oura (Albufeira): Implicaciones para la evolución sedimentaria del Mioceno de Algarve (S de Portugal). *Actas XV Jornadas Sociedad Española de Paleontología Temas Geológico-Mineros ITGE*, 26 (I): 226-230.
- ESCHWEGE, BARÃO de (1831) - Memoria geognostica ou Golpe de vista do Perfil das estratificações das diferentes rochas, de que he composto o terreno desde a Serra de Cintra na linha Noroeste a Sodoeste até Lisboa, atravessando o Tejo até à Serra da Arrabida, e sobre a sua idade relativa. *Mem. Acad. R. Sci. Lisboa*, XI (I): 253-280.
- FEIO, M. (1951) - A evolução do relevo do Baixo Alentejo e Algarve. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXXII: 303-481.
- FERREIRA, J.M. (1957a) - Algumas observações sobre a presença do género *Elphidium* Monfort, 1808, em Portugal. *XXIII Congr. Luso-Espanhol Progr. Ciências* (Coimbra 1956), 5: 63-72.
- FERREIRA, J.M. (1957b) - Nota sobre o Oligocénico do Seixalinho (Arrábida). *XXIII Congr. Luso-Espanhol Progr. Ciências* (Coimbra 1956), 5: 73-81.

- FERREIRA, J.M. & FERREIRA, M.M. (1959) - Foraminíferos da Ribeira de Aiana (Arrábida). *Las Ciências* 24 (4), Madrid.
- FERREIRA, J.M. & ROCHA, A.T. (1955a) - Contribuição para o estudo dos foraminíferos fósseis do Túnel do Rossio. *Bol. Mus. Lab. Min. Fac. Ciênc. Lisboa*, 7ª sér., 23: 105-117.
- FERREIRA, J.M. & ROCHA, A.T. (1955b) - Sur la découverte de "Lagena X" au Portugal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXXVI: 83-86.
- FERREIRA, J.M. & ROCHA, A.T. (1958) - Observações geológicas e paleontológicas sobre a Serra da Arrábida. *Publicações da Liga para a Protecção da Natureza*, XIV: 25-73.
- FONSECA, B. (1974) - Notes sur la géologie et la paléontologie du Miocène de Lisbonne. XV - Sur *Placuna miocenica* (Pelecypoda) et son intérêt stratigraphique. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XIX: 61-71.
- FONSECA, B. (1976) - Notes sur la géologie et la paléontologie du Miocène de Lisbonne. XVII - *Coccolithus taganus*, nouvelle espèce de Coccolithophoridé du Miocène de Lisbonne. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XX: 29-31.
- FONSECA, B. (1977) - Notes sur la géologie et la paléontologie du Miocène de Lisbonne. XVIII - Coupe de Palença, rive gauche du Tage: stratigraphie et micropaléontologie (Coccolithophoridés). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 3: 61-99.
- FORST, M.H., BRACHERT, T.C. & PAIS, J. (2000) - High-resolution correlation of coastal cliff sections in the Lagos-Portimão Formation (Lower-Middle Miocene, central Algarve, Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 14 (em publicação).
- FRANCÉS-PEDRAZ, G. (1992) - Foraminíferos bentónicos y paleoceanografía del Plioceno superior en el Atlántico Norte: incidencia de la glaciación en las comunidades abisales. Tesis Doctoral. *Universidad de Salamanca*: 474 p.
- FREIRE DE ANDRADE, C. (1933) - A tectónica do estuário do Tejo e dos Vales Submarinos ao largo da Costa da Caparica, e a sua relação com as nascentes termo-medicinais de Lisboa. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XIX: 23-40.
- FREIRE DE ANDRADE, C. (1937) - Os vales submarinos portugueses e o diastrofismo das Berlengas e da Estremadura. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa: 325 p.
- FRENEIX, S. (1957) - Lamellibranches nouveaux du Miocène du Portugal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXXVIII: 227-239.
- GIBERT, J.M., SILVA, C.M. & CACHÃO, M. (1998) - Icnofábrica de *Ophiomorpha/Conichnus* en el Mioceno Inferior de Cristo Rei (Almada, Portugal). Implicaciones paleoambientales. *Rev. Española de Paleontología*, 13 (2): 251-259.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., SIERRA, 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*: 33-36, Málaga.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., ANDRÉS, I. & SIERRA, F.J. (1995) - Late Neogene Molluscan faunas from NE Atlantic (Portugal, Spain, Morocco). *Geobios*, 28: 459-471.
- GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. & CIVIS, J. (2000).- Ciclicidad estacional en perfiles de isótopos estables de C y O del bivalvo *Megacardita jouanneti* del Tortonense superior de Cacela (Algarve, Portugal) y Arroyo Trujillo (Sevilla, España). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 14 (em publicação).

- GOUVÊA, A.M. (1938) - Algarve. Aspectos fisiográficos. *Ed. Autor*, Lisboa: 161 p.
- HAGUENAUER, B. (1966) - Diastrophisme et sédimentation: Interprétation sédimentologique et géochimique de la série néogène marine du bassin du Tage (Portugal). Intérêt stratigraphique. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 263: 228-231.
- HAGUENAUER, B. (1970) - Sédimentation cyclothématique dans la molasse paraliqúe du bassin neogène du Tage (Portugal). *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, LIV: 139-189.
- HAGUENAUER, B. (1973) - *Contribution de l'analyse séquentielle à la connaissance des formations néogènes du Bassin du Tage au Portugal*. Dissertação de Doutoramento, Université de Nancy I: 289 p.
- HAQ, B.U.(1991) – Sequence stratigraphy, sea-level change, and significance for the deep sea. *Publ. Intl. Assoc. Sediment.* 12: 1-36
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1987) - Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235: 1156-1166.
- HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P.R. (1988) - Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In *Sea-level changes - an integrated approach. SEPM, Special Publication*, 42: 71-108.
- HARLAND, R. (1983) - Distribution maps of recent dinoflagellate cysts in bottom sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent seas. *Paleontology*, 26 (2): 321-388.
- IACCARINO, S. (1985) - Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. In Bolli & Saunders, J. B. & Perch Nielsen, K. (eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press: 283-314.
- IACCARINO, S. & SALVATORINI, G. (1982) - A framework of planktonic foraminiferal biostratigraphy for Early Miocene to Late Pliocene Mediterranean area. *Paleontol. Stratigr. Evol.*, 2: 115-125.
- JENKINS, D.G. (1971) - New Zealand Cenozoic Planktonic Foraminifera. *Paleontological Bulletin of the New Zealand Geological Survey*, 42: 1-278.
- JENKINS, D.G., SAUNDERS, J.B. & CIFELLI, R. (1981) - The relationship of *Globigerinoides bisphericus* Todd 1954 to *Praeorbulina sicana* (De Stefani) 1952. *Journal of Foraminiferal Research*, 11 (4): 262-267.
- JONET, S. (1964) - Notes d'ichthyologie miocène. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Lisboa*, 10 (1): 29-44.
- JONET, S. (1966) - Notes d'ichthyologie miocène. II - Les Carcharhinidae. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Lisboa*, 10 (2): 65-88.
- JONET, S. (1967) - Sphyraenidés et Scombridés du Miocène portugais (troisième note ichthyologique). *Bol. Soc. Geol. Belge Geol., Paléont., Hidrog.*, Bruxelles: 185-198.
- JONET, S. (1968a) - Notes d'ichthyologie miocène. IV - Les Labridae. *Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa*, XVI (3): 209-220.
- JONET, S. (1968b) - Notes d'ichthyologie miocène. V - Quelques batoïdes. *Rev. Fac. Ciênc. Lisboa*, 2ª sér. C, XV (2): 233-258.
- JONET, S. (1972) - Étude des otolithes des téléostéens (Pisces) du Miocène des environs de Lisbonne. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, LVI: 107-328.

- JONET, S. (1975) - Notes d'ichthyologie miocène. VI - Les Sparidae. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XIX (3): 135-172.
- JONET, S. (1976) - Notes d'ichthyologie miocène. VII - La famille des Mobulidae au Portugal. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, XX (1-2): 53-64.
- JONET, S. (1978) - Le Tortonien supérieur (TVIIb) des environs de Fonte da Telha (Péninsule de Setúbal) et ses faunes. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, LXIII: 13-52.
- JONET, S. (1984) - Présence du genre *Alosa* (Pisces, Clupeidés) dans l'Helvétien supérieur de Costa da Caparica (Portugal). *Ed. Recherche sur les Civilisations*, Paris, vol. d'Hommage au géologue G. Zbyszewski: 289-292.
- KELLER, G. (1981) - Miocene biochronology and paleoceanography of the North Pacific. *Marine Micropaleontology*, 6: 535-551.
- KELLOGG, R. (1938-40) - On the Cetotheres figured by Vandelli. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Universidade de Lisboa*, 3ª sér., 7-8: 13-22.
- KENNETT, J.P. & SRINIVASAN, M.S. (1983) - Neogene planktonic foraminifera. A phylogenetic atlas. *Hutchinson Ross Publishing Company*, 265 p.
- KOTCHETOFF, Y., KOTCHETOFF, B. & VEIGA-FERREIRA, O. (1975) - Contribution à la connaissance des gisements fossilifères miocènes au Nord du Cap d'Espichel. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, LIX: 59-106.
- KREJCI-GRAF, K. (1955) - *Küstenzerstörung*. 2- In den Miocan-Mergeln von Algarve. *Natur und Volk*, Frankfurt, 85 (8): 252-261.
- KRIJSGMAM, W., LANGEREIS, C.G., DAAMS, R. & van der MEULEN, A.J. (1994) - Magnetostratigraphic dating of the middle Miocene climate change in the continental deposits of the Aragonian type area in the Catalayud-Teruel basin (Central Spain). *Earth Planet. Sci. Lett.*, 128: 513-526.
- KULLBERG, J.C., PAIS, J. & MANUPPELLA, G. (1992) - Aspectos gerais da tectónica alpina no Algarve. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 14
- LAZARUS, D., SPENCER-CERVATO, C., PIANKA-BIOLZI, M., BECKMANN, J.P., von SALIS, K., HILBRECHT, H. & THIERSTEIN, H. (1995) - Revised Chronology of Neogene DSDP Holes from the World Ocean. *Ocean Drilling Program*, Technical note 24.
- LEGOINHA, P. (1994a) - *Miocénico da Península de Setúbal (faixa ocidental a Sul da Lagoa de Albufeira); foraminíferos, biostratigrafia e paleoambientes*. Dissertação de Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Universidade Nova de Lisboa: 78 p.
- LEGOINHA, P. (1994b) - *Micropaleontologia: foraminíferos miocénicos*. Relatório de uma aula teórico-prática no âmbito das provas de aptidão pedagógica e capacidade científica, Universidade Nova de Lisboa: 28 p.
- LEGOINHA, P. (1998) - Miocene planktic foraminifera from Setúbal Peninsula (Portugal). *Abstracts, 6th International Conference on Paleoceanography*, Lisboa: 151.
- LEGOINHA, P., SOUSA, L. & PAIS, J. (1998) - Miocénico inferior de Carcavelos (foraminíferos, palinórfos e datações isotópicas). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 84 (1): A134-A137.
- LOEBLICH, A. R. Jr. & TAPPAN, H. (1964) - Sarcodina, chiefly thecamoebians and Foraminiferida. In Moore R. C. (Ed.) *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Geological Society of America, New York, Part C, 1: 510 p.

- LOEBLICH, A. R. Jr. & TAPPAN, H. (1964) - Sarcodina, chiefly thecamoebians and Foraminiferida. In Moore R. C. (Ed.) Treatise on Invertebrate Paleontology, Geological Society of America, New York, Part C, 2: 511-900.
- LOEBLICH, A. R. Jr. & TAPPAN, H. (1988) - Foraminiferal genera and their classification. *Van Nostrand Reinhold*, New York, 1: 970 p.
- LOEBLICH, A. R. Jr. & TAPPAN, H. (1988) - Foraminiferal genera and their classification - Plates. *Van Nostrand Reinhold*, New York, 2: 212 p.
- LOPES, F. & CUNHA, P. PROENÇA (2000) - Sismostratigrafia do Cenozóico na Plataforma Continental Algarvia: interpretação do controle tectónico da sedimentação. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 14 (em publicação).
- LORIOL, P. de (1896) - Description des Echinodermes tertiaires du Portugal, accompagnée d'un tableau stratigraphique par J. C. Berkeley Cotter. *Mém. Dir. Trab. Geol. de Portugal*, 50 p.
- MATA, C.R. da (1963) - Nota preliminar sobre um delfínídeo (*Eurhinodelphis* cf. *cristatus*) do Miocénico do Penedo, a Norte do Cabo Espichel. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc.*, Lisboa, 9 (2): 157-165.
- MANUPPELLA, G. (1987) - Tectónica. In MANUPPELLA, G., RAMALHO, M., ANTUNES, M.T. & PAIS, J. - Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia explicativa da folha 53B, Tavira. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa: 22-23.
- MANUPPELLA, G., ANTUNES, M. T.; PAIS, J. (1984) - Carta Geológica de Portugal à escala de 1:50 000, folha 53B - Tavira. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.
- MANUPPELLA, G., PAIS, J. & LEGOINHA, P. (1995) - Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000, Folha 39B (Setúbal). Instituto Geológico e Mineiro (Serviços Geológicos de Portugal).
- MANUPPELLA, G. (Coord.) (1992a) - Carta Geológica da região do Algarve, folha ocidental, na escala 1:100 000. Serviços Geológicos de Portugal.
- MANUPPELLA, G. (Coord.) (1992b) - Carta Geológica da região do Algarve, folha oriental, na escala 1:100 000. Serviços Geológicos de Portugal.
- MICULAN, P. (1994) - Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the middle Miocene in Italy. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 33 (3): 299-399.
- MITCHUN, R.M. JR. & van WAGONER, J.C. (1991) - High-frequency sequences and their stacking patterns: sequence stratigraphic evidence of high-frequency eustatic cycles. *Sediment. Geol.*, 70: 131-160.
- MOLINA, E. (1979) - Oligoceno-Mioceno Inferior por medio de foraminíferos planctónicos en el sector central de las Cordilleras Béticas. Tesis doctoral. *Universidad de Granada*: 310 p.
- MOUGENOT, D. (1976) - Géologie du plateau continental portugais entre le cap Carvoeiro et le cap de Sines. *Thèse 3ème cycle*, Université de Rennes: 140 p.
- MOUGENOT, D. (1989) - Geologia da margem portuguesa. Instituto Hidrográfico, *Documentos técnicos*, Lisboa, 32: 1-259.
- MOUGENOT, D., MONTEIRO, J.H., DUPEUBLE, P.A. & MALOD, J.A. (1979) - La marge continentale sud-portugaise: évolution structurale et sédimentaire. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 5: 223-246.
- MOUGENOT, D. & VANNEY, J.R. (1978) - Cartographie géomorphologique de la plateforme continentale du Portugal et de ses abords. *Bull. Soc. Géol. France*, 20 (5): 785-789.

- MURRAY, J.W. (1973) – Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminiferids, *Heinemann, London* 288 p.
- MURRAY, J.W. (1991a) - Ecology and paleoecology of benthic foraminifera. *Longman Scientific & Technical*: 397 p.
- MURRAY, J. W. (1991b) - Ecology and distribution of benthic foraminifera. In John J. Lee & Roger Anderson (Edit.), *Biology of foraminifera*, Academic Press, New York: 221–253.
- NASCIMENTO, A. (1978) - Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. XXII - Une espèce nouvelle, *Pokornyella lusitanica* (Ostracoda), dans le Miocène inférieur du bassin du Tage. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 4: 47-58.
- NASCIMENTO, A. (1983) - The ostracoda fauna of the portuguese Neogene and its relationships to those from the Atlantic and Mediterranean Basins, In *Applications of Ostracoda. Proceedings Eighth Intern. Symposium on Ostracoda*, R. F. Maddocks edit., Houston: 429-436.
- NASCIMENTO, A. (1984) – *Aurila zbyzsewskii* (Ostracoda) espèce nouvelle du Miocène Supérieur du Portugal. *Edit. Recherche sur les Civilizations*, Paris, vol. D'Hommage au géologue G. ZBYZSEWSKI: 333-338, 1 pl.
- NASCIMENTO, A. (1988) - Ostracodos do Miocénico da bacia do Tejo: sistemática, biostratigrafia, paleoecologia, paleogeografia e relações Mediterrâneo-Atlântico. Dissertação de Doutoramento, *Universidade Nova de Lisboa*: 305 p.
- NASCIMENTO, A. (1989) - Nouvelles espèces d'ostracodes du Miocène du Bassin du Tage. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 10: 107-126.
- NASCIMENTO, A. (1990) - Tentative ostracode biozonation of the Portuguese Neogene. *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, Frankfurt am Main, 123: 181-190.
- NASCIMENTO, A. (1993) - Application of abundances of *Cyprideis* group taxa and marine species to the reconstitution of Aquitanian paleoenvironments in Tagus Basin (Portugal). In: *Ostracoda in the Earth and life sciences*, A. A. Balkema, Rotterdam: 229-239.
- NASCIMENTO, A. & AZEVEDO, M.T. (1991) - Primeira caracterização de Oligocénico marinho na Bacia do Baixo Tejo (Portugal). *Resumos III Congresso Nac. Geol.*, Coimbra: 120.
- OLIVEIRA, J.T., PEREIRA, E., RAMALHO, M., ANTUNES, M.T. & MONTEIRO, J.H. (Coords) (1992) - *Carta Geológica de Portugal. Escala 1:500 000*. Serv. Geol. Portugal, Lisboa.
- OLIVEIRA, J. T. (Coord.), ANDRADE, A. S., ANTUNES, M. T., CARVALHO, D., COELHO, A. V., P., FEIO, M., GONÇALVES, F., MANUPPELLA, G., MARQUES, B., MONTEIRO, J. H., MUNHÁ, J., OLIVEIRA, J. T., RAMALHO M., REY, J., RIBEIRO, A., ROCHA, R., ZBYZSEWSKY, G., (1984) - Carta Geológica de Portugal, esc. 1:200 000. Notícia Explicativa da Folha 7. *Ser. Geol. Portugal*, Lisboa.
- OLIVEIRA, J.T. (Coord.), ANDRADE, A. S., ANTUNES, M. T., ARAÚJO, A., CASTRO, P., CARVALHO, D., CARVALHOSA, A., DIAS, R., FEIO, M., FONSECA, P., MARTINS, LÍNIA T., MANUPPELLA, G., MARQUES, B., MUNHÁ, J., OLIVEIRA, J. T., OLIVEIRA, V., PAIS, J., PIÇARRA, J. M., RAMALHO, M., ROCHA, R., SANTOS, J. F., SILVA, J. B., SILVEIRA, A. BRUM DA., ZBYZSEWSKY, G. (1992) - Carta Geológica de Portugal, esc. 1:200 000. Notícia Explicativa da Folha 8. *Ser. Geol. Portugal*, Lisboa.
- PAIS, J. (1979) - Végétation de la basse vallée du Tage (Portugal) au Miocène. VII Int. Cong. Mediterranean Neogene. *Ann. Géol. Pays Helleniques*, Athens, vol. hors sér. (II): 933-942.
- PAIS, J. (1981) - *Contribuição para o conhecimento da vegetação miocénica da parte ocidental da bacia do Tejo*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa: 328 p.

- PAIS, J. (1982) - O Miocénico do litoral sul português. Ensaio de síntese. Estudo complementar para obtenção do grau de Doutor, Universidade Nova de Lisboa: 47 p.
- PAIS, J. (1986) - Évolution de la végétation et du climat pendant le Miocène au Portugal. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 8: 179-191.
- PAIS, J. (1989) - Macrorrestes de végétaux du Burdigalien supérieur de Cristo Rei (Almada, Portugal). *II European Paleobotanical Conference*, Madrid.
- PAIS, J. (1990) - Evolução do coberto florestal no Neogénico e no Quaternário. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 75: 67-72.
- PAIS, J., LEGOINHA, P. & KULLBERG, J.C. (1991) - Novos elementos acerca do Neogénico do Portinho da Arrábida (Serra da Arrábida). *III Cong. Nac. Geologia, Coimbra*: p. 122.
- PEREIRA, P., CACHÃO, M. & SILVA, C.M. (1998) - Estudo biométrico de *Chlamys macrotis* (Sowerby, 1847) – Bivalvia, Pectinidae – da jazida miocénica da Foz do Rego (Almada, Portugal). *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 84 (1): A138-A141.
- PEREIRA da COSTA, F. A. (1866) - Molluscos fósseis/gasterópodes dos depósitos terciários de Portugal. Comissão Geológica de Portugal. 1º Caderno: 116 p.
- PEREIRA da COSTA, F. A. (1867) - Molluscos fósseis/gasterópodes dos depósitos terciários de Portugal. Comissão Geológica de Portugal. 2º Caderno: 117-252.
- PEREIRA de SOUSA, F.L. (1917) - Sur les eruptions du littoral de l'Algarve (Portugal). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 165: 674-675.
- PEREIRA de SOUSA, F.L. (1922) - Sur les roches eruptives de la bordure mesozoïque et cainozoïque de l'Algarve et leur âge géologique. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 175: 822-824
- PINTO-COELHO, A.V. & BRAVO, M.S. (1983) - Exemplo de vulcanismo tardio em Portugal. Rocha ígnea post-miocénico inferior (Figueira-Algarve). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 7: 99-114.
- POIGNANT, A. & PUJOL, C. (1978) - Nouvelles données micropaléontologiques (foraminifères planctoniques et petits foraminifères benthiques) sur le stratotype Bordelais du Burdigalien. *Geobios*, 11: 655-713.
- POSAMENTIER, H.W., ALLEN, G.P. & JAMES, D.P. (1992) - Aspects of sequence stratigraphy: recent and ancient examples of forced regressions. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 76: 1687-1709.
- POSAMENTIER, H.W. & ALLEN, G.P. (1993) - Variability of the sequence stratigraphic model: effects of local basin factors. *Sedimentary Geology*, 86: 96-109.
- POSAMENTIER, H.W. & JAMES, D.P. (1993) - Sequence stratigraphy - uses and abuses. In Posamentier, H.W., Summerhayes, C.P.; Haq, B.U. & Allen, G.P. (Edits.) - *Stratigraphy and facies associations*. Blackwell Sci. Pub., Oxford, I.A.S. spec. pub. 18: 3-18.
- POSAMENTIER, H.W., JERVEY, M.T. & VAIL, P.R. (1988). Eustatic controls and clastic deposition, I. Conceptual framework. In *Sea-level changes: An Integrated Approach* (Eds. Wilgus, C.K., Hastings, B.S., Kendall, C.G.St.C., Posamentier, H.W., Ross, C.A. & Van Wagoner, J.C.). *Spec. Publ. Soc. Econ. Paleontol. Mineral.* 42: 109-124.
- POSTUMA, J.A. (1971) – Manual of planktonic foraminifera. *Elsevier*, Amsterdam: 420 p.
- RAMALHO, M.M. (1963) - Nota preliminar sobre os foraminíferos do Miocénico da praia do Penedo (a Norte do Cabo Espichel). *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc.*, Lisboa, 9 (2): 107-124.

- RAMALHO, M., REY, J., ZBYSZEWSKI, G., MATOS ALVES, C.A., MOITINHO de ALMEIDA, F., COSTA, C. & KULLBERG, C. (1981) - Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia explicativa da folha 34-C (Cascais). *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa: 87 p.
- REY, J. (1992) - Les unités lithostratigraphiques du Crétacé inférieur de la région de Lisbonne. *Comun. Inst. Geol. e Mineiro*, Lisboa, 78: 103-124.
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M.T., FERREIRA, M.P., ROCHA, R., SOARES, A.F., ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO de ALMEIDA, F., CARVALHO, D. & MONTEIRO, J.H. (1979) - Introduction à la Géologie générale du Portugal. *Serv. Geol. de Portugal*, Lisboa: 114 p.
- RIBEIRO, A., KULLBERG, M.C., KULLBERG, J.C., MANUPPELLA, G. & PHIPPS, S. (1990) - A review of alpine tectonics in Portugal: foreland detachment in basement and cover rocks. *Tectonophysics*, Amsterdam, 184: 357-366.
- RIBEIRO, C. (1878) - Des Formations tertiaires du Portugal. *Compte Rendu Sténographique du Congrès International de Géologie tenu à Paris du 29 au 31 Août et du 2 au 4 Septembre 1878*, Extraît: 1-9.
- RIBEIRO, M.M. (1999) - *Contribuição para o conhecimento hidrogeológico do Cenozóico na Bacia do Baixo Tejo*. Dissertação de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa: 270 p.
- ROCHA, A.T. (1972) - Métodos de estudo dos foraminíferos. *Bol. Inst. Invest. Cient. Ang.*, 9 (1): 27-50.
- ROCHA, R. (1976) - Estudo estratigráfico e paleontológico do Jurássico do Algarve ocidental. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 2: 178 p.
- ROCHA, A.T. & FERREIRA, J.M. (1955) - Estudo dos foraminíferos das Argilas azuis com *Nonionella atlantica* Cushman de Cabo Ruivo. *Rev. Estud. Fac. Ciênc. Universidade de Lisboa*, 11-12: 53-69.
- ROCHA, A.T. & UBALDO, M.L. (1961) - Algumas observações referentes ao Miocénico de Lisboa. *Garcia da Orta*, 9 (3): 539-548.
- ROCHA, R.B., RAMALHO, M.M., ANTUNES, M.T. & COELHO, P.V.P. (1983) - Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia explicativa da Folha 52-A Portimão. *Ser. Geol. Portugal*, Lisboa: 52 p.
- ROMARIZ, C. & CARVALHO, G. (1961) - Formações margo-glaucóníticas do Miocénico superior a Norte do Cabo Espichel. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 14 (1): 83-94.
- ROMARIZ, C., CORREIA, F. & PRATES, S. (1979a) - Contributions to the geology of Algarve, Portugal. III - Un nouveaux facies du Miocène. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Lisboa*, 16 (1): 265-271.
- ROMARIZ, C., COSTA-ALMEIDA, C & OLIVEIRA SILVA, M. (1979c) - Contributions to the geology of Algarve, Portugal. II - Volcanic structures in eastern Algarve (Portugal). *Bul. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Lisboa*, 16 (1): 243-251.
- ROMARIZ, C., OLIVEIRA, M., ALMEIDA, C., BAPTISTA, R. & CARDOSO, J. (1979b) - Contributions to the geology of Algarve, Portugal. I - The miocene facies of Olhos de Água. *Bul. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Lisboa*, 16 (1): 243-251.
- SAITO, I., HILLMAN, N. & JANAL, M. (1976) - Catalogue of Planctonique Foraminifera, Neogene, part 1 & 2 - special publication. The American Museum of Natural History.
- SANTOS, A. & BOSKI, T. (1998) - Estudo paleoecológico da ribeira de Cacela (Miocénico superior) (Algarve): uma abordagem preliminar. *Com. Inst. Geol. Mineiro*, Lisboa 84(1): A157-A160.
- SEN, S., ANTUNES, M.T., PAIS, J. & LEGOINHA, P. (1992) - Bio and magnetostratigraphy of two Lower Miocene sections, Tagus basin (Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, 11: 173-184.

- SERRALHEIRO, A.M. (1954) - Contribuição para o conhecimento da fauna ictiológica do Miocénico marinho de Portugal continental. *Rev. Fac. Ciênc. Universidade de Lisboa*, 2ª sér. C, IV (1): 39-119.
- SHARPE, D. (1834) - On the strata in the neighbourhood of Lisbon and Oporto. *Proc. Geol. Soc. London*, 1: 394-396.
- SHARPE, D. (1841) - On the geology of the neighbourhood of Lisbon. *Transactions of the Geol. Soc. London*, VI, sections 1, 9, 11, 12 and 13.
- SIERRO, F.J. (1984) - Foraminíferos planctónicos y bioestratigrafía del Mioceno superior - Plioceno del borde occidental de la cuenca del Guadalquivir (S.O. de España). Tesis Doctoral. *Universidad de Salamanca*: 391 p.
- SIERRO, F.J. (1985) - The replacement of the *Globorotalia menardii* group by the *Globorotalia miotumida* group: an aid to recognizing the Tortonian-Messinian boundary in the Mediterranean and the adjacent Atlantic. *Marine Micropaleontology*, 9: 525-535.
- SIERRO, F.J., FLORES, J.A., CIVIS, J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A. & FRANCÉS, G. (1993) - Late Miocene globorotaliid event-stratigraphy and biogeography in the NE-Atlantic and Mediterranean. *Marine Micropaleontology*, 21: 143-168.
- SIERRO, F.J., GONZÁLEZ-DELGADO, J.A., DABRIO, C.J., FLORES, J.A. & CIVIS, J. (1996) - Late Neogene depositional sequences in the foreland basin of Guadalquivir (SW Spain). In P.F. Friend & C.J. Dabrio (Eds.) *Tertiary basins of Spain*, Cambridge University Press: 339-345.
- SILVA, C.M., CACHÃO, M., MARTINELL, J. & DOMÈNECH, R. (1999) - Bioerosional evidence of rocky palaeoshores in the Neogene of Portugal: environmental and stratigraphic significance. *Bull. Geological Society Denmark*, 45: 156-160.
- SMITH, W. (1847) - On the age of the Tertiary beds of the Tagus, with a Catalog of the fossils. *Quarterly Journ. Geol. Soc. London*, III: 410-422.
- SOUSA, L., LEGOINHA, P. & PAIS, J. (1999) - Palynomorphs from the Ribeira da Lage section (Lower Tortonian, Lower Tagus Basin, Portugal). EPA Workshop, Lisboa (Portugal), July, 22-25th: 118-121.
- STEININGER, F.F., BERNOR, R.L. & FAHLBUSCH, V. (1990) - European Neogene marine/continental chronologic correlations. In E.H. Lindsay, V. Fahlbusch and P. Mein (Eds.): *European Neogene Mammal Chronology*. Plenum Press, New York, NATO ASI, Series A, 180: 15-46.
- STEININGER, F.F., BERGGREN, W.A., KENT, D.V., BERNOR, R.L., SEN, S. & AGUSTI, J. (1996) - 2. Circum-Mediterranean Neogene (Miocene and Pliocene) marine-continental chronologic correlations of European Mammal Units. *Columbia University Press*: 7-46.
- TEIXEIRA, C. (1981) - Geologia de Portugal — Precâmbrico, Paleozóico. *Fundação Calouste Gulbenkian*, I: 629 p.
- TEIXEIRA, C. & GONÇALVES, F. (1980) - Introdução à geologia de Portugal. *Instituto Nacional de Investigação Científica*, Lisboa: 475 p.
- THUNELL, R. (1981) - Late Miocene-Early Pliocene planktonic foraminiferal biostratigraphy and paleoceanography of low-latitude marine sequences. *Marine Micropaleontology*, 6: 71-90.
- TJALSMA, R.C. (1971) - Stratigraphy and foraminifera of the Neogene of the eastern Guadalquivir basin (southern Spain). *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, 4: 161 p.
- TORRES, A.S. (1943) - Nota sobre um conglomerado poligénico. *Imprensa Portuguesa*. Porto.

- UBALDO, M.L. (1967) - Contribuição para o estudo dos foraminíferos recentes do arquipélago dos Açores. *Rev. Fac. Ciênc. Lisboa, 2ª sér. C, XV (1): 35-63.*
- UBALDO, M.L. & ROCHA, A.T. (1972) - Sur la présence de *Cribononion dollfusi* (Cushman) S. L. dans le Miocène du bassin de Lisbonne. *Rev. Fac. Ciênc. Lisboa 2ª sér. C, XVII: 119-133.*
- VAIL, P.R., AUDEMARDE, F., BOWMAN, S.A., EINSELE, G.P. & PEREZ-CRUZ, G. (1991) - The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentation. *In Cycles and Events in Stratigraphy* (Eds. Einsele, G., Ricken, W. & Seilacher, A. Springer-Verlag): 617-659.
- VAIL, P.R., COLIN, J.P., CHÊNE, R.J. DU, KUCHLY, J., MEDIAVILLA, F & TRIFILIEFF, V. (1987) - La stratigraphie sequentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du Bassin de Paris. *Bull. Soc. Géol. France, 8 (III): 1301-1321*
- VAIL, P.R., MITCHUM, R.M., THOMPSON, S., TODD, R.G., SANGREE, J.B., WIDMIER, J.M., BUBB, N.N. & NATELID, W.G. (1977) - Seismic stratigraphy and global sea-level changes. *American Association of Petroleum Geologists Memoir, 26: 49-212.*
- VANDELLI, A. A. (1831) - Aditamentos ou Notas à Memoria Geognostica, ou golpe de vista do perfil das estratificações das diferentes rochas que compõem os terrenos desde a Serra de Sintra até à Arrábida. *Mem. Acad. R. Sci. Lisboa, XII: 281-306.*
- VANNEY, J.R. & MOUGENOT, D. (1981) - La plate-forme continentale du Portugal et des provinces adjacentes: analyse géomorphologique. *Mem. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 28: 1-86.*
- VEIGA-FERREIRA, O. (1951) - Os pectinídeos do Miocénico do Algarve. *Comun. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, XXXII: 153-180.*
- VEIGA-FERREIRA, O. (1953) - Espécies novas de Pectinídeos do Miocénico Português. *Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, XI (1): 79-86.*
- VEIGA-FERREIRA, O. (1954) - Pectinídeos do Miocénico do Vale do Sado e da Serra da Arrábida. *Comun. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, XXXV: 155-192.*
- VEIGA-FERREIRA, O. (1958) - Descoberta de *Calappa heberti* no Tortoniano do Penedo (Cabo Espichel). *Comun. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, XLII: 203-207.*
- VEIGA-FERREIRA, O. (1961) - Equinídeos do Miocénico de Portugal continental e ilhas adjacentes. *Comun. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, XLV: 529-564.*
- VERDENIUS, J.G. (1970) - Neogene stratigraphy of the western Guadalquivir basin (southern Spain). *Utrecht Micropaleontological Bulletins, 3: 109 p.*
- WAGONER, J. C. van, POSAMENTIER, H.W., MITCHUM, R.M., VAIL, P. R., SARG, J.F., LOUTIT, T.S. & HARDENBOL, J. (1988) - Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. *In Sea-level changes - an integrated approach. SEPM, Special Publication, 42: 39-45.*
- ZBYSZEWSKI, G. (1937) - Découverte de nouveaux gisements terrestres dans le Néogène des environs de Lisbonne (Portugal). *C.R. Acad. Sci. Paris, 205: 1241-1242.*
- ZBYSZEWSKI, G. (1941) - Note sur la découverte du genre *Dinotherium* au Portugal. *Comun. Serv. Geol. Port., Lisboa, XXII: 39-44.*
- ZBYSZEWSKI, G. (1946) - Note sur l'existence de d'algues fossiles dans le Miocène d'Aljezur (Algarve). *An. Fac. Ciênc. Porto, 31 (2): 96-100.*
- ZBYSZEWSKI, G. (1948) - O Miocénico marinho de Bensafrim (Algarve). *Bol. Soc. Geol. Portugal, Porto, VII: 55-56.*

- ZBYSZEWSKI, G. (1949) - Les Vertébrés du Burdigalien supérieur de Lisbonne. *Mem. Serv. Geol. Port.*, Lisboa: 77 p.
- ZBYSZEWSKI, G. (1954) - L'Aquitaniien supérieur de Lisbonne et du Ribatejo. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXXV: 99-154.
- ZBYSZEWSKI, G. (1957) - Le Burdigalien de Lisbonne. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, XXXVIII: 91-215.
- ZBYSZEWSKI, G. (1962) - Considérations sur la position stratigraphique de l'Aquitaniien portugais. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XLVI: 297-316.
- ZBYSZEWSKI, G. (1963) - Carta geológica dos arredores de Lisboa na escala de 1:50000. Notícia Explicativa da folha 4 (Lisboa). *Serv. Geol. Portugal*, 93 p.
- ZBYSZEWSKI, G. (1964a) - L'Aquitaniien du Portugal et sa place stratigraphique. Instituto Lucas Mallada, C.S.I.C. (España), *Cursillos y Conferencias*, 9: 9-12.
- ZBYSZEWSKI, G. (1964b) - Les rapports entre les milieux miocènes marins et continentaux au Portugal. Instituto Lucas Mallada, C.S.I.C. (España), *Cursillos y Conferencias*, 9: 103-108.
- ZBYSZEWSKI, G. (1964c) - Carta geológica dos arredores de Lisboa na escala de 1:50 000. Notícia Explicativa da folha 2 (Loures). *Serv. Geol. Portugal*, 86 p.
- ZBYSZEWSKI, G. (1967) - Contributions à l'étude du Miocène de la serra da Arrábida. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, LI: 37-148.
- ZBYSZEWSKI, G. & ALMEIDA, F. MOITINHO de (1950) - Os peixes miocénicos portugueses. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, XXXI: 309-412.
- ZBYSZEWSKI, G. & VEIGA-FERREIRA, O. (1967) - Découverte de vertébrés fossiles dans le Miocène de la région de Leiria. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, LII: 5-10.
- ZBYSZEWSKI, G., VEIGA-FERREIRA, O., MANUPPELLA, G. & ASSUNÇÃO, C. TORRE (1965) - Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia explicativa da folha 38-B, Setúbal. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.

ESTAMPAS

- **Foraminíferos planctónicos**
- **Foraminíferos bentónicos**
- **Cortes geológicos**

ESTAMPA I

Foraminíferos planctónicos

O traço representa 100 µm. No Quadro 9, p. 185, indica-se a ocorrência da espécie nos cortes estudados.

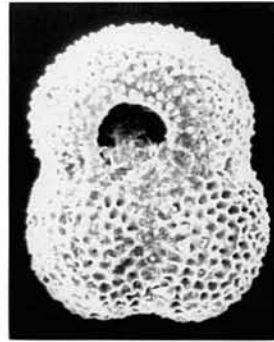
- Fig. 1- *Globigerinoides altiapertura* Bolli, 1954
- Fig. 2- *Catapsydrax unicavus* Bolli, Loeblich & Tappan, 1957
- Fig. 3 - *Globigerinoides subquadratus* Brönnimann, 1954
- Fig. 4 - *Globorotalia* (J.) *acrostoma* Wezel, 1966
- Fig. 5 - *Praeorbulina sicana* (De Stefani, 1952)
- Fig. 6 - *Praeorbulina glomerosa* (Blow, 1956)
- Fig. 7- *Praeorbulina circularis* (Blow, 1956)
- Fig. 8 - *Globigerinoides bisphericus* Todd, 1954
- Fig. 9 - *Orbulina suturalis* Brönnimann, 1951
- Fig. 10 - *Orbulina universa* d'Orbigny, 1839
- Fig. 11 - *Globorotalia* gr. *menardii* (Parker, Jones & Brady, 1865)
- Fig. 12 - *Globorotalia* gr. *menardii* (Parker, Jones & Brady, 1865)
- Fig. 13 - *Globigerinopsis aguasayensis* Bolli, 1962



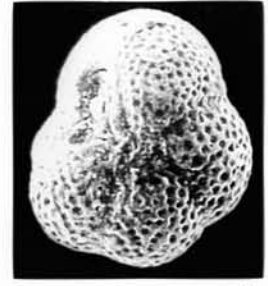
1



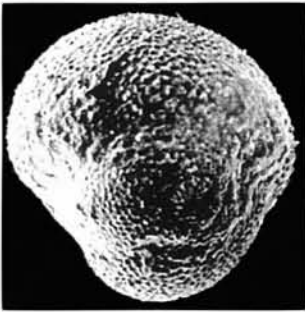
2



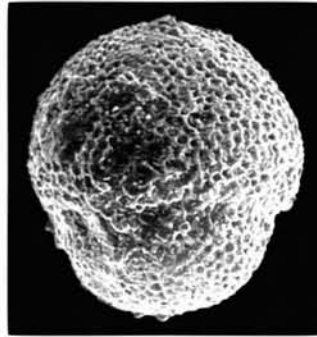
3



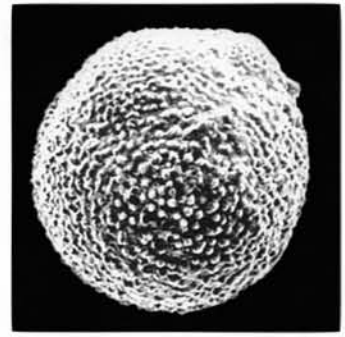
4



5



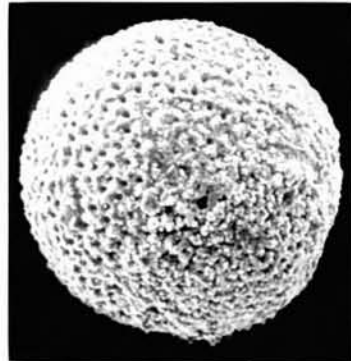
6



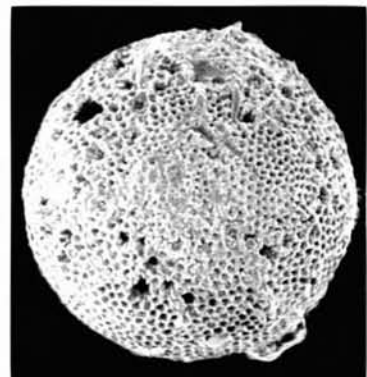
7



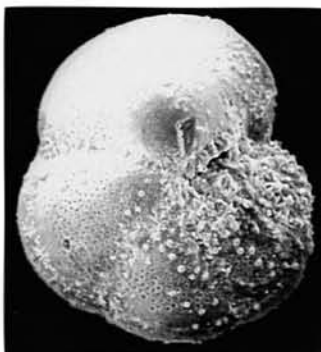
8



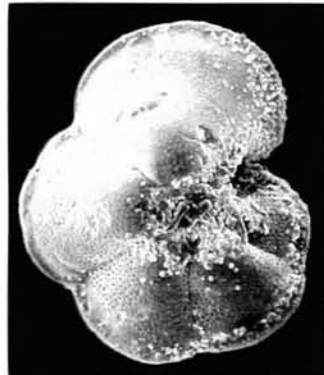
9



10



11



12



13

ESTAMPA II

Foraminíferos planctónicos

O traço representa 100 µm. No Quadro 9, p. 185, indica-se a ocorrência da espécie nos cortes estudados.

Fig. 1, 2 - *Globigerinoides trilobus* (Reuss) Bolli, 1957

Fig. 3 - *Globorotalia* (*J.*) *mayeri* Cushman & Ellisor, 1939

Fig. 4 - *Globigerinoides sacculifer* (Brady) Bolli, 1957

Fig. 5 - *Globoquadrina baroemoenensis* (Leroy, 1939)

Fig. 6 - *Globoquadrina dehiscens* (Chapman, Parr & Collins) Parker, 1967

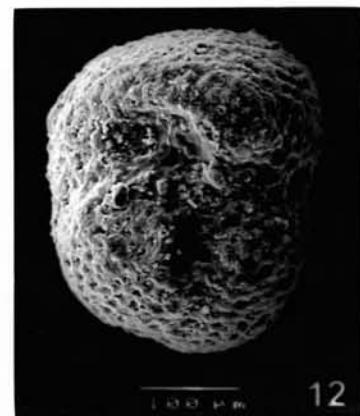
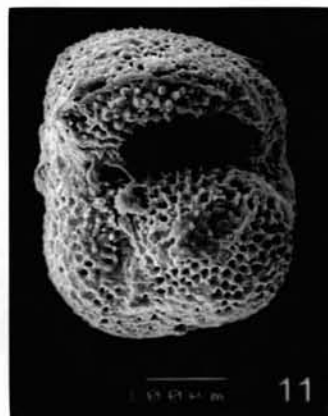
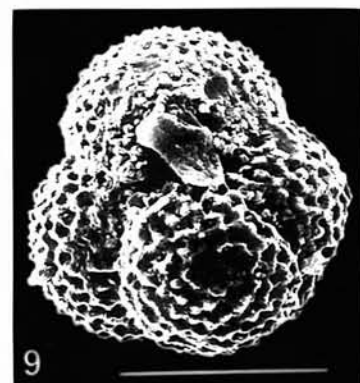
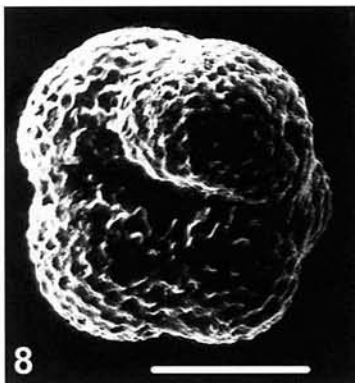
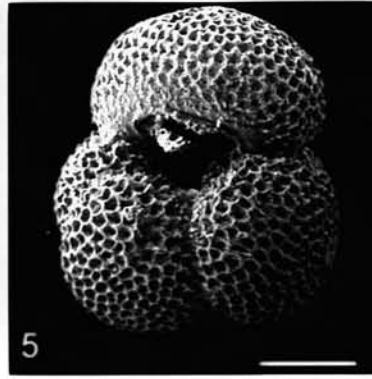
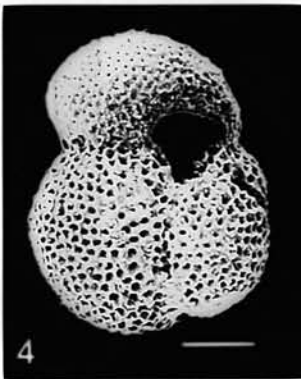
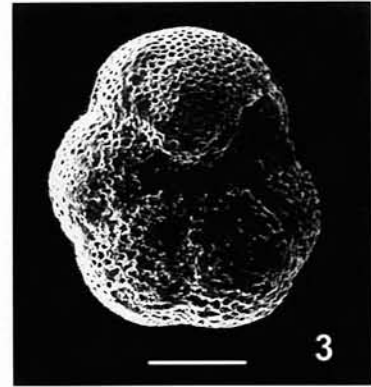
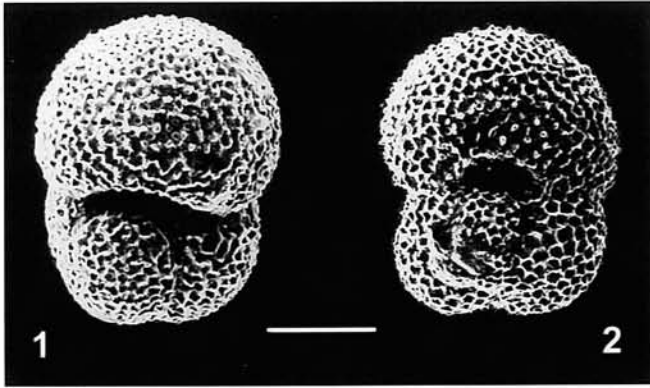
Fig. 7 - *Globigerina* (*G.*) *bulloides* d'Orbigny, 1826

Fig. 8 - *Globorotaloides suteri* Bolli, 1957

Fig. 9 - *Globigerina* (*Z.*) *druryi* Akers, 1918

Fig. 10 - *Globorotalia* (*F.*) *peripheroronda* Blow & Banner, 1966

Fig. 11, 12 - *Globigerinoides elongatus* (d'Orbigny, 1826)



ESTAMPA III

Foraminíferos planctónicos

O traço representa 100 µm. No Quadro 9, p. 185, indica-se a ocorrência da espécie nos cortes estudados.

Fig. 1- *Globorotalia miotumida* Jenkins, 1960

Fig. 2 - *Globorotalia* gr. *menardii* (Parker, Jones & Brady, 1865)

Fig. 3, 6 - *Neogloboquadrina humerosa* (Takayanagi & Saito, 1962)

Fig. 4, 5 - *Neogloboquadrina acostaensis* (Blow, 1959)

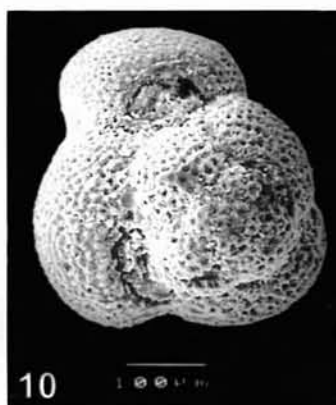
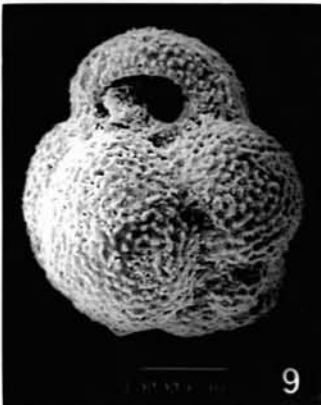
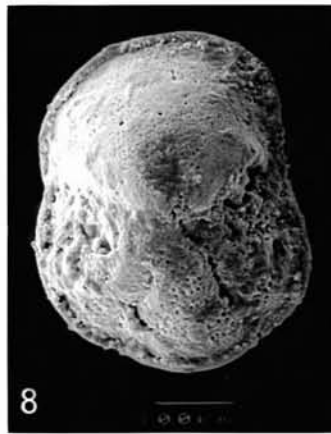
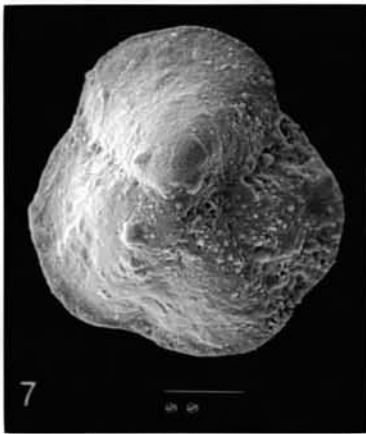
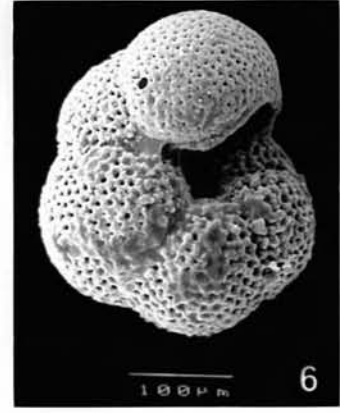
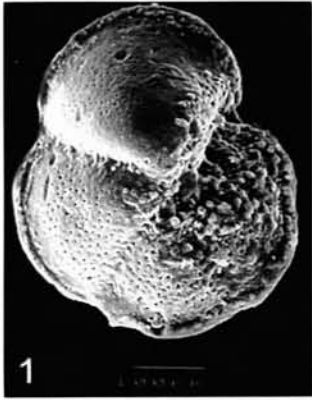
Fig. 7, 8 - *Globorotalia* (G.) *conomiozea* Kennett, 1966

Fig. 9, 10 - *Globigerinoides extremus* Bolli, 1965

Foraminíferos bentónicos

O traço representa 100 µm. No Quadro 10, p. 186, indica-se a ocorrência do género nos cortes estudados.

Fig. 11, 12 - *Hanzawaia* Asano, 1944, sp. indet.



ESTAMPA IV

Foraminíferos bentónicos (géneros)

O traço representa 100 µm. No Quadro 10, p. 186, indica-se a ocorrência do género nos cortes estudados.

Fig. 1- *Ammonia* Brünnich, 1772

Fig. 2 - *Elphidium* de Montfort, 1808

Fig. 3 - *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826

Fig. 4, 6 - *Lenticulina* Lamarck, 1804

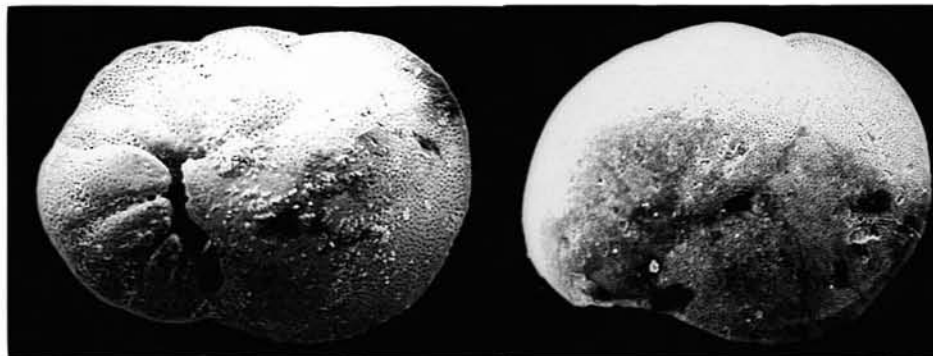
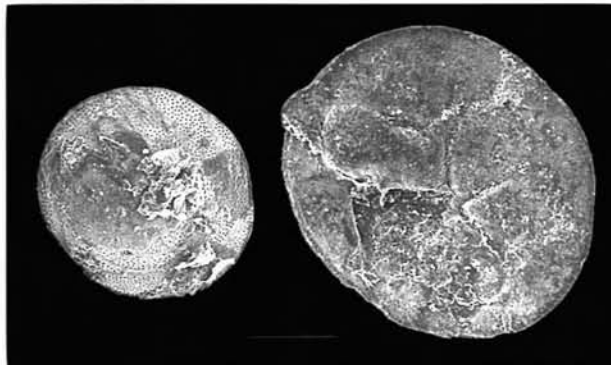
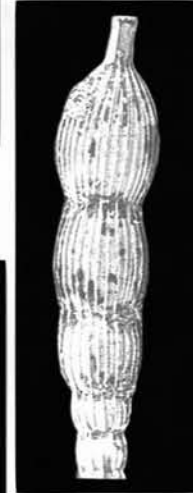
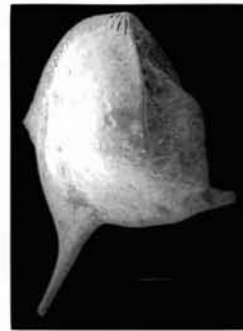
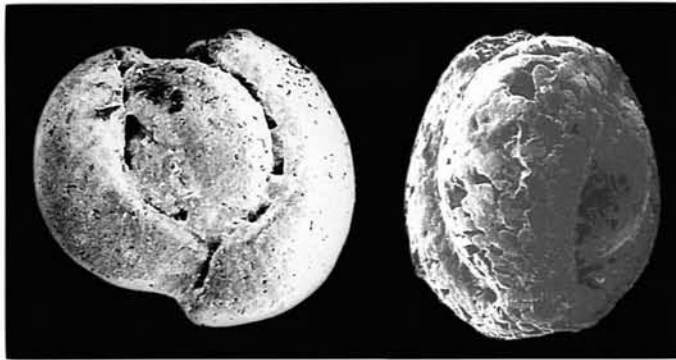
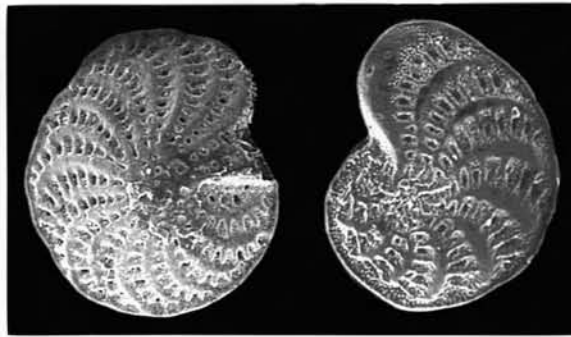
Fig. 5 - *Asterigerina* d'Orbigny, 1839

Fig. 7 - *Cancris* de Montfort, 1808

Fig. 8 - *Stilostomella* Guppy, 1894

Fig. 9 - *Orthomorphina* Stainforth, 1952

Fig. 10 - *Nodosaria* Lamarck, 1812



ESTAMPA V

Foraminíferos bentónicos (géneros):

O traço representa 100 µm. No Quadro 10, p. 186, indica-se a ocorrência do género nos cortes estudados.

Fig. 1- *Nonion* de Montfort, 1808

Fig. 2 - *Operculina* d'Orbigny, 1826

Fig. 3 - *Discorbis* Lamarck, 1804

Fig. 4 - *Textularia* DeFrance, 1824

Fig. 5 - *Bulimina* d'Orbigny, 1826

Fig. 6 - *Globulina* d'Orbigny, 1839

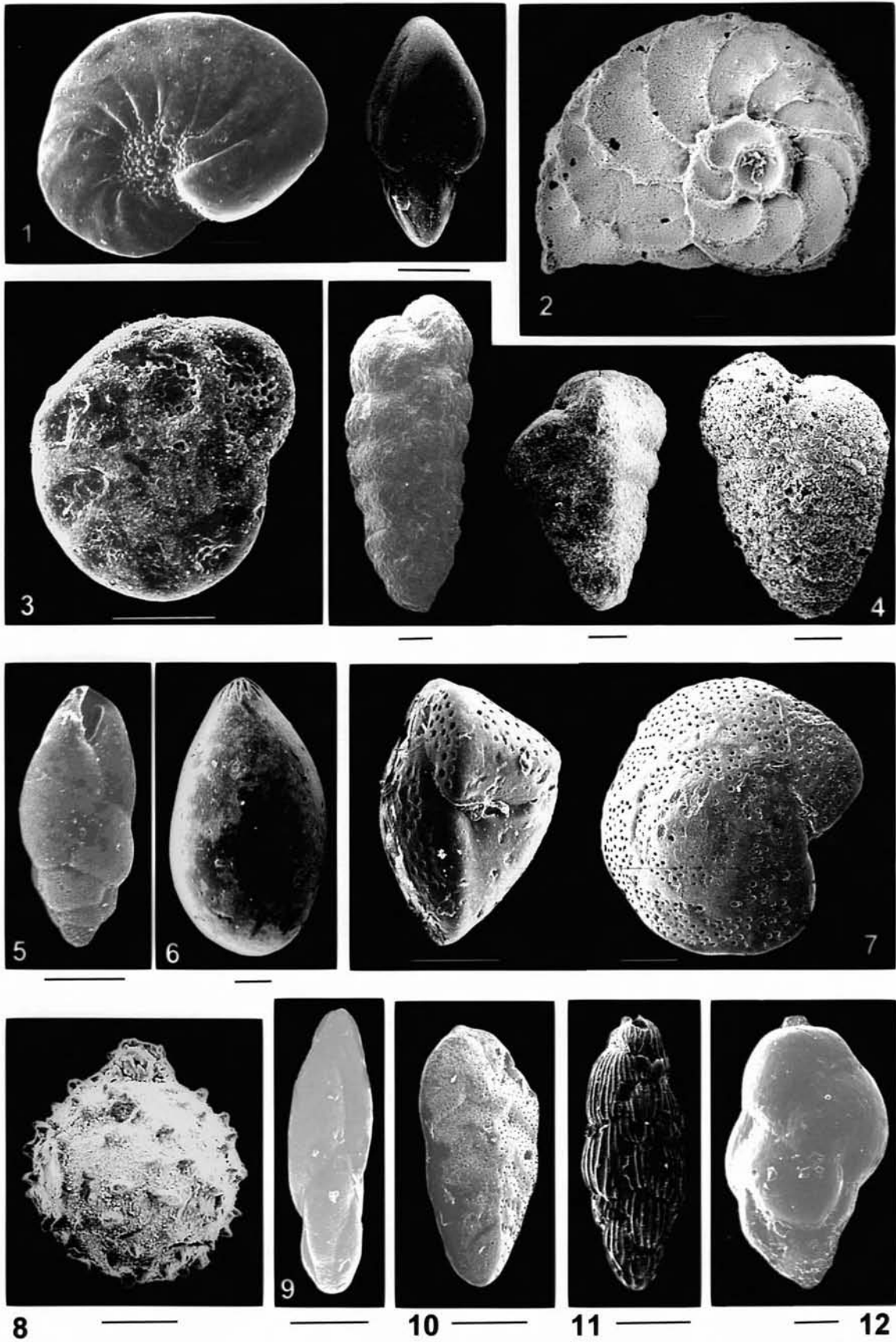
Fig. 7 - *Heterolepa* Franzénau, 1884

Fig. 8 - *Globulina spinosa* d'Orbigny, 1846

Fig. 9 - *Fursenkoina* Loeblich & Tappan, 1961

Fig. 10 - *Bolivina* d'Orbigny, 1839

Fig. 11, 12 - *Uvigerina* d'Orbigny, 1826



ESTAMPA VI

Foraminíferos bentónicos (géneros)

O traço representa 100 µm. No Quadro 10, p. 186, indica-se a ocorrência do género nos cortes estudados.

Fig. 1- *Ehrenbergina* Reuss, 1850

Fig. 2 - *Cassidulina* d'Orbigny, 1826

Fig. 3 - *Pullenia* Parker & Jones, 1808

Fig. 4 - *Reussella* Galloway, 1933

Fig. 5 - *Gyroidina* d'Orbigny, 1826

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 6 - Arribas de Foz da Fonte (Península de Setúbal). Ver Fig. 23, p. 58 e Fig. 24, p.59.

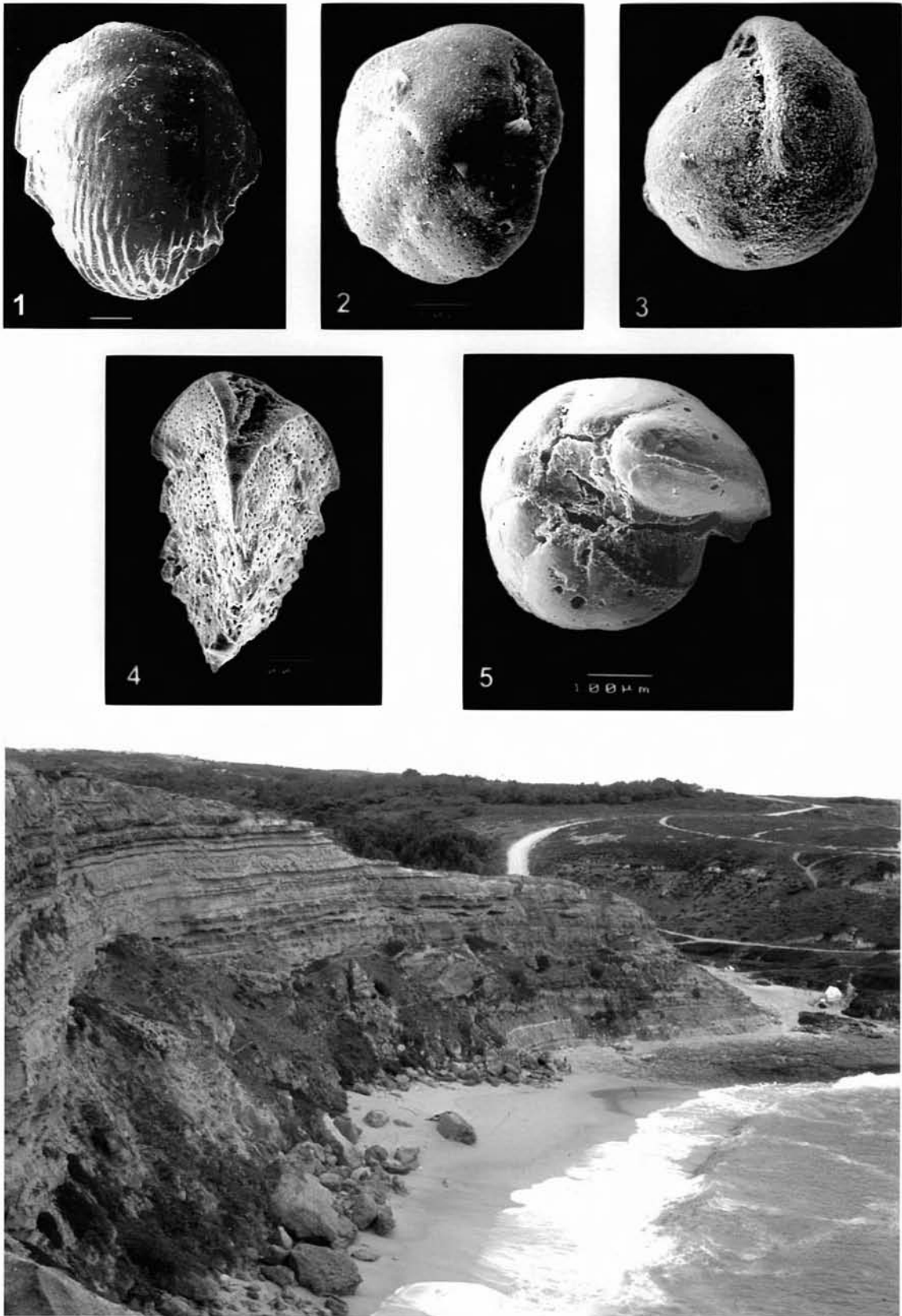


Fig. 6

ESTAMPA VII

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Foz da Fonte (Península de Setúbal). Ver Fig. 24, p. 59; Fig. 45, p.115; Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129).

Fig. 2 - Corte de Penedo Sul (Península de Setúbal). Ver Fig. 25, p. 64; Fig. 45, p.115; Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129).

Fig. 3 - Pormenor da descontinuidade (D4). Ver Fig. 25, p. 64.

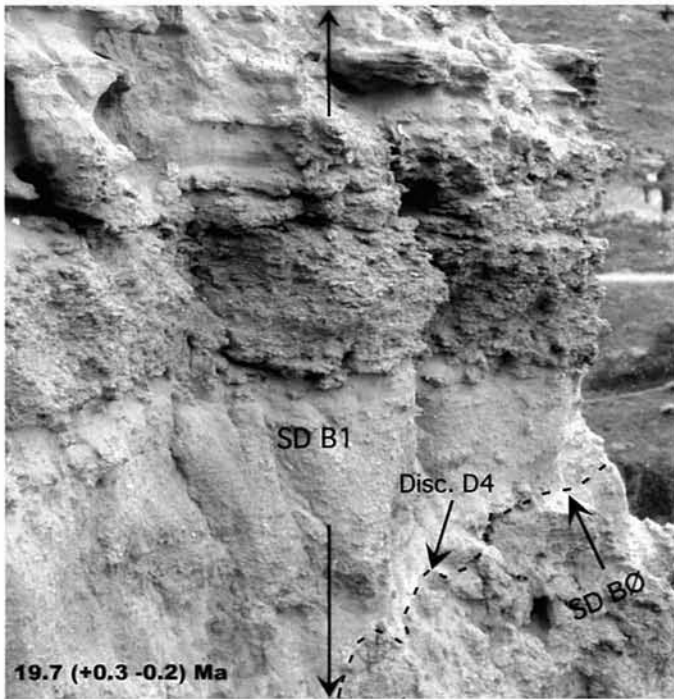


Fig. 1

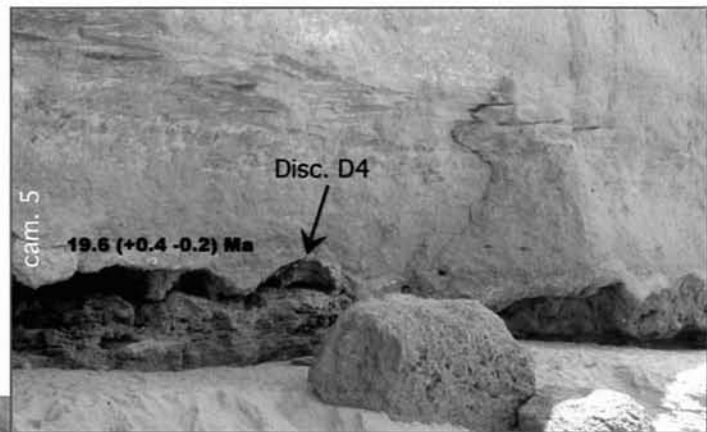


Fig. 3

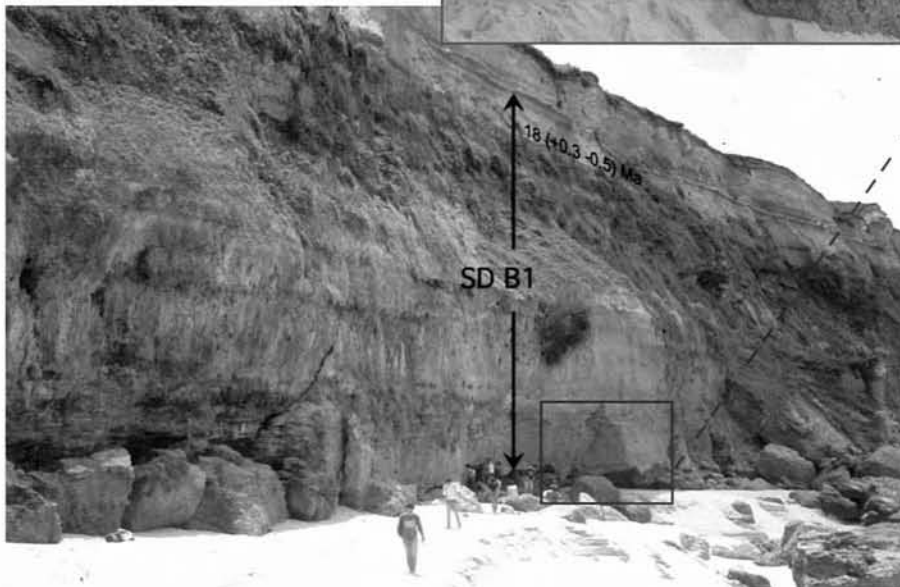


Fig. 2

ESTAMPA VIII

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Cristo Rei (Almada): parte inferior, junto ao Rio Tejo. Ver Fig. 29, p. 78; Fig. 30, p. 81; Fig. 44, p. 114; Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129.

Fig. 2 - Corte de Cristo Rei (Almada), parte intermédia: afloramento de areias com estratificação cruzada. Ver Fig. 29, p. 78; Fig. 30, p. 81 e Quadro 7, p. 137.

Fig. 3 - Corte de Cristo Rei (Almada): topo. Ver Fig. 29, p. 78; Fig. 30, p. 81; Fig. 44, p. 114; Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129.



Fig. 3



Fig. 2

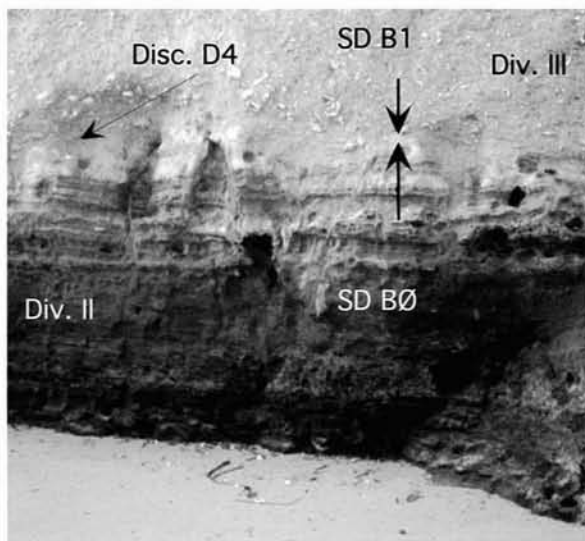


Fig. 1

ESTAMPA IX

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte a W da Av. Padre Cruz (= Paulo VI) junto da Quinta das Mouras, Lisboa (Fot. M.T.Antunes, 1974). Ver Fig. 46, p.116, Fig. 47, p.129 e Quadro 7, p. 137).

Fig. 2 - Quinta das Pedreiras, ao Lumiar, Lisboa (Fot. M.T. Antunes em 1960): Areeiro do Capitão (camadas superiores; vista do Norte). Ver Fig. 46, p. 116, Fig. 47, p. 129 e Quadro 7, p. 137.



Fig. 2

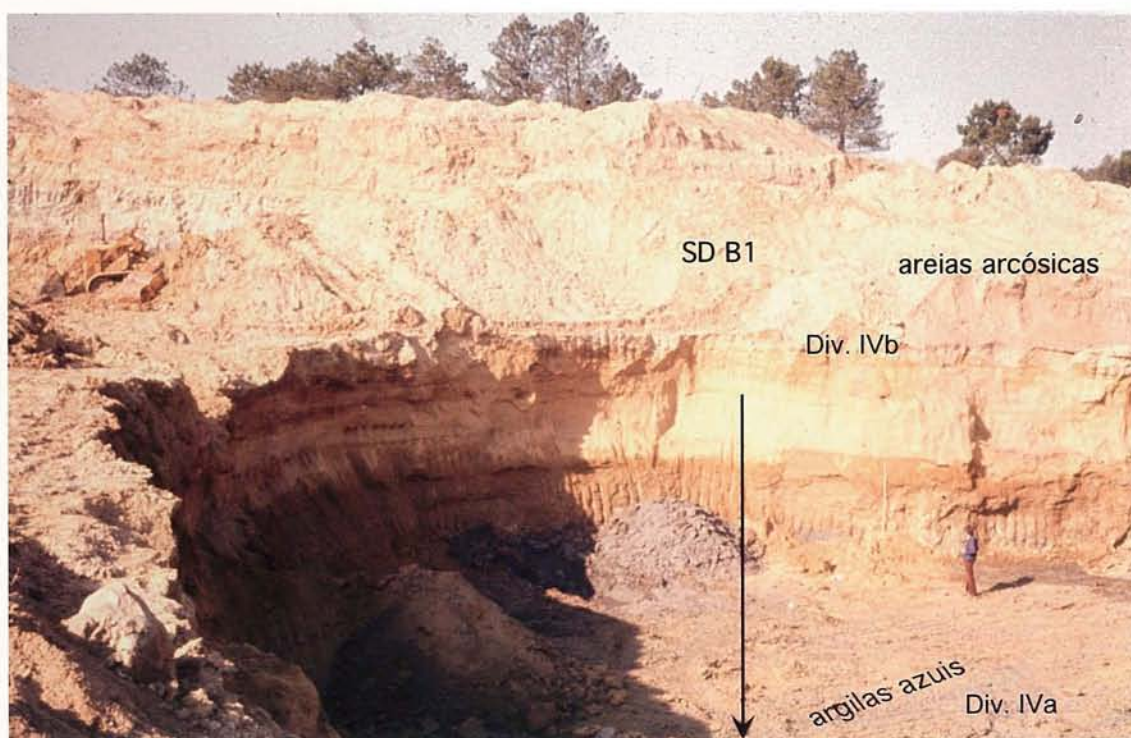


Fig. 1

ESTAMPA X

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Pica-Galo (Trafaria). Ver Fig. 35, p. 91.

Fig. 2 - Corte de Costa da Caparica (junto à via rápida). Ver Fig. 36, p. 94, Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129.

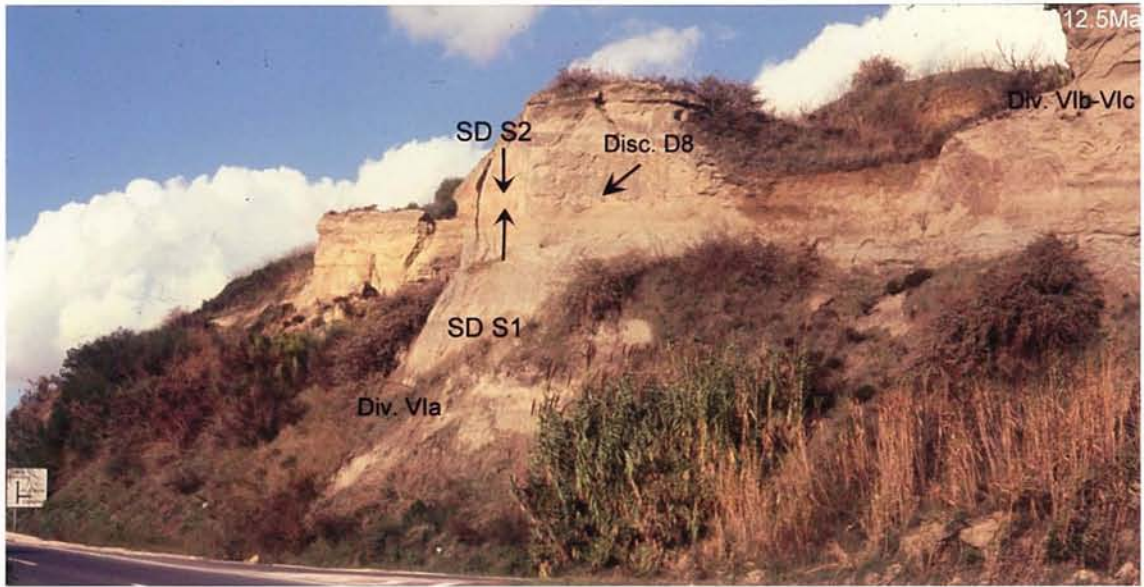


Fig. 2



Fig. 1

ESTAMPA XI

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Areeiro do Olival da Susana, Lisboa. Ver Fig. 46, p.116, Fig. 47, p.129 e Quadro 7, p. 137).

Olival da Susana
Fot. M.T. Antunes, 1960

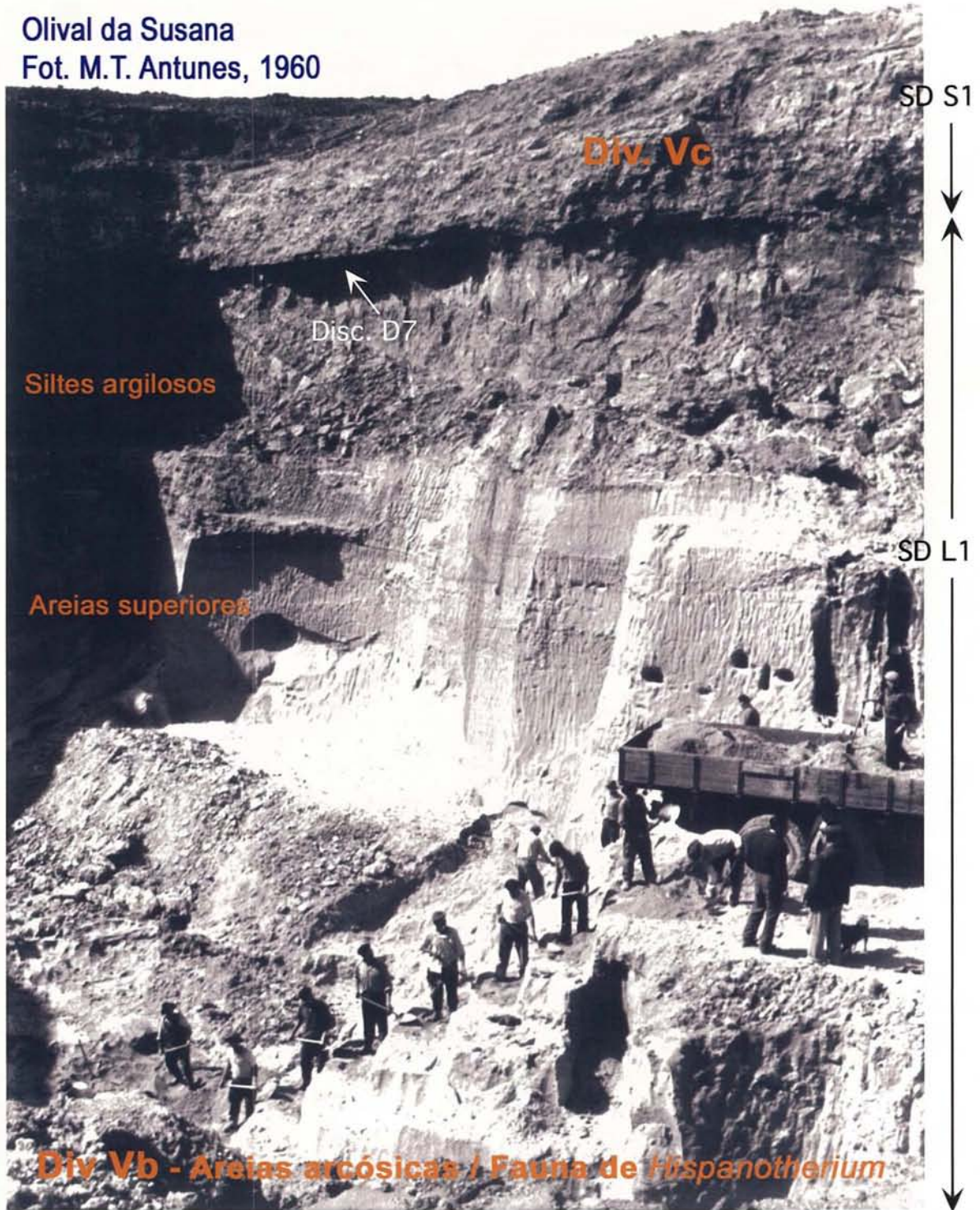


Fig. 1

ESTAMPA XII

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Quinta das Rosas (Monte de Caparica, Península de Setúbal).
Ver Fig. 32, p. 86; Fig. 46, p. 116 e Fig. 47, p. 129.

Fig. 2 - Pormenor do banco fossilífero (base aos 11 m; ver Fig. 32, p. 86).

Fig. 3 - Corte de Quinta das Rosas (topo). Ver Fig. 32, p. 86; Fig. 46, p.116 e
Fig. 47, p.129.

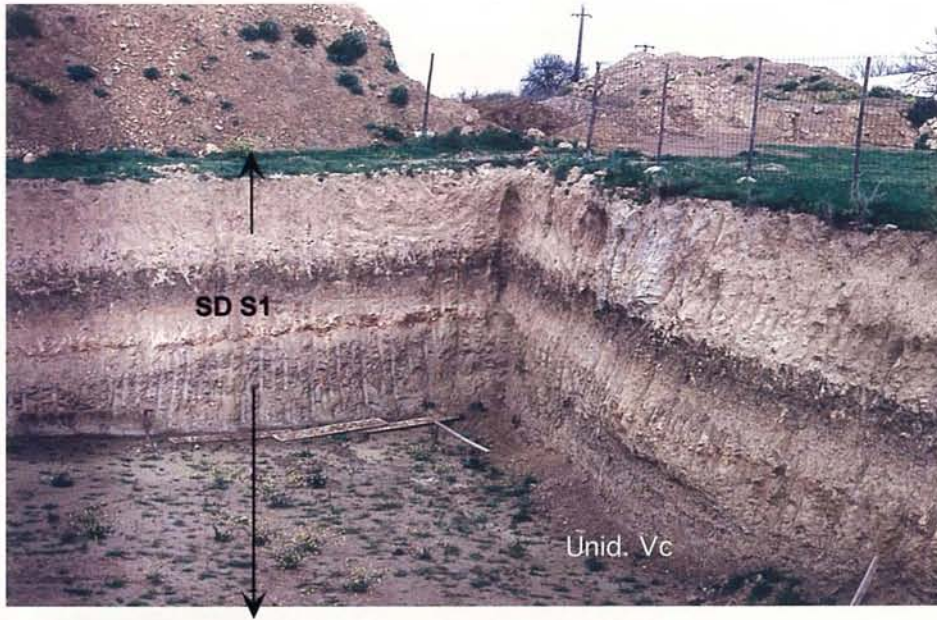


Fig. 3



Fig. 2



Fig. 1

ESTAMPA XIII

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Penedo Norte (Península da Setúbal). Ver Fig. 26, p. 69, Fig. 46, p. 116 e Fig. 47, p. 129.

Fig. 2 - Pormenor do nível de condensação.



Fig. 1



Fig. 2

ESTAMPA XIV

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Ribeira das Lages (Península da Setúbal). Ver Fig. 27, p.74, Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129.

Fig. 2 - Corte de Ribeira das Lages (Península da Setúbal). Concentração de *Chlamys macrotis* nas camadas do topo.

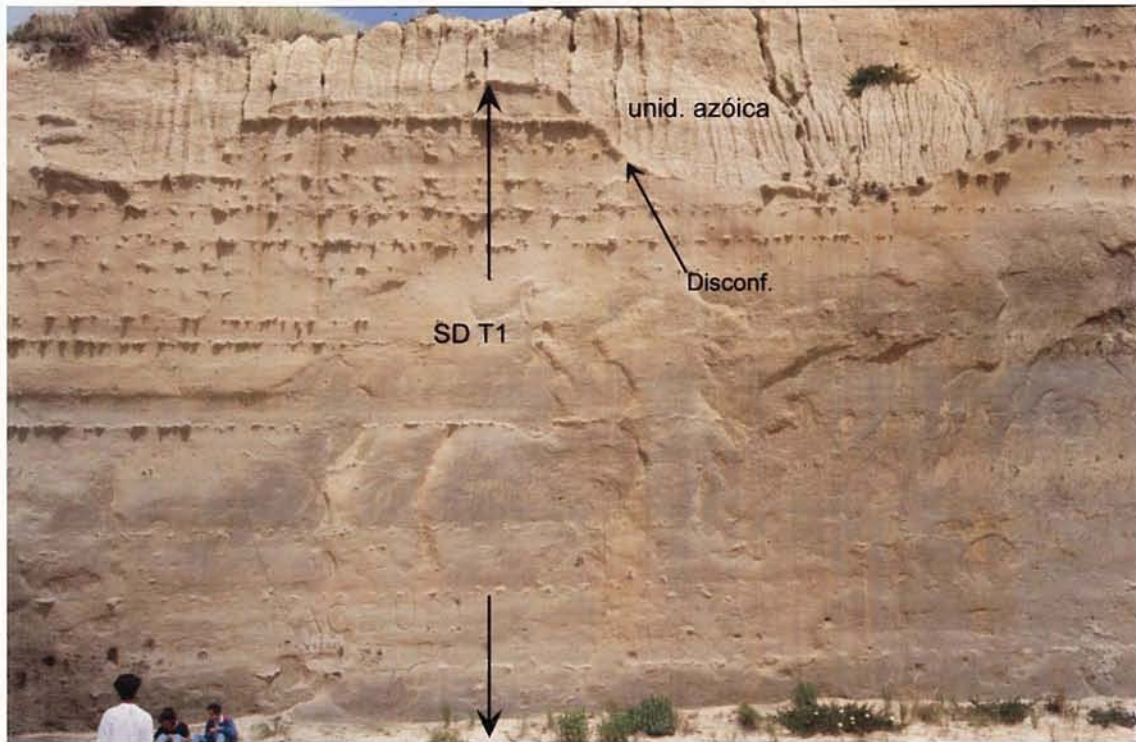


Fig. 1



Fig. 2

ESTAMPA XV

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Foz do Rego - sector Norte (Península da Setúbal). Ver Fig. 38, p. 98, Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129.

Fig. 2 - Pormenor da concentração de *Chlamys macrotis*.

Fig. 3 - Corte de Foz do Rego - sector Sul (Península da Setúbal). Ver Fig. 38, p. 98, Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129.

Fig. 4 - Pormenor da lumachela.



Fig. 4

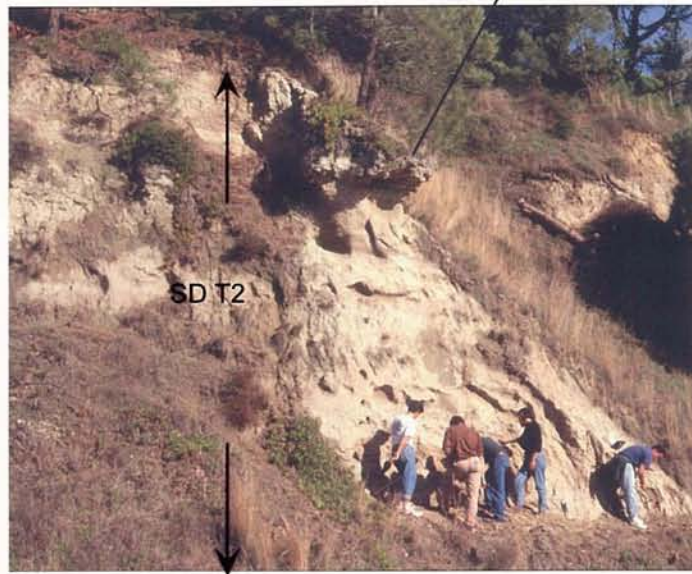


Fig. 3



Fig. 2

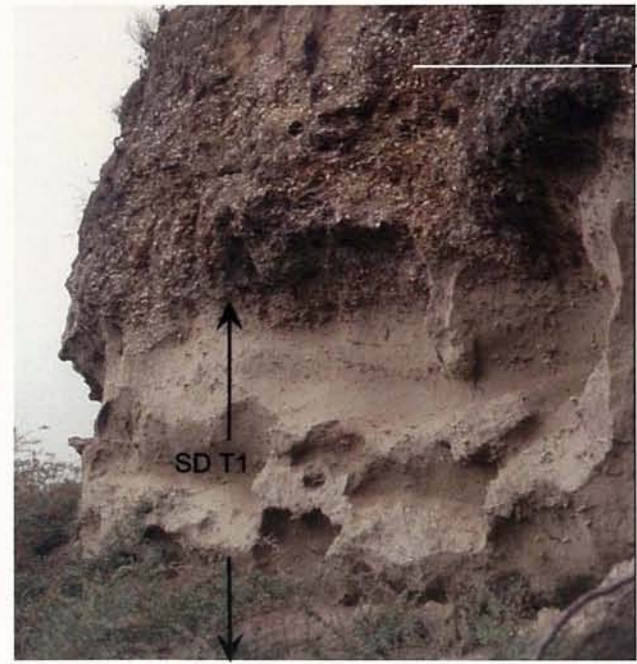


Fig. 1

ESTAMPA XVI

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Fonte da Telha (Península da Setúbal). Ver Fig. 40, p. 102, Fig. 46, p. 116 e Fig. 47, p. 129.

Fig. 2 - Pormenor do nível fossilífero.

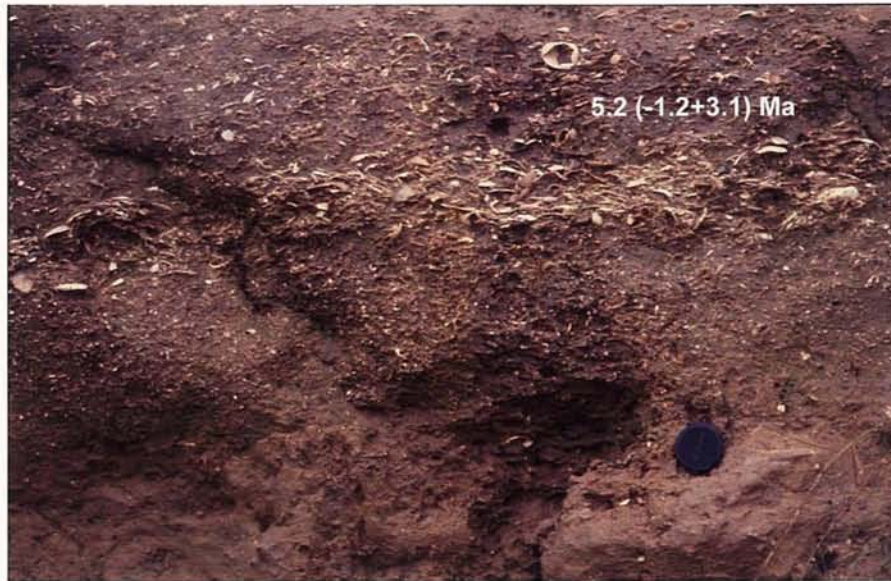


Fig. 2

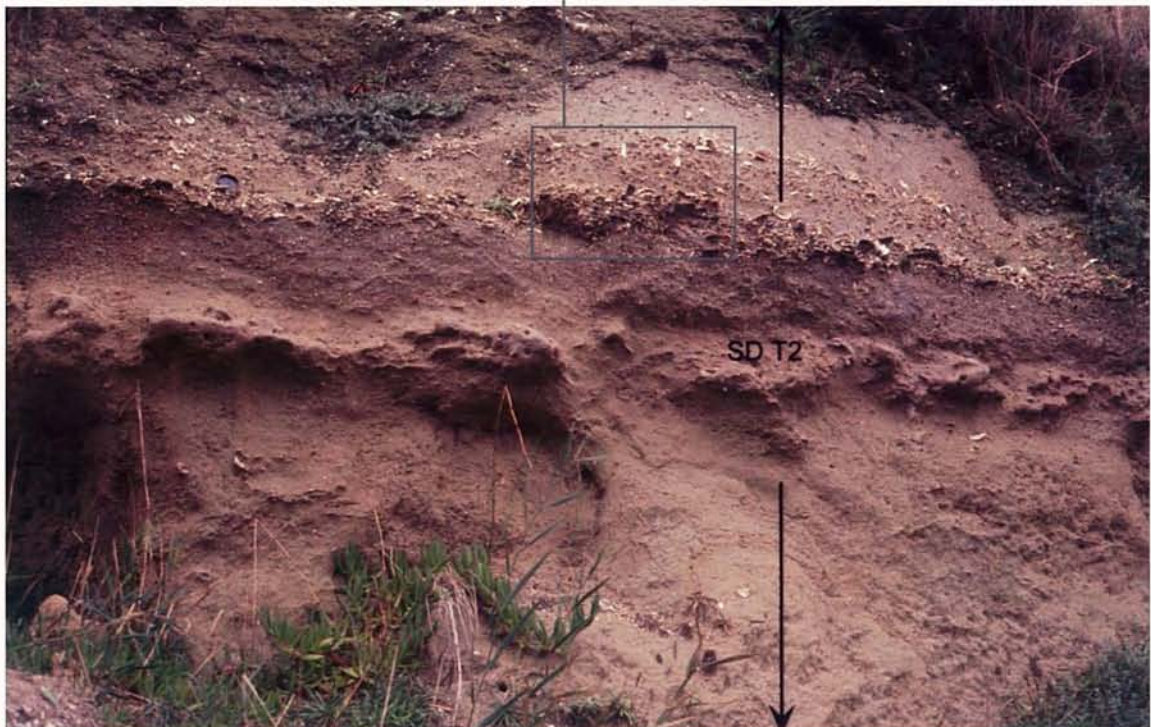


Fig. 1

ESTAMPA XVII

Cortes geológicos (Bacia do Baixo Tejo)

Fig. 1 - Corte de Benfca, fundações do Centro Comercial Colombo (Lisboa, 1991).

Ver Fig. 46, p.116 e Fig. 47, p.129.

Fig. 2 - Portinho da Arrábida (Península da Setúbal): discordância angular entre o Miocénico e o Jurássico.



Fig. 1



Fig. 2

ESTAMPA XVIII

Cortes geológicos (Algarve)

Fig. 1 - Arriba da praia de Arrifão (Albufeira): Formação de Lagos-Portimão.
Os números correspondem às camadas descritas na Fig. 61, p. 173

Fig. 2 - Arriba da praia de Arrifão (Albufeira): Formação de Lagos-Portimão.
Pormenor do contacto com o Cretácico inferior (ver Fig. 61, p. 173).



Fig. 1



Fig. 2

ESTAMPA XIX

Cortes geológicos (Algarve)

Fig. 1 - Arriba da praia do Canavial (Lagos): Formação de Lagos-Portimão (Miocénico).

Ver Fig. 62, p. 176.

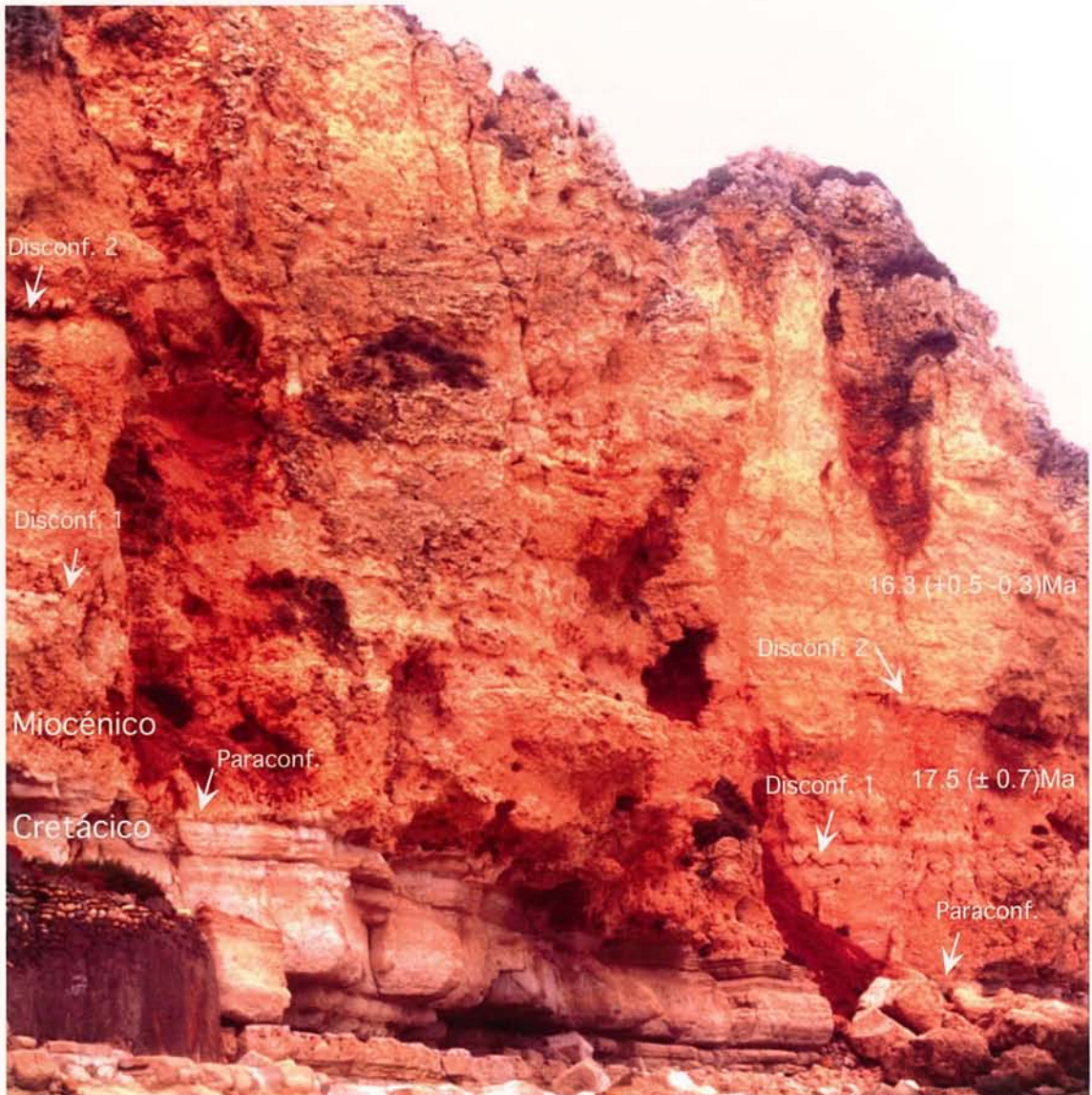


Fig. 1

ESTAMPA XX

Cortes geológicos (Algarve)

Fig. 1 - Aspecto geral da Formação de Lagos-Portimão (arriba da praia de Senhora da Rocha).

Fig. 2 - Arriba da praia da Rocha (Portimão): à esquerda, Formação de Lagos-Portimão (Miocénico médio); à direita, Arenitos e areias finas (Miocénico superior).
Ver Fig. 55, p. 155.



Fig. 1

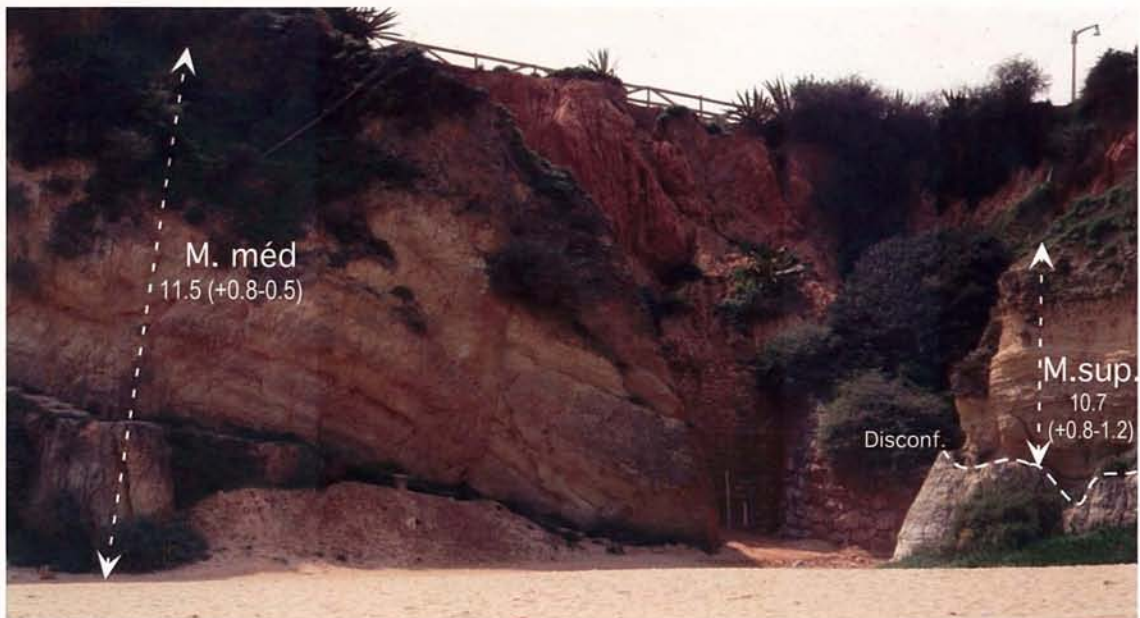


Fig. 2

ESTAMPA XXI

Cortes geológicos (Algarve)

Fig. 1 - Corte da praia do Hotel Auramar (ver Fig. 63, p. 177).

Fig. 2 - Afloramento de margas espongolíticas de Mem Moniz (ver Fig. 66, p. 158).



Fig. 1



Fig. 2

ESTAMPA XXII

Cortes geológicos (Algarve)

Fig. 1 - Praia do Castelo: siltes glauconíferos (que, fora da área figurada, assentam na Formação de Lagos-Portimão) (ver Fig. 65, p. 179).

Fig. 2 - Calcários conglomeráticos (brecha) de Quelfes e Faro. Ver Fig. 58, p.163 e Fig. 65, p. 179).

Fig. 3 - Concentração de heterosteginídeos (Brecha de Faro). Escala em mm.

Fig. 4 - Brecha de Faro (pormenor).



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4

ESTAMPA XXIII

Cortes geológicos (Algarve)

Fig. 1 - Ribeira de Cacela: pormenor da bancada fossilífera (ver Fig. 60, p. 167).

Fig. 2 - Afloramento de Fábrica (Cacela). Ver Fig. 60, p. 167.



Fig. 1



Fig. 2

ESTAMPA XXIV

Cortes geológicos (Algarve)

Fig. 1 - Conglomerado de Galvana.

Fig. 2 - Conglomerado de Galvana (aspecto de pormenor).

Fig. 3 - Corte de Olhos de Água (ver Fig. 64, p. 178)



Fig. 1



Fig. 2

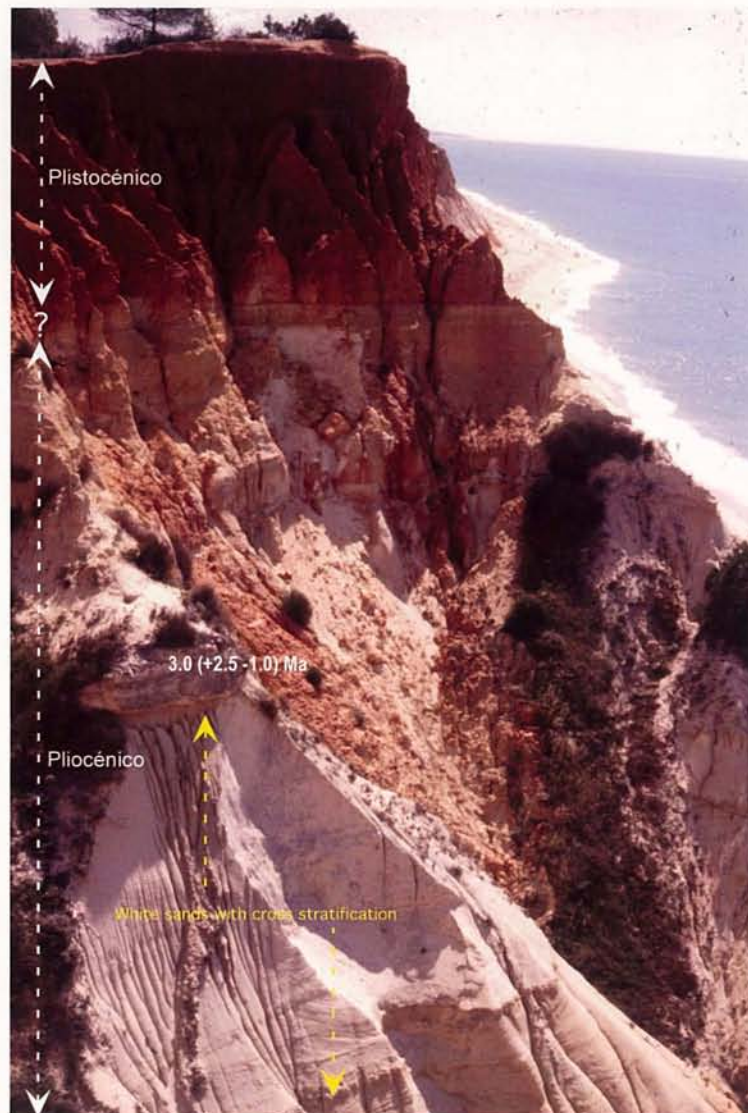


Fig. 3