Universidade do Minho
Escola de Ciências

Manuel Carlos Marques Vieira

Palinologia do Pliocénico da Orla Ocidental Norte e Centro de Portugal: Contributo para a compreensão da cronostratigrafia e da evolução paleoambiental

Dezembro de 2008

Palinologia do Pliocénico da Orla Ocidental Norte e Centro de Portugal: Contributo para a compreensão da cronostratigrafia e da evolução paleoambiental
Manuel Carlos Marques Vieira
UMinho | 2008

Universidade do Minho
Escola de Ciências

Manuel Carlos Marques Vieira

Palinologia do Pliocénico da Orla Ocidental Norte e Centro de Portugal: Contributo para a compreensão da cronostratigrafia e da evolução paleoambiental

Tese de Doutoramento em Ciências
Área de Conhecimento em Geologia

Trabalho efectuado sob orientação do
Professor Doutor Diamantino Manuel Ínsua Pereira
e do
Professor Doutor João José Cardoso Pais

Dezembro de 2008

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE, APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura: _____

I. Agradecimentos

Ao longo da execução deste trabalho foram várias as pessoas e instituições que estiveram presentes ou, de uma forma mais discreta, envolvidas em todo este processo, apoiando, passo a passo, o seu desenvolvimento e que, por isso, merecem os meus sinceros e profundos agradecimentos.

Começo pelos meus orientadores científicos Prof. João Pais e Prof. Diamantino Pereira pela forma como sempre me trataram ao longo destes quatro anos. Acho que não podia ter tido melhor sorte.

Ao **Prof. Diamantino Pereira** por ter sido o impulsionador da minha entrada no mundo da investigação em Ciências da Terra; pela proposta do tema, que me proporcionou trabalhar numa área que sempre me agradou muito, a paleontologia; pelas óptimas condições e liberdade de trabalho que me proporcionou; pela constante procura de apoios ou soluções para as dificuldades; pela disponibilidade e ajuda técnica e científica, nomeadamente, nas questões da estratigrafia e sedimentologia; pela confiança e entusiasmo demonstrados ao longo deste trabalho.

Ao **Prof. João Pais**, pela sua enorme generosidade, simpatia, simplicidade e sentido prático; pela constante interacção que tivemos, pois apesar da distância física e da sua agenda preenchida arranjou sempre tempo para esclarecer todas as minhas duvidas, quase sempre em tempo real através de e-mail ou telefone; pela hospitalidade com que sempre me recebeu; pela proposta e ajuda nas colheitas de amostras; pela transmissão do seu grande conhecimento e da sua visão abrangente das Ciências da Terra; por me permitir o acesso à sua biblioteca pessoal.

Ao **Prof. Reinhard Zetter**, do Departamento de Paleobotânica da Universidade de Viena, por me ter ensinado o método que desenvolveu para observação do mesmo palinomorfo em microscopia óptica e electrónica de varrimento; pela forma amável como sempre me recebeu; pela utilização dos materiais e por toda a preciosa ajuda na identificação de diversos palinomorfos.

À **Emília Poças**, por me ter ensinado as rotinas laboratoriais de tratamento das amostras; pelo empréstimo de bibliografia; pela amizade demonstrada nas visitas entusiásticas que me foram dando força.

À **Prof. Lígia Castro,** pela ajuda na identificação dos dinoflagelados; pela amizade e colaboração constantes; pelas animadas conversas que tivemos ao longo deste tempo.

Ao **Prof. Pedro Proença e Cunha**, por toda a colaboração prestada, a ajuda nos trabalhos de campo, a partilha de informação e pelo seu interesse e incentivo no desenvolvimento dos trabalhos.

À **Doutora Anabela Ramos**, pela cedência de informação de campo e pelas colunas estratigráficas de Barracão e Praia da Vitória, por si elaboradas.

Ao **Prof. Pedro Dinis,** pela colaboração, partilha de informação e ajuda no trabalho de campo.

À **Prof. Teresa Azevedo** e **Dr.ª Elisabete Nunes,** por me terem ajudado na colheita de amostras no barreiro da Apostiça e pela forma simpática como me receberam e mostraram o Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências.

Ao Departamento de Biologia, e à **Prof. Teresa Almeida**, pela disponibilidade que me concedeu para a utilização do microscópio invertido, instrumento fundamental para a aplicação da técnica MO - MEV.

Ao **Prof. David Dilcher**, da Universidade da Florida, pela sua amizade e incentivo, e por me ter recebido no Museu de História Natural e ajudado a compreender a ecologia da vegetação da Florida.

Ao colega **Alex**, do Instituto Tecnológico da Florida, pela sua hospitalidade e ajuda no tratamento estatístico dos resultados.

À **Drª Elsa Ribeiro**, do Laboratório de Microscopia Electrónica, por toda a ajuda prestada nos meus estudos de microscopia electrónica.

Aos funcionários do Departamento de Ciências da Terra, da Universidade do Minho e da Universidade Nova de Lisboa, administrativos ou técnicos, que de alguma forma me ajudaram, um sincero obrigado.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia **(FCT)**, pelo financiamento da bolsa de doutoramento Ref. SFRH/BD/18754/2004.

Ao **INETI**, pelas facilidades concedidas para o estudo das sondagens armazenadas na litoteca.

Quero ainda deixar um sentido abraço ao meu amigo **Luís Gonçalves**, que me "aturou" ao longo deste tempo, por ter partilhado o seu gabinete comigo, pelas conversas que tivemos, pelas ajudas e pela amizade que desenvolvemos. E um abraço ao **Paulo Pereira**, outro amigo que fiz no departamento, pelo companheirismo demonstrado, pela sua graça, que tornou os nossos almoços e lanches diários mais divertidos e descontraídos.

A todos os meus amigos que directa ou indirectamente me apoiaram. Em especial à **Anabela**, minha "mana", que sempre me deu força e suporte em todos os momentos; à **Cátia** pela sua alegria que nunca acaba; ao **Eliseu**, amigo de longa data e companheiro de viagens; ao **Valter**, que sempre me faz rir e esquecer as coisas menos boas; à **Dulce** pela sua óptima companhia nas minhas deslocações a Lisboa e à **Sofia** por todo o seu apoio na recta final deste trabalho. Devo também referir as minhas colegas e amigas da música **Olívia** e **Ângela** por me ajudarem a fazer dos fins-de-semana autênticos concertos de música.

Dedico este trabalho aos meus pais, Aurora e Firmino, ao meu irmão Rómulo e ao meu avô Manuel pelo apoio incondicional que sempre me deram e pelo orgulho e confiança que sempre sentiram e depositaram em mim.

A eles o meu profundo e sincero OBRIGADO!

II. Resumo

O presente trabalho apresenta o estudo palinológico de depósitos pliocénicos da orla ocidental norte e central de Portugal, com vista à obtenção de informação sobre condições paleoambientais e de melhorar o conhecimento do posicionamento cronostratigráfico das diferentes unidades.

Foram seleccionadas e estudadas 186 amostras provenientes de dez localidades (S. Pedro da Torre, Anadia, Monsarros, Barracão, Vale do Freixo, Praia da Vitória, Óbidos, Rio Maior, Belverde e Apostiça) e contados um total de 76 535 palinomorfos.

Identificaram-se 189 *taxa* sendo 22 de esporos, 12 de pólenes de gimospérmicas, 144 de pólenes de angiospérmicas e 11 de dinoflagelados. Sempre que possível recorreu-se à identificação e caracterização das formas a nível de género.

Através da aplicação de nova metodologia para estudo de palinomorfos (Univ. de Viena), foi possível identificar pela primeira vez, em sedimentos Pliocénicos portugueses, pólenes de importantes indicadores climáticos e ambientais como *Craigia, Trigonobalanopsis* (extinto no Zancliano em várias regiões do Mediterrâneo)*, Diplopanax* (género extinto em vários locais da Europa central no Miocénico superior)*, Leitneria* e *Zanthoxylum*, entre outros.

Para cada local estudado procedeu-se à caracterização das associações florísticas observadas, bem como a análise da evolução do respectivo conteúdo palinológico.

Com base em dados de sedimentologia, litostratigrafia, paleomagnetismo e geoquímica, propõe-se o possível enquadramento estratigráfico dos depósitos. É feita nova proposta de enquadramento cronostratigráfico para os depósitos da bacia de Rio Maior que são atribuídos ao Placenciano, atingindo no topo o Gelasiano. É estabelecida correlação entre os locais estudados com base no respectivo conteúdo palinológico. De modo geral, os locais de colheita são essencialmente plancencianos.

Os dados obtidos permitem reconhecer as condições climáticas e paleoambientais que vigoraram na fachada ocidental norte e central de Portugal o Pliocénico superior. No Placenciano reconhece-se a existência de floresta mista com dominância de *taxa* mega-mesotérmicos sobre os temperados, vivendo sob condições climáticas quentes e húmidas de tipo subtropical. Para o topo do Placenciano, o conteúdo palinológico

aponta para degradação da vegetação, com diminuição progressiva da percentagem dos *taxa* mega-mesotérmicos em benefício dos *taxa* de características temperadas. No Gelasiano, registam-se ambientes menos florestados com condições mais frias e provavelmente menos húmidas.

Não foi possível reconhecer, claramente, o desenvolvimento de vegetação de tipo mediterrânico, nem foi registado o desenvolvimento de pradarias de *Artemisia*, bem como não foi possível caracterizar claramente a presença do género *Olea*. Este facto pode dever-se a uma forte influência atlântica à semelhança do que ainda hoje acontece no litoral ocidental de Portugal.

III. Abstract

The aim of this work is to study the palynology of deposits attributed to the Pliocene in the Portuguese Atlantic Occidental margin; characterize the history of vegetation; obtain information about the evolution of climatic conditions and contribute to the chronostragraphic knowledge of the different units.

Ten different geographical localities were selected, 186 samples were collected and studied: S. Pedro da Torre, Anadia, Monsarros, Barracão, Vale do Freixo, Praia da Vitória, Óbidos, Rio Maior, Belverde and Apostiça. A total of 76 535 palynomorphs were counted.

The palynological analysis shows a complex flora comprising 189 *taxa*, including 22 types of spores, 12 types of pollens of gymnosperms, 144 forms of angiosperms and 11 forms of dinoflagellate cysts. When possible, all the forms were identified until the genus level.

Most of the same pollen grain were observed under optical and electronic microscopy. Consequently it was possible, for the first time, to identify new important climatic and environmental indicators *taxa* such as *Craigia, Trigonobalanopsis* (extinct in Zanclean in various regions of the Meditterarean), *Diplopanax* (extinct in diverse places in Central Europe in the upper Miocene), *Leitneria* and *Zanthoxylum,* amongst others and never before found in the Pliocene of Portugal.

For all the places afore mentioned, the floristic association was characterised and the evolution of the palynological content was studied. The analysis of the sedimentological, litostratigraphy, paleomagnetostratigraphy, geochemical and climatic data, allows us to propose a new cronostragraphic framework for the deposits. A new cronostragraphic proposal is possible for the Rio Maior diatomites which are assigned to Piacenzian, and to the Gelasian top. The palynological content allows us to establish correlations between the differente localities, mainly corresponding to the upper Pliocene.

The obtained data allows us to discern the climatic and paleoenvironmental *taxa* which paramount in the north western Portuguese margins during the Pliocene.

It was also observed that the Piacenzian flora contained relatively warm and humid climate *taxa* developed in subtropical–warm temperatures and wet climates. On the top, the thermophile elements became rare and disappeared progressively, having been substituted by temperate elements. These results suggest that there was a climatic deterioration in the Upper Pliocene.

It was not possible to clearly understand the development of the Mediterranean vegetation or to register the development of the *Artemisia* prairies. This may be due to the fact that the Atlantic Ocean has always had a very important role in the vegetation of the western margin, as is still observed nowadays.

IV. Índice de Matérias

I. Agradecimentos iii
II. Resumo vii
III. Abstract xix
IV. Índice de Matérias xi
V. Índice de Figuras xiv
VI. Índice de Tabelas xxx

Capítulo 1. Introdução e Objectivos.....3

Capítulo 2. O Pliocénico em Portugal.....7
2.1 Sinopse história de estudos de palinologia e Paleobotânica.....7
2.2 Enquadramento Geológico e estratigráfico.....13
2.2.1 Bacia do Mondego.....20
2.2.2 Bacia do Baixo Tejo.....21
2.2.3 Bacia de Alvalade.....22
2.2.4 Outras ocorrências.....22
2.3 Limite Pliocénico-Plistocénico.....22

Capítulo 3. Cortes Geológicos e Sondagens.....27
3.1 Bacia do Minho - S. Pedro da Torre.....29
3.2 Anadia (Monsarros).....33
3.3 Vale do Freixo.....39
3.4 Barracão.....42
3.5 Praia da Vitória – Canto do Azeche.....47
3.6 Óbidos.....50
3.7 Rio Maior.....53
3.8 Belverde.....57
3.9 Apostiça.....60

Capítulo 4. Palinologia.....63
4.1 Esporos e Pólenes.....65
4.1.1 Esporos.....65
4.1.1.1 Forma.....66
4.1.1.2 Tamanho.....67
4.1.1.3 Ornamentação e estrutura.....67
4.1.2 Pólenes.....69

4.1.2.1 Abertura……....72
4.1.2.2 Forma……...73
4.1.2.3 Ornamentação……..74
4.1.2.4 Pólenes de Gimnospérmicas…….74
4.2 Outros microfósseis……...……...75

Capítulo 5. Métodos de recolha, preparação e estudo de palinomorfos……79
5.1 Recolha de Amostras……80
5.2 Preparação laboratorial…….80
5.2.1 Desagregação mecânica das amostras……..81
5.2.2 Eliminação da Fracção mineral……...82
5.2.3 Limpeza e concentração dos palinomorfos…….83
5.2.4 Montagem de lâminas…….84
5.3 Selecção de palinomorfos para observação em
microscopia electrónica de varrimento (MEV)……...85
5.4 Observação e estudo……87

Capítulo 6. Sistemática……...91
6.1 Esporos……....…….93
6.1.2 Divisão Hepatophyta……..93
6.1.3 Divisão Anthocerophyta…….95
6.1.4 Divisão Bryophyta……..97
6.1.5 Divisão Lycophyta……..99
6.1.6 Divisão Pterophyta……....102
6.2 Espermatófitas……....113
6.2.1 Divisão Gnetophyta……113
6.2.2 Divisão Coniferophyta……115
6.2.3 Divisão Magnoliophyta……...128
6.3 Não Identificados……...259
6.3 Outras Ocorrências……262

Capítulo 7. Análise do conteúdo palinológico……....267
7.1 S. Pedro da Torre……....269
7.2 Anadia – Sondagens……...272
7.3 Monsarros……..274
7.4 Barracão…….276
7.5 Vale do Freixo……280

7.6 Praia da Vitória – Canto do Azeche……282
7.7 Óbidos……...283
7.8 Rio Maior……...284
7.9 Belverde……295
7.10 Apostiça……296

Capítulo 8. Proposta de posicionamento estratigráfico e de correlação entre os depósitos……...……301

Capítulo 9. Paleoecologia e Paleoclimatologia……...311

Capítulo 10. Considerações finais……327

Referências Bibliográficas……...333

Anexo 1……...359

Anexo 2……..381

V. Índice de Figuras

Figura 2.1 – A e B Cones de *Sequoia couttsiae* Heer, 1862 dos diatomitos de Rio Maior. (fotos cedidas por João Pais)……...9

Figura 2.2 – Pinhas fósseis dos diatomitos de Rio Maior. A – *Pinus praepinaster* Teixeira, 1949; B – *Pinus fluvimajoricus* (fotos cedidas por João Pais)……..…9

Figura 2.3 - Mapa geológico simplificado da Ibéria (adaptado de Vera, 2004)…….....13

Figura 2.4 - Reconstrução paleogeográfica do máximo transgressivo da base do Placenciano não se representando os paleorelevos de Sintra. 1- conglomerados aluviais; 2- areias fluviais; 3- areias marinhas; 4- áreas sem sedimentação; 5- direcção principal do fluxo fluvial; 6- principais falhas activas (adaptado de Cunha, Barbosa & Reis, 1993)…….....15

Figura 2.5 - Registo sedimentar do Pliocénico superior da Bacia do Mondego (AA') e da Bacia do Baixo Tejo (BB') segundo Cunha *et al.* (1993). 1 - Substrato metamórfico/ígneo; 2 - Substrato Meso-Cenozóico; 3 – Conglomerados aluviais; 4 - Arenitos aluviais; 5 - Lutitos aluviais; 6 - Sedimentos de pantâno; 7 - Sedimentos marinhos; 8 - Descontinuidade sedimentar; 9- Falha; SV: Senhora da Vitória; CA: Carnide; PO: Pombal; CE: Cernache; SQ: Santa Quitéria; GO: Góis; PS: Península de Setúbal; PN: Pinhal Novo; CO: Coruche; GA: Gavião; CB: Castelo Branco; CF: Fronteira com Espanha……..18

Figura 2.6 - Interpretação das associações de *fácies* da SLD 13 (Ramos & Cunha, 2004)…….19

Figura 2.7 - Posição morfodinâmica da ranha na transição do enchimento sedimentar para o entalhe fluvial. R - Depósitos de ranha; T - Depósitos de terraço fluvial (Serrano, 2000)…….24

Figura 3.1 – Localização dos depósitos seleccionados para estudo…….....28

Figura 3.2 – Localização de S. Pedro da Torre (Imagem do Google Earth)……...29

Figura 3.3 – Depósitos de terraço fluviais da bacia do Rio Minho. O perfil transversal representa os depósitos da região de S. Pedro da Torre. A-unidade amostrada. (adaptado de Alves & Pereira, 2000)……..……..31

Figura 3.4 – Paleocanal com preenchimento argiloso junto da portagem da A3 (em construção) em S. Pedro da Torre (foto de Diamantino Pereira)……...……32

Figura 3.5 - Localização e enquadramento geológico da zona da Anadia (adaptado de Dinis, 2007)……...33

Figura 3.6 - Mapa geológico simplificado da área em estudo (adaptado de Dinis, 2004; 2007)……..34

Figura 3.7 - Corte geológico sintético transversal do *Graben* de Monsarros baseado nas sondagens realizadas para a prospecção de barro negro (adaptado de Dinis, 2004). 1 - Conglomerados imaturos; 2 - Argilas impuras; 3 – Argilas negras e lignito; 4 - Areia média branca-cinzenta; 5 - Areias finas a muito finas; 6 - Argilas inferiores castanhas-amarelas; 7 - Substrato calcário…….36

Figura 3.8 – Perfil da Sondagem 7 da Anadia (adaptado de Dinis, 2004) e perfil do afloramento de Monsarros cedido pelo Prof. Pedro Dinis……37

Figura 3.9 – Perfil da sondagem 18 da Anadia……...38

Figura 3.10 - Localização da Jazida de Vale do Freixo, extracto da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000 (Manupella *et al.*, 1978)…….39

Figura 3.11 - Estratigrafia do afloramento de Vale do Freixo (adaptado de Silva, 2001) e localização no corte das amostras estudadas……..41

Figura 3.12 – Barreiro amostrado na zona de Barracão. A- afloramento em exploração. B- pormenor das camadas lutíticas. C- colheita das amostras. D- amostras com simbologia BRS colhidas pelo Professor Pedro Proença e Cunha……...45

Figura 3.13 – Coluna estratigráfica simplificada de Barracão (elaborada por Anabela Ramos) com indicação dos níveis amostrados para palinologia…….46

Figura 3.14 - Esquema da jazida de Nossa-Senhora-da-Victória (Este-Oeste) (modificado de Choffat, 1903-04). Em baixo: Vista norte da Praia da Victória……...47

Figura 3.15 – Coluna estratigráfica simplificada do Canto do Azeche (elaborada por Anabela Ramos) com indicação dos níveis amostrados para palinologia……..49

Figura 3.16 – Vista do local de colheita das amostras e indicação das amostras para estudo palinológico……..50

Figura 3.17 – Extracto da Folha 26-D da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000 (Zbyszewsky, 1959)…….50

Figura 3.18 – A e B- Fotografias da exploração de diatomitos na Quinta do Jardim em Óbidos (de J. Pais 1973?) C- Paleossolo com restos de troncos de *Juniperoxylon pachyderma* in situ…….51

Figura 3.19 – Local amostrado na Quinta do Jardim. A- perfil amostrado; B- colheita das amostras; C- indicação da localização de algumas amostras colhidas……52

Figura 3.20 – Extracto da Folha 26-D da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000 (Zbyszewski & Matos, 1959). ……53

Figura 3.21 – Superfície topográfica da bacia de Rio Maior (adaptado de Zbyszewski, 1967)…….54

Figura 3.22 – Coluna litológica da sondagem F98 de Rio Maior……56

Figura 3.23 – Fotografia dos tarolos da sondagem armazenados na litoteca do INETI…….57

Figura 3.24 – Carta geológica da parte distal da Bacia do Baixo Tejo, com a localização da Sondagem Belverde (Oliveira *et al.*, 1992)……..57

Figura 3.25 – Coluna litológica da sondagem de Belverde equivalente ao Pliocénico (Ribeiro *et al.*, 2003)……...59

Figura 4.1 - Esporos com marca trilete (adaptado de Stuchlik *et al.*, 2001). 1- vista equatorial; 2-5 - vista polar; 2 - com contorno recto; 3 - com contorno convexo; 4 - com contorno côncavo; 5 - com contorno triangular de ápice agudo; 6 - esporo

circular em vista polar; 7-10 - detalhes estruturais. a - pólo proximal; b - pólo distal; c - diâmetro equatorial; d - eixo polar…….66

Figura 4.2 - Esporos com marca monolete (adaptado de Stuchlik *et al*., 2001). 1,3 – vista equatorial (esporos com forma de feijão); 2,4 – vista equatorial (esporos elípticos). a - pólo proximal; b - pólo distal; c - eixo polar; d - eixo equatorial maior; e - eixo equatorial menor…….67

Figura 4.3 - Representação esquemática das principais características morfológicas dos esporos triletes (adaptado de Traverse, 1988). A - região radial; B - aurícula (espessamento radial); C - curvatura imperfeita; D - comissura; E - *radii* (braços); F - região inter-radial; G - espessamento inter-radial; H - lábio da sutura; I - *valvae*; J - *torus*; K - diâmetro equatorial; L - curva perfeita; M - cingulum ou zona; N - exosporo; O - perisporo; P - eixo polar; Q - pólo proximal; R - área de contacto; S - equador; T - plano equatorial; U - pólo distal; V - face distal; X - eixo equatorial; Z - face proximal…….....68

Figura 4.4 - Elementos esculturais dos esporos (adaptado de Stuchlik *et al*, 2001). 1- Psilada; 2 - Granulosa; 3 - Escrobículada; 4 - Verrucada; 5 - Gemada; 6 - Baculada; 7 - Equinada; 8 - Clavada; 9 - Pontuada; 10 - Foveolada; 11- Fossulada; 12 - Reticulada, a - lúmen, b - *murus*; 13 - Rugulada; 14 - Hamulada; 15 e 16 - Estriada……...68

Figura 4.5 – Tipos de organização dos pólenes de angiospérmicas (adaptado de Moore, 1991)….70

Figura 4.6 – Representação esquemática das principais características morfológicas de uma secção de grão de pólen em vista polar (adaptado de Traverse, 1988)…….70

Figura 4.7 – Estrutura da parede de um pólen (adaptado de Simpson, 2006)……71

Figura 4.8 - Tipo, número e posição das aberturas em pólenes de angiospérmicas (adaptado de Moore, 1991)…….73

Figura 4.9 - Forma dos pólenes em vista equatorial (Simpson, 2006)……73

Figura 4.10 - Tipos de ornamentação. **A -** Equinada, **B -** Verrucada, **C -** Foveolada, **D -** Rugosa, **E -** Estriada, **F** e **G** – Reticulada (Simpson, 2006)……...74

Figura 4.11 - Morfologia dos pólenes de gimnospérmicas (adaptado de Stuchlik *et al*., 2002). **A** - vista equatorial; **B** - vista polar, face distal; **C** - vista polar, face proximal. 1- pólenes bissacados; 2 - pólenes com colar equatorial; 3 - pólenes inaperturados com leptoma; 4 - pólenes com abertura no centro do leptoma; 5 - pólenes com papila; 6 - pólenes monossulcados……..75

Figura 5.1 - Estufa utilizada na secagem das amostras……..….81

Figura 5.2 - Amostras em tratamento com banho ácido dentro da hote……82

Figura 5.3 - Combinação de material óptico para estudos de microscopia electrónica. Da esquerda para a direita, lupa binocular, microscópio invertido e microscópio óptico normal……..86

Figura 6.1 – *Riccia cavernosa*……94

Figura 6.2 – *Riccia* sp. Vista ao MO……...94

Figura 6.3 – Anthoceros sp……...95

Figura 6.4 – *Anthoceros* sp.. A- MO; B- MEV……96

Figura 6.5 - *Phaeoceros* cf. *carolinianus*……...96

Figura 6.6 – *Phaeoceros* sp. Vista ao MO……97

Figura 6.7 – *Sphagnum squarrosum*……...98

Figura 6.8 – *Sphagnum* sp. A- MO; B- MEV……...98

Figura 6.9 – *Lycopodium clavatum*……...100

Figura 6.10 – *Lycopodium* sp.. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação……...100

Figura 6.11 – *Selaginella braunii*……..101

Figura 6.12 – *Selaginella* sp. A- MO; B- MEV……...101

Figura 6.13 – *Cyathea* sp., Fonte Quente, Ilha de São Miguel, Açores……...103

Figura 6.14 – Cyatheaceae em MO……..103

Figura 6.15 – *Dicranopteris pectinata pinnae*……..104

Figura 6.16 – Gleicheniaceae. A- MO; B- MEV……...104

Figura 6.17 – *Osmunda* sp……106

Figura 6.18 – *Osmunda* sp. A- MO; B- MEV……106

Figura 6.19 – Pteridaceae. A e C - MO; B e D - MEV……107

Figura 6.20 – *Adiantum capillus*……108

Figura 6.21 – *Adiantum* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação……..108

Figura 6.22 - *Pteris cretica*……...…109

Figura 6.23 – *Pteris* sp. A- MO; B- MEV……109

Figura 6.24 - *Polypodium vulgare*……110

Figura 6.25 – *Polypodium* sp. A- MO; B- MEV……110

Figura 6.26 – *Davallia canariensis*……...111

Figura 6.27 – Fotografia do esporo. A- MO; B- MEV……112

Figura 6.28 - *Ephedra cutleri*……..114

Figura 2.29 – *Ephedra* sp. A- MO; B- MEV……114

Figura 6.30 – Cathaya *argyrophylla*……116

Figura 6.30 – *Cathaya* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...116

Figura 6.31 - *Keteleeria davidiana*……...117

Figura 6.32 – *Keteleeria* sp. Vista ao MO……...118

Figura 6.33 – *Picea abies*……..…..118

Figura 6.34 – *Picea* sp. A- MO; B- MEV……..119

Figura 6.35 - *Pinus halepensis*, Mata dos Medos, Fonte da Telha (Almada)……120

Figura 6.36 – *Pinus* sp. A e C - MO; B e D – MEV…….120

Figura 6.37 – *Tsuga canadiensis*……..121

Figura 6.38 – *Tsuga* sp. A e D- MO; B e E- MEV; C e F- detalhe da ornamentação da exina…...122

Figura 6.39 - Árvore filogenética da Família Cupressaceae (Gadek *et al.* 2000)…….123

Figura 6.40 – *Juniperus communis*……...124

Figura 6.41 – *Juniperus* sp. A- MO; B- MEV……125

Figura 6.42 – *Taxodium* sp. Florida, USA…….125

Figura 6.43 – Taxodiaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...126

Figura 6.44 – *Sequoia sp*…….…...127

Figura 6.45 – *Sequoia* sp. Vista ao MO……...…….127

Figura 6.46 – Distribuição geográfica da família Adoxaceae (Heywood *et al*., 2007)…….131

Figura 6.47 - *Sambucus nigra*…….132

Figura 6.48 – *Sambucus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……132

Figura 6.49 – Distribuição geográfica da família Caprifoliaceae (Heywood *et al*., 2007)……...133

Figura 6.50 – *Lonicera* sp……..133

Figura 6.51 – *Lonicera* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...133

Figura 6.52 – Distribuição geográfica da família Dipsaceae (Heywood *et al*., 2007)……..…134

Figura 6.53 – *Scabiosa* sp……..134

Figura 6.54 – Dipsacaceae. Vista ao MO…….135

Figura 6.55 – Distribuição geográfica da família Valerianaceae (Heywood *et al*., 2007)……135

Figura 6.56 - *Valerianella locusta*……136

Figura 6.57 – *Valerianella* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….136

Figura 6.58 – Distribuição geográfica da família Sapindaceae (Heywood *et al*., 2007)……...137

Figura 6.59 – *Acer negundo*……...138

Figura 6.60 – *Acer negundo*. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……138

Figura 6.61 – Distribuição geográfica da família Anacardiacae (Heywood *et al*., 2007)…….138

Figura 6.62 – Anacardiaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……139

Figura 6.63 – Distribuição geográfica da família Leitneriacae (Heywood *et al*., 2007)……...139

Figura 6.64 – *Leitneria* sp…….140

Figura 6.65 – *Leitneria* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..140

Figura 6.66 – Distribuição geográfica da família Rutaceae (Heywood *et al*., 2007)……...141

Figura 6.67 – Rutaceae. A- MO; B- MEV……...141

Figura 6.68 - *Citrus vulgaris*……...142

Figura 6.69 – *Citrus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……142

Figura 6.70 - *Zanthoxylum piperitum*……...143

Figura 6.71 – *Zanthoxylum* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……143

Figura 6.72 – Distribuição geográfica da família Aquifoliaceae (Heywood *et al*., 2007)…….144

Figura 6.73 - *Ilex aquifolium*. Parque Nacional da Peneda Geres……...144

Figura 6.74 – *Ilex* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……145

Figura 6.75 – Distribuição geográfica da família Araliaceae (Heywood *et al*., 2007)……..146

Figura 6.76 - *Hedera helix*…….146

Figura 6.77 – *Hedera* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……147

Figura 6.78 – *Aegopodium* sp…….147

Figura 6.79 – Distribuição geográfica da família Apiacaeae (Heywood *et al*., 2007)……..……148

Figura 6.80 – Apiaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……148

Figura 6.81 – Distribuição geográfica da família Asteraceae (Heywood *et al*., 2007)…….149

Figura 6.82 – *Centaurea* sp. A- MO; B- MEV……...150

Figura 6.83 – *Lactuca* sp. A- MO; B- MEV……..150

Figura 6.84 – *Picnomon* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….151

Figura 6.85 – Distribuição geográfica da família Campanulaceae (Heywood *et al*., 2007)……..151

Figura 6.86 - *Campanula-rotundifolia*……...152

Figura 6.87 – *Campanula* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..152

Figura 6.88 – Distribuição geográfica da família Betulaceae (Heywood *et al*., 2007)…….153

Figura 6.89 – *Alnus* sp…….153

Figura 6.90 – *Alnus* sp. A- MO; B- MEV……154

Figura 6.91 – *Betula pubescens*……155

Figura 6.92 – *Betula* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….155

Figura 6.93 - *Carpinus betulus*……156

Figura 6.94 – *Carpinus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….156

Figura 6.95 – *Corylus* sp……...157

Figura 6.96 – *Corylus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...157

Figura 6.97 – *Ostrya carpinifolia*…….158

Figura 6.98 – *Ostrya* sp. Vista ao MO……...158

Figura 6.99 – Distribuição geográfica da família Fagaceae (Heywood *et al*., 2007)……...159

Figura 6.100 - *Castanea sativa*. Paredes de Coura……...160

Figura 6.101 – *Castanea* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……160

Figura 6.102 - *Fagus sylvatica*……..161

Figura 6.103 – *Fagus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……161

Figura 6.104 - *Quercus robur*. Ponte de Lima…….162

Figura 6.105 – *Quercus* sp. A e D- MO; B e E- MEV; C e F- detalhe da ornamentação da exina…….162

Figura 6.106 – *Trigonobalanopsis* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……163

Figura 6.107 – Distribuição geográfica da família Juglandaceae (Heywood *et al*., 2007)……164

Figura 6.108 - *Carya texana*……...164

Figura 6.109 – *Carya* sp. A- MO; B- MEV……...165

Figura 6.110 - *Engelhardtia spicata*……..165

Figura 6.111 – *Engelhardia* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……166

Figura 6.112 - *Juglans regia*. Braga……..166

.

Figura 6.113 – *Juglans* sp. Vista ao MO……167

Figura 6.114 – *Pterocarya fraxinifolia*……...167

Figura 6.115 – *Juglans* sp. A- MO; B- MEV……..168

Figura 6.116 - *Platycarya strobilaceae*……....168

Figura 6.117 – *Platycarya* sp. Vista ao MO……169

Figura 6.118 – Distribuição geográfica da família Myricaceae (Heywood *et al*., 2007)……...169

Figura 6.119 - *Myrica faya*……..170

Figura 6.120 – *Myrica* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...170

Figura 6.121 – Distribuição geográfica da família Amaranthaceae (Heywood *et al*., 2007)……171

Figura 6.122 – Amaranthaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……171

Figura 6.123 – Distribuição geográfica da família Caryophyllaceae (Heywood *et al*., 2007)……...172

Figura 6.124 – Caryophylaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……172

Figura 6.125 – Distribuição geográfica da família Plumbaginaceae (Heywood *et al*., 2007)……...173

Figura 6.126 - *Lavandula angustifolia*……...…173

Figura 6.127 – Plumbaginaceae. Vista ao MO……..174

Figura 6.128 – Distribuição geográfica da família Polygonaceae (Heywood *et al*., 2007)……...174

Figura 6.129 - *Rumex acetosa*……175

Figura 6.130 – Fotografia do pólen. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…..175

Figura 6.131 – Distribuição geográfica da família Cercidiphyllaceae (Heywood *et al*., 2007)…….176

Figura 6.132 – *Cercidiphyllum sp*……176

Figura 6.133 – *Cercidiphylum* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….177

Figura 6.134 – Distribuição geográfica da família Haloragaceae (Heywood *et al*., 2007)……...…177

Figura 6.135 - *Myriophyllum aquaticum*……....178

Figura 6.136 – *Myriophyllum* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….178

Figura 6.137 – Distribuição geográfica da família Hamamelidaceae (Heywood *et al*., 2007)…..….179

Figura 6.138 – *Liquidambar* sp……..179

Figura 6.139 – *Liquidambar* sp. A e D- MO; B e E- MEV; C e F- detalhe da ornamentação da exina……....180

Figura 6.140 – Distribuição geográfica da família Cistaceae (Heywood *et al*., 2007)……..181

Figura 6.141 - Flor de *Cistus* sp. Algarve……...…181

Figura 6.142 – *Cistus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...182

Figura 6.143 – *Halimium lasianthum*……..182

Figura 6.144 – *Halimium* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..183

Figura 6.145 – *Helianthemum* sp……183

Figura 6.146 – *Helianthemum* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……183

Figura 6.146 – Distribuição geográfica da família Malvaceae (Heywood *et al*., 2007)……184

Figura 6.147 – *Malva sylvestris*……...184

Figura 6.148 – Malvaceae. Vista ao MO……...….185

Figura 6.149 – Distribuição geográfica da subfamília Tilioideae (Heywood *et al*., 2007)……....185

Figura 6.150 - *Craigia yunnanensis*……..186

Figura 6.151 – *Craigia* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..186

Figura 6.152 - *Mortoniodendron anisophyllum*……187

Figura 6.153 – *Mortoniodendron* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….187

Figura 6.154 – *Tilia cordata*. Braga……188

Figura 6.155 – *Tilia* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….188

Figura 6.156 – Distribuição geográfica da família Cornaceae (Heywood *et al*., 2007)……189

Figura 6.157 – *Cornus sanguinea*…….189

Figura 6.158 – Cornaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……190

Figura 6.159 – *Nyssa* sp……...190

Figura 6.160 – *Nyssa* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……....191

Figura 6.161 – *Diplopanax* sp. A- MO – vista equatortial; B- MO – vista polar;
C- MEV; D- detalhe da ornamentação da exina……....192

Figura 6.162 – Distribuição geográfica da família Convolvulaceae (Heywood *et al*., 2007)……....192

Figura 6.163 - *Convolvulus arvensis*…….193

Figura 6.164 – Convolvulaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….....193

Figura 6.165 – Distribuição geográfica da família Solanaceae (Heywood *et al*., 2007)……...194

Figura 6.166 – Solanaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……....194

Figura 6.167 – Distribuição geográfica da família Ericaceae (Heywood *et al.*, 2007)……...…...195

Figura 6.168 – Ericaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..……195

Figura 6.169 – *Arbutus unedo*. Gerês…….……196

Figura 6.170 – *Arbutus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..…196

Figura 6.171 - *Empetrum nigrum*…….....197

Figura 6.172 – Fotografia do pólen. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…..197

Figura 6.173 - *Erica umbellata*……...…….198

Figura 6.174 – *Erica* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..…..198

Figura 6.175 – Distribuição geográfica da família Sapotaceae (Heywood *et al.*, 2007)……..…….199

Figura 6.176 – *Sapotaceae*. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..…199

Figura 6.177 - *Manilkara* sp……..200

Figura 6.178 – *Manilkara* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..…200

Figura 6.179 – *Sideroxylon lanuginosum*……...201

Figura 6.180 – *Sideroxylon* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….....201

Figura 6.181 – Distribuição geográfica da família Primulaceae (Heywood *et al.*, 2007)……..202

Figura 6.182 - *Anagallis arvensis*……202

Figura 6.183 – *Anagallis* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..203

Figura 6.184 - *Lysimachia procumbens*…….203

Figura 6.185 – *Lysimachia* sp. A- MO; B- MEV……204

Figura 6.186 – Distribuição geográfica da família Symplocaceae (Heywood *et al.*, 2007)…….....204

Figura 6.187 - *Symplocos tinctoria*……....204

Figura 6.188 – *Symplocos* sp. A e D- MO; B e E- MEV; C e F- detalhe da ornamentação da exina……....205

Figura 6.189 – Distribuição geográfica da família Euphorbiaceae (Heywood *et al.*, 2007)…….206

Figura 6.190 – Euphorbiacae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...206

Figura 6.191 – Euphorbiaceae. A- MO, vista equatorial; B- MO, vista polar; C- MEV; D- detalhe da ornamentação da exina……...206

Figura 6.192 - *Euphorbia palustris*……..207

Figura 6.193 – *Euphorbia* sp. A- MO; B- MEV……207

Figura 6.194 - *Mercurialis perennis*……..208

Figura 6.195 – *Mercurialis* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……208

Figura 6.196 - *Ricinus comunis*……....209

Figura 6.197 – *Ricinus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..209

Figura 6.198 – Distribuição geográfica da família Linaceae (Heywood *et al*., 2007)……...210

Figura 6.199 - *Linum alpinum*……....210

Figura 6.200 – *Linum* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...211

Figura 6.201 – Distribuição geográfica da família Salicaceae (Heywood *et al*., 2007)…….211

Figura 6.202 – *Salix* sp. Braga…….212

Figura 6.203 – *Salix* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……212

Figura 6.204 – Distribuição geográfica da família Fabaceae (Heywood *et al*., 2007)……213

Figura 6.205 - *Astragalus membranaceus*……..214

Figura 6.206 – *Astragalus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….214

Figura 6.207 - *Genista aetnensis*……..215

Figura 6.208 – *Genista* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….215

Figura 6.209 - *Lotus creticus*……...216

Figura 6.210 – *Lotus* sp. A- MO; B- MEV……....216

Figura 6.211 - *Ornithopus* sp……..217

Figura 6.212 – *Ornithopus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….217

Figura 6.213 - *Psoralea bituminosa*……..218

Figura 6.214 – *Psoralea* sp. A- MO – vista equatortial; B- MO – vista polar;
C- MEV; D- detalhe da ornamentação da exina……....218

Figura 6.215 – Distribuição geográfica da família Polygalaceae (Heywood *et al*., 2007)……219

Figura 6.216 – Polygalaceae. A- MO; B- MEV……219

Figura 6.217 – Distribuição geográfica da família Geraniaceae (Heywood *et al*., 2007)…….220

Figura 6.218 – *Geranium* sp……..220

Figura 6.219 – *Geranium* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..221

Figura 6.220 - *Erodium cicutarium*……..221

Figura 6.221 – *Erodium* sp. A- MO; B- MEV……...221

Figura 6.222 – Distribuição geográfica da família Gentianaceae (Heywood *et al*., 2007)……...222

Figura 6.223 – *Centaurium erythraea*……...223

Figura 6.224 – *Centaurium* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……....223

Figura 6.225 – Distribuição geográfica da família Rubiaceae (Heywood *et al*., 2007)……....224

Figura 6.226 – *Galium odoratum*……....224

Figura 6.227 – *Galium* sp. A- MO; B- MEV…….....224

Figura 6.228 – Distribuição geográfica da família Lythraceae (Heywood *et al*., 2007)……..….225

Figura 6.229 – *Lythrum salicaria*……....225

Figura 6.230 – *Lythrum* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……226

Figura 6.231 – Distribuição geográfica da família Myrtaceae (Heywood *et al*., 2007)……..…...226

Figura 6.232 – *Myrtus comunis* ……..227

Figura 6.233 – Myrtaceae. A- MO; B- MEV……...….227

Figura 6.234 – Distribuição geográfica da família Myrtaceae (Heywood *et al*., 2007)……...….228

Figura 6.235 – Onagraceae. Vista ao MO……....228

Figura 6.236 – Distribuição geográfica da família Plantaginaeae (Heywood *et al*., 2007)……...229

Figura 6.237 - *Plantago lanceolata*……...229

Figura 6.238 – *Plantago* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……230

Figura 6.239 – Distribuição geográfica da família Boraginaeae (Heywood *et al*., 2007)…….230

Figura 6.240 – *Borago officinalis*…….231

Figura 6.241 – *Borago* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..231

Figura 6.242 – Distribuição geográfica da família Lamiaceae (Heywood *et al*., 2007)……...232

Figura 6.243 - *Mentha spicata*……232

Figura 6.244 – Lamiaceae. A e D- MO; B e E- MEV; C e F- detalhe da ornamentação da exina…….233

Figura 6.245 – Distribuição geográfica da família Oleaceae (Heywood *et al*., 2007)……..233

Figura 6.246 – Oleaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...234

Figura 6.247 – *Fraxinus excelsior*……....234

Figura 6.248 – *Fraxinus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...235

Figura 6.249 – *Pillyrea latifolia*……...235

Figura 6.250 – *Phillyrea* sp. A- MO; B- MEV……...236

Figura 6.251 – Distribuição geográfica da família Scrophulariaceae (Heywood *et al*., 2007)……..236

Figura 6.252 – Scrophulariaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..237

Figura 6.253 – Distribuição geográfica da família Lentibulariaceae (Heywood *et al*., 2007)……...237

Figura 6.254 – *Utricularia* sp. (Florida, USA)……238

Figura 6.255 – Distribuição geográfica da família Ranunculaceae (Heywood *et al*., 2007)…….238

Figura 6.256 – *Ranunculus fluitans*……239

Figura 6.257 – *Ranunculus* sp. A- MO; B- MEV……..239

Figura 6.258 – Distribuição geográfica da família Papaveraceae (Heywood *et al*., 2007)……...240

Figura 6.259 – *Chelidonium majus*……..240

Figura 6.260 – *Chelidonium* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...241

Figura 6.261 – Distribuição geográfica da família Buxaceae (Heywood *et al*., 2007)……..241

Figura 6.262 – *Buxus sempervirens*……..242

Figura 6.263 – *Buxus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….....242

Figura 6.264 – Distribuição geográfica da família Rosaceae (Heywood *et al*., 2007)…….243

Figura 6.265 – Rosaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..243

Figura 6.266 – Distribuição geográfica da família Ulmaceae (Heywood *et al*., 2007)…….244

Figura 6.267 – *Ulmus glabra*……..….244

Figura 6.268 – *Ulmus* sp. A- MO; B- MEV……..245

Figura 6.269 – Distribuição geográfica da família Rhamnaceae (Heywood *et al*., 2007)……245

Figura 6.270 – *Rhamnaceae.* Vista ao MO…….246

Figura 6.271 – Distribuição geográfica da família Vitaceae (Heywood *et al*., 2007)……...246

Figura 6.272 – *Parthenocissus quinquefolia*……...247

Figura 6.273 – *Parthenocissus* sp. A- MO; B- MEV……247

Figura 6.274 – Distribuição geográfica da família Loranthaceae (Heywood *et al*., 2007)……...248

Figura 6.275 - *Loranthus europaeus*……..…248

Figura 6.276 – *Loranthus* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..249

Figura 6.277 – Distribuição geográfica da família Santalaceae (Heywood *et al*., 2007)……..249

Figura 6.278 – *Arceuthobium* sp……250

Figura 6.279 – *Arceuthobium* sp. A- MO; B- MEV……....250

Figura 6.280 - *Viscum abietis*……251

Figura 6.281 – *Viscum* sp. A- MO; B- MEV……251

Figura 6.282 – Distribuição geográfica da família Nymphaeaceae (Heywood *et al*., 2007)……....252

Figura 6.283 – *Nuphar* sp……....252

Figura 6.284 – *Nuphar* sp. A- MO; B- MEV……....252

Figura 6.285 – Distribuição geográfica da família Liliaceae (Heywood *et al*., 2007)……...253

Figura 6.286 – Liliacaeae. Vista ao MO……...254

Figura 6.287 – Distribuição geográfica da família Poaceae (Heywood *et al*., 2007)……...…254

Figura 6.288 – Poaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……....255

Figura 6.289 – Distribuição geográfica da família Cyperaceae (Heywood *et al*., 2007)……..256

Figura 6.290 – Cyperaceae. Vista ao MO……....256

Figura 6.291 – Distribuição geográfica da família Typhaceae (Heywood *et al*., 2007)……....257

Figura 6.292 – *Typha latifolia*……257

Figura 6.293 – *Typha* sp. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……...257

Figura 6.294 – Distribuição geográfica da família Arecaceae (Heywood *et al*., 2007)……....258

Figura 6.295 – Arecaceae. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….258

Figura 6.296 – Não identificado (RM. 101, 102, 103, 105). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina. Esta forma foi anteriormente atribuída a Cyrillaceae-Clethraceae por Diniz (1984)……..259

Figura 6.297 - Não identificado (SPT.1). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……259

Figura 6.298 - Não identificado (RM. 72). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……259

Figura 6.299 - Não identificado (SPT.2). A- MO; B- MEV……260

Figura 6.300 - Não identificado (RM. 52). A- MO; B- MEV……....260

Figura 6.301 - Não identificado (RM. 52). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..…260

Figura 6.302 - Não identificado (RM. 70). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….260

Figura 6.303 - Não identificado (SPT. 1). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……261

Figura 6.304 - Não identificado (RM. 92). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina…….261

Figura 6.305 - Não identificado (OBI. 4). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……261

Figura 6.306 - Não identificado (SPT. 3). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……261

Figura 6.307 - *Hystrichokolpoma rigaudiae*……...262

Figura 6.308 - *Achomosphaera andalousiensis*……...262

Figura 6.309 - *Operculodinium israelianum*……..262

Figura 6.310 - *Spiniferites* sp…….262

Figura 6.311 - *Lingulodinium machaerophorum*……..262

Figura 6.312 – Zygnemataceae – espirogira. A- MO; B- MEV…….....263

Figura 6.313 – *Ovoidites* sp……..…….263

Figura 6.314 – *Pediastrum* sp…….263

Figura 6.315 – Cuticula com estomas……..263

Figura 6.316 – Esporo de Fungo……263

Figura 7.1 – Impressões foliares no sedimento de S. Pedro da Torre.
A - *Liquidambar europaea* (foto cedida por João Pais);
B - *Taxodium hantkey*……271

Figura 7.2 – Espectro polínico simplificado de Barracão……..278

Figura 7.3 - Dendograma de cluster das amostras de Barracão……279

Figura 7.4 – Relação entre as formas continentais e marinhas em Vale do Freixo……...281

Figura 7.5 – Palinomorfo não identificado presente em quantidade nas amostras RM.101 a RM.105. A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina……..287

Figura 7.6 - Relação entre taxa temperados e termófilos……..290

Figura 7.7 - Espectro polínico simplificado de Rio Maior……....291

Figura 7.8 - Dendograma de cluster das amostras de Rio Maior……..293

Figura 7.9 – Subdivisão do espectro polínico simplificado de Rio Maior com base na percentagem de espécies mega-mesotérmicas……...294

Figura 8.1 – Posicionamento cronostratigráfico da jazida de Vale do Freixo……...301

Figura 8.2 – Transições vegetacionais e climáticas de Rio Maior e correlação com outros afloramentos proposta por Diniz (2001)……...302

Figura 8.3 – Proposta de correlação dos depósitos de Rio Maior e de Vale do Freixo com o perfil tipo da SLD13……...303

Figura 8.4 – Espectro polínico de Rio Maior com proposta da idade……..304

Figura 8.5 - Proposta de correlação estratigráfica entre os depósitos com base no conteúdo polínico……307

Figura 8.6 - Proposta de posicionamento estratigráfico dos depósitos estudados……308

Figura 9.1 – Distribuição dos principais biomas terrestres (adaptado de Blij & Miller. 1996)…....311

Figura 9.2 – Reconstituição esquemática da vegetação existente durante o Placenciano no Oeste de Portugal……315

Figura 9.3 – Zonas Pantanosas. Gainesville, Florida, USA (Foto de M. Vieira)……...316

Figura 9.4 – Reconstituição esquemática da vegetação existente durante o Placenciano superior/Gelasiano, no Oeste de Portugal…….317

Figura 9.5 – Distribuição da vegetação mediterrânica na actualidade (adaptado de Bertoldi *et al.*, 1989)……..317

Figura 9.6 – Temperaturas médias em Portugal Continental……...318

Figura 9.7 – Precipitação acumulada anual em Portugal Continental……...319

Figura 9.8 - Humidade relativa nos meses de Verão em Portugal Continental…….319

VI. Índice de Tabelas

Tabela 2.1 - Proposta de correspondência entre unidades alostratigráficas SLD) e unidades litostratigráficas definidas em várias bacias sedimentares de Portugal (adaptado de Cunha, Pimentel & Pereira, 2000)……...18

Tabela 6.1 – Listagem e identificação dos símbolos dos cortes geológicos e sondagens estudadas e respectivas amostras……...92

Tabela 6.2 - Classificação taxonómica dos esporos segundo Raven *el al.* (1999)……....93

Tabela 6.3 - Classificação taxonómica dos pólenes de Gimnospérmicas segundo Raven *el al.* (1999) e Simpson (2006)…….....113

Tabela 6.4 - Classificação taxonómica dos pólenes de Angiospérmicas segundo Simpson (2006) e Heywood *et al.* (2007)……...130

Tabela 7.1 – Listagem dos cortes geológicos e sondagens estudadas, com a respectiva simbologia, o número de amostras estudadas por local e o número de palinomorfos contados……...268

Tabela 7.2 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de S. Pedro da Torre…….269

Tabela 7.3 – Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos presentes na Sondagem 18 da Anadia……...272

Tabela 7.4 – Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos presentes na Sondagem 7 da Anadia……273

Tabela 7.5 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de Monsarros……..274

Tabela 7.6 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de Barracão……..276

Tabela 7.7 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de Vale do Freixo…….280

Tabela 7.8 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos do Canto do Azeche….282

Tabela 7.9 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de Óbidos…….283

Tabela 7.10 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos em Rio Maior……..…285

Tabela 7.11 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos em Belverde……295

Tabela 7.12 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos na Apostiça…….297



Capítulo 1

INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVOS

O Pliocénico é um intrigante intervalo de tempo da história da Terra; corresponde à transição de um clima globalmente quente, com glaciares quase ausentes no hemisfério norte, para climas geralmente frios do Plistocénico, com ciclos glaciares e interglaciares. A flora e a fauna do Pliocénico eram relativamente similares à flora e fauna actuais; a geografia era, também, semelhante à actual. Poore & Sloan (1996), referem a existência em vários locais do globo de registo Pliocénico bem preservado e com boas datações. O estudo desses locais permite compreender, com detalhe, as transformações que ocorreram e usar essa informação para testar modelos de simulação para o actual aquecimento terrestre. Crowley (1996), indica que, durante o Pliocénico, o nível do mar estaria 20-35m mais elevado do que o actual, o que implica que massas de gelo Antárcticas seriam significativamente reduzidas relativamente à actualidade. As temperaturas à superfície do mar nas zonas tropicais seriam semelhantes às actuais (Dowsett *et al.*, 1992, 1996); na região noroeste do oceano Atlântico, as temperaturas seriam mais elevadas que as actuais (Wood *et al.*, 1994) e com menor sazonalidade, ou seja, temperaturas de inverno mais elevadas que na actualidade e de verão semelhantes às actuais (Cronin, 1991; Dowsett *et al.*, 1996); em algumas regiões, durante o inverno, houve migração para norte da zona de congelação (Thompson, 1991).

No Pliocénico superior (3.15 a 2.85 Ma) ocorreu o último intervalo de clima quente, antecedendo a glaciação que se deu no hemisfério norte na parte alta do Pliocénico superior (2.6 a 2.4 Ma). Análises quantitativas de foraminíferos bentónicos provenientes do Atlântico norte, indicam que ocorreram mudanças significativas entre 3.15 e 2.85 Ma (Ishman, 1996).

Em Portugal, o conhecimento que temos do Pliocénico apresenta lacunas, por um lado devido à escassez de registo sedimentar e por outro à pobreza de conteúdo fossilífero da maioria dos depósitos, que dificulta a datação rigorosa. Os trabalhos de Filomena Diniz na década de 80 do século XX permitiram obter uma primeira visão acerca da evolução da vegetação e do clima ao longo do Pliocénico em Portugal.

O presente trabalho contribui com nova visão sobre a evolução da vegetação, dos ambientes e do clima ao longo do Pliocénico na orla ocidental norte e central de Portugal, baseado em estudos polínicos.

Inicialmente, foram seleccionados conjuntos de afloramentos e sondagens datados do Pliocénico ou referidos como Plio-Plistocénicos (dada a escassez de dados de datação) ao longo da margem atlântica portuguesa para a avaliação do respectivo conteúdo polínico. As análises preliminares demonstraram que alguns dos locais seleccionados, dadas as características litológicas, eram quase estéreis de palinomorfos. Apenas as formações com maior potencial foram consideradas para estudo detalhado.

Foram seleccionadas e estudadas 186 amostras, provenientes de dez localidades (S. Pedro da Torre, Anadia, Monsarros, Barracão, Vale do Freixo, Praia da Vitória, Óbidos, Rio Maior, Belverde e Apostiça) e contados um total de 76 535 palinomorfos. Destes foi possível identificar 189 *taxa* distribuídos por 22 de esporos, 12 de pólenes de gimospérmicas e 144 de pólenes de angiospérmicas e 11 de dinoflagelados. Sempre que possível recorreu-se à identificação e caracterização das formas a nível de género.

Através da aplicação de nova metodologia para estudo de palinomorfos (Zetter, 1989) foi possível identificar pela primeira vez, em sedimentos Pliocénicos em Portugal, pólenes como *Craigia, Trigonobalanopsis, Diplopanax, Leitneria* e *Zanthoxylum*, importantes indicadores climáticos e ambientais.

Com os resultados obtidos, faz-se a interpretação das condições paleoambientais, paleocológicas e paleoclimáticas para as diferentes unidades estudadas, assim como o estabelecimento de correlações entre os diferentes locais. Os resultados obtidos com o estudo de nova sondagem na bacia de Rio Maior foram também comparados com o estudo de Diniz, 1984 de acordo com os novos dados de índole palinológica, assim como da sedimentologia e da litostratigrafia.



Capítulo 2

O PLIOCÉNICO EM PORTUGAL

2. O PLIOCÉNICO EM PORTUGAL

2.1 Sinopse histórica de estudos de palinologia e paleobotânica

2.2 Enquadramento geológico e estratigráfico

2.2.2 Bacia do Baixo Tejo

2.2.1 Bacia do Mondego

2.2.3 Bacia de Alvalade

2.2.4 Outras ocorrências

2.3 Limite Pliocénico-Plistocénico

2. O PLIOCÉNICO EM PORTUGAL

2.1. Sinopse histórica de estudos de palinologia e paleobotânica

O Cenozóico português é rico de jazidas de vegetais que, em grande parte, estão por identificar e descrever em pormenor Teixeira & Pais (1976). Faltam estudos aprofundados de índole paleobotânica, assim como da evolução da flora no decurso dos tempos históricos. Neste capítulo pretende-se fazer uma síntese sobre os estudos de Palinologia e Paleobotânica efectuados em Portugal até ao presente trabalho.

Os primeiros estudos de índole palinológica efectuados em Portugal datam dos anos 40 do século passado. Miguel Montenegro de Andrade estudou amostras plio-quaternárias de turfa e lignito provenientes de afloramentos de Rio Maior, Cruto (Braga), Porto-Côvo, V. N. de Milfontes, Mealhada, Vila Nova de Ourém, Viana do Castelo, Leiria, Salvaterra de Magos e Alpiarça. Apesar de serem estudos preliminares, concluiu que, estas amostras atribuídas ao Pliocénico, indicavam flora de clima quente e relativamente húmido, devido à presença de *Pinus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Acer* e *Quercus* (Andrade, 1944).

Em 1945, Andrade avaliou na jazida de Corgos (Rio Minho) o conteúdo polínico de uma argila com fragmentos de madeira. Identificou uma flora de características relativamente temperadas, contendo pólenes de *Pinus* (dimensão e morfologia de *P. sylvestris* – 75%), "*Polen vestibulum*" (23%), *Quercus* (9%), *Salix* (5%), *Castanea* (4%), *Betula* (2%), Polipodiaceae, Schizeaceae, Graminae e Cyatheaceae.

Durante as décadas de 1940 e 1950, Carlos Teixeira impulsionou o estudo da flora do Pliocénico. Em 1942, descreveu a presença de sementes de *Stratiotes* encontradas nas formações lignito-turfosas de Marrazes, em Leiria, datadas do Pliocénico. Na mesma formação, W. de Lima, já tinha encontrado vestígios de *Glyptostrobus europaeus*, *Osmunda Strozzi*, *Salix ninpharum*, *Fraxinus*? e *Pinus sylvestris*

Ainda no mesmo ano, Teixeira refere a presença de macrorrestos de *Lygodium gaudini* nos depósitos argilosos do Vale do Cávado, inicialmente tidos como pliocénicos mas, mais tarde, classificados como calabrianos (Quaternário) (Teixeira, 1942b).

Das floras estudadas, ressaltam as de Montijo, Alfeite, Vale de Santarém, Rio Maior e Óbidos. Das proximidades de Montijo, Teixeira (1947) descreveu, entre numerosos restos vegetais, *Nerium pliocenicum* var. *lusitanicum* e *Castanea sativa*, espécies ainda vulgares na flora portuguesa actual. De Alfeite, Teixeira (1949), descreveu *Quercus robur*, *Castanea vulgaris*, *Acer negundiformis*, *Populus nigra*, *Salix* sp. e *Phyllites* sp.

Segundo Teixeira (1952), em Vale de Santarém foi possível reconhecer: Osmunda strozii, *Glyptostrobus europaeus, Tamus communis, Salix scalabitana, Populus balsamoides, Carpinus grandis, Fagus pliocenica, Quercus hispanica, Castanea vulgaris, Myrica oeningense, Laurus nobilis, Sassafras ferretianum, Acer trilobatum,* e *Nerium oleander*. Esta flora apresenta afinidades com os vestígios encontrados nas argilas de Barracão, Beijouca, Rio Maior e Óbidos (Teixeira, & Pais, 1976).

A macroflora de Rio Maior é a mais diversa e rica, apesar de não estar totalmente inventariada. Teixeira (1944a, 1944c, 1944d, 1954, 1973-1974) identificou *Osmunda* cf. *parschugiana*, *Sequoia* cf. *langsdorfii* (fig. 2.1), *Pinus* sp., *Pinus praepinaster* (fig. 2.2), *Chamaerops humilis*, *Sabal* cf. *haeringiana*, *Cinnamomum polymorphum*, *Myrica* sp., *Salix* sp., *Fagus pliocenica*, *Quercus faginea*, *Oreodaphne heeri*, *Pittosporum tavaresi*, *Smilax targionii*, *Smilax*

mauritanica, entre outras. Pais (1987), elaborou também um estudo sobre os macrorrestos de gimnospérmicas de Rio Maior.

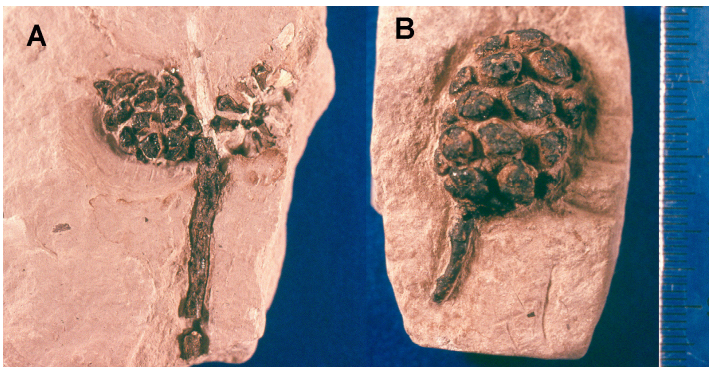


Figura 2.1 – A e B Cones de *Sequoia couttsiae* Heer, 1862 dos diatomitos de Rio Maior. (fotos cedidas por João Pais).

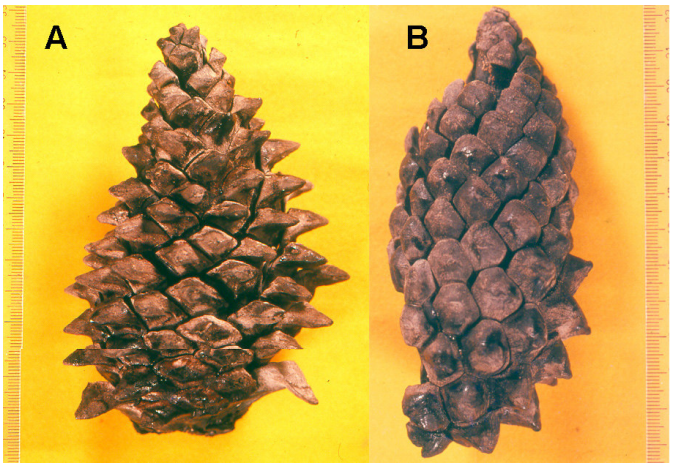


Figura 2.2 – Pinhas fósseis dos diatomitos de Rio Maior. A – *Pinus praepinaster* Teixeira, 1949; B – *Pinus fluvimajoricus* (fotos cedidas por João Pais).

A análise palinológica dos lignitos e diatomitos de Rio Maior efectuada por Filomena Diniz, permitiu obter um conhecimento mais alargado da flora pliocénica portuguesa. Na década de 1960, F. Diniz iniciou o estudo palinológico da bacia de Rio Maior. Admite que estejam representados depósitos correspondentes a todo o Pliocénico, atingindo, na parte alta, o Quaternário (Diniz, 1984; Diniz & Sivak, 1979).

Através da análise de duas sondagens implantadas na parte média da bacia, reconheceu nove associações florísticas designadas de A a I (Diniz, 1984). Estas associações

correspondem a flora complexa composta por elementos mediterrânicos, atlânticos e macaronésicos.

Os conjuntos florais são inicialmente particularmente ricos; abundam *Quercus*, *Engelhardia*, *Magnolia* e *Cathaya*, associados a *Castanea* e *Acer,* com boa representação das gimnospérmicas ("ensemble" A). De seguida ("ensemble" B) assiste-se a uma redução das associações anteriores com diminuição das angiospérmicas. Deve corresponder a um aumento de temperatura e humidade, com grande representação de elementos palustres. O "ensemble D" é similar ao anterior. Durante a fase correspondente ao "ensemble" C verifica-se um decréscimo de temperatura e humidade. A fase E é semelhante.

No início do "ensemble" F, assiste-se a novo aumento da temperatura e humidade, com desenvolvimento de *Engelhardia,* aumento de *Myrica* e de Clethraceae-Cyrillaceae, com presença de *Nyssa* e *Symplocos*. O "ensemble" G indica condições climáticas menos quentes e húmidas e uma abertura da floresta. A maioria dos *taxa* termófilos desaparecem ou são raros. Assiste-se a aumento das Cupressaceae, com boa representação de elementos mediterrânicos e de *Alnus*. Os elementos não florestais tornam-se mais importantes.

O "ensemble" H denuncia nova retoma do regime florestal. O género *Quercus* predomina. Por último, o "ensemble" I corresponde a condições climáticas mais frias, mas húmidas; assiste-se à redução quase total das formações florestais e ao desenvolvimento de plantas herbáceas. *Alnus* é o único representante das árvores higrófilas (Diniz, 1984).

Diniz & Mörner (1995) apresentam um estudo magnetostratigráfico e palinológico do perfil de Abum (topo da sequência de Rio Maior) onde reconheceram o limite entre o Placenciano e o Gelasiano. É clara a redução dos elementos sub-tropicais e o empobrecimento da vegetação. Os *taxa* de características temperadas aparentam dominar. Os níveis superiores indicam degradação da vegetação; quase só *Pinus*, Ericaceae, *Myrica* e *Alnus* persistem (Diniz, 2001, 2003).

Pela riqueza e diversidade taxonómica, os palinomorfos dos depósitos de Rio Maior têm sido usados como referência para a reconstrução da flora em Portugal durante o Pliocénico (Diniz, 1984).

A mesma investigadora, estudou ainda, amostras provenientes de Vale Farpado e Pampilhosa do Botão (Diniz, 1972). Os lignitos de Pampilhosa do Botão revelaram flora variada de onde se destaca *Pinus* cf. *silvestris*, *Pinus* cf. *pinaster*, *Olea* sp., *Quercus ilex*, *Erica* cf. *arborea* (Diniz, 1972). Os resultados permitiram relacionar estes depósitos com o "ensemble F" de Rio Maior, correspondendo a transição entre condições climáticas quentes e húmidas, com abundantes elementos termófilos, para um clima de temperatura e humidade mais baixos.

O estudo palinológico de sedimentos pliocénicos de Barracão, de Óbidos e Pombal (Diniz, 1990) confirmam a existência de uma microflora com características termófilas, dada a presença de Taxodiaceae, *Symplocos*, *Nyssa* e *Engelhardia*.

No diatomito da quinta do Jardim, em Óbidos, também estão descritos alguns macrorrestos de vegetais; correspondem a uma flora semelhante à encontrada em Rio Maior, mas mais pobre (Teixeira, 1973b *in* Teixeira & Pais, 1976). Estão representadas *Sequoia* cf. *langsdorfii*, *Comptonia* cf. *oeningensis*, *Cinamomum polymorphum*, *Myrica* sp. e *Salix* sp. No mesmo local, Romariz (1948) efectuou uma análise polínica dos diatomitos, obtendo: *Alnus*, *Acer*, *Betula*, *Castanea*, *Quercus*, *Pinus*, *Ulmus*, *Corylus* e vários tipos de Ericaceae. Segundo Romariz (1948) associadas ao estrato arbóreo, as Gentianáceae e as Caprifoliaceae deviam constituir o estrato herbáceo com grande abundância de Licófitas e Pteridófitas, como *Polypodium* e *Isoetes*. Nas lagoas e pântanos deviam crescer *Nymphaea*, *Nuphar* e *Typha*, assim como numerosas algas verdes. Esta descrição constitui uma das primeiras reconstruções paleoambientais com base no conteúdo palinológico.

Teixeira & Zbyszewski (1951) indicam a existência de numerosos restos vegetais na zona de Pombal, repartidos por *Osmunda strozzii* e *Glyptostrobus europaeus,* entre restos de dicotiledóneas e troncos de *Juniperoxylon pachyderma*, alguns dos quais encontrados *in situ* (Boureau, 1952).

Pereira (1989) refere a existência, em S. Pedro da Torre (Bacia do Minho), no lugar de Barrocas, de uma argila negra com abundantes macrorrestos vegetais, sementes, pólenes e esporos. O conteúdo da jazida foi parcialmente estudado por Pais (1989). O depósito foi atribuído ao Plistocénico inferior ou ao final do Pliocénico. Destaca-se a presença de *Salvinia*, Polypodiaceae, *Pinus*, *Picea*, *Taxodium*, cf. *Carya*, *Cephalanthus*, *Engelhardia*, Ericaeae, *Eurya*, *Liquidambar*, *Quercus*, *Symplocos*, *Tilia* e *Umbelliferopsis*. A abundância de impressões foliares de *Taxodium* pressupõe a existência de zonas pantanosas. *Liquidambar* é frequente. Do ponto de vista climático, a associação sugere clima relativamente quente e húmido (Pais *et al.*, não publicado; Pereira, 1991; Pereira *et al.*, 2000).

Pais (1999), efectuou o estudo polínico dos depósitos pliocénicos de Vale de Santarém. Apesar da escassez de palinomorfos, foi possível reconhecer quatro associações floristicas evidenciando alterações a nível do clima. Ao comparar com a bacia de Rio Maior, reconheceu que as associações A e B são semelhantes ao "ensemble" A de Rio Maior; a associação C podia ser comparada ao "ensemble" B (Diniz, 1984), onde escasseiam *Pinus* e *Myrica*, mas *Castanea*, *Quercus* e *Ericaceae* são abundantes. A associação D pode também relacionar-se com o "ensemble" C de Rio Maior (Pais, 1999).

A presença de macrorrestos de *Glyptostrobus* nos níveis superiores da bacia do Vale de Santarém pode estar relacionada com o "ensemble" D de Rio Maior, evidenciando o regresso de um clima mais quente e húmido (Pais, 1999).

Recentemente foram levados a cabo por Poças (2004) estudos palinológicos nos depósitos da bacia do Cávado, do Minho e de Trás-os-Montes. Apesar da pobreza fossilífera dos depósitos, foi possível rever a cronostratigrafia da Formação de Vale Álvaro, outrora considerada do Paleogénico; pela associação de palinomorfos os depósitos desta formação foram considerados pliocénicos (Poças *et al.*, 2003; Poças, 2004).

2.2. Enquadramento geológico e estratigráfico

Das bacias cenozóicas da Península Ibérica, destacam-se pela maior dimensão as bacias do Douro, Alto Tejo, Ebro e Guadalquivir em Espanha e as do Baixo Tejo e do Mondego em Portugal. Estas últimas localizam-se na orla Oeste do Maciço Ibérico separadas pela Cordilheira Central (fig. 2.3). Pequenas bacias ou depressões tectónicas definidas sobre o Maciço Hespérico estão também preenchidas por sedimentos cenozóicos (Macedo de Cavaleiros, Bragança, Mirandela, Coja, Naia, Sarzedas).

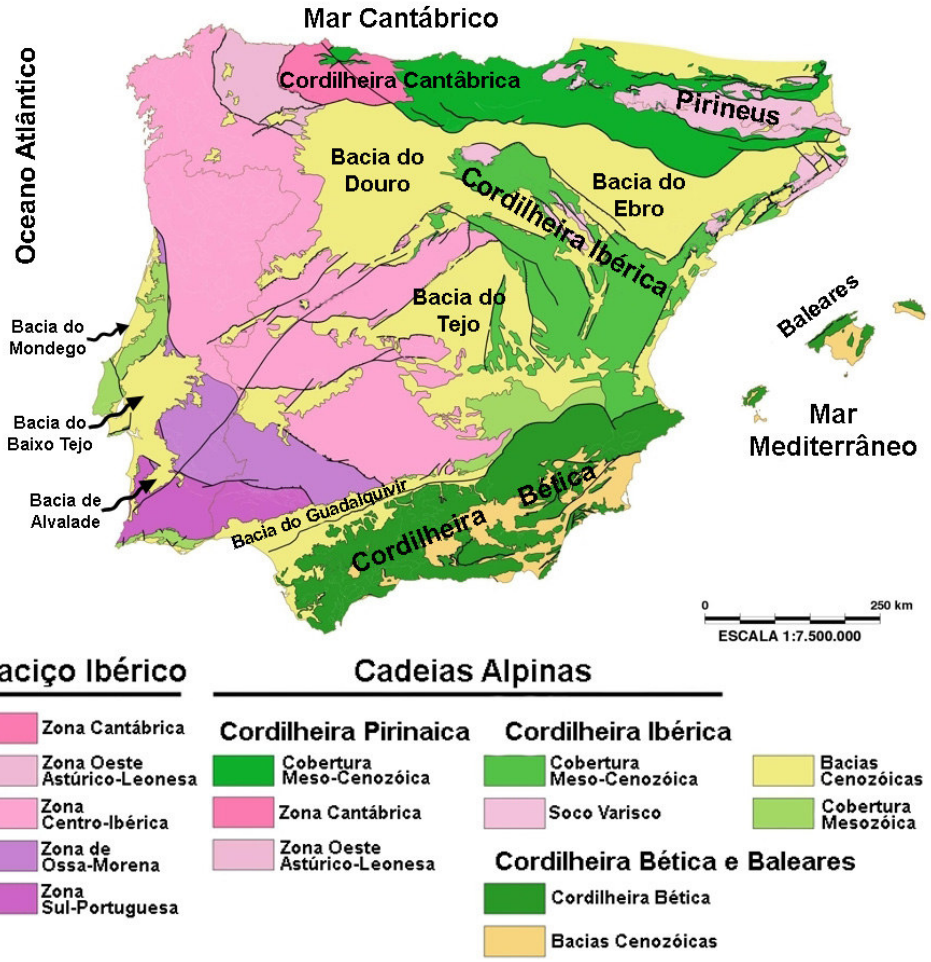


Figura 2.3 - Mapa geológico simplificado da Ibéria (adaptado de Vera, 2004).

Os depósitos do Pliocénico português situam-se, essencialmente, nas orlas Meso-cenozóicas ocidental e meridional, bem como em depressões interiores.

Segundo Cunha (1992), a partir do Eocénico médio ocorreram sucessivas fases de rejogo de falhas com orientação geral NE-SW relacionadas com a Fase Pré-Pirenaica. Esta tectónica de blocos compartimentou o soco hercínico e os sedimentos que o recobriam em duas depressões com eixo NE-SW. Como resultado formaram-se duas bacias: a do Mondego, a norte da Cordilheira Central, e a do Baixo Tejo, a sul (Cunha, 1992; Cunha, Barbosa & Reis, 1993).

Teixeira & Zbyszewski (1951) referem o Pliocénico da margem atlântica associado a um evento transgressivo, bastante contínuo e marcado por critérios geomorfológicos. Segundo os mesmos autores, a base do Pliocénico estaria representada a Sul do Mondego por uma "lumachela" rica de fósseis marinhos, à qual se sobrepõem areias finas amareladas ainda com influência marinha. Nas áreas continentais ocorrem depósitos lignitosos e argilas negras e diatomitos na região de Rio Maior e de Óbidos (Zbyszewski, 1967). O mesmo autor, considera existir em Rio Maior uma segunda unidade transgressiva, desprovida de fósseis, separada dos sedimentos inferiores por uma descontinuidade regional e já considerada do Plistocénico inferior.
De acordo com Teixeira (1979), o conjunto Pliocénico incluiria 4 unidades, assumindo-se, da base para o topo:

a) P1: Lacuna correspondente ao Pliocénico inferior;

b) P2: Formação transgressiva, fossilífera na base, passando para o topo a areias finas, datada do Placenciano;

c) P3: Formação de fácies continental, localmente fossilífera, do Pliocénico superior;

d) P4: Segunda formação transgressiva, azóica, separada dos sedimentos inferiores por descontinuidade regional e já considerada do Calabriano.

Assim, o mesmo autor, considera existir em Rio Maior e Barracão uma segunda unidade transgressiva (P4), desprovida de fósseis, separadas dos sedimentos inferiores por descontinuidade regional e já considerada do Plistocénico inferior, mas esta interpretação tem sido rejeitada em trabalhos mais recentes (Cunha *et al.*, 1993; Cabral, 1995).

Após a transgressão do Plistocénico inferior, dá-se movimento regressivo, com entalhe sucessivo das linhas de água, instalação de praias levantadas e de terraços fluviais a cotas progressivamente mais baixas.

Para Cachão & Silva (2000), o Neogénico marinho português materializa três ciclos deposicionais principais com uma duração aproximada de 5 a 8 Ma. Os sedimentos Placencianos corresponderiam a evolução regressiva ao longo da plataforma de abrasão marinha situada "onshore", o que estaria de acordo com o final do terceiro ciclo deposicional.

Durante o máximo de transgressão pliocénica, a linha de costa estaria situada no alinhamento Pombal – Leiria – Rio Maior – Lisboa – Setúbal (Ribeiro *et al.*, 1979) (fig. 2.4). A descida posterior do nível do mar foi acompanhada por importante progradação dos sistemas aluviais.

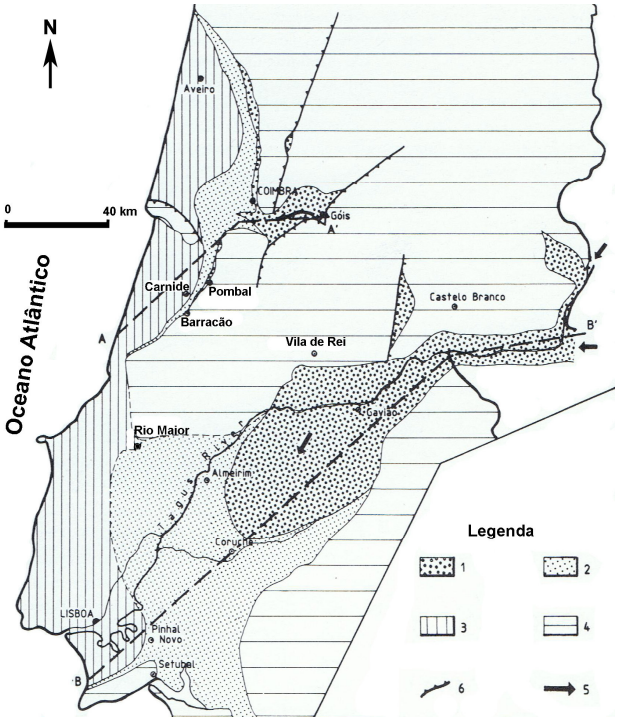


Figura 2.4 - Reconstrução paleogeográfica do máximo transgressivo da base do Placenciano, não se representando os paleorelevos de Sintra. 1- conglomerados aluviais; 2- areias fluviais; 3- areias marinhas; 4- áreas sem sedimentação; 5- direcção principal do fluxo fluvial; 6- principais falhas activas (adaptado de Cunha, Barbosa & Reis, 1993).

De modo geral, o Pliocénico é materializado na base e sectores mais ocidentais por um conjunto de fácies com características marinhas, verificando-se para o topo e sectores interiores, um predomínio de influências continentais, registando um ciclo de tendência geral progradante (Azevedo, 1982; Reis e Cunha, 1989; Cunha e Reis, 1991; Cunha, 1992; Cunha *et al.*,1993; Barbosa, 1995; Pimentel, 1997; Dinis, 2004).

Contudo, alguns autores (Zbyszewski & Faria, 1967; Cunha, 1987b; Reis & Cunha, 1989; Cunha e Reis, 1991; Cunha, 1992) relacionam estes depósitos com um episódio tectónico compressivo que terá ocorrido no início do Placenciano e que terá dado origem a novo soerguimento da Cordilheira Central. Uma reactivação compressiva das falhas orientadas NNE-SSW e NE-SW terá afectado o registo sedimentar do final do Pliocénico (Cabral, 1986; Cabral & Ribeiro, 1988; Cachão, 1989; Ferreira, 1991, Cunha, 1992).

Cunha (1992), com base em estudo estratigráfico e sedimentológico detalhado do Cretácico e Cenozóico de Portugal, definiu um conjunto de episódios deposicionais registados por **sequências limitadas por descontinuidades** (**SLD)**. As sequências SLD12, SLD13 englobam registo pliocénico (Cunha, 1992, 1999, 2000).

A sequência SLD12 é atribuível ao Messiniano superior – Zancliano inferior e constituída por conglomerados, arenitos e lutitos, com cortejo argiloso rico de caulinite e ilite (Cunha, 1992). São exemplos do registo da SLD12 os Conglomerados de Telhada, Arenitos de Redinha e Conglomerados de Monfortinho (Cunha, 1992). Para esta sequência foram referidas condições climáticas de tipo temperado mediterrânico, com estações muito contrastadas a promover forte oscilação do nível freático (Cunha, 2000).

Os depósitos da SLD13 traduzem um contexto geral de leques aluviais e rios drenando para o Atlântico, sendo precursores da rede hidrográfica actual (Cunha *et al.*, 1993). O grande desenvolvimento espacial dos sistemas fluviais, o predomínio de clastos resistentes à meteorização e o cortejo argiloso dominado pela caulinite, permite supor a persistência de mecanismos aquosos e boa drenagem, num clima quente e húmido (Cunha, 2000).

O limite superior da unidade é uma larga plataforma, suavemente inclinada para oeste, mas deslocada por algumas falhas. O topo da unidade consiste em sedimentos aluviais depositados numa planície costeira, abandonados quando a etapa de incisão fluvial se iniciou.

Segundo Ramos & Cunha (2004), a transgressão marinha alcançou, entre o cabo Mondego e a Nazaré, uma posição de 28 km para o interior da actual linha de costa, relacionada com o nível do mar no Pliocénico médio que poderia estar 20 a 60 metros mais elevado que na actualidade (Dowsett *et al.,* 1996).

A disposição, em termos altimétricos das várias *fácies* representativas desta sequência sedimentar é variada em virtude da movimentação tectónica. Admite-se que durante a deposição da SLD 13, na área entre o Cabo Mondego e a Nazaré, falhas de orientação SW-NE, N-S e NNE-SSW tenham controlado a distribuição das associações de *fácies*, e mesmo posteriormente, criando compartimentos tectónicos diferenciados. Este sistema de falhas permite compreender a razão pela qual se encontram os sedimentos marinhos da base do Pliocénico entre o nível do mar e os 250 metros de altitude (Ramos & Cunha, 2004).

A SLD13 está representada pelos Conglomerados de Santa Quitéria, na Bacia do Mondego, e pelos Conglomerados de Serra de Almeirim+Conglomerados de Falagueira, na Bacia do Baixo Tejo (Cunha 1992, 1996, 1999; Cunha *et al*., 1993). Reis *et al.* (1992) e Cunha *et al.* (1993) apresentam modelos de continuidade sedimentar entre estas unidades e os materiais mais finos presentes para Oeste e consideram que os Arenitos de Ulme da Bacia do Baixo Tejo são equivalentes temporais das Areias de Carnide+Areias de Roussa+Argilas de Barracão (fig. 2.5).

A SLD14 poderá abranger o Gelasiano e o Plistocénico (Cunha *et al*., 2000). Desde a Bacia do Mondego até a Bacia do Baixo Tejo existem depósitos de vertente, com alteração ferruginosa, em posição elevada relativamente ao encaixe fluvial e enquadrados na SLD14 (Cunha, 2000).

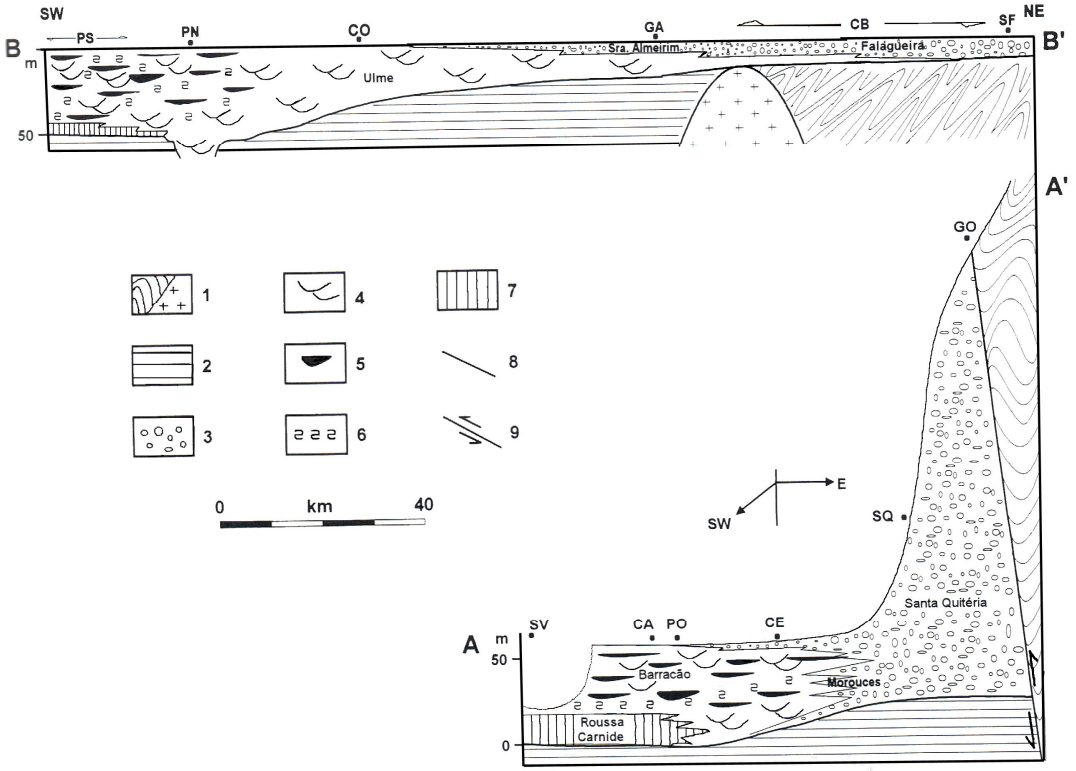


Figura 2.5 - Registo sedimentar do Pliocénico superior da Bacia do Mondego (AA') e da Bacia do Baixo Tejo (BB') segundo Cunha *et al.* (1993). 1 - Substrato metamórfico/ígneo; 2 - Substrato Meso-Cenozóico; 3 - Conglomerados aluviais; 4 - Arenitos aluviais; 5 - Lutitos aluviais; 6 - Sedimentos de pantâno; 7 - Sedimentos marinhos; 8 - Descontinuidade sedimentar; 9- Falha; SV: Senhora da Vitória; CA: Carnide; PO: Pombal; CE: Cernache; SQ: Santa Quitéria; GO: Góis; PS: Península de Setúbal; PN: Pinhal Novo; CO: Coruche; GA: Gavião; CB: Castelo Branco; CF: Fronteira com Espanha.

A tabela 2.1 apresenta um resumo das unidades litostratigráficas definidas nas diferentes Bacias Cenozóicas para o Pliocénico.

Unidade alostrat.	Idade provável	B. Douro (Trás-os-Montes)	Bacia do Mondego (NE)	Bacia do Mondego (SW)	Bacia do Baixo Tejo (NE)	Bacia do Baixo Tejo (centro)	Bacia do Sado
SLD 14	Plistocéncio inferior-Gelasiano	Formação Aveleda	Nível de Serra de Vila		Nível de Fratel	Nível Mora-Lamarosa	Formação de Panóias
SLD 13	Placenciano	Formação Mirandela	F. Santa Quitéria	Barracão, Rousa, F. Carnide,	F. Falagueira	Almeirim F. Ulme,	F. Alvalade
SLD 12	Zancliano-Messiniano	Membro de Atalaia	F. Telhada	F. Redinha	F. Monfortinho		F. Esbarronda-doiro

Tabela 2.1 - Proposta de correspondência entre unidades alostratigráficas (SLD) e unidades litostratigráficas definidas em várias bacias sedimentares de Portugal (adaptado de Cunha, Pimentel & Pereira, 2000).

A figura 2.6 representa um perfil tipo ilustrativo das associações de *fácies* características da sequência sedimentar SLD 13 (Ramos & Cunha, 2004) e respectivos ambientes deposicionais em que se formaram.

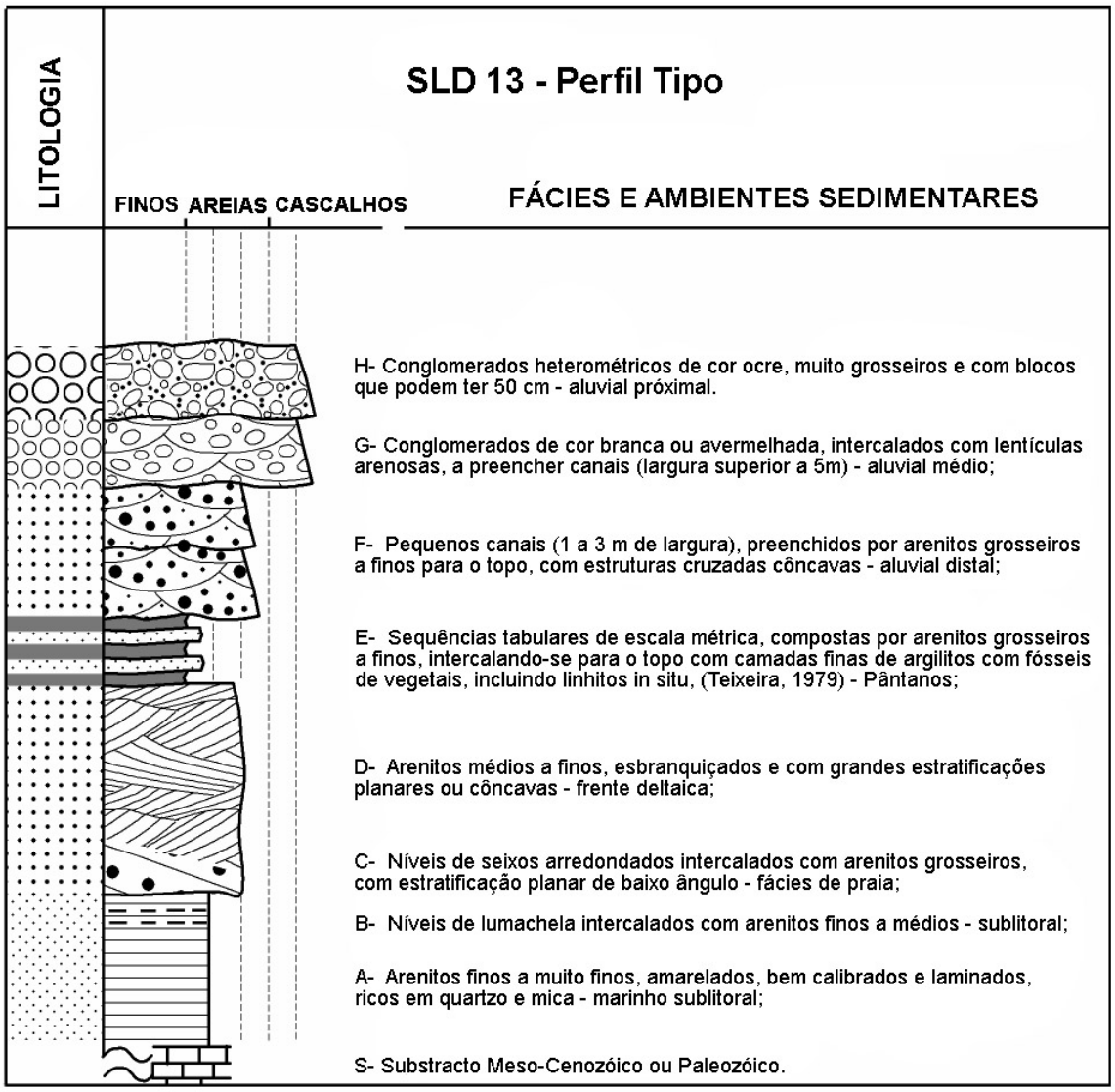


Figura 2.6 - Interpretação das associações de *fácies* da SLD 13 (segundo Ramos & Cunha, 2004).

2.2.1. Bacia do Mondego

O enchimento sedimentar da Bacia do Mondego abrange o intervalo desde o Paleogénico até ao início do Plistocenico (Cunha, 1992). A sudoeste de Coimbra, o registo sedimentar do Pliocénico tem cerca de 40m de espessura e compreende, da base para o topo as seguintes unidades:

a) conglomerado basal marinho, fossilífero, seguido de areias finas a muito finas, amarelas, micáceas, com estruturas planares paralelas ou de baixo ângulo (Areias de Carnide e Areias de Roussa; Barbosa, 1983). A fauna marinha da camada basal tem sido referida como placenciana (Teixeira & Zbyszewski, 1951; Cardoso, 1984). Cachão (1989, 1990) actualizou a datação das Areias de Carnide, situando-a na biozona NN16 de Martini, correspondente ao início do Placenciano. Para Silva (2003), a base desta unidade poderá situar-se próximo do limite Zancliano-Placenciano.

b) depósitos de argilas e areias intercaladas com lignitos (Zbyszewski & Faria, 1967; Diniz & Cachão, 1987).

c) areias fluviais com intercalações argilosas brancas a cinzentas, tornando-se mais grosseiras e heterométricas para o topo (argilas de Barracão).

A leste de Coimbra, a deposição sedimentar ocorreu exclusivamente em regime continental. A Norte do rio Mondego, o Pliocénico parece estar melhor representado a Este do rio Cértima. Nas folhas de Vagos (Barbosa, 1981) e de Aveiro não foi considerada a existência de Pliocénico (Teixeira & Zbyszewski, 1976). Os materiais pós-cretácicos estão representados por praias levantadas e terraços fluviais, escalonados, atribuídos ao Plistocénico. Por outro lado, Lauverjat *et al.* (1983-85) afirmam que o Pliocénico ocorre em "offshore", a Oeste de Aveiro, preservado entre falhas sub-meridianas e organizado em dois conjuntos transgressivos, separados por depósitos continentais. Mais recentemente, Barbosa & Barra (2000) alertaram para incorrecções na cartografia de depósitos tidos como quaternários nas regiões de Aveiro e Vagos. Propuseram, para estes, uma idade pliocénica, uma vez que os modelos arquitecturais são semelhantes aos patentes em sedimentos de outras regiões tidos como desta idade.

2.2.2. Bacia do Baixo Tejo

A Bacia do Baixo-Tejo ocupa uma área com aproximadamente 12000 km², que em termos regionais, corresponde praticamente à província do Ribatejo, parte do Alentejo e Beira Baixa (Barbosa & Reis, 1989, 1996; Cunha, 1992). O preenchimento da Bacia atinge espessuras superiores a 1000 metros na Península de Setúbal (Pinhal Novo) e inclui sedimentos desde o Eocénico até o Quaternário (Pimentel, 1997).

No sector distal da Bacia, os sedimentos arenosos do Pliocénico depositaram-se de modo erosivo sobre o Tortoniano marinho (Península de Setúbal). Na parte média do conjunto arenoso ocorrem argilas com gesso, macrorrestos de plantas e ostras. Nalguns locais, existem microconglomerados e arenitos com fósseis de moluscos marinhos. Também se encontram areias com intercalações de lignito e diatomito que podem ser equivalentes laterais das argilas negras com gesso. Em alguns locais, sobre as areias, ocorrem conglomerados com clastos de quartzito e de quartzo, alguns facetados pelo vento (Conglomerado de Belverde). De acordo com Azevêdo *et al.* (1979b) e Azevêdo & Cardoso (1986), foi identificada provável indústria lítica pré-acheulense, o que coloca esta unidade próximo do limite Plio - Plistocénico. Sobre o Conglomerado de Belverde existem depósitos de leques aluviais gerados na dependência da Serra da Arrábida (Antunes *et al.*, 1992; Antunes & Pais, 1993; Pais, 2004, Kullberg *et al.,* 2006*).*

A norte de Lisboa, os depósitos considerados placencianos são de génese marinha e continental. No máximo de transgressão o mar terá chegado à zona de Rio Maior depositando uma sucessão de depósitos arenosos litorais seguidos de diatomitos, lignitos e argilas (Teixeira, 1979, Pena dos Reis *et al.,* 1992; Cunha, 1992; Cunha *et al.*, 1993).

2.2.3. Bacia de Alvalade

A sul da Bacia do Baixo Tejo, desenvolveu-se outra depressão que constitui a Bacia de Alvalade. Evoluiu desde o Eocénico, tendo sido invadida pelo mar no Messiniano superior. No Pliocénico foi atingida pelos depósitos progradantes das Areias de Ulme

que ultrapassaram os relevos paleozóicos que a separam da Bacia do Baixo Tejo, entre Alcácer do Sal e Grândola (Pais, informação oral).

2.2.4. Outras ocorrências

No interior do país, e em particular em Trás-os-Montes oriental, existem depressões tectónicas bem como paleovales incisos no substrato hercínico correspondentes a drenagem endorreica ou à fase de transição para a drenagem atlântica. Estas depressões e paleovales estão preenchidas por sedimentos correlacionados litostratigraficamente com as SLD11 a SLD14, pelo que em alguns casos os sedimentos podem ser Pliocénicos (Pereira, 1997; 1998; 1999; Pereira *et al.*, 2000).

2.3 Limite Pliocénico-Plistocénico

As investigações levadas a cabo pela comunidade científica demonstram que no final Pliocénico ocorreu degradação climática (Wrenn *et al.*, 1999).

A degradação climática não terá ocorrido de forma brusca, uma vez que diversos indicadores climáticos apontam para um arrefecimento por volta dos 3-3.5 Ma, e a mudança mais dramática data de aproximadamente 2,4 Ma (Bertoldi *et al.*, 1989, Combourieu-Nebout *et al.*, 1992; Bonifay, 1992; Agustí *et al.*, 2001b). A alteração das faunas marinhas, com frequente incursão para sul de organismos boreais (Zijderveld *et al.* 1991; Pasini & Colango, 1995; Rai & Srinivasan, 2000), as relações isotópicas (Raymo *et al.,* 1990; Bonifay, 1992) a substituição da fauna de mamíferos (Bonifay, 1992, Montuire, 1999; Oms *et al.,* 1999; Agustí *et al.,* 2001a) e as alterações florísticas (Pais, 1989, Bertoldi *et al.*, 1989) indicam uma progressiva mudança para clima mais frio e seco.

No Congresso Geológico de Londres (1948) foi proposto que o limite entre o Pliocénico e o Plistocénico se devia situar na deterioração climática identificada pelo início do aparecimento de espécies alóctones no mar Mediterrânico "northern guests"

(Nikiforova, 1995). O facto de estarem documentados, no registo fóssil, períodos de arrefecimento durante o Neogénico, muito antes do aparecimento de espécies boreais tidas como indicadoras do início do Quaternário, levantou problemas e dúvidas na escolha do nível geológico de referência. Na década de setenta do século XX, foi proposta a série de Vrica (Calábria, Itália) para estratótipo do limite Pliocénico-Plistocénico (Selli *et al.*, 1977 *in* Nikiforova, 1995), considerando-se que ela respeita a totalidade das condições requeridas pelo International Stratigraphic Guide. Este limite coincide praticamente com o aparecimento do gastrópode *Artica islandica* num nível rico de microfósseis marinhos datando de 1,81 Ma.

Considera-se que, na Península Ibérica, a transição Pliocénico-Plistocénico foi acompanhada da deposição de mantos cascalhentos (Aguirre, 1995). Estes depósitos, muitas vezes designados por ranhas, constituem plataformas aluviais que ocorrem no sopé de relevos nas áreas marginais das bacias. Segundo Martin-Serrano (1991; 2000), estas unidades marcam claramente uma etapa de articulação entre dois episódios geodinâmicos sucessivos e opostos: um de "enchimento" (sedimentogénese) e outro de "dissecação" (gliptogénese), em resposta a um ponto de inflexão na evolução geológica local, pelo que se poderão posicionar entre o Miocénico e o Plistocénico (fig. 2.7). Assim, pensamos que a abordagem a este tipo de depósitos deve ser feita de forma particularmente cautelosa devido ao seu carácter diacrónico e à ausência de indicadores cronológicos. Ainda segundo Martin-Serrano & Nozal Martín (2008), são várias as interpretações relativas ao clima com os quais se relacionam as ranhas, desde condições áridas e semi-áridas até condições de sazonalidade marcada ou de clima mais frio.

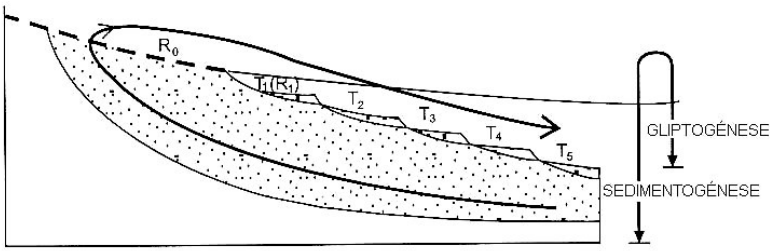


Figura 2.7 - Posição morfodinâmica da ranha na transição do enchimento sedimentar para o entalhe fluvial. R - Depósitos de ranha; T - Depósitos de terraço fluvial (Serrano, 2000).

Também em Portugal, a definição rigorosa do limite Pliocénico-Quaternário lida com problemas que resultam da falta de indicadores cronostratigráficos e da recorrência de fácies. Diversos trabalhos apresentados durante as décadas de 40 a 70 do século XX, sobre o Pliocénico e Plistocénico da margem atlântica portuguesa (Zbyszewski, 1949; Teixeira & Zbyszewski, 1951, 1954; Teixeira, 1979), consideram que o enchimento sedimentar cenozóico culmina com uma unidade transgressiva atribuída ao Calabriano (Plistocéncio inferior) que materializa a fase P4 de Teixeira (1979).

Associados ao período de degradação climática e actividade tectónica, tidas como do Pliocénico superior a Plistocénico inferior, estão referidos alguns conjuntos sedimentares, como a Formação de Marco Furado, no sinclinal de Albufeira (Azevêdo, 1982), a Formação de Panóias, na Bacia do Sado (Pimentel, 1997) e os Conglomerados de Vila de Rei, na Bacia do Baixo Tejo (Barbosa, 1995).

O limite Pliocénico-Plistocénico também já foi relacionado com os depósitos de tipo "ranha" no enchimento das bacias interiores situadas a Norte da Cordilheira Central [Conglomerados de Santa Quitéria (Cunha 1992, 1999) e Formação de Aveleda (Pereira, 1999) e a Sul da Cordilheira Central (Formação de Falagueira (Cunha, 1996)].

A proposta mais recente enquadra no Gelasiano o último episódio de sedimentação continental anterior à incisão Plistocénica observado em Portugal e que, em muitos casos, está referido como "ranha" (Pereira, 1999).



Capítulo 3

CORTES GEOLÓGICOS E SONDAGENS

3. CORTES GEOLÓGICOS E SONDAGENS

3.1 Bacia do Minho - S. Pedro da Torre

3.2 Anadia (Monsarros)

3.3 Vale do Freixo

3.4 Barracão

3.5 Praia da Vitória – Canto do Azeche

3.6 Óbidos

3.7 Rio Maior

3.8 Belverde

3.9 Apostiça

3. CORTES GEOLÓGICOS E SONDAGENS

No presente trabalho seleccionaram-se conjuntos de afloramentos e sondagens datados do Pliocénico ou referidos como Plio-Plistocénicos (dada a escassez de dados de datação) ao longo da margem atlântica portuguesa com características mais favoráveis para estudo palinológico (fig. 3.1). Para além dos locais seleccionados para estudo, foram efectuadas análises preliminares em amostras colhidas em sondagens da zona de Trás-os-Montes Oriental como Chaves (sondagem nº 3, 4 e 11) e Sendim (sondagem nº16). Foram tratadas e estudadas 12 amostras que se revelam quase estéreis de palinomorfos dadas as características litológicas não serem favoráveis à sua preservação.



Figura 3.1 – Localização dos depósitos seleccionados para estudo.

3.1. Bacia do Minho - S. Pedro da Torre (Valença)

O Rio Minho nasce em Espanha na Serra da Meira a norte da cidade de Lugo e desagua no oceano Atlântico entre A Guardia e Caminha e possui uma extensão longitudinal de cerca de 300 km. O percurso é, na generalidade, orientado NE-SW, inflectindo para sul em Valença, onde se encaixa na depressão tectónica de Porriño – V. Nova de Cerveira, com orientação aproximada N-S, na qual depositou grande volume de sedimentos (fig. 3.2). A actividade neotectónica nesta depressão é confirmada, no terreno, pela observação em S. Pedro da Torre de falha inversa no contacto entre os depósitos cenozóicos e o soco hercínico (Carvalho, 1981; Pereira, 1989, 1991; Cabral, 1995; Alves & Pereira, 1999, 2000).

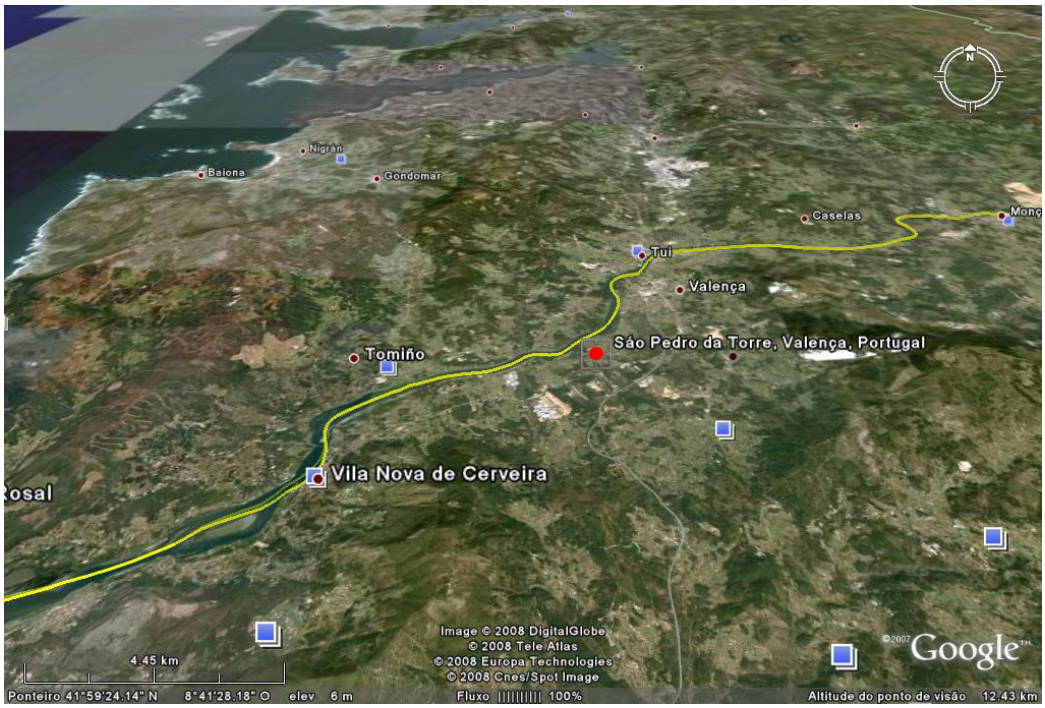


Figura 3.2 – Localização de S. Pedro da Torre (Imagem do Google Earth).

Na margem portuguesa, desde Melgaço até Caminha, ocorrem afloramentos de depósitos cenozóicos, entendidos maioritariamente como níveis de terraços plistocénicos.

Os primeiros estudos relativos aos depósitos do Rio Minho foram apresentados por Lautensach na Geografia de Portugal (1932). Já em 1945, o mesmo autor, apresentou os

dados obtidos numa perspectiva geomorfológica. Considerou a existência de três níveis de terraço; um inferior, estreito e constituído por limo de inundação e raros calhaus quartzíticos, limitado à zona a jusante da confluência com o Rio Mouro; os terraços médio e superior foram descritos em conjunto dada a semelhança litológica, sendo constituídos por *cascalheira com matriz de "limo ou argila endurecida, castanha ou vermelha"*. Ao terraço inferior atribuiu idade pós-glaciária, e o encaixe contemporâneo ao Würm. O terraço médio foi considerado de idade interglaciária Riss-Würm; ao terraço superior atribuiu o interglaciário Mindel-Riss. A composição sedimentar dos níveis de terraço é de cariz essencialmente conglomerática, com raros níveis intercalares arenosos e lutíticos. A matriz é predominantemente caulinítica nos sedimentos mais antigos e ilítica nos mais recentes (Pereira, 1991).

Teixeira (1944e) referiu a existência de movimentos tectónicos recentes e considerou-os responsáveis pelas modificações de altitude de alguns terraços do Rio Minho. Lautensach (1945) chegou a conclusão semelhante; atribuiu a forma ondulatória do perfil longitudinal do rio a movimentos tectónicos que terão actuado em simultâneo com variações glácio-eustáticas. Na depressão de Porriño – V. Nova de Cerveira têm sido descritos depósitos supostamente neogénicos, conservados essencialmente na margem espanhola e sobre os quais assentam os níveis de terraços plistocénicos, mais extensos na margem portuguesa (Nonn, 1966; Pereira, 1989, 1991). Os depósitos supostamente neogénicos são essencialmente argilosos, com largo predomínio de caulinite, e intercalados com níveis conglomerátícos e arenosos (fig. 3.3) (Pereira, 1991).

Em 1945, Andrade identificou na jazida de Corgos (S. Pedro da Torre) flora de características relativamente temperadas, contendo pólenes de *Pinus* (dimensão e morfologia de *sylvestris* – 75%), "*Polen vestibulum*" (23%), *Quercus* (9%), *Salix* (5%), *Castanea* (4%), *Betula* (2%), Polypodiaceae, Schizaeaceae, Graminae e Cyatheaceae. J. Medus (1965) apresentou estudo palinológico dos lignitos de Puentes de Garcia Rodiguez, tidos como equivalentes do lado espanhol, propondo datação do Miocénico Superior.

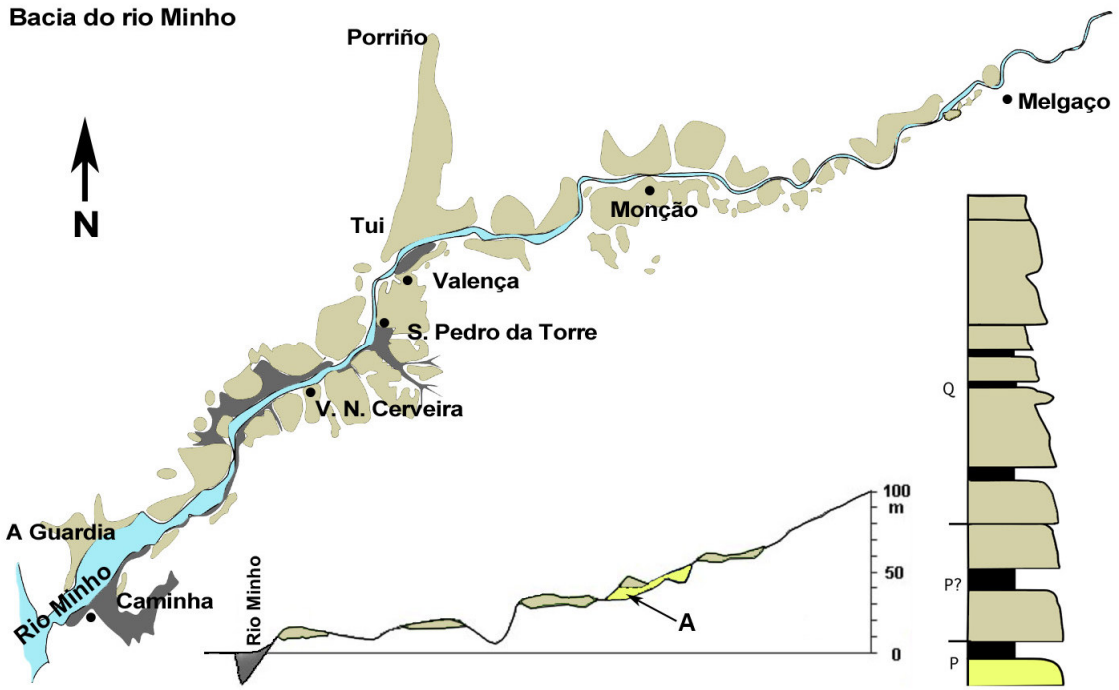


Figura 3.3 – Depósitos de terraço fluviais da bacia do Rio Minho. O perfil transversal representa os depósitos da região de S. Pedro da Torre. A- unidade amostrada. (adaptado de Alves & Pereira, 2000).

Mais recentemente, foram estudados os conteúdos fósseis da jazida de Barrocas (S. Pedro da Torre), com resultados divulgados parcialmente por Pais (1989). Destaca-se a abundância de impressões foliares de *Taxodium* e *Liquidambar*, frutos e sementes de *Salvinia*, *Taxodium*, *Symplocus*, *Eurya*, *Tilia*, Rubiaceae e Umbelliferae, bem como pólenes e esporos de *Salvinia*, *Pinus*, *Picea*, Taxodiaceae, *Symplocos*, *Liquidambar*, *Engelhardia*, *Carya*, *Quercus*, Ericeae e Gramineae (Pais, comunicação oral). Poças (2004) reapreciou o conteúdo polínico desta jazida e reconheceu a existência de *Anthoceros*, *Lycopodium*, Polypodiaceae, *Pinus*, *Cathaya*, *Tsuga*, Taxodiaceae, Cupressaceae, *Ephedra*, *Alnus*, *Castanea*, *Quercus*, *Myrica*, *Carya*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Pterocarya*, *Acer*, Oleaceae, *Liquidambar*, *Tilia*, Ericaceae, *Ilex*, Poaceae, Amaranthaceae/Chenopodiaceae, Cistaceae, Asteraceae, e Cyperaceae.

Comparados estes dados com as associações polínicas de Rio Maior estabelecidas por Diniz (1984), foi indicado que a unidade amostrada em São Pedro da Torre não pode ser mais moderna que o Placenciano superior (Poças, 2004).

Com base nas descrições e interpretações dos diversos autores referidos, admite-se que:

- a depressão de Porriño – V. Nova de Cerveira, acumulou uma espessura de algumas dezenas de metros de depósitos essencialmente argilosos, com níveis ocasionais de lignitos, intercalados com areias e conglomerados;
- esta unidade foi intensamente erodida no sector sul da depressão, correspondente à margem portuguesa, por acção do encaixe fluvial do rio Minho; no sector norte, entre Porriño e Tui, os depósitos permanecem com maior espessura e foram amplamente explorados pela indústria cerâmica;
- as características sedimentológicas e paleontológicas desta unidade, apontam para uma idade neogénica; na margem espanhola poderão estar representados níveis inferiores, a confirmar-se a idade indicada (Miocénico superior) e na margem portuguesa, (S. Pedro da Torre) níveis cuja idade poderá atingir o Placenciano superior;
- os vários níveis de terraço plistocénicos dispõem-se sobre a sedimentos neogénicos, amplamente erodidos pelo encaixe fluvial do rio Minho.

As três amostras estudadas (SPT) são provenientes de um nível de argilas negras fossilíferas, proveniente da portagem da Auto-estrada A3, em Valença, recolhidas à data da sua construção e armazenadas para posterior investigação (fig. 3.4).



Figura 3.4 – Paleocanal com preenchimento argiloso junto da portagem da A3 (em construção) em S. Pedro da Torre (foto de Diamantino Pereira).

3.2. Anadia (Monsarros)

Os depósitos cenozóicos da zona da Anadia preenchem uma sub-bacia de alongamento meridiano, lateralmente limitado pelo *horst* de Arcos, a Oeste, e pelo *horst* de Quintela das Lapas, a Este (fig. 3.5).

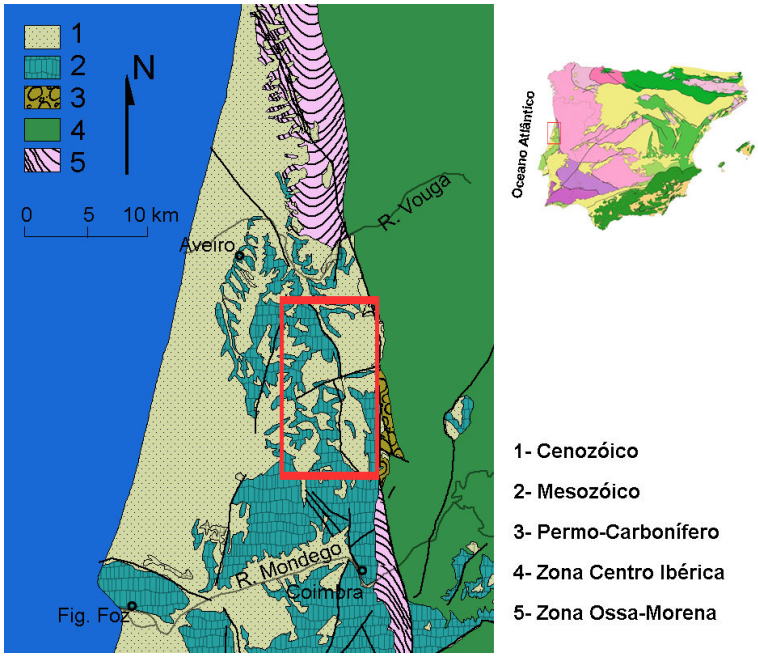


Figura 3.5 - Localização e enquadramento geológico da zona da Anadia (adaptado de Dinis & Soares, 2007a).

Nas proximidades de Monsarros, junto do bordo interior da sub-bacia de Anadia, desenvolve-se um *graben* estreito, com 250 m de largura, onde o abatimento é máximo. Nesta área, o enchimento sedimentar Pliocénico-Plistocénico atinge 95 metros de espessura e encontra-se sobre o substracto Mesozóico (fig.3.6) (Dinis, 2004, Dinis & Soares 2007a, 2007b).

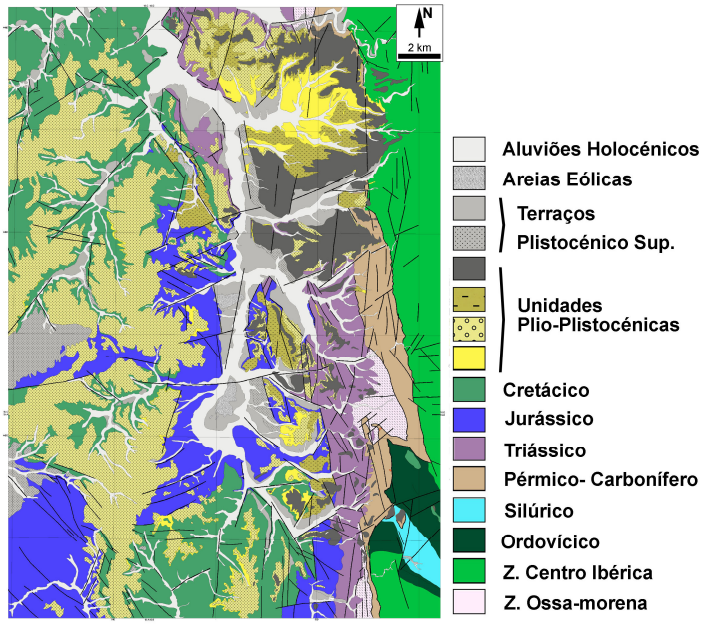


Figura 3.6 - Mapa geológico simplificado da área em estudo (adaptado de Dinis, 2004; Dinis & Soares, 2007b).

O estudo do testemunho de sondagens realizadas na sub-bacia da Anadia para prospecção de argilas, assim como trabalho de campo na área, permitiram individualizar quatro unidades (Dinis, 2004). Do topo para a base existem:

- Cascalheiras de Sangalhos;

- Argilas e Conglomerados de Anadia;

- Areias de Vale de Grou / Areias e Conglomerados de Carqueijo;

- Areias de Mala.

A generalidade das sondagens realizadas na região de Anadia mostram as unidades plio-plistocénicas assentes sobre o substrato Mesozóico. Inicialmente, observam-se areias amarelas a castanhas, bem calibradas, às vezes micáceas, com seixos centimétricos de elevado arredondamento. Localmente, em especial nas proximidades da base, ocorrem pontuações negras e clastos carbonosos. Em algumas sondagens, para o topo dos sedimentos basais, foi interceptado um corpo argiloso a argilo-arenoso de tons castanhos, não observável em afloramento, que se encontra, frequentemente, muito

fracturado e consolidado. Ocasionalmente, existem níveis ricos de seixos arredondados dispersos. Há intercalações decimétricas de areias finas, amarelas a castanhas, micáceas. Sobre as Areias de Mala, a grande maioria das sondagens atravessa um corpo de areias médias a grosseiras, de tons esbranquiçados, às vezes levemente manchadas de amarelo. É rico de seixos arredondados, frequentemente com película de óxidos de Fe-Mn. Para o topo é frequente terem grão mais fino e serem mais micáceas. Localmente, sobretudo para o topo, intercalam-se níveis argilosos decimétricos. A espessura máxima deste conjunto é de 20 metros. Superiormente, a unidade passa às Argilas e Conglomerados de Anadia; são constituídas por argilas plásticas, localmente arenosas ou siltosas, com tons cinzentos, amarelos ou castanhos, às vezes levemente manchadas, e argilas negras ricas de restos vegetais e horizontes de lignito lenticulares que chegam a ter 1 metro de espessura. A espessura máxima destes corpos, essencialmente lutíticos, é de 14 metros. Segue-se novo conjunto, em que corpos conglomeráticos inferiores evoluem, para o topo, para sedimentos lutíticos, às vezes com lignitos. Há tendência para aumento da espessura dos conglomerados e diminuição da espessura dos níveis argilosos, para o topo. Os níveis de lignitos podem atingir 2 metros de espessura e ocorrem, sobretudo, no topo, ou em posições intermédias, dos corpos essencialmente lutíticos. Estes sedimentos são cobertos, mediante descontinuidade erosiva, pelas Cascalheiras de Sangalhos, que estão registadas por sedimentos conglomeráticos heterométricos e polimíticos com clastos de metassedimentos argilosos ou arenosos, com domínio de quartzito e com algum grés silicificado. A base é superfície erosiva, por vezes associada a paleo-alteração impressa sobre os meta-sedimentos.A espessura máxima da unidade é da ordem de 4 metros.

Os sedimentos amostrados para estudo palinológico correspondem ao conjunto descrito como Argilas e Conglomerados de Anadia. São sedimentos dominados por clastos de quartzo com cerca de 5 cm, muito angulosos e, esporadicamente, fragmentos líticos de arenitos e metassedimentos. Os corpos conglomeráticos inferiores evoluem, para o topo, para sedimentos lutíticos, às vezes com lignitos. A espessura total da unidade é variável, oscilando entre 45 metros, no *graben* de Monsarros, e menos de 5 metros, em áreas marginais, a Este (fig. 3.7). A associação de minerais argilosos

comporta caulinite+ilite em quantidades variáveis, acompanhada, sobretudo para o topo, de vermiculite; os níveis lutíticos mais elevados tendem a ser mais ricos de ilite.

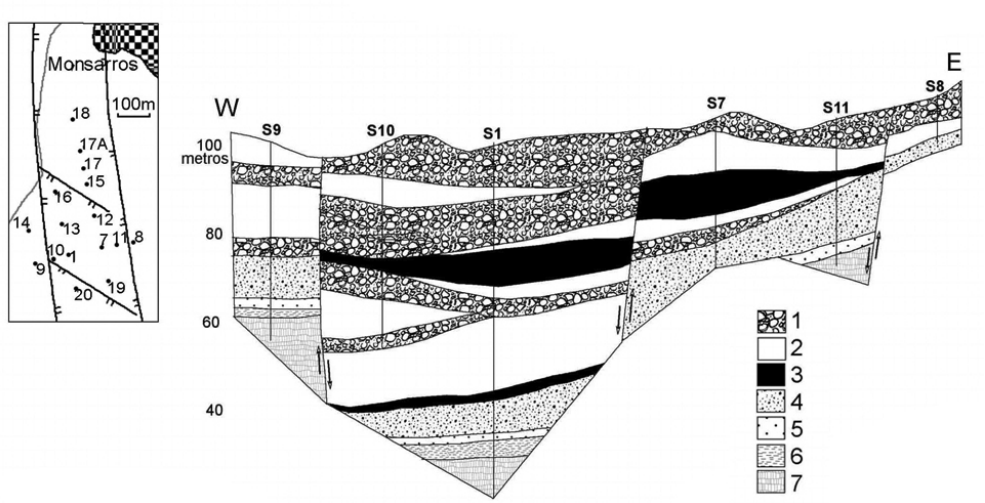


Figura 3.7 - Corte geológico sintético transversal do *graben* de Monsarros baseado nas sondagens realizadas para a prospecção de barro negro (adaptado de Dinis, 2004). 1 - Conglomerados imaturos; 2 - Argilas impuras; 3 - Argilas negras e lignito; 4 - Areia média branca-cinzenta; 5 - Areias finas a muito finas; 6 - Argilas inferiores castanhas-amarelas; 7 - Substrato calcário.

Para o estudo palinológico foram amostradas as sondagens 18 e 7 e, ainda, um afloramento na região de Monsarros. Apenas foram consideradas as camadas lignitosas e de argilas cinzentas, uma vez que somente estas foram produtivas no estudo preliminar efectuado nos sedimentos da sondagem 18. Apresentam-se em baixo os perfis das sondagens estudadas (fig. 3.8 e 3.9), assim como do perfil levantado em Monsarros, gentilmente cedido pelo Prof. Pedro Dinis.

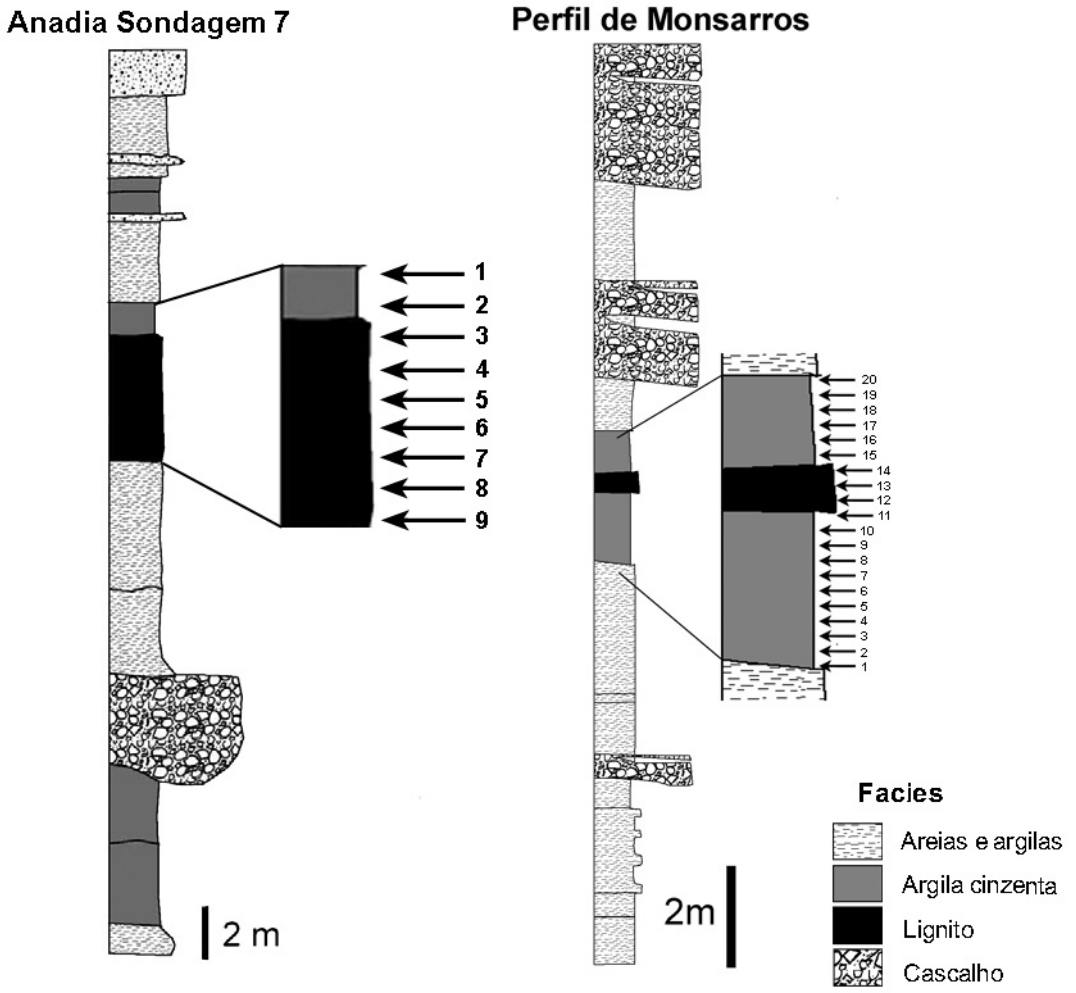


Figura 3.8 – Perfil da Sondagem 7 da Anadia (adaptado de Dinis, 2004) e perfil do afloramento de Monsarros cedido pelo Prof. Pedro Dinis.

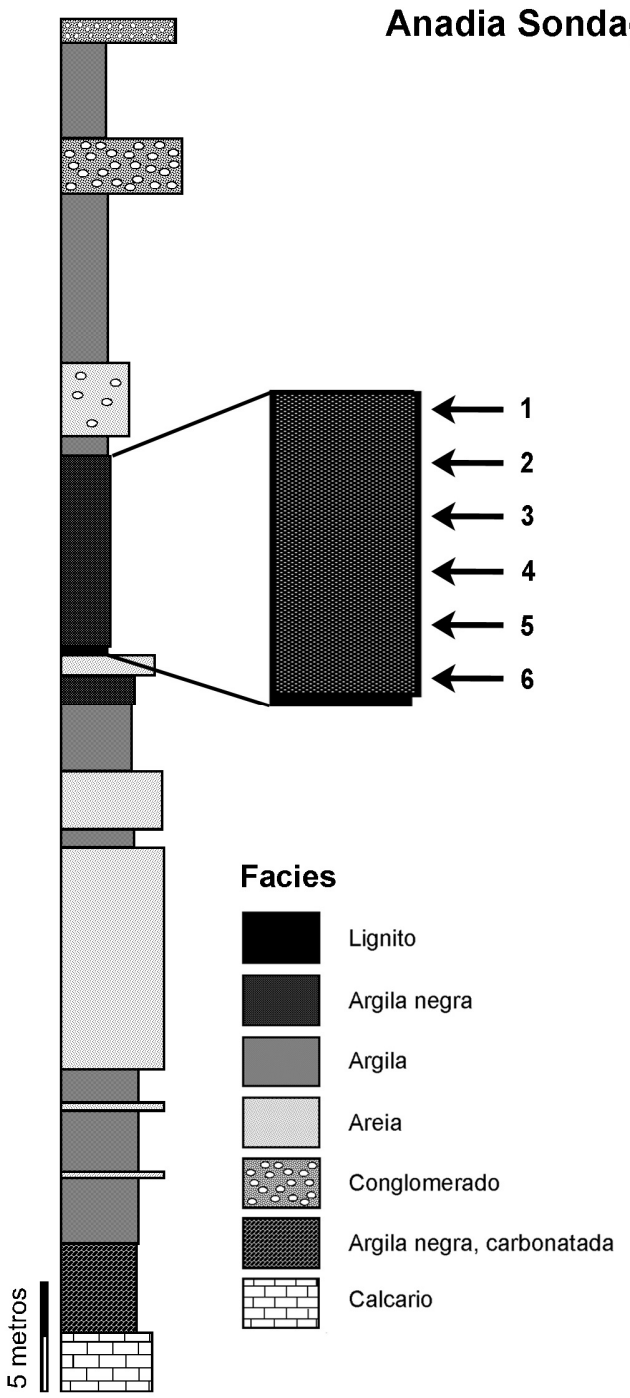


Figura 3.9 – Perfil da sondagem 18 da Anadia.

3.3. Vale do Freixo (Pombal)

A jazida fossilífera de Vale do Freixo situa-se em Carnide (Pombal) e foi descoberta na década de 1980 numa exploração de areias que actualmente se encontra abandonada. A riqueza de gastrópodes, diversificados e bem preservados, revelou-se fundamental para a compreensão do Pliocénico marinho da região de Caldas da Rainha - Marinha Grande – Pombal (Bacia do Mondego) (Silva, 2000).

A jazida localiza-se a cerca de 500m a SW da Igreja de Carnide (Pombal), com as coordenadas geográficas N 39º 53' 8" W 8º 43' 41", inserida na unidade P – Pliocénico marinho de Vale de Carnide, da folha 23-A Pombal, da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50 000 (Manupella *et al.*, 1978) (fig. 3.10).

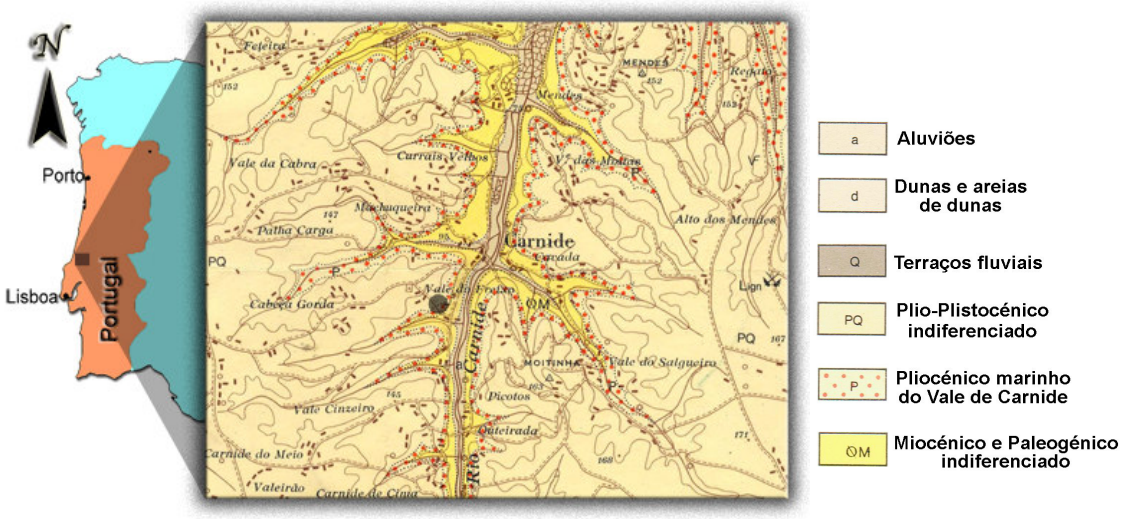


Figura 3.10 - Localização da Jazida de Vale do Freixo, extracto da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000 (Manupella *et al.*, 1978).

Do ponto de vista geológico, o Pliocénico da região de Pombal está integrado na Bacia do Mondego, localizada na região central da margem ocidental da placa ibérica (Ribeiro *et al.*, 1979).

A sequência estratigráfica pliocénica está representada, inferiormente pela Formação de Carnide e, superiormente, pela Formação de Roussa-Paredes.

A Formação de Carnide é constituída, por arenito amarelado, fino a muito fino, siltítico e micáceo, sem macro-fósseis evidentes, e de espessura variável (de 0,4 a 20 m). Localmente, a secção basal desta formação contém um nível fossilífero constituído por um conglomerado basal e areia fina a média, cinzenta ou amarelo-acastanhada com abundantes fósseis marinhos (Cachão, 1990; Silva, 2001).

A Formação de Roussa-Paredes assenta, normalmente, em desconformidade na Formação de Carnide, podendo, localmente, apresentar continuidade com ela (caso de N. S. da Vitória) e é composta por sedimentos siliciclásticos esbranquiçados de cariz mais grosseiro que os da Formação de Carnide. Para o topo, observam-se lentículas argilosas e lignitosas, localmente muito espessas (zona de Barracão) e ricas de macrorrestos de vegetais (Teixeira & Pais, 1976; Teixeira, 1979).

Em Vale do Freixo afloram níveis inferiores da Formação de Carnide que assentam, através de superfície de descontinuidade, no Miocénico médio (Argilito de Amor). Os depósitos inferiores da Formação de Carnide são constituídos por conglomerado cinzento-escuro (até 0,5m de espessura), muito ricos de moluscos. Sobre eles assentam areias finas (0,70m de espessura), acinzentadas passando a acastanhadas, igualmente ricas de moluscos, seguidas por conjunto de areias amareladas, pouco fossilíferas com cerca de 5m de espessura (fig. 3.11).

Do ponto de vista cronostratigráfico, nanofósseis calcários recolhidos nas camadas fossilíferas de Vale do Freixo, permitiram o posicionamento na biozona CN12a de Okada & Bukry (1980) ≈NN16 de Martini (1971) (Zona de *Discoaster tamalis*). A ausência notória de *Sphenolithus* spp. foi utilizada para limitar o intervalo representado para 3,6 a 2,78 Ma. De acordo com Berggren *et al.* (1995), a biozona CN 12a estende-se do topo do Zancliano ao Placenciano (3,6 a 2,73 Ma), englobando o evento crítico de arrefecimento dos 3,5-3,3 Ma e o de aquecimento dos 3,1-3,0 Ma. Para tentar determinar se a malacofauna existente em Vale do Freixo seria anterior ao evento de arrefecimento intra-Placenciano, Silva (2001) recorreu à datação numérica de conchas de pectinídeos com base em análises isotópicas de $^{87}Sr/^{86}Sr$. obtendo a datação de 4,38 $\pm$ 0,27Ma e 3,79 $\pm$ 0,27Ma.

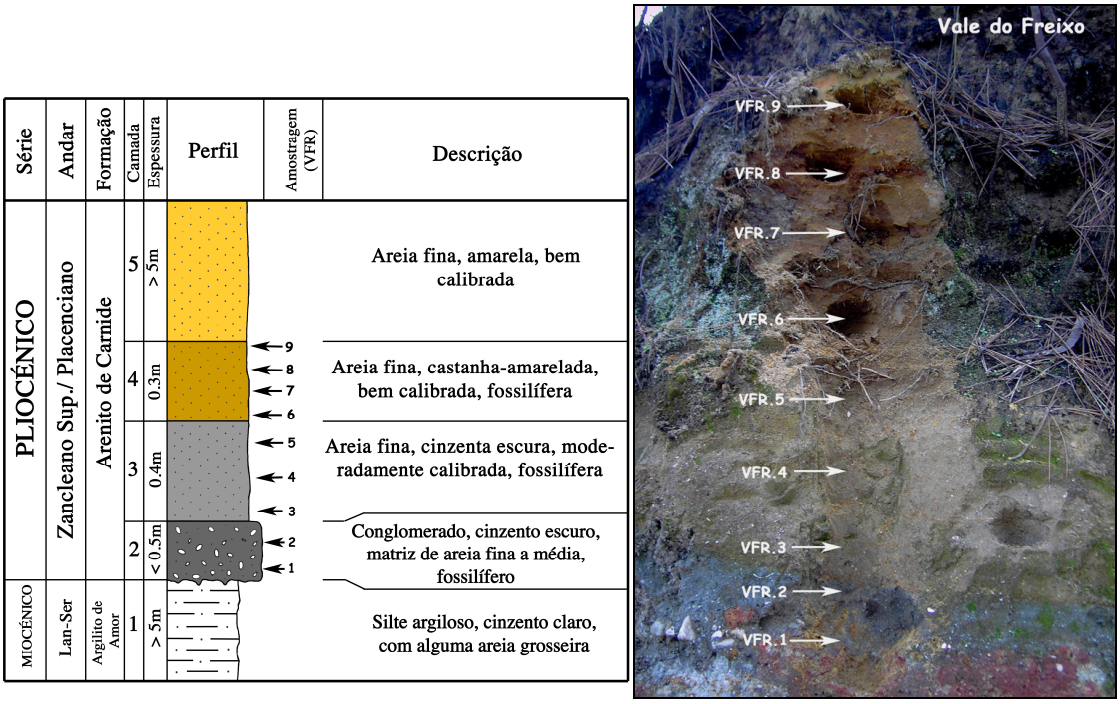


Figura 3.11 - Estratigrafia do afloramento de Vale do Freixo (adaptado de Silva, 2001) e localização no corte das amostras estudadas.

De acordo com os dados malacológicos obtidos, o autor sustentou a atribuição da malacofauna de Vale do Freixo à zona MPMU1 de Monegatti & Raffi (Silva, 2001; Monegatti, 2001).

Conjugando os dados obtidos com os nanofósseis calcários, gastrópodes e datações isotópicas, obtem-se um posicionamento cronométrico desta jazida entre 3,5 e 3,6 Ma, ou seja, próximo do limite Zancliano – Placenciano.

Anteriormente, foram efectuados estudos palinológicos por Diniz (1987; 1990; 2001) em Vale Farpado e, também, em Vale do Freixo (Zona de Pombal). Refere a existência de microflora com características termófilas, dada a ocorrência de Taxodiaceae, *Symplocos*, *Nyssa* e *Engelhardia*. Os resultados obtidos foram comparados com as associações polínicas definidas na bacia de Rio Maior por Diniz (1984) tendo sido proposta a correspondência da microflora das camadas de Vale do Freixo à microflora do topo dos lignitos de Rio Maior ("Ensemble F") atribuída ao Placenciano.

3.4. Barracão (Leiria)

No afloramento de Barracão (39º 49'12", 8º 43' 45") estão representadas as fácies E, tradutoras de ambientes pantanosos, e F representativas de ambientes aluviais distais, descritas por Cunha (1993) & Ramos e Cunha (2004). A sequência apresenta da base para o topo:

- 3m de argilas negras que não se encontram expostas no afloramento onde foram colhidas as amostras com simbologia BR. Essas argilas negras foram visualizadas em escavação efectuada posteriormente ao levantamento da coluna estratigráfica de Barracão num Barreiro próximo. Foram colhidas 7 amostras com simbologia BRS e gentilmente cedidas pelo Professor Pedro Proença e Cunha (fig. 3.12).

- 1,2m de arenito muito grosseiro, esbranquiçado, maciço que passa superiormente a lutito cinzento.

- 1m de arenito muito grosseiro, esbranquiçado, maciço. Termina por arenito argiloso.

- 1,2m de arenito grosseiro na base, amarelo, com estruturas cruzadas côncavas, passando superiormente a arenito grosseiro maciço.

- 0,6m de lutito castanho.

- 1,4m de arenito muito grosseiro, esbranquiçado, com estruturas cruzadas planares que passa superiormente a lutito cinzento claro.

- 1,3m de alternância de arenito grosseiro amarelo claro com finos leitos de arenito fino, argiloso e cinzento.

- 0,8m de lutito cinzento com pequenas intercalações de arenito grosseiro.

- 1,2m de arenito grosseiro amarelo claro, intercalado com lentículas de arenito médio a grosseiro maciço. Termina com lentícula de lutito cinzento escuro.

- segue-se um registo incompleto devido a má exposição do corte no local. A continuação do corte prosseguiu a partir do patamar oeste do afloramento.

- 2m de sucessão de camadas de lutito cinzento, areia branca bem calibrada, arenito argiloso e lutito cinzento.

- 1,3m de arenito grosseiro amarelo claro, maciço e por vezes com estruturas cruzadas côncavas, passando superiormente a siltito cinzento escuro.

- 0,5m de conglomerado maciço, com clastos de quartzo e quartzito, redondos e sub-angulosos.

- 0,4m de arenito grosseiro amarelo claro, maciço. É sobreposto por lentícula lutítica cinzenta.

- 1,4m de uma sequência de arenito grosseiro amarelo claro, com estruturas cruzadas planares, arenito maciço e lutito cinzento.

- 1,6m de arenito grosseiro amarelo claro, maciço. É sobreposto por lutito maciço marmorizado.

- 0,4m de conglomerado maciço, com clastos de quartzo e quartzito, redondos e sub-angulosos.

- 0,5m de siltito cinzento.

- 2m de areia esbranquiçada, bem calibrada, maciça. No topo desta camada encontra-se silto-argilito vermelho escuro.

- 1m de arenito fino, esbranquiçado, bem calibrado, ravinado por pequeno canal preenchido por conglomerado de clastos de quartzo redondos. No topo surgem 0,2 m de lutito cinzento.

- 1,3m de conglomerado amarelo esbranquiçado, muito bem calibrado, com clastos de quartzo muito redondos e pouco angulosos. É maciço na base e no topo, apresentando estruturas cruzadas planares na porção intermédia.

- 1m de arenito grosseiro amarelo claro, maciço. É sobreposto por lentícula lutítica cinzenta.

- 1,2m de arenito médio, esbranquiçado, maciço. É sobreposto por lentícula lutítica cinzenta.

- 3,5m de arenitos muito grosseiros com estruturas cruzadas côncavas de grande tamanho. Surgem intercaladas pequenas lentículas de arenito argiloso cinzento maciço.

- 0,5m de siltito branco laminado.

- 1m de arenito branco ravinado no topo por corpo conglomerático.

- 6m de alternância de bancadas de arenitos brancos com corpos conglomeráticos organizados em estruturas canalizadas. Os clastos são maioritariamente de quartzo relativamente ao quartzito, redondos e angulosos. Existe uma grande quantidade de matriz arenosa muito grosseira, rica em quartzo.

A sequência termina com estrutura canalizada, areno-conglomerática, amarela, com clastos de quartzo e quartzito, redondos e angulosos, com arranjos imbricados.

Foram identificados os minerais <2μm, marcando presença significativa, a caulinite e a ilite. A caulinite predomina sobre a ilite e resulta da alteração dos feldspatos, apontando para um clima temperado, durante a deposição dos sedimentos. As *fácies* analisadas correspondem na sua maioria, a siltes e areias muito finas, muito mal calibradas associadas a ambientes fluviais. (Ramos e Cunha, informação oral).

Para estudo palinológico, colheram-se as amostras da base para o topo do perfil, nos níveis de *fácies* mais finos. A localização da colheita das amostras está representado no perfil estratigráfico elaborado e cedido gentilmente pela colega Anabela Ramos e pelo Prof. Pedro Proença e Cunha (fig. 3.13).

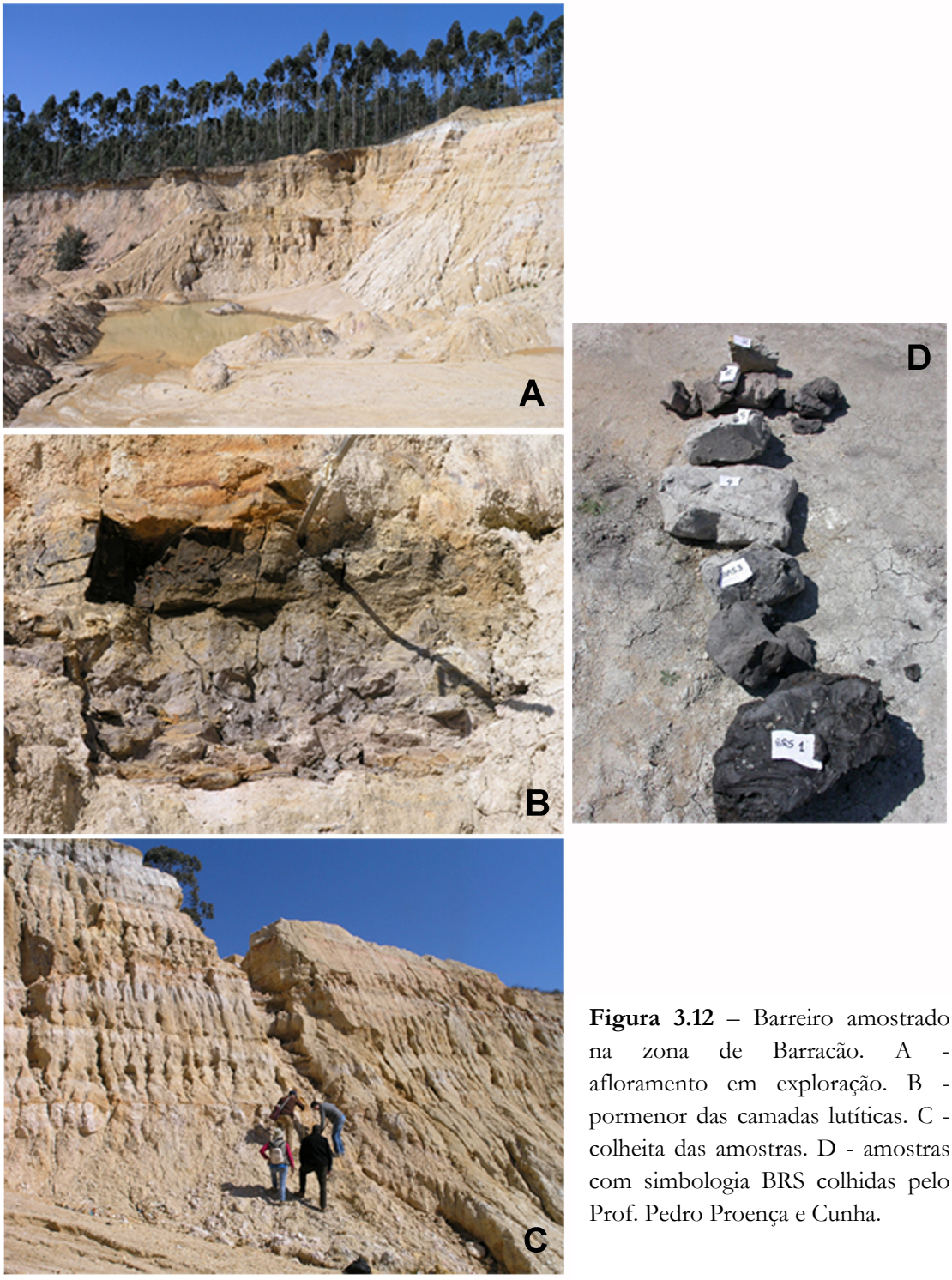
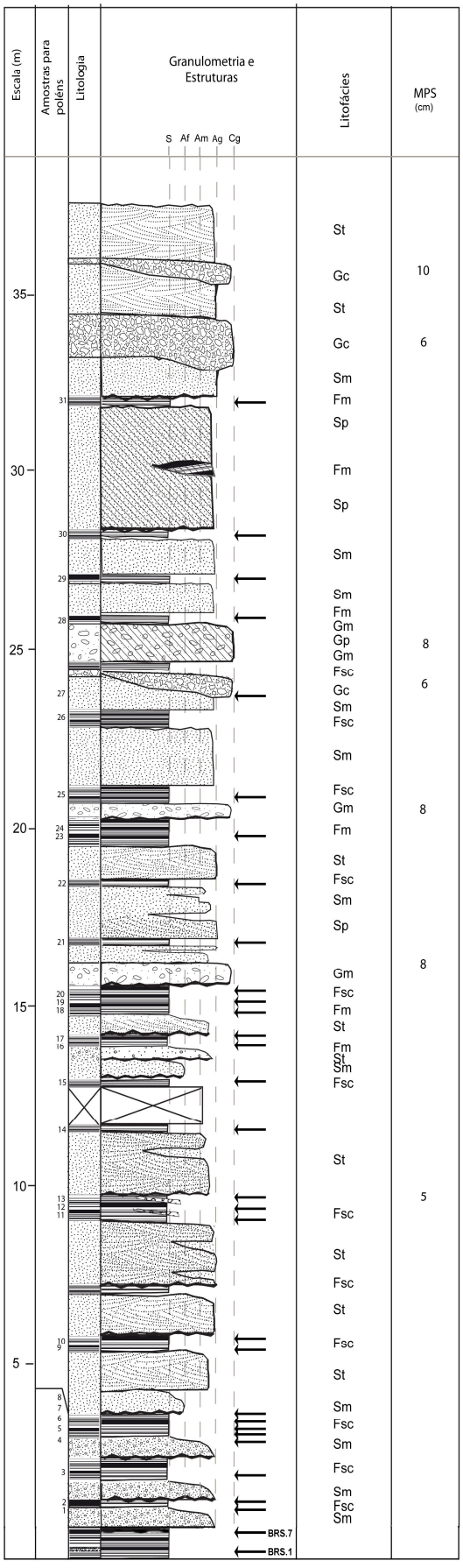


Figura 3.12 – Barreiro amostrado na zona de Barracão. A - afloramento em exploração. B - pormenor das camadas lutíticas. C - colheita das amostras. D - amostras com simbologia BRS colhidas pelo Prof. Pedro Proença e Cunha.



Granulometria

S- Silte,
Af - Areia fina,
Am - Areia média,
Ag - Areia grosseira,
Cg - Conglomerado

Textura / Estrutura

Conglomerado médio a grosseiro, maciço com clastos arredondados

Conglomerado médio a grosseiro, com clastos arredondados e estratificação cruzada planar

Conglomerado médio a grosseiro, com clastos angulosos

Arenito médio a grosseiro maciço

Arenito fino a médio com estratificação entrecruzada côncava

Arenito fino a médio com estratificação cruzada planar

Arenito fino maciço

Siltito laminado

Figura 3.13 – Coluna estratigráfica simplificada de Barracão (elaborada por Anabela Ramos) com indicação dos níveis amostrados para palinologia.

3.5. Praia da Vitória – Canto do Azeche

Os depósitos pliocénicos da Praia da Vitória (Nossa-Senhora-da-Victória) foram mencionados, pela primeira vez, sob este nome por Choffat em 1903-04, em artigo dedicado ao infralias e Sinemuriano em Portugal. O autor apresenta esquema das camadas Pliocénicas sobre as rochas infraliásicas que formam o rochedo de Nossa-Senhora-da-Victória (fig. 3.14). Na descrição dos depósitos pliocénicos, Choffat referiu que recolheu, na camada basal de areia micácea com calhaus calcários arredondados, restos de conchas de moluscos marinhos. A descrição das conchas constituiu a primeira identificação de moluscos pliocénicos marinhos em Portugal (Silva, 2001).

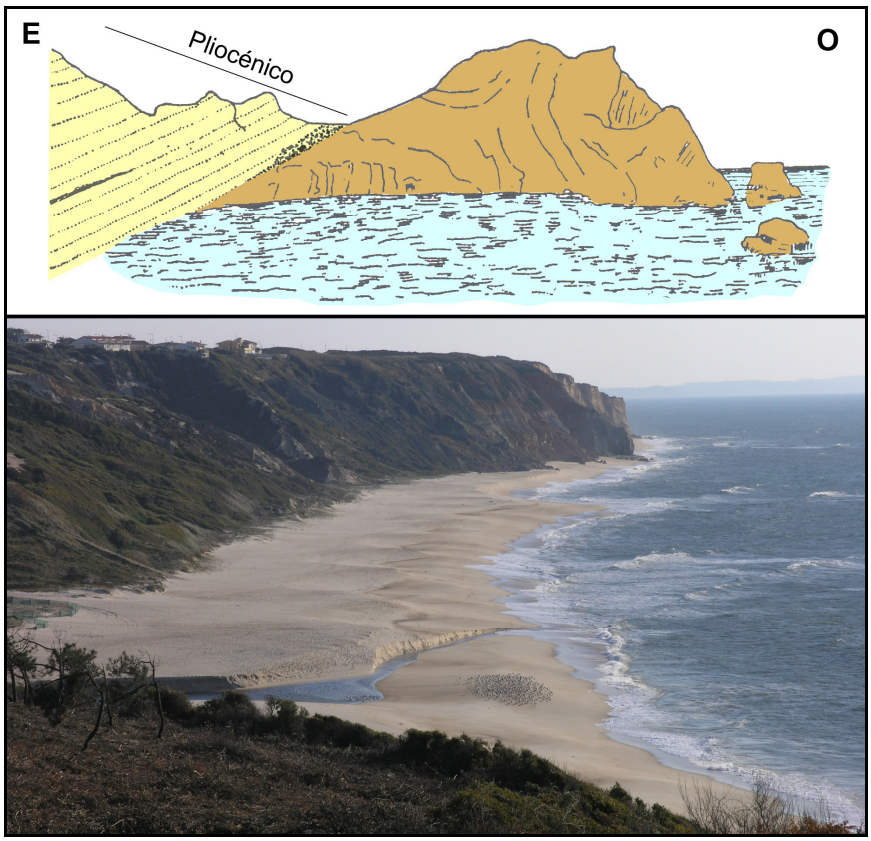


Figura 3.14 - Esquema da jazida de Nossa-Senhora-da-Victória (Este-Oeste) (modificado de Choffat, 1903-04). Em baixo: Vista norte da Praia da Vitória.

Esta secção, com 25m de espessura, foi estudada por Cachão (1989). Observando o perfil, é possível reconhecer superfície paleo-cársica pré-pliocénica com perfurações de invertebrados litófagos na base, sobre a qual se depositaram areias micáceas fossilíferas

similares às que afloram em Carnide. Os arenitos que afloram neste local encontram-se deformados por falha com coordenadas N55ºE; N50ºNW. De acordo com a informação fornecida pela colega Anabela Ramos e Prof. Pedro Proença e Cunha, da base para o topo ocorrem (fig. 3.15):

- 6m de arenito fino, amarelo;

- 0,5m de siltito vermelho, laminado;

- 0,5m de lignito com pequenos cristais de gesso;

- 0,1m de siltito vermelho com estrias pontuais;

- 6m de arenito fino e esbranquiçado;

- 0,4m de siltito vermelho na base tornando-se castanho acizentado para o topo;

- 1m de arenito muito fino, esbranquiçado com uma intercalação de leito argiloso fino;

- 0,4m de siltito acastanhado maciço;

- 0,8m de arenito muito fino, amarelo, micáceo;

- 0,2m de siltito vermelho acastanhado;

- 1,2m de arenito médio a fino, amarelo torrado;

- 2m de arenito médio a grosseiro, esbranquiçado;

- 1,5m de arenito médio a grosseiro amarelo torrado, onde ocorrem alguns pavimentos conglomeráticos. A transição com a camada inferior é feita através de superfície de descontinuidade;

- 0,7m de arenito amerelo, muito fino e muito micáceo;

- 0,1m de siltito castanho avermelhado com óxidos de ferro;

- 2m de arenito amarelo médio com laminação horizontal e leitos conglomeráticos.

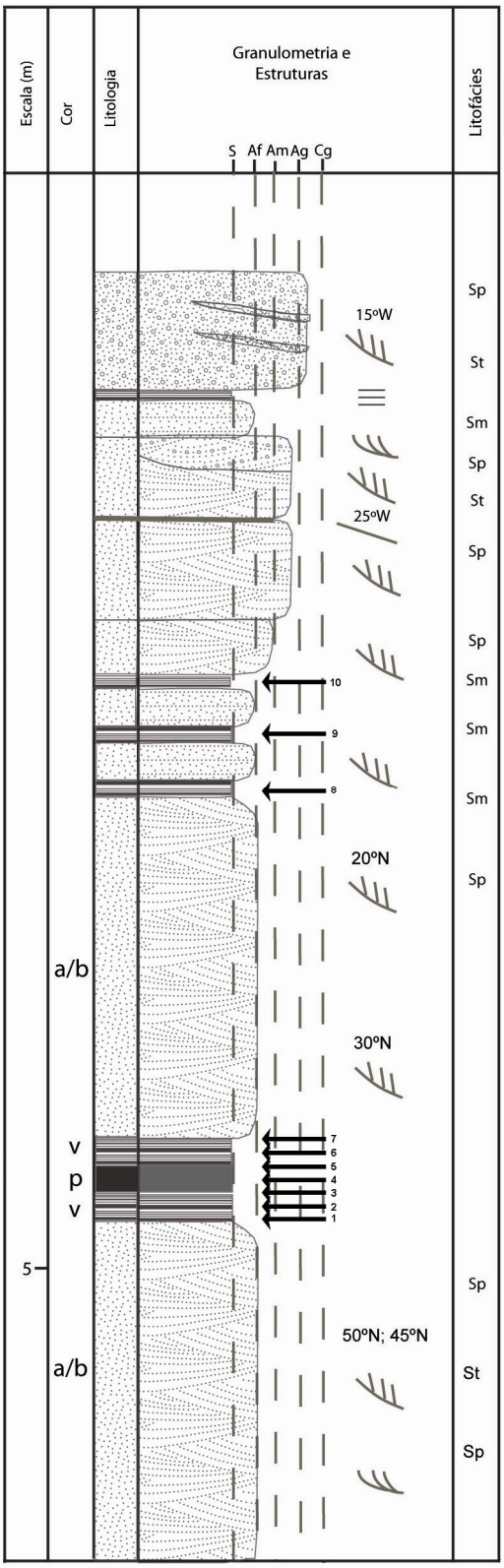


Figura 3.15 – Coluna estratigráfica simplificada do Canto do Azeche (elaborada por Anabela Ramos) com indicação dos níveis amostrados para palinologia.

Neste afloramento foram colhidas dez amostras nas camadas lignitosas e siltíticas entre camadas arenosas.

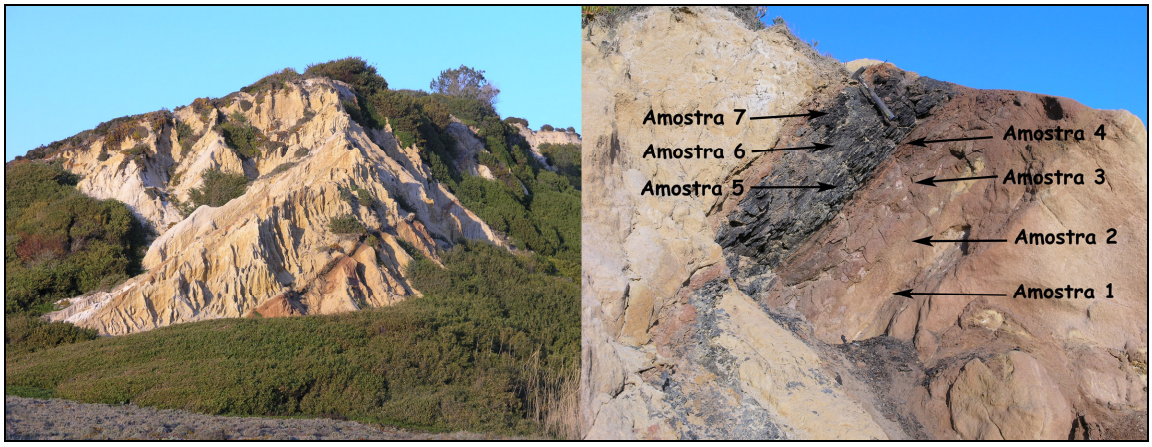


Figura 3.16 – Vista do local de colheita das amostras e indicação das amostras para estudo palinológico.

3.6. Óbidos (39º 20' 41", 9º 10' 02")

Os depósitos diatomíticos de Óbidos situam-se num pequeno sinclinal estreito e alongado que se estende entre Dagorda e S. Mamede. O conjunto essencialmente diatomitico contem alguns níveis lignitosos Os diatomitos são encimados por areias (Zbyzwesky, 1959).

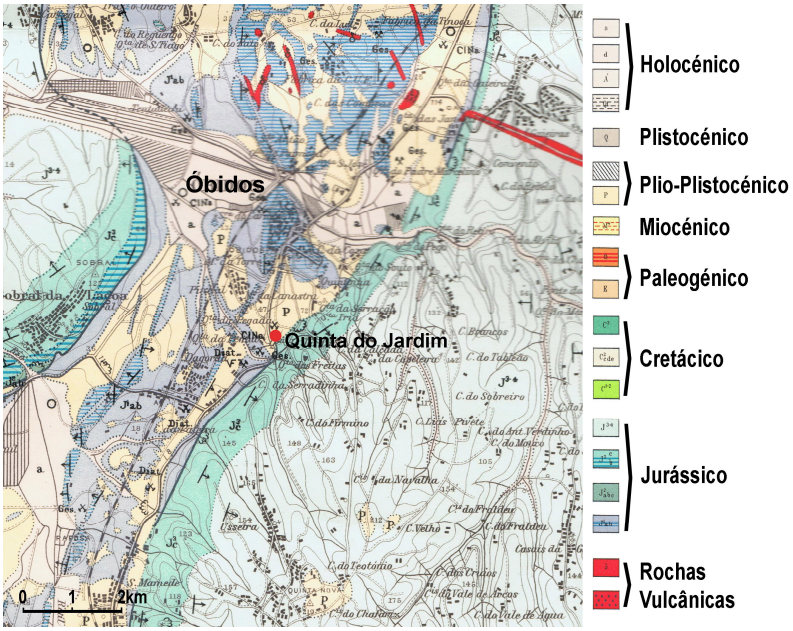


Figura 3.17 – Extracto da Folha 26-D da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000 (Zbyszewsky, 1959).

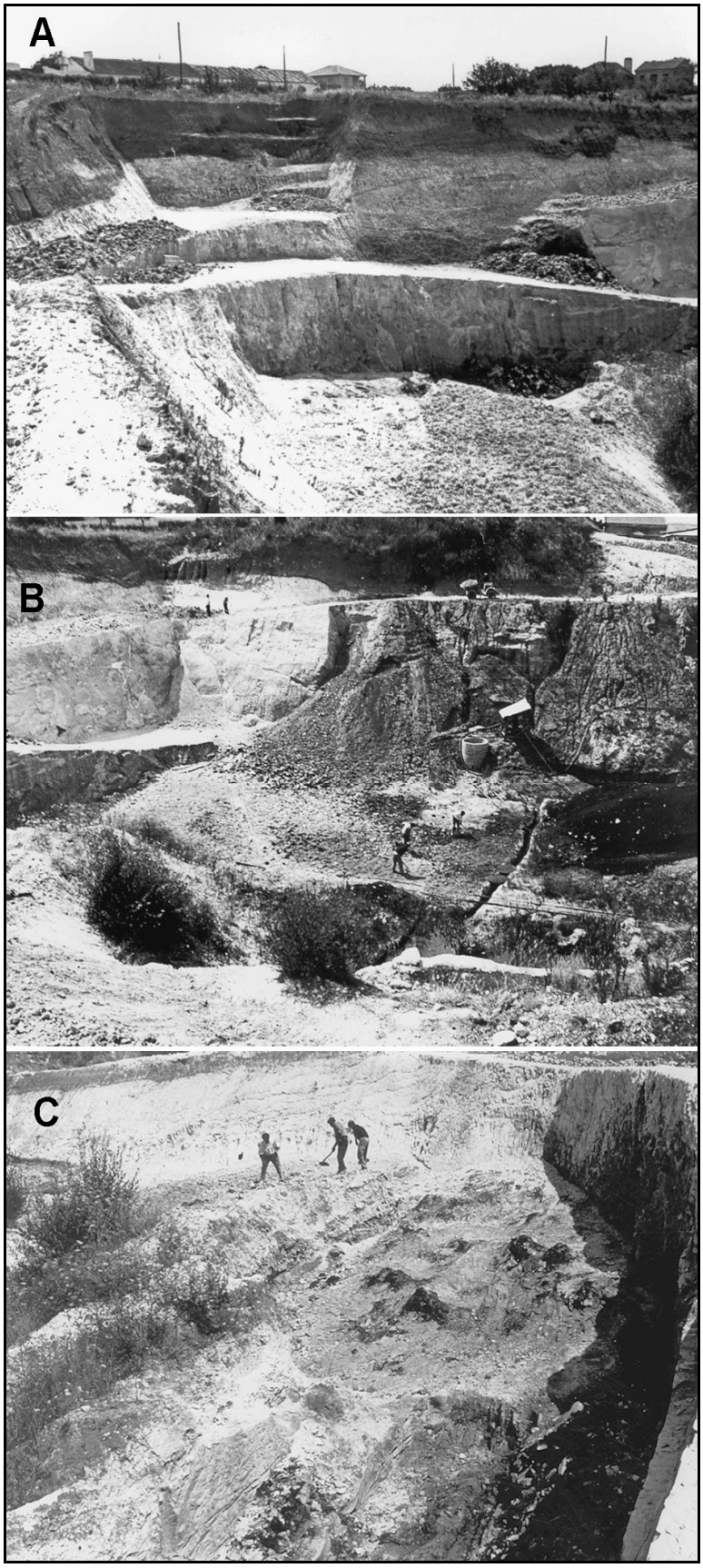


Figura 3.18 – A e B - Fotografias da exploração de diatomitos na Quinta do Jardim em Óbidos
C- Paleossolo com restos de troncos de *Juniperoxylon pachyderma* in situ (de J. Pais 1973/74).

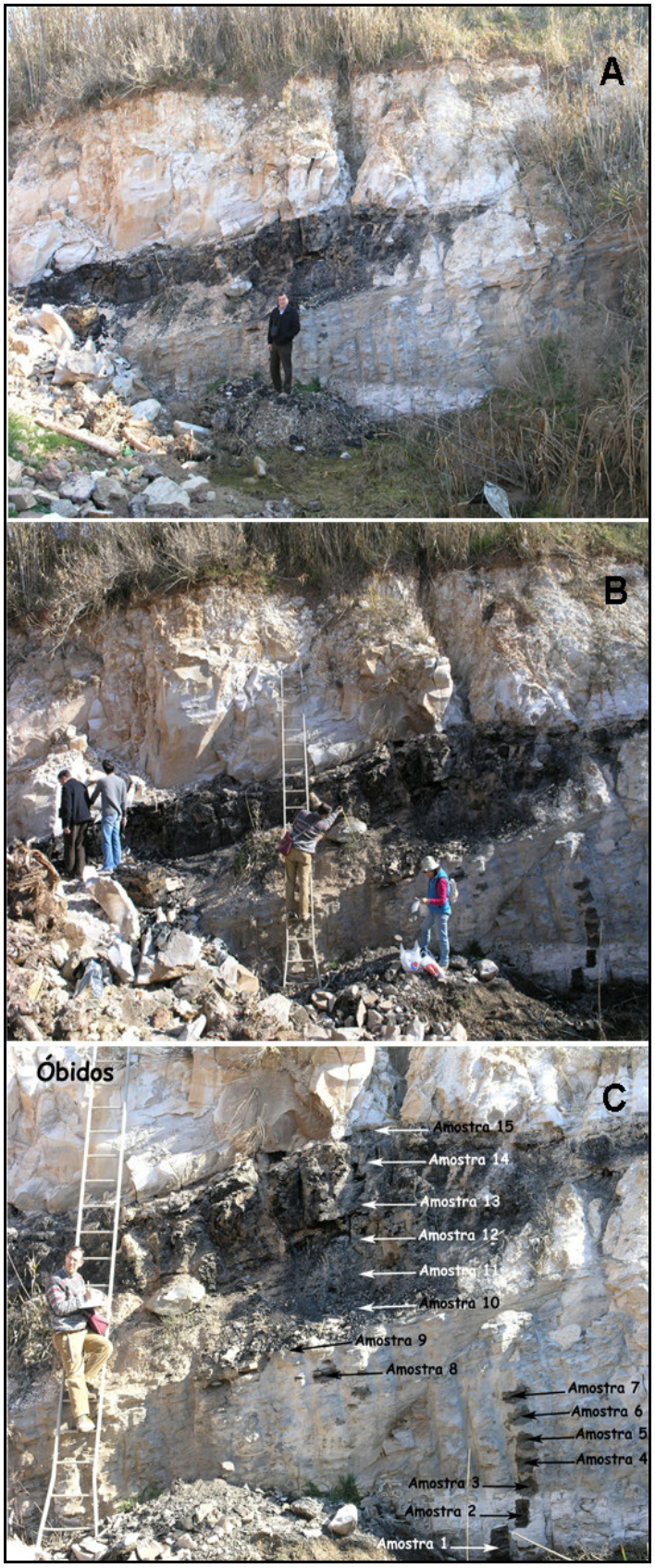


Figura 3.19 – Local amostrado na Quinta do Jardim. A - perfil amostrado; B - colheita das amostras; C - indicação da localização de algumas amostras colhidas. (Trabalho de campo: J. Pais, D. Pereira, P. Cunha, A. Ramos, M. Vieira.

3.7. Rio Maior

A primeira descrição geológica da região de Rio Maior, e em particular da sub-bacia de Rio Maior, foi efectuada por Zbyszewski (1943b).

A sub-bacia de Rio Maior, com cerca de 7,5 km de comprimento e 2 km de largura, situa-se na orla norte-ocidental da Bacia do Baixo Tejo e está limitada, a norte, por falha de orientação NW-SE que estabelece o contacto com o maciço calcário mesozóico da Estremadura (fig. 3.20).

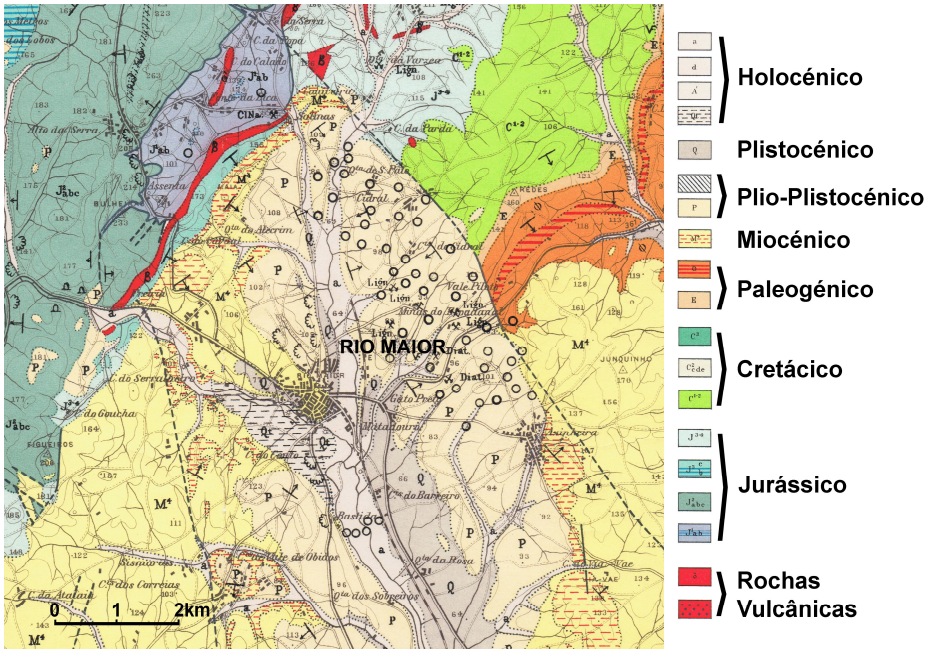


Figura 3.20 – Extracto da Folha 26-D da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000 (Zbyszewski & Matos, 1959).

O enchimento sedimentar da bacia, discordante sobre o Jurássico, Cretácico, Paleogénico e Miocénico, compreende, da base para o topo, areias cauliníticas finas, seguidas de camadas de lignitos e diatomitos e, no topo, existem depósitos areno-argilosos (Zbyszewski & Almeida, 1960).

Na folha das Caldas da Rainha, da carta geológica de Portugal na escala 1/50000 (Zbyszewski & Almeida, 1960), estão descritas duas unidades referentes ao Plio-Plistocénico:

● o complexo de Nadadouro e Águas Santas e as camadas "Vilafranquianas" com lignitos e diatomitos de Óbidos e Rio Maior que compreendem:

- a oeste, as formações marinhas de Nadadouro e Águas Santas recobertas pelos lignitos da região de Caldas da Rainha, Palhagueira, Casal de Negrelho e Óbidos;

- a Este, as formações que constituem o enchimento da sub-bacia de Rio Maior.

● as brechas da Serra de Candeeiros, que afloram em várias localidades, como Alto da Serra e cabeço de Mãos.

A sucessão mais completa de Rio Maior situa-se na bordadura oriental da Bacia, na zona de Espadanal, constituindo um pequeno sinclinal, com orientação NW-SE, com 3,5 km de comprimento e 1 km de largura. A espessura de sedimentos atinge os 120 m. A sondagem estudada situa-se na parte central da bacia de Rio Maior (fig. 3.21).

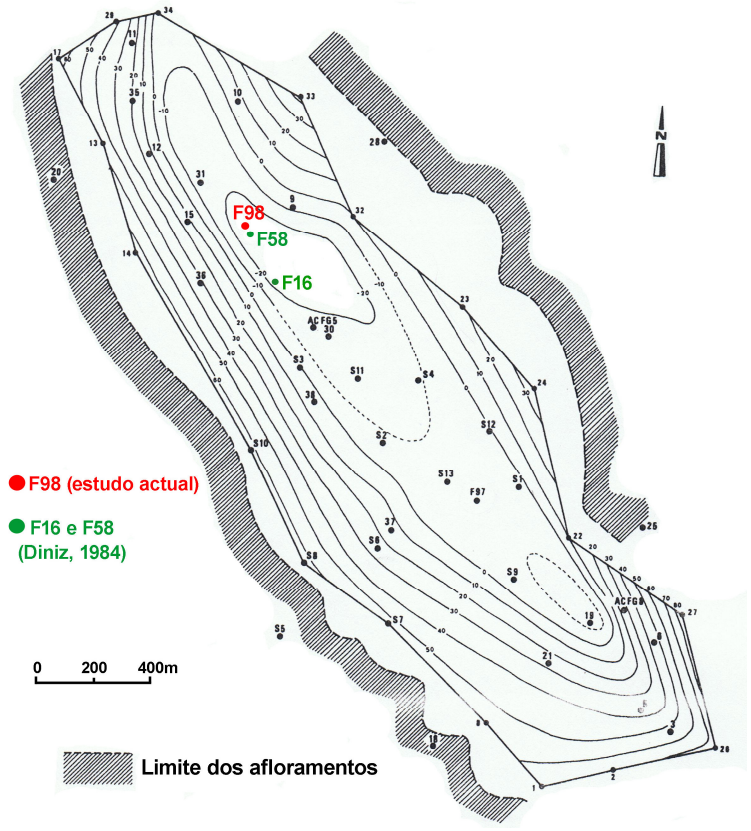


Figura 3.21 – Superfície topográfica da bacia de Rio Maior (adaptado de Zbyszewski, 1967).

De um modo geral, a sucessão de Rio Maior, compreende da base para o topo (Zbyszewski, 1967):

- diatomitos escuros, lignitosos alternando com níveis de areias e argilas;

- a camada principal de lignito;

- camadas de diatomitos com intercalações arenosas e argilosas.

Estes depósitos foram objecto de estudos geológicos acompanhados, quase sempre, por campanhas de sondagens, tendo em vista avaliar reservas em areias siliciosas, diatomitos e lignitos (Zbyszewski, 1943, 1967; Carvalho & Pereira, 1973).

Os diatomitos são ricos de microfósseis. A primeira identificação das diatomáceas da região de Abum foi efectuada por P. Lefébure (1938), tendo sido posteriormente aprofundada por Silva (1946), que identificou mais de 60 espécies. Montenegro de Andrade (1944), identificou grãos de pólen de *Pinus pinaster* (?), *Acer*, *Quercus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Castanea*, *Salix*, *Rhododendron*, Ericaceae, Graminae, Nymphaeaceae e Polypodiaceae, provenientes do afloramento de Abum.

O trabalho de maior detalhe paleontológico/palinológico foi realizado por Diniz (1984), que compreendeu o estudo completo de duas sondagens (F58 e F16) cujos resultados principais estão descritos no capítulo II.

Para este estudo foi seleccionada a sondagem F98 (fig. 3.22) por ter sido efectuada na parte central da bacia de Rio Maior e possuir um registo completo de toda a sequência sedimentar. De um modo geral a sondagem encontra-se bem preservada e devidamente armazenada na litoteca do INETI (fig. 3.23), a quem agradecemos as facilidades concedidas para o seu estudo.

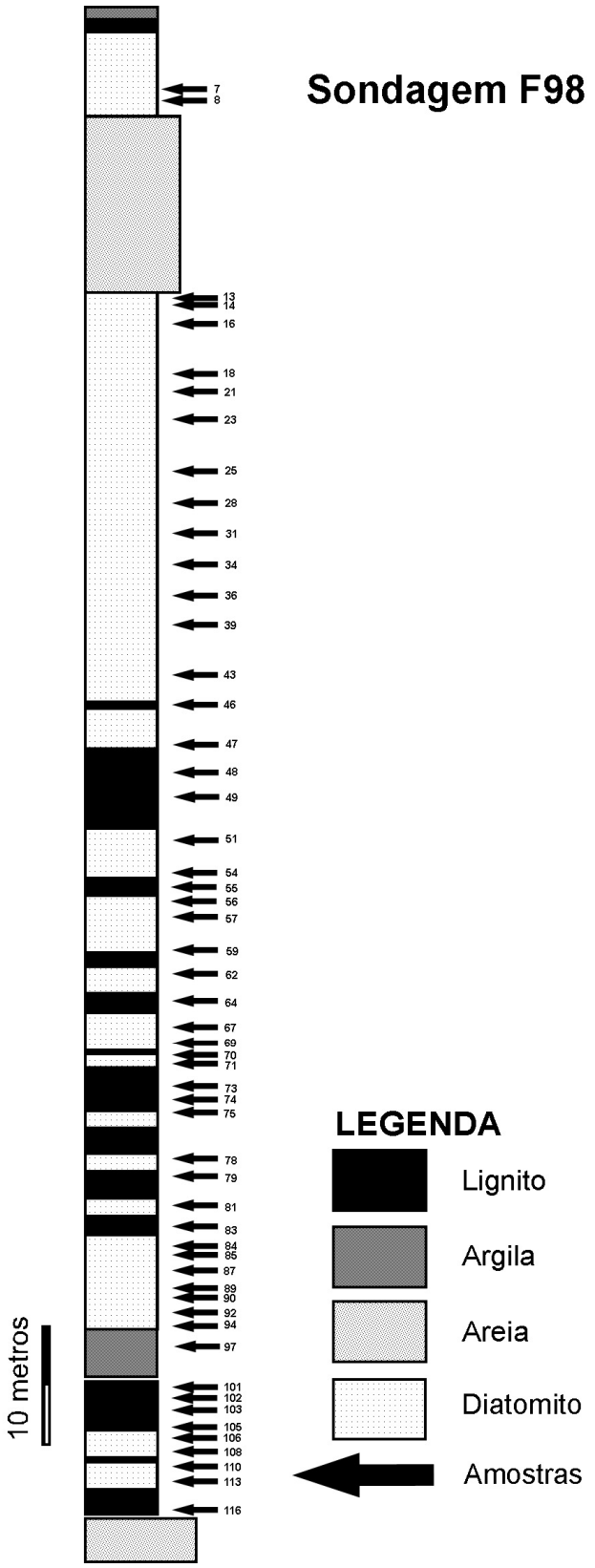


Figura 3.22 – Coluna litológica da sondagem F98 de Rio Maior.



Figura 3.23 – Fotografia dos tarolos da sondagem armazenados na litoteca do INETI.

3.8. Belverde (Seixal)

Em Belverde, coordenadas: 38º35'34.1"/9º8'24.7", (fig. 3.24) foi realizada sondagem com vista à caracterização do Miocénico do sector distal da Bacia do Baixo Tejo. O local foi seleccionado com base em perfis sísmicos, de modo aos resultados poderem ser extrapolados para o interior da bacia através do acompanhamento dos principais reflectores.

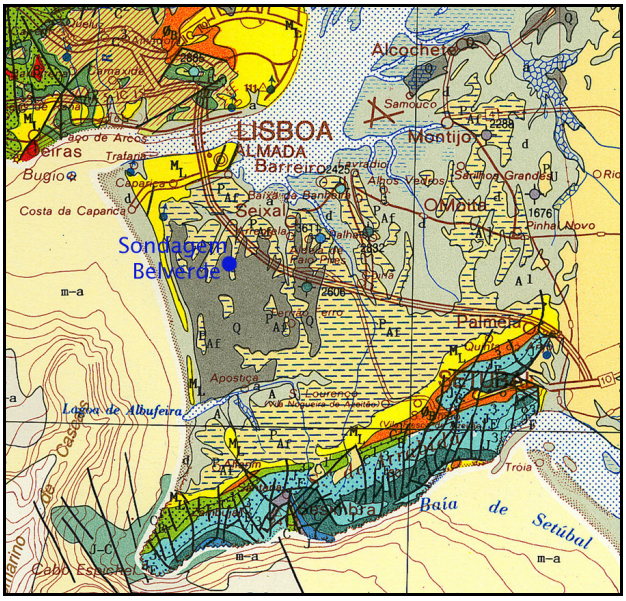


Figura 3.24 – Carta geológica da parte distal da Bacia do Baixo Tejo, com a localização da Sondagem Belverde (Oliveira *et al.*, 1992).

A sondagem decorreu de Março a Dezembro de 2001. Atingiu-se a profundidade de 619.77m. Foram atravessados 130,31m de areias plio-plistocénicas e cerca de 460m de depósitos essencialmente marinhos, com passagens salobras, do Miocénico. Foi realizado o reconhecimento litostratigráfico e efectuadas diagrafias geofísicas. Foram ainda elaborados estudos de biostratigrafia (foraminíferos, ostracodos, dinoflagelados e pólenes) (Legoinha *et al.*, 2002; Sousa & Pais, 2002, 2003, 2004; Castro, 2006; Castro *et al.*, 2007), de datações isotópicas ($^{87}Sr/^{86}Sr$) (Pais *et al.*, 2002). Foram, também, feitas diagrafias eléctricas [SPR (Single-point Resistance) e SP (Spontaneous Potential)], nucleares (Radiação Gama Natural – RGN – e Neutrões), Sónica e da coluna de fluido (Temperatura) (Ribeiro *et al.*, 2003; Pais *et al.*, 2002, 2003).

O objectivo principal da sondagem foi o de obter reconstituições paleoambientais e definir sequências deposicionais, com vista a compreender, e acompanhar, o enchimento da bacia e estabelecer relações com episódios tectónicos (como os relacionados com a elevação da cordilheira da Arrábida), bem como caracterizar as correspondentes oscilações eustáticas.

Os foraminíferos planctónicos e datações isotópicas $^{87}Sr/^{86}Sr$ permitiram obter o enquadramento biostratigráfico e cronostratigráfico para o Miocénico. Foram identificadas as sequências deposicionais anteriormente definidas na parte distal da Bacia do baixo Tejo (Antunes *et al.*, 1999, 2000).

No presente estudo foram colhidas 15 amostras, dos materiais mais argilosos, nos depósitos pliocénicos (fig. 3.25).

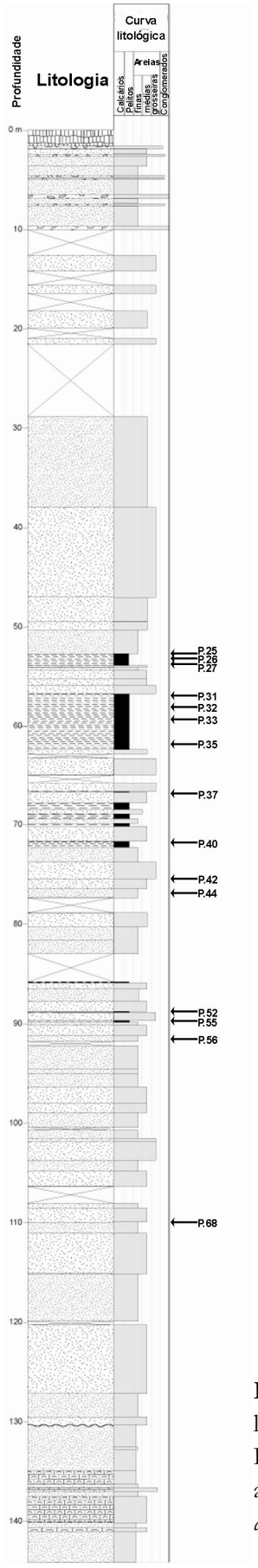
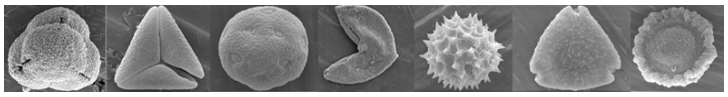


Figura 3.25 – Coluna litológica da sondagem de Belverde correspondente ao Pliocénico (Ribeiro *et al.*, 2003).

3.9. Apostiça (Sesimbra)

Na zona da Apostiça (38º 30' 35", 9º 5' 51"), intercaladas nas Areias de Santa Marta, ocorrem argilitos negros que forneceram impressões de folhas atribuíveis a *Myrica* sp., troncos incarbonizados de *Pinus*, moldes de *Dreissena* (bivalve) e conchas de ostras (Antunes *et al.*, 2000). Podem atingir uma espessura de 12 metros. Este corpo argiloso corresponde ao registado na sondagem de Belverde a cerca dos 60 metros de profundidade. Datação de isótopos de Sr forneceram o valor de 3,8 Ma (Azevêdo, 2006). Foram colhidas 3 amostras, espassadas 1,5m, para estudo palinológico. As *fácies* associadas às argilas negras são interpretadas como de planície de inundação Azevêdo, 2006).



Capítulo 4

PALINOLOGIA

4. PALINOLOGIA

4.1 Esporos e Pólenes

4.1.1 Esporos

4.1.1.1 Forma

4.1.1.2 Tamanho

4.1.1.3 Ornamentação e estrutura

4.1.2 Pólenes

4.1.2.1 Abertura

4.1.2.2 Forma

4.1.2.3 Ornamentação

4.1.2.4 Pólenes de Gimnospérmicas

4.2 Outros microfóseis

4. PALINOLOGIA

O termo Palinologia (proveniente do grego *palynos*, pó) utilizado para designar o estudo de esporos e grãos de pólen, foi criado por Hyde & Williams em meados de 1940. Estes dois alergologistas ingleses dedicavam-se ao estudo dos efeitos patogénicos da absorção de poeiras atmosféricas. De acordo com Traverse (1988), podemos definir palinologia de forma abrangente, como sendo o estudo de microfósseis orgânicos obtidos por maceração de rochas sedimentares. Já o termo palinomorfo (criado por Scott e introduzido por Tschudy em 1961) compreende microrganismos ou "estruturas" de parede orgânica com dimensões entre 5 e 500 μm. Pode-se designar como palinomorfos, esporos, pólenes, fungos e microrganismos planctónicos e bentónicos com revestimento celular não mineralizado (acritarcas, dinoflagelados, algas coloniais, entre outros).

O estudo das formas fósseis com parede orgânica do domínio da palinologia insere-se no âmbito da Paleontologia.

O desenvolvimento dos estudos de palinologia está relacionado com os avanços nos estudos morfológicos, anatómicos e filogenéticos das plantas, assim como com o desenvolvimento dos microscópios. O britânco Nehemiah Grew foi o primeiro investigador a observar ao microscópio grãos de pólen no ano de 1640.

Goeppert (1838), descreveu na Alemanha, pela primeira vez, esporos/pólenes fósseis.

No ano de 1840 Ehrenberg descreveu os primeiros dinoflagelados e acritarcas fósseis. Schenck, em 1867, ilustrou alguns esporos *in situ*. Anos mais tarde, Reinsch (1884) publicou a primeira fotografia de um esporo fóssil. Um ano depois, Bernie e Kidston, descreveram alguns megasporos provenientes de rochas do Carbonífero da Escócia. Só, por volta de 1900, o uso de esporos/pólenes fósseis foi consagrado nos estudos relativos à vegetação do Holocénico. Erdtman, entre 1920 e 1940, foi responsável pela expansão dos estudos de palinomofos em muitas partes do mundo. A terminologia que desenvolveu ainda é utilizada.

No final de 1930, Potonié, trabalhando na indústria do petróleo, interessou-se em verificar a possibilidade do uso da palinologia como ferramenta biostratigráfica. Aos poucos, as companhias petrolíferas introduziram a palinologia nos programas de pesquisa. Por volta de 1960, o trabalho de Evitt, Wall, Williams, Norris e outros, deram novo impulso aos estudos de paleopalinologia; demonstraram que os quistos de dinoflagelados podiam também ser usados em biostratigrafia.

Nas últimas décadas, o número de palinólogos aumentou; no entanto, até o momento só pequena porção de sedimentos da crosta terrestre foi examinada.

Actualmente, os estudos de palinologia envolvendo material fóssil e não fóssil, têm numerosas aplicações: taxonomia, genética e evolução, arqueologia, estudos forenses, melissopalinologia, alergologia, alterações climáticas, história da vegetação, biogeografia, biostratigrafia, impacto de comunidades humanas na vegetação (Moore *et al.*, 1991).

4.1. Esporos e Pólenes

O estudo polínico de sedimentos só é possível devido a determinadas características que os esporos e os pólenes possuem:

- a especificidade de cada grão. Cada espécie possui forma, estrutura e ornamentação própria. Conhecendo as características, pode ser determinada a planta produtora do referido grão;

- a produção, em grande número, facilita a recolha e o estabelecimento de estudos estatísticos;

- possuem pequena dimensão (geralmente inferior a 200 μm), o que facilita o transporte e a deposição em sedimentos finos;

- elevada resistência à degradação. O principal componente da parede externa dos palinomorfos é a esporopolenina em conjunto com pequenas quantidades de polissacarídeos (Rowley *et al.*, 1981). Esta substância apenas é destruída em ambientes muito oxidantes.

4.1.1. Esporos

Jackson (1928, *in* Kremp, 1965) definiu esporos como células de criptogâmicas que se tornam livres e, sob condições favoráveis, têm capacidade para desenvolver um novo indivíduo. A principal função dos esporos é permitir a reprodução das plantas que os originaram e de promover a sua dispersão. A função secundária é proteger o conteúdo protoplasmático, durante o transporte, até à germinação. A parede espessa que alguns esporos apresentam traz vantagens à sobrevivência dos mesmos em períodos de secura (Tschudy & Scott, 1969).

4.1.1.1. Forma

Existem vários tipos morfológicos de esporos. O principal carácter estrutural é condicionado pelo modo de associação dos esporos na tétrada. Durante o processo de meiose, a célula mãe dos esporos divide-se em quatro segundo dois processos: tetraédrico e tetragonal, originando, respectivamente, esporos com marca trilete e monolete.

Os esporos com marca trilete (fig. 4.1) apresentam abertura trirradiada, em forma de Y, que resulta do contacto entre os diferentes grãos da tetrada dispostos sob a forma de um tetraedro. A marca define o seu eixo de simetria principal (eixo polar) e, os dois pólos principais constituem o pólo proximal e o pólo distal. O plano perpendicular a este eixo é o plano equatorial. Este tipo de esporos é tido pelos paleobotânicos como mais primitivos já que ocorrem mais cedo no registo fóssil (Chaloner, 1976; Gensel, 1980 *in* Tryon, 1990).

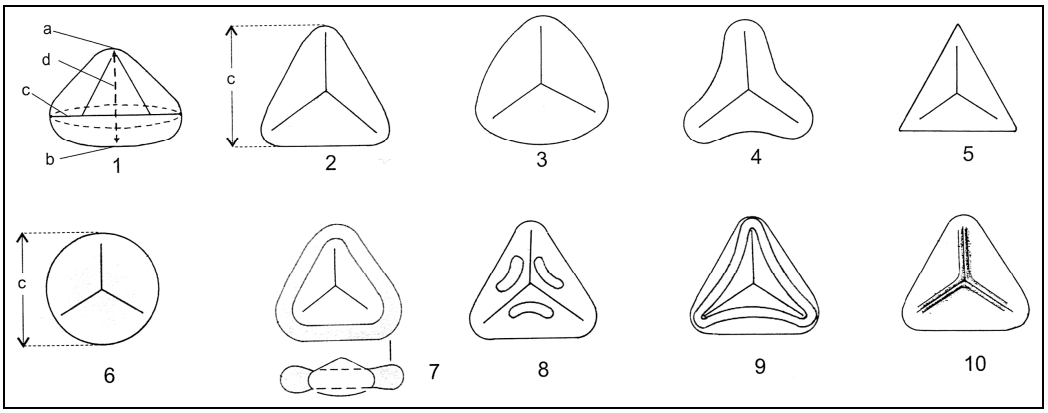


Figura 4.1 - Esporos com marca trilete (adaptado de Stuchlik *et al.*, 2001). 1- vista equatorial; 2-5 - vista polar; 2 - com contorno recto; 3 - com contorno convexo; 4 - com contorno côncavo; 5 - com contorno triangular de ápice agudo; 6 - esporo circular em vista polar; 7-10 - detalhes estruturais. a - pólo proximal; b - pólo distal; c - diâmetro equatorial; d - eixo polar.

Os esporos com marca monolete (fig. 4.2) são o tipo mais abundante (Tryon, 1990). Apresentam simetria bilateral, com abertura linear que se pode estender ao longo de todo o comprimento do esporo. Os grãos são elipsoidais e mais alongados que os triletes. Os esporos da família Pteridaceae são usualmente triletes ao passo que os da família Polypodiaceae são de tipo monolete.

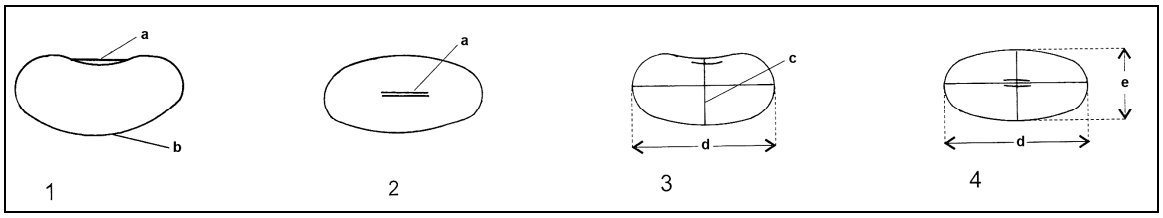


Figura 4.2 - Esporos com marca monolete (adaptado de Stuchlik *et al.*, 2001). 1,3 – vista equatorial (esporos com forma de feijão); 2,4 – vista equatorial (esporos elípticos). a - pólo proximal; b - pólo distal; c - eixo polar; d - eixo equatorial maior; e - eixo equatorial menor.

4.1.1.2. Tamanho

O tamanho dos esporos é definido com base nas medidas do eixo maior. Pode variar entre 1 μm e os 2 mm, com valor médio de 50-100 μm. O tamanho pode estar inversamente relacionado com o número de esporos por esporângio. Os esporângios com grande número de esporos são comuns em famílias mais primitivas que, por sua vez, produzem esporos pequenos e em grande número.

4.1.1.3. Ornamentação e estrutura

A envolver o material celular dos esporos existe a esporoderme constituída por três camadas: o *exosporo*, composto quase na totalidade por esporopolenina; o *perisporo*, que constitui uma membrana externa que envolve a totalidade do esporo; e o *endosporo*, parede celulósica que se situa entre o *exosporo* e a membrana da célula (fig. 4.3). A composição celulósica do endosporo, assim como a sua posição, adjacente à membrana celular, indica que deriva da célula gametófita (Tryon 1990). De acordo com Traverse (1988), o *perisporo* corresponde à perina que desaparece nos processos de fossilização; o *exosporo* equivalerá à exina e o *endosporo* à intina dos pólenes.

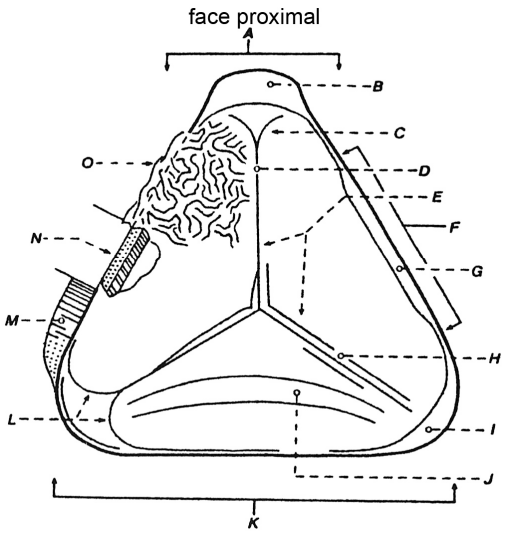


Figura 4.3 - Representação esquemática das principais características morfológicas dos esporos triletes (adaptado de Traverse, 1988). A - região radial; B - aurícula (espessamento radial); C - curvatura imperfeita; D - comissura; E - *radii* (braços); F - região inter-radial; G - espessamento inter-radial; H - lábio da sutura; I - *valvae*; J - *torus*; K - diâmetro equatorial; L - curva perfeita; M - cingulum ou zona; N - exosporo; O - perisporo; P - eixo polar; Q - pólo proximal; R - área de contacto; S - equador; T - plano equatorial; U - pólo distal; V - face distal; X - eixo equatorial; Z - face proximal.

Trabalhos recentes sobre a génese dos esporos tem evidenciado que os elementos ornamentais que constituem a superfície são parte integrante da parede e desenvolvem-se durante os processos morfogenéticos. Devem ser referidos como elementos esculturais dos esporos e não como mera ornamentação (fig. 4.4) (Tryon 1990).

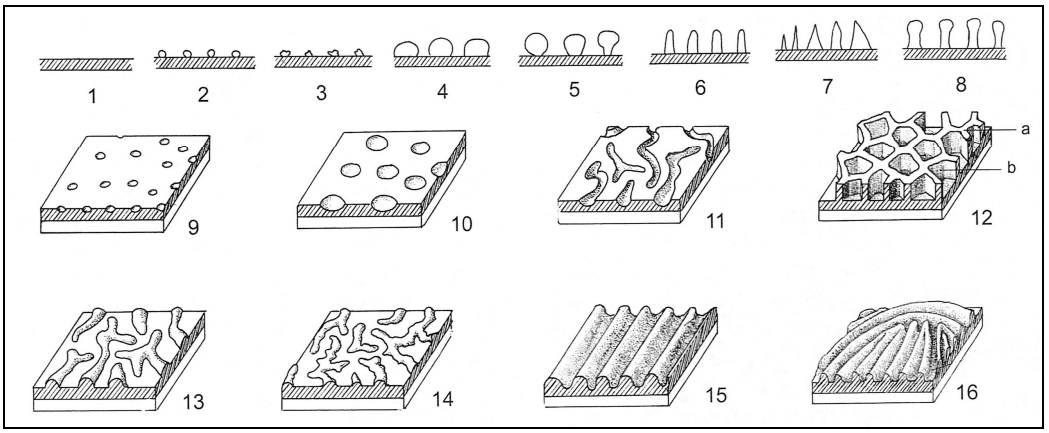


Figura 4.4 - Elementos esculturais dos esporos (adaptado de Stuchlik *et al*, 2001). 1- Psilada; 2 - Granulosa; 3 - Escrobículada; 4 - Verrucada; 5 - Gemada; 6 - Baculada; 7 - Equinada; 8 - Clavada; 9 - Pontuada; 10 - Foveolada; 11- Fossulada; 12 - Reticulada, a - lúmen, b - *murus*; 13 - Rugulada; 14 - Hamulada; 15 e 16 - Estriada.

4.1.2. Pólenes

Pólen (do grego "*pales*" = "farinha" ou "pó") é o conjunto dos minúsculos grãos produzidos pelas gimnospérmicas e angiospérmicas. São os elementos reprodutores masculinos onde se encontram os gâmetas que vão fecundar os óvulos, para produzir as sementes. A função dos grãos de pólen é assegurar o transporte do gametófito masculino até à estrutura reprodutora feminina para que possa ocorrer fertilização.

À transferência dos grãos de pólen dos órgãos onde são produzidos até à estrutura reprodutora feminina (o carpelo nas angiospérmicas ou a escama feminina nas gimnospérmicas) dá-se o nome de polinização. Cada grupo de plantas desenvolveu estratégias para aumentar as possibilidades de fecundação - a transferência dos grãos de pólen por elementos exteriores à flor. Esta, pode ser realizada pelo vento (polinização anemófila) - estas plantas produzem grande número de grãos de pólen, muito leves ou com extensões da exina, como os pólenes alados dos pinheiros, que lhes permite serem transportados para plantas que se encontram a afastadas da que os produziu. O transporte pode, ainda, ser realizado por insectos (polinização entomófila), ou pela água (polinização hidrófila).

O tamanho dos grãos de pólen é variável. Os mais comuns possuem entre 25-50 μm de diâmetro, mas podem variar entre 6 e 200 μm.

Quanto à simetria, os pólenes podem ser radialmente simétricos, quando possuem dois ou mais planos de simetria ou bilateralmente simétricos quando possuem um único plano de simetria.

No final da maturação, os pólenes podem estar isolados (Monadas), agrupados em dois, formando Díadas, agrupados em quatro (Tétradas) ou ainda constituindo Políadas (fig. 4.5).

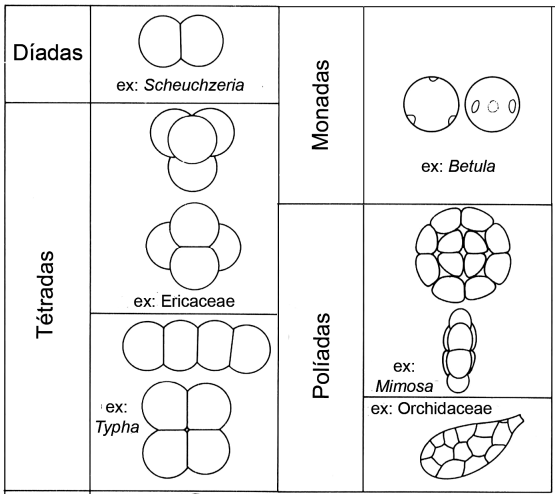


Figura 4.5 – Tipos de organização dos pólenes de angiospérmicas (adaptado de Moore, 1991).

Cada grão de pólen possui uma parede que lhe confere suporte estrutural e protege o citoplasma da dessecação e de choques durante o transporte. A parede é constituída por duas camadas. A interna, **intina**, é uma camada fina, que contacta directamente com a membrana plasmática e composta por celulose e por pectinas. A **exina**, camada externa, é mais espessa e confere suporte estrutural ao citoplasma (fig. 4.6).

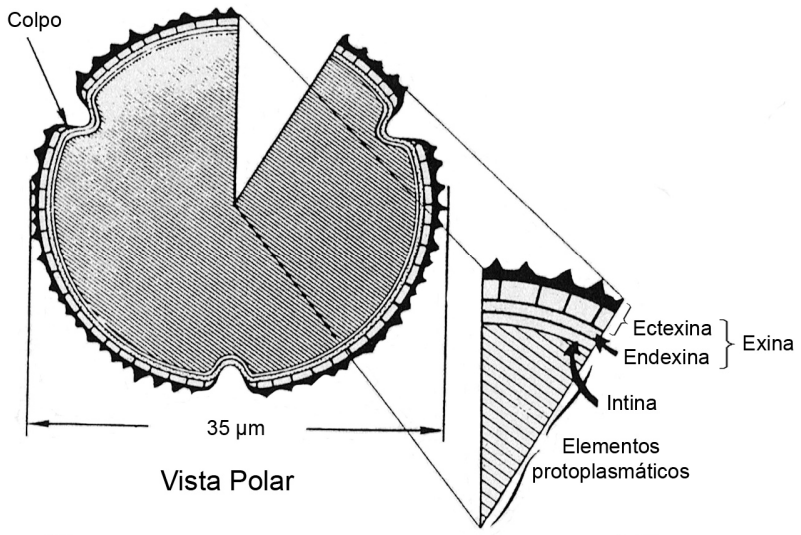


Figura 4.6 – Representação esquemática das principais características morfológicas de uma secção de grão de pólen em vista polar (adaptado de Traverse, 1988).

Possui, na composição esporopolenina, associada a pequenas quantidades de polissacarídeos (Rowley *et al.*, 1981 *in* Moore *et al.*, 1991). A presença desta molécula justifica que os grãos de pólen fiquem preservados no registo fóssil. A esporopolenina é resistente a danos estruturais e à destruição pelo tempo. É resistente aos ataques por ácidos fortes e por acetólise nos processos laboratoriais para estudo ao microscópio. Durante muito tempo, a estrutura química permaneceu desconhecida por esta molécula ser relativamente inerte na natureza (Moore *et al.*, 1991).

Em grande número de *taxa*, a exina inclui duas camadas, diferentes do ponto de vista químico e estrutural, uma interna (**endexina**) e outra externa (**ectexina**). A endexina usualmente constitui uma camada relativamente homogénea, enquanto a ectexina pode exibir formas estruturais diversas. O tipo mais comum de ectexina nas angiospérmicas consiste numa camada basal (*foot layer*), uma camada média radialmente alongada (*columellae*) e uma camada externa (*tectum*). Em estudos de microscopia óptica, muitas vezes, são usados os termos nexina e sexina para descrever as camadas da exina (fig.4.7).

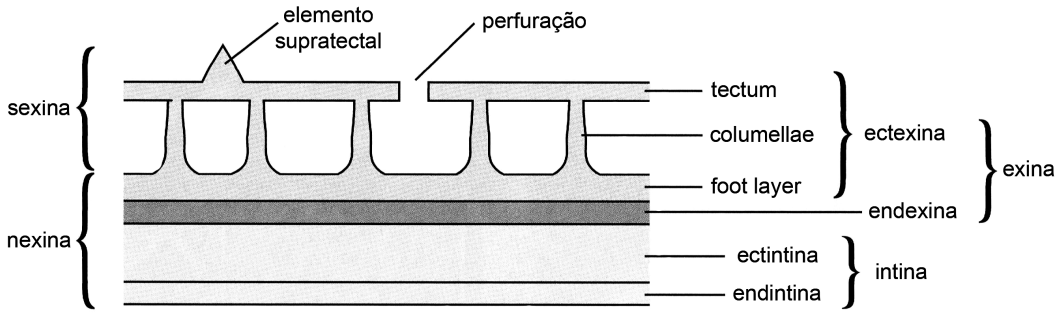


Figura 4.7 – Estrutura da parede de um pólen (adaptado de Simpson, 2006).

A nexina refere-se às camadas internas, onde se incluem a endexina e a camada basal (*foot layer*) da ectexina. A sexina refere-se às camadas externas que, normalmente, incluem as *columellae*, *tectum* e os elementos esculturais supratectais (Simpson, 2006).

Para a identificação dos pólenes, uma das particularidades a ter em conta é o tipo ou número de aberturas que apresentam. As aberturas são áreas delimitadas da parede do

pólen onde geralmente falta uma parte da exina. Segundo Moore (1991), a abertura é demarcada por uma zona com alterações na espessura da sexina ou nexina, ou das duas camadas em simultâneo.

4.1.2.1. Abertura

O tipo de abertura de um pólen refere-se à forma, posição, número e arranjo das aberturas. Raramente ocorrem pólenes sem aberturas, sendo denominados inaperturados. Existem dois tipos genéricos de aberturas. O **colpo** é uma abertura alongada que se estende entre os dois pólos, atravessando a região equatorial do pólen. Tem como função acomodar a expansão do grão e a germinação. O **poro** é uma abertura elíptica ou circular com uma membrana mais fina que o resto da exina. O tamanho, forma e distribuição são, usualmente, uniformes nos pólenes. Existem ainda pólenes **colporados**, quando possuem os dois tipos de abertura associadas.

Os pólenes podem, assim, ser agrupados de acordo com o número, a posição e as características das aberturas. O número de aberturas é indicado pelo prefixo *mono-*, *di-*, *tri-*, *tetra-*, *penta-*, etc, antes dos termos colpado, porado ou colporado. Sempre que possuem mais de seis aberturas é utilizado prefixo *poli-*. Utilizam-se ainda os prefixos *zono-*, quando as aberturas se concentram na zona equatorial do pólen; e *panto-*, sempre que as aberturas se encontram dispersas, aleatoriamente, pela superfície do grão. A figura 4.8 sumariza a classificação dos pólenes de angiospérmicas quanto às aberturas.

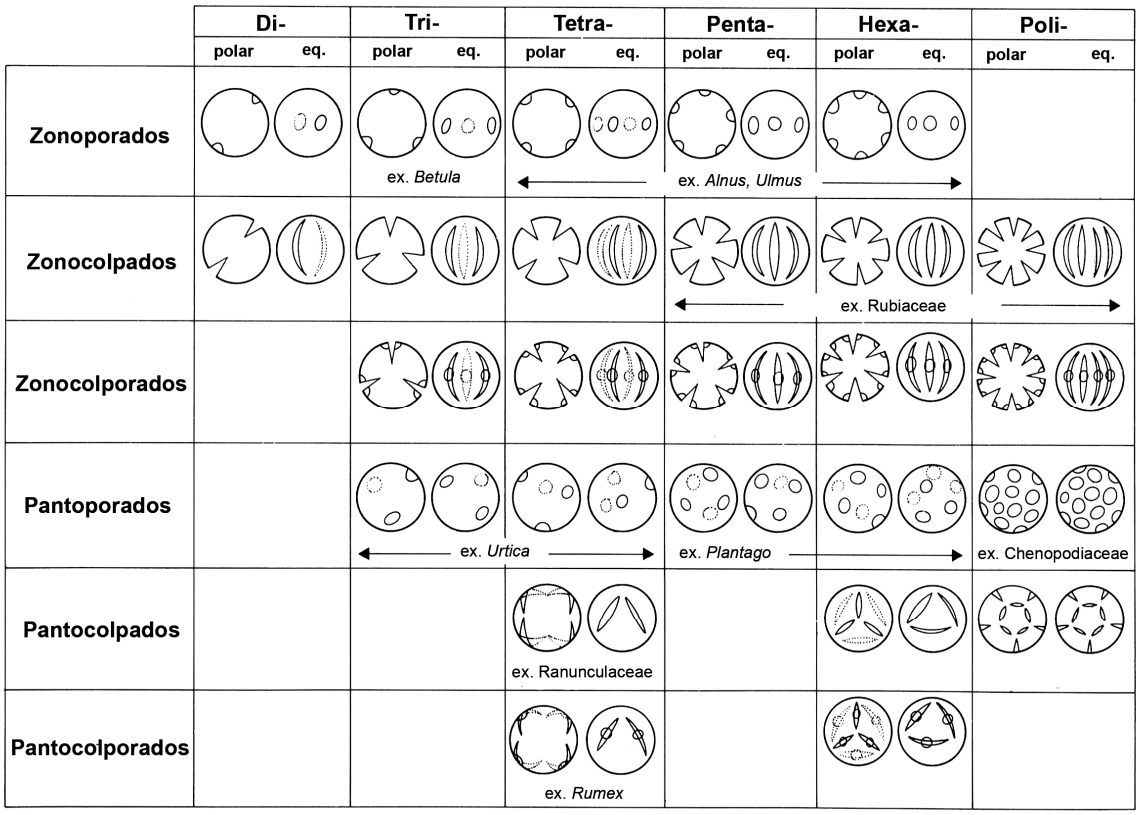


Figura 4.8 - Tipo, número e posição das aberturas em pólenes de angiospérmicas (adaptado de Moore, 1991).

4.1.2.2. Forma

Refere-se à forma tridimensional dos pólenes. Observando o pólen através do equador e medindo o rácio entre os diâmetros polar e equatorial podemos dizer se o grão é esferoidal, oblado ou prolado (fig. 4.9).

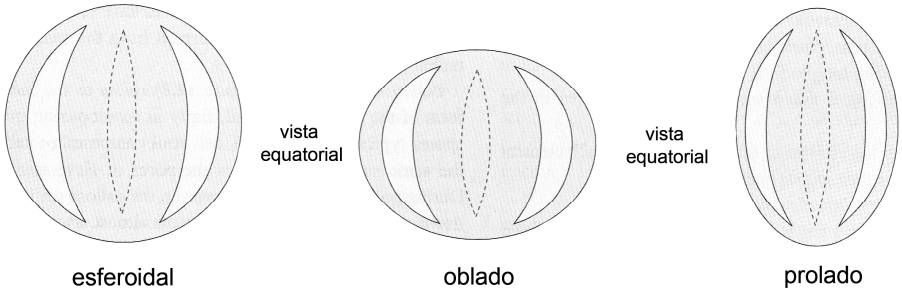


Figura 4.9 - Forma dos pólenes em vista equatorial (Simpson, 2006).

4.1.2.3. Ornamentação

A ornamentação dos pólenes refere-se ao relevo externo que a exina apresenta. Os elementos esculturais podem ser observados ao microscópio óptico mas, para observações de maior detalhe, deve recorrer-se ao microscópio electrónico de varrimento. A figura 4.10 ilustra alguns dos elementos esculturais mais comuns em grãos de pólen.

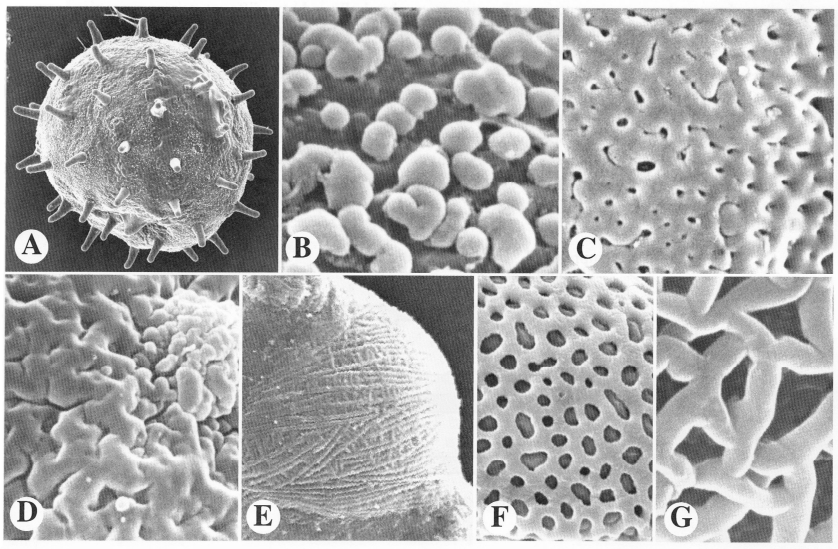


Figura 4.10 - Tipos de ornamentação. **A -** equinada, **B -** verrucada, **C - f**oveolada, **D -** rugosa, **E -** estriada, **F** e **G** – reticulada (Simpson, 2006).

4.1.2.4. Pólenes de Gimnospérmicas

A família Pinaceae possui, em geral, um tipo de pólenes de características específicas, os pólenes bissacados. Caracterizam-se por possuírem dois sacos aeríferos a ladear o corpo central. A função é conferir solidez ao corpo central, facilitar o transporte pelo vento, assim como facilitar a flutuação na água. Para além destes, as gimnospérmicas podem ainda apresentar pólenes com colar equatorial (ex: *Tsuga*), pólenes inaperturados com leptoma, pólenes com abertura no centro do leptoma, pólenes com papila (ex: Taxodiaceae) e ainda pólenes monossulcados. O quadro da figura 4.11 ilustra os tipos morfológicos de pólenes de gimnospérmicas.

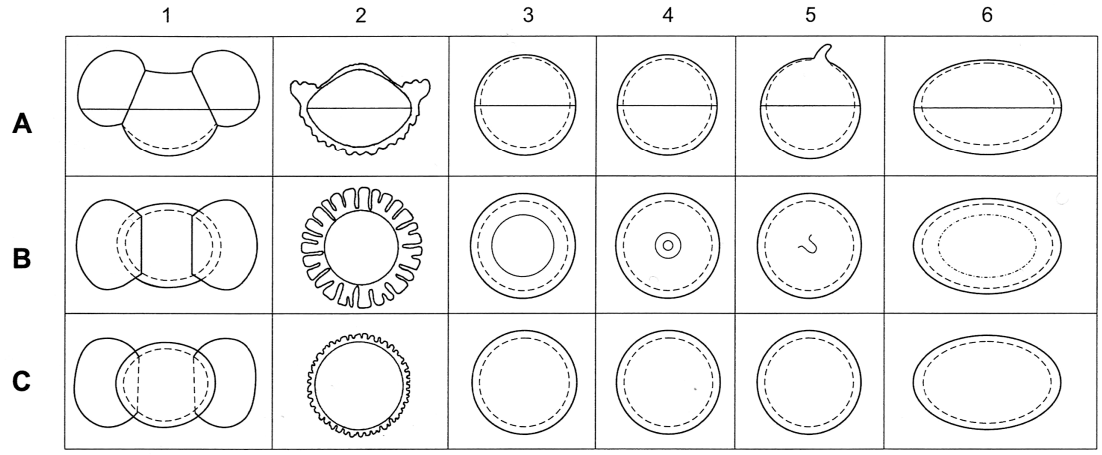


Figura 4.11 - Morfologia dos pólenes de gimnospérmicas (adaptado de Stuchlik *et al.*, 2002). **A** - vista equatorial; **B** - vista polar, face distal; **C** - vista polar, face proximal. 1- pólenes bissacados; 2 - pólenes com colar equatorial; 3 - pólenes inaperturados com leptoma; 4 - pólenes com abertura no centro do leptoma; 5 - pólenes com papila; 6 - pólenes monossulcados.

4.2. Outros microfósseis

Além dos pólenes e esporos, são frequentes nos resíduos palinológicos outros palinomorfos e microfósseis. Muitas vezes, estes microfósseis conferem informação paleoecológica relevante para a reconstrução de paleoambientes.

Ao longo deste trabalho foi frequente encontrar células de algas. Foram identificados *Botryococcus*, *Pediastrum* e, ainda, Zygnemataceae (como espirogira). Os esporos de fungos são também relativamente comuns, assim como as cutículas de vários tipos de plantas, sobretudo em amostras com muita matéria orgânica.

Indicadores de ambientes marinhos encontram-se os dinoflagelados. Estes são microrganismos unicelulares, planctónicos, que em determinadas condições podem produzir quistos susceptíveis de fossilizarem (Sousa *et al.*, 1999). Grande parte dos dinoflagelados possui um esqueleto externo essencialmente de natureza celulósica semelhante às células vegetais; alguns possuem um conjunto complexo de membranas, à semelhança de muitas células animais. A abundância relativa de grupos palinológicos, incluindo os dinoflagelados, pode ser utilizada na caracterização de ciclos de transgressão-regressão.



Capítulo 5

MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DE PALINOMORFOS

5. MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DE PALINOMORFOS

5.1 Recolha de Amostras

5.2 Preparação laboratorial

5.2.1 Desagregação mecânica das amostras

5.2.2 Eliminação da Fracção mineral

5.2.3 Limpeza e concentração dos palinomorfos

5.2.4 Montagem de lâminas

5.3 Selecção de palinomorfos para observação em microscopia electrónica de varrimento (MEV)

5.4 Observação e estudo

5. MÉTODOS DE RECOLHA, PREPARAÇÃO E ESTUDO DE PALINOMORFOS

Os métodos usados em estudos de palinologia dependem dos meios disponíveis e podem variar consoante os resultados a obter.

É essencial ter acesso a equipamento adequado e a consumíveis diversos. Cada investigador pode adoptar procedimentos diversos conforme as necessidades ou objectivos do trabalho.

Existem várias técnicas usadas por diferentes investigadores. Os métodos prosseguidos neste trabalho vieram no desenvolvimento do trabalho inicial de Poças (2004) que iniciou os estudos de palinologia no Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho, seguindo as técnicas palinológicas de referência.

Os métodos e as técnicas laboratoriais foram apurados e actualizados na sequência de um curso frequentado em Janeiro de 2005 na University College of London,

"Introduction to Pollen Analysis", com o Prof. John Birks e a Dra. S. M. Peglar. Posteriormente, já decorridos dois anos de trabalho, foi possível a deslocação à Universidade de Viena (Áustria) para frequentar estágio com o Prof. Reinhard Zetter com o objectivo de aprender a técnica combinada de observação do mesmo palinomorfo em microscopia óptica e electrónica de varrimento (LM-SEM), como complemento para a identificação de esporos e pólenes fósseis.

5.1. Recolha de Amostras

No presente trabalho foram recolhidas amostras de sondagens, assim como de diferentes afloramentos. Grande parte das amostras foi colhida em níveis que apresentassem características favoráveis à preservação dos palinomorfos, ou seja, cor escura (negra, cinzenta ou castanha) e com granulometria fina (argila, silte ou areia fina). No entanto, e na tentativa de tentar determinar o conteúdo de palinomorfos, em alguns afloramentos menos favoráveis, foram colhidas amostras em níveis de cor clara.

A rotina seguida no processo de amostragem em sondagens compreendeu o estudo prévio da coluna litológica da mesma para determinar os níveis mais adequados à colheita; anotação das características sedimentológicas das camadas; colheita de amostras de níveis da sondagem com a anotação da profundidade das mesmas.

O processo de amostragem em afloramentos compreendeu a selecção das camadas a amostrar; limpeza da superfície exposta no sentido de eliminar possíveis contaminações; recolha de 200g (em média) de sedimento não exposto ao ar e que foi colocado em sacos de plástico devidamente etiquetados com a referência do local e o número da amostra e de seguida selados. Para cada local foram anotadas as características sedimentológicas e estratigráficas do perfil, assim como dos níveis amostrados.

5.2. Preparação laboratorial

O processo de tratamento palinológico tem como objectivo desagregar a amostra, eliminar a componente inorgânica, limpar e concentrar os palinomorfos de modo a

facilitar o seu estudo. Durante o trabalho laboratorial é fundamental tomar precauções para minimizar possíveis contaminações das amostras.

Todo o trabalho laboratorial foi desenvolvido no laboratório de tratamento e separações mineralógicas do Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho.

5.2.1. Desagregação mecânica das amostras

No laboratório, as amostras foram secas em estufa à temperatura de 40ºC devidamente isoladas para evitar qualquer contaminação (fig. 5.1).



Figura 5.1 - Estufa utilizada na secagem das amostras.

Depois de devidamente secas, as amostras foram maceradas num almofariz, sendo utilizada, em média, a fracção inferior a 400 μm de modo a aumentar a eficácia dos ataques químicos seguintes.

Dependendo da proporção estimada de matéria orgânica sugerida pela cor da rocha, procedeu-se à pesagem do sedimento numa balança Kern 480-55. Para material argiloso

claro, pesaram-se em média 40g; 10 a 15g para os diatomitos e cerca de 5g para os lignitos. Após a pesagem, os sedimentos foram colocados em copos de teflon resistentes ao ácido fluorídrico. O sedimento excedentário foi arquivado.

5.2.2. Eliminação da Fracção mineral

De seguida procedeu-se à eliminação progressiva da fracção mineral do sedimento através de ataques com produtos químicos comerciais, nomeadamente ácido clorídrico (HCl a 37%) e ácido fluorídrico (HF a 40%). Em amostras não carbonatadas, adicionou-se de imediato HF. Era preferível que o HF tivesse concentração superior a 51%-55%, no entanto, em Portugal este ácido não é comercializado com tais concentrações. Assim, o ataque com este ácido foi prolongado por 24 ou 48h mediante a natureza do sedimento. Como a destruição da fracção mineral é mais eficaz quando os copos são agitados, estes foram colocados num agitador orbital durante o tempo de espera (fig. 5.2).



Figura 5.2 - Amostras em tratamento com banho ácido.

Após a eliminação de carbonatos e silicatos a amostra foi lavada com água desionizada e decantada após 4 horas, no mínimo. O líquido sobrenadante foi eliminado; de seguida

adicionou-se HCl a quente, durante cerca de 5 minutos, para solubilizar os fluoretos formados. Efectuaram-se novas lavagens e decantações através de centrifugação (2500 rpm durante 2 minutos) até a água ficar límpida.

Em amostras muito ricas de matéria orgânica procedeu-se a acetólise.

- O resíduo foi colocado num tubo de ensaio de 45 ml, adicionou-se 15 ml de solução de clorato de sódio ($NaClO_3$) e o restante (cerca de 30 ml) de ácido acético glacial (CH_3COOH) e quatro gotas de HCl concentrado.

- Colocou-se a mistura em banho-maria a temperatura de, aproximadamente, 90ºC durante 5 minutos. Centrifugou-se (2500 rpm durante 2 minutos) e, após três lavagens (com água destilada por centrifugação) fez-se uma lavagem com ácido acético glacial de forma a remover a água da amostra; a presença desta, causaria uma reacção violenta na fase seguinte. De seguida efectuou-se o processo de acetólise propriamente dito.

- Removeu-se o ácido acético do topo da amostra e adicionou-se a solução de acetólise de Erdtman – 9 ml de anidrido acético $(CH_3CO)_2O$ e 1 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 95%-97%. A amostra foi colocada em banho-maria (90ºC) e agitada intermitentemente durante 5 minutos.

- Encheu-se o tubo com ácido acético glacial, centrifugou-se (2500 rpm durante 2 minutos) e decantou-se. No fim fez-se uma nova lavagem com ácido acético glacial seguida de mais três lavagens com água.

5.2.3. Limpeza e concentração dos palinomorfos

Para a limpeza final dos palinomorfos deverá ser eliminada a matéria inorgânica fina (partículas de dimensão do silte ou argila) que tenha resistido ao ataque dos ácidos, assim como matéria orgânica solúvel (compostos sapropélicos e betuminosos).

Utilizou-se hexametafosfato de sódio $(NaPO_3)_6$ (vulgarmente utilizado no "calgon"), diluído em água quente, para desflocular o resíduo, mantendo os materiais finos em suspensão e tornando possível a sua eliminação nas decantações. A duração de cada decantação foi de cerca de quatro horas. Procedeu-se a várias lavagens até que a água estivesse límpida. Seguidamente, fez-se crivagem, utilizando os materiais inferiores a

125 μm. No final desta fase, foi feita observação preliminar do resíduo palinológico ao microscópio de forma a determinar o estado de limpeza e concentração dos palinomorfos.

Quando se verificou que a eliminação da fracção mineral pelos ácidos não fora completamente eficaz, recorreu-se à separação do material orgânico por densidades, recorrendo a solução aquosa de cloreto de zinco ($ZnCl_2$), com densidade 2,0.

Assim, ao resíduo previamente centrifugado num tubo de ensaio, adicionou-se uma porção da solução aquosa de cloreto de zinco seguindo-se centrifugação (500 r.p.m. durante 10 minutos). Aproveitou-se o resíduo que flutuava. Procedeu-se à lavagem do resíduo aproveitado de forma a eliminar resíduos de $ZnCl_2$.

Sempre que no resíduo obtido, ainda existia uma quantidade significativa de matéria orgânica desorganizada, o mesmo foi colocado em solução aquosa com cerca de 2-3 g (conforme a quantidade de matéria orgânica) de perborato de sódio ($NaBO_2H_2O_23H_2O$) e aquecido até à ebulição, durante cerca de 5 minutos. Durante este procedimento é usual observar-se a formação de bolhas, dependendo da reacção do perborato de sódio; sempre que a reacção foi muito forte adicionaram-se algumas gotas de água no sentido de a "acalmar". Após este procedimento o resíduo foi lavado 3 vezes recorrendo a centrifugações (2500 r.p.m. durante 1 minuto).

O resíduo final foi devidamente guardado com uma pequena quantidade de água destilada em pequenos frascos devidamente etiquetados. A cada frasco adicionaram-se duas gotas de HCl diluído de modo a impedir o desenvolvimento de fungos.

5.2.4. Montagem de lâminas

As lâminas para observação em microscópio óptico são obtidas a partir do resíduo palinológico obtido. As lâminas delgadas e as lamelas devem ser limpas com papel humedecido em álcool com o objectivo de retirar algum tipo de gordura, que poderia provocar a formação de bolhas. Seguidamente, as mesmas são colocadas numa placa de aquecimento (aproximadamente a 50ºC).

A amostra palinológica deverá ser homogeneizada; com o auxílio de uma pipeta descartável foram colocadas algumas gotas no centro da lâmina, de forma a preencher o

espaço que a lamela irá ocupar e deixou-se secar. Depois de usada a pipeta foi inutilizada de modo a evitar contaminações. Após a secagem, a amostra foi montada recorrendo a supositórios de gelatina glicerinada que devido ao facto de conterem antibióticos evitam a proliferação de fungos e oferecem um razoável índice de refracção para fotografia. De forma a liquidificar os supositórios estes são colocados num pequeno goblé que é colocado sobre a placa de aquecimento. Deitam-se duas ou três gotas da gelatina glicerinada no centro da lâmina por cima do resíduo. Coloca-se a lamela e, com a ajuda de uma espátula, ajusta-se a lamela de modo a que a glicerina e o resíduo ocupem toda a área da lamela de forma a obter uma espessura homogénea em toda a superfície. Concluído este processo, a lâmina é retirada da placa de aquecimento e deixada arrefecer.

Coloca-se a lâmina sob água corrente e, com o auxílio de uma pequena escova, retiram-se os restos de gelatina glicerinada que transbordou da lamela. Deixa-se secar e sela-se com verniz transparente os bordos da lamela de modo a obter uma preparação definitiva. A lâmina está, então, pronta para ser observada ao microscópio.

Em amostras com grande quantidade de matéria orgânica, a montagem de lâminas foi feita de acordo com a metodologia de Zetter (1989) descrita abaixo. O método possibilitou melhor observação e estudo, uma vez que permite movimentar os palinomorfos no sentido de os colocar em melhor posição para identificação, assim como proceder à separação para posterior observação ao microscópio electrónico.

5.3. Selecção de palinomorfos para observação em microscopia electrónica de varrimento (MEV)

Uma porção do resíduo final foi colocada em frasco pequeno com glicerina líquida (a 87-99%) de modo a formar uma suspensão. Com o auxílio de uma pipeta retirou-se uma gota da suspensão e transferiu-se para uma lâmina de vidro. Com uma agulha de dissecção fez-se um esfregaço da amostra ao longo da lâmina e de seguida observou-se ao microscópio óptico invertido Olympus CK 40.

Para separar e movimentar os palinomorfos presentes na lâmina fixou-se à extremidade da agulha de dissecção um pêlo das sobrancelhas, o que permite deslocar os

palinomorfos para a margem do esfregaço e fazer a transferência para outra lâmina de vidro com uma pequena gota de glicerina (Zetter, 1989; Zetter *et al.*, 2002).

Os palinomorfos, uma vez separados, foram observados e fotografados, sempre que possível em posição polar e equatorial, em microscópio óptico normal (fig. 5.3).



Figura 5.3 - Combinação de material óptico para estudos de microscopia electrónica de varrimento. Da esquerda para a direita, lupa binocular, microscópio invertido e microscópio óptico normal.

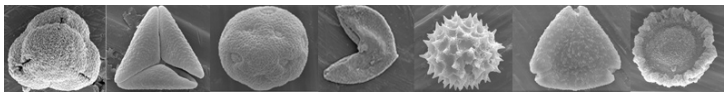
De seguida, foram transferidos, com o auxílio da agulha de dissecção com o pelo da sobrancelha, para um suporte de alumínio ("stub") de microscópio electrónico de varrimento (MEV) previamente limpo, utilizando o MO e uma lupa binocular. Com a ajuda de uma pipeta colocou-se uma gota de Etanol (a 99%) e, logo em seguida, o palinomorfo. O etanol tem como função remover os restos de glicerina que ainda estejam aderentes à superfície dos palinomorfos para que estes possam ser observados pormenorizadamente ao MEV. É necessário colocar uma gota de etanol por palinomorfo até serem adicionados todos os palinomorfos (uma média de dez por "stub"). A amostra foi posteriormente metalizada com ouro e depois observada no MEV (Leica Cambridge S 360).

5.4. Observação e estudo

As observações dos palinomorfos foram efectuadas ao microscópio óptico Leitz Laborlux S e no microscópio óptico invertido Olympus CK 40. Varreu-se toda a superfície das lâminas, em fiadas horizontais, usando a objectiva de 20x. Os palinomorfos foram identificados e contados ao longo de cada fiada até perfazer um mínimo de 300 para efeitos estatísticos, à excepção de raras amostras pouco produtivas. Para identificação geral dos palinomorfos recorreu-se, sempre que possível, a bibliografia para comparação com taxa actuais (Erdtman, 1971; Sivak, 1975; Valdes *et al.*, 1987; Reille, 1999; Otero *et al.*, 1996; Kapp *et al.*, 2000; Stuchlik *et al.*, 2001, 2002). A partir do momento de implementação da técnica combinada de observação do mesmo grão em microscopia óptica e electrónica, sempre que não era possível identificar um palinomorfo, o mesmo era transferido para uma gota de glicerina para posteriormente ser melhor observado, fotografado e colocado num "stub" para observação ao MEV. Não foi possível identificar alguns dos palinomorfos observados ao MEV.

A documentação fotográfica do microscópio óptico foi obtida através da máquina Nikon Coolpix 995.

Depois das observações e contagens concluídas elaboraram-se quadros e gráficos, onde constam os palinomorfos, devidamente agrupados, identificados por amostra e a respectiva abundância relativa. Para uma melhor visualização das associações florísticas de cada local estudado foram elaborados diagramas polínicos, "clusters" e gráficos.



Capítulo 6

SISTEMÁTICA

6. SISTEMÁTICA

6.1 Esporos

6.1.2 Divisão Hepatophyta

6.1.3 Divisão Anthocerophyta

6.1.4 Divisão Bryophyta

6.1.5 Divisão Lycophyta

6.1.6 Divisão Pterophyta

6.2 Espermatófitas

6.2.1 Divisão Gnetophyta

6.2.2 Divisão Coniferophyta

6.2.3 Divisão Magnoliophyta

6.3 Não Identificados

6.4 Outras Ocorrências

6. SISTEMÁTICA

O estudo dos palinomorfos efectuado no presente estudo teve como objectivo classificar as formas presentes até o nível de género, no entanto, em alguns casos tal não foi possível dado o mau estado de conservação ou a ausência de termo de comparação. A identificação das formas foi elaborada por comparação com *taxa* actuais. No total identificaram-se 189 *taxa* distribuídos por 22 de esporos, 12 de pólenes de gimospérmicas e 144 de pólenes de angiospérmicas e 11 de dinoflagelados. Sempre que possível recorreu-se à identificação e caracterização das formas a nível de género.

Para cada taxone tentou-se indicar a distribuição geográfica da família, apresentar algumas características ecológicas e económicas, mostrar uma imagem de equivalente actual, fazer a descrição do pólen ou esporo e a sua ocorrência (referência ao

corte/sondagem e amostra onde foi observado – Tabela 6.1) e, sempre que possível, apresentar fotografia do mesmo palinomorfo observado em microscopia óptica e electrónica.

Sondagens (*) e cortes geológicos	Símbolo	Amostras
S. Pedro da Torre	SPT	1, 2, 3
*Anadia sond. 7	AS7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
*Anadia sond. 18	AS18	1, 2, 3, 4, 5, 6
Monsarros	MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
Barracão	BR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, BRS1, BRS7
Vale do Freixo	VFR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Praia da Vitória	CAZ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Óbidos	OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
*Rio Maior sond. 98	RM	7, 8, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
Belverde	BELV.P	25, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 37, 40, 42, 44, 52, 55, 56, 68
Apostiça	AP	1, 2, 3

Tabela 6.1 – Listagem e identificação dos símbolos dos cortes geológicos e sondagens estudadas e respectivas amostras.

A classificação sistemática dos pólenes e esporos estudados seguiu a taxonomia proposta por Sitte *et al.* (1994), Raven *et al.* (1999), Simpson (2006) e Heywood *et al.* (2007).

6.1 Esporos

Os esporos estão representados pela divisão Hepatophyta, Anthocerophyta, Bryophyta, Lycophyta e Pterophyta (tab. 6.2).

Reino	Divisão	Classe	Ordem	Família	Género
Plantae	Hepatophyta	Marchantiopsida	Marchantiales	Ricciaceae	*Riccia*
	Anthocerophyta	Anthocerotopsida	Anthocerotales	Anthocerotaceae	*Anthoceros*
					Phaeoceros
	Bryophyta	Sphagnidae	Sphagnales	Sphagnaceae	*Sphagnum*
	Lycophyta	Lycopodiopsida	Lycopodiales	Lycopodiaceae	*Lycopodium*
		Selaginellopsida	Selaginellales	Selaginellaceae	*Selaginella*
	Pterophyta	Pteridopsida	Cyatheales	Cyatheaceae	
			Gleicheniales	Gleicheniaceae	
			Osmundales	Osmundaceae	*Osmunda*
			Pteridales	Pteridaceae	*Adiantum*
					Pteris
			Polypodiales	Polypodiaceae	*Polypodium*
				Davalliaceae	*Davallia*

Tabela 6.2 - Classificação taxonómica dos esporos segundo Raven *et al.* (1999).

6.1.2 Divisão Hepatophyta

As plantas desta Divisão, genericamente denominadas Hepáticas, compreendem cerca de 6 000 espécies. São, em regra, de pequeno tamanho, podendo formar grandes concentrações em habitats favoráveis, como rochas, troncos ou ramos de árvores e zonas sombrias. Requerem humidade elevada (Raven *et al.*, 1999).

Classe Marchantiopsida

Ordem Marchantiales

Família Ricciaceae

Família constituída por 3 géneros e numerosas espécies actuais (Sitte *et al.*, 1994). No registo fóssil são conhecidos os géneros *Ricciopsis* e *Riccia*, sobrevivendo, este último, desde o Mesozóico inferior (Chadefaud & Emberger, 1960).

Género *Riccia* Linné, 1753 (fig. 6.1)

Riccia é o género mais simples dentro da Hepáticas. Inclui formas aquáticas e terrestres (Raven *et al.*, 1999).



Figura 6.1 – *Riccia cavernosa.*

Os esporos possuem tamanho médio a grande (30-70 μm), e têm contorno sub-triangular. Possuem marca trilete forte; a exina possui pregas que constituem uma malha regular (fig. 6.2).

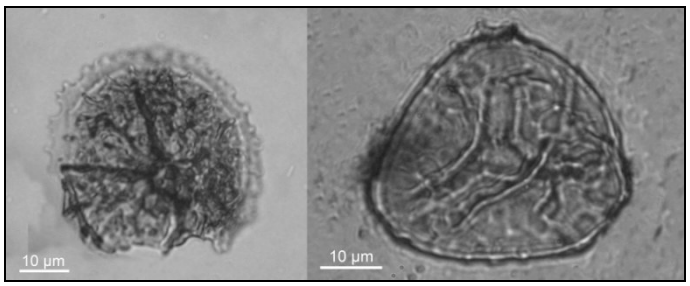


Figura 6.2 – *Riccia* sp. Vista ao MO.

Principais ocorrências

SPT	1
AS7	1, 5, 7
AS18	3, 4, 5
MON	2, 10, 11, 12, 15
BR	12, 31, BRS.1, BRS.7
VFR	1, 2, 3, 4
OBI	61
RM	97, 110
AP	1, 2

6.1.3 Divisão Anthocerophyta

Pequeno grupo de plantas que compreende cerca de 100 espécies reunidas em 6 géneros. São consideradas plantas simples e primitivas, relíquias das primeiras plantas terrestres (Raven *et al.*, 1999).

Classe Anthocerotopsida

Ordem Anthocerotales

Família Anthocerotaceae

Compreende 4 géneros actuais, pelo que somente 2 deles são comuns na Europa Central na actualidade.

Género *Anthoceros* Linné, 1753 (fig. 6.3)



Figura 6.3 – *Anthoceros* sp.

Esporos tamanho médio (26-50 μm), com forma sub-circular e superfície pontuada com pequenos espinhos regulares (fig. 6.4).

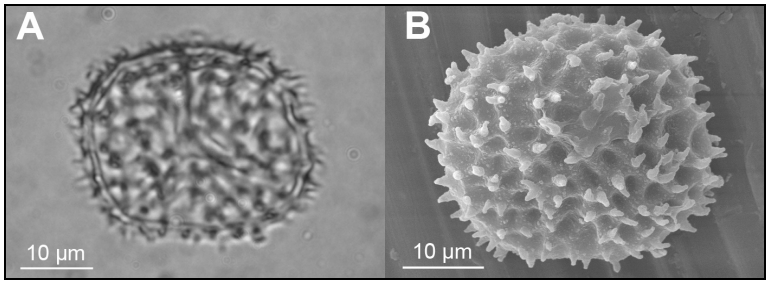


Figura 6.4 – *Anthoceros* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 3
AS7	1, 4, 5, 8
AS18	1, 3, 5
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 16, 18, 20
BR	13, BRS.7
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8
CAZ	5, 6
OBI	12, 16
RM	8, 13, 16, 18, 21, 28, 31, 34, 43, 48, 51, 52, 59, 69, 73, 74, 75, 81, 85
BELV.P	26
AP	2, 3

Género *Phaeoceros* Prosk, 1951 (fig. 6.5)



Figura 6.5 - *Phaeoceros* cf. *carolinianus.*

Esporos de tamanho médio (26-50 μm), com contorno sub-circular; a superfície da exina é granulosa. A face proximal possui marca trilete fina e longa e a face distal possui pregas na região central (fig. 6.6).

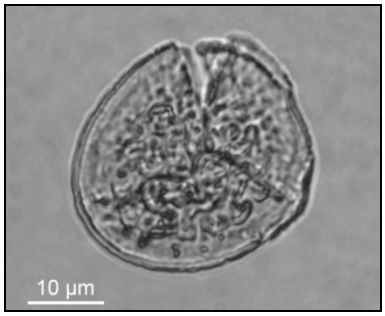


Figura 6.6 – *Phaeoceros* sp. Vista ao MO.

Principais ocorrências

SPT	1, 3
AS18	1, 5
MON	1, 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12
VFR	4
OBI	9, 19
RM	13, 14, 16, 23, 43, 55, 57
AP	3

6.1.4 Divisão Bryophyta

Fazem parte desta divisão as plantas conhecidas, vulgarmente, como musgos. São plantas simples, sem verdadeiros tecidos vasculares e apresentam um ciclo de vida haplo-diplonte com alternância de gerações. A geração gametófita é mais desenvolvida que a geração esporófita. São abundantes em zonas de humidade elevada e turfeiras. Existem, actualmente, cerca de 9 500 espécies de musgos; as novas descobertas são frequentes, especialmente nos trópicos (Sitte *et al.*, 1994; Raven *et al.*, 1999).

Classe Sphagnidae

Ordem Sphagnales

Família Sphagnaceae

Esta família possui um único género com mais de 150 espécies. Abundam em turfeiras e meios palustres de águas ácidas. Constituem superfícies extensas que continuam a crescer durante vários anos; os indivíduos que vão morrendo na base evoluem para formar a turfa. É comum por todo o globo (Raven *et al.*, 1999).

Género *Sphagnum* Linné 1753 (fig. 6.7)

Género que compreende entre 150-350 espécies que se encontram frequentemente em turfeiras e zonas de grande humidade. Ocorrem por todo o hemisfério norte, mas podem ser encontrados em várias partes do globo sujeitas a diferentes condições climáticas (Eddy, 1988).



Figura 6.7 – *Sphagnum squarrosum.*

Esporo de tamanho médio (26-50 μm) com forma sub-circular. A exina é espessa e lisa (fig. 6.8).

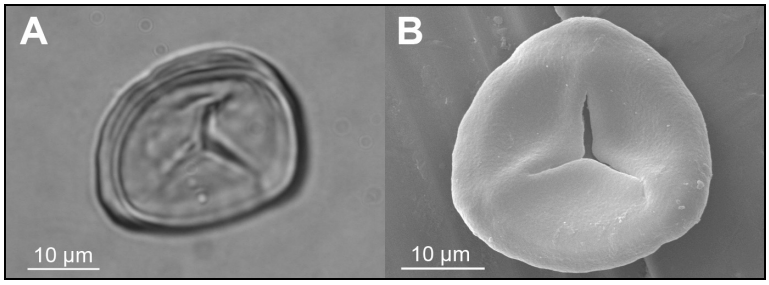


Figura 6.8 – *Sphagnum* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9
AS18	1, 2, 3, 4, 5, 6
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19
BR	2, 4, 8, 12, 13, 15, 16, 21, 22, 29, 31, 32, BRS.7
VFR	2, 3, 5, 6
CAZ	2, 3, 10
OBI	13, 15, 16, 17, 18, 20
RM	7, 8, 13, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 52, 54, 56, 57, 64, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 79, 83, 84, 89, 92, 94, 97, 105, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 26, 33
AP	2, 3

6.1.5 Divisão Lycophyta

Compreende plantas herbáceas perenes; inclui cerca de 1 000 espécies. São conhecidas no registo fóssil desde o Devónico. Algumas ordens extintas incluíam plantas arbóreas (Raven *et al.*, 1999).

Classe Lycopodiopsida

Ordem Lycopodiales

Família Lycopodiaceae

Compreende cerca de 400 espécies, na sua maioria vivem nas regiões tropicais (Raven *et al.*, 1999).

Género *Lycopodium* Linné, 1753 (fig. 6.9)



Figura 6.9 – *Lycopodium clavatum.*

Esporos de tamanho médio (26-50 μm), com contorno sub-circular. A marca trilete é bem definida, podendo atingir a margem do esporo. A exina possui projecções formando um retículo não regular (fig. 6.10).

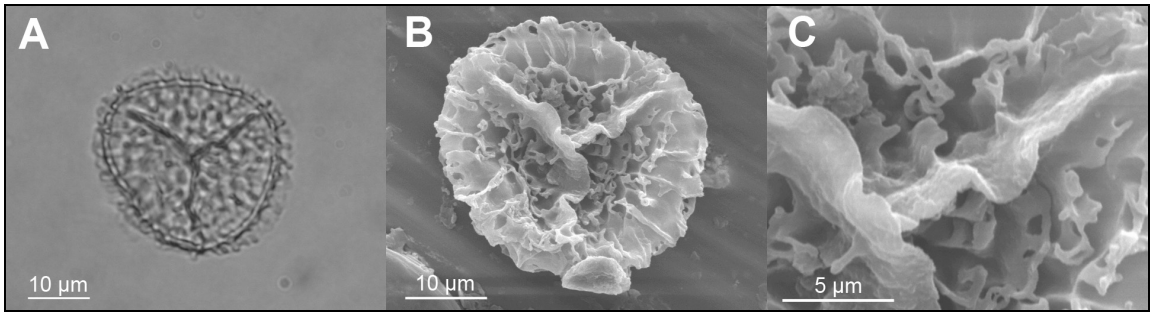


Figura 6.10 – *Lycopodium* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação.

Principais ocorrências

MON	18, 19, 20
BR	BRS.1, BRS.7
OBI	7, 10, 12, 17, 19
RM	13, 16, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 51, 59, 69, 85, 87, 90, 116
AP	1

Classe Selaginellopsida

Ordem Selaginellales

Família Selaginellaceae

São plantas herbáceas com caules erectos ou rastejantes. As folhas são pequenas e simples. Inclui um único género (*Selaginella*) actual, com cerca de 700 espécies, de distribuição maioritariamente tropical. Algumas formas crescem em habitats secos, permanecendo dormentes durante os períodos mais secos (Tryon, 1991; Raven *et al.*, 1999).

Género *Selaginella* Spring, 1838 (fig. 6.11)



Figura 6.11 – *Selaginella braunii.*

Esporos de tamanho pequeno a médio (20 – 40 μm) com marca trilete fina e que, nem sempre, atinge o equador. Possui ornamentação equinada, baculada ou verrucosa conforme as espécies (fig. 6.12).

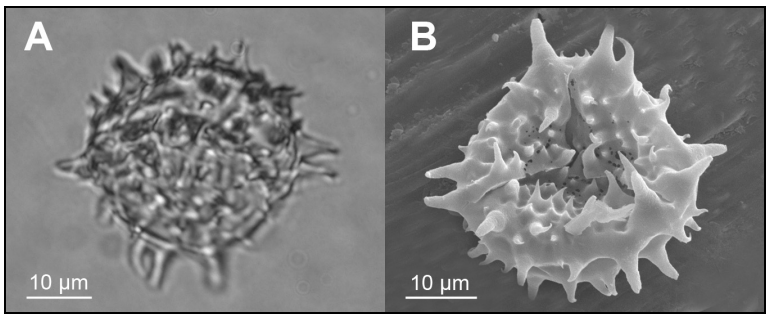


Figura 6.12 – *Selaginella* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	2, 7, 8, 9
AS18	1, 2, 3, 4, 5
MON	1, 9, 12, 13
VFR	1, 2, 3
CAZ	10
OBI	12
RM	51, 52, 90, 97

6.1.6 Divisão Pterophyta

Vulgarmente conhecidas como fetos, este grupo de plantas é abundante no registo fóssil desde o Carbonífero. Na actualidade existem cerca de 11 000 espécies. A seguir às plantas com flor são o grupo mais diversificado. Habitam diferentes locais, mas são mais numerosas e diversas nos trópicos (Raven *et al.*, 1999).

Classe Pteridopsida

Ordem Cyatheales

Família Cyatheaceae (fig. 6.13)

É uma família de fetos arbóreas que inclui 6 géneros. Abundam em áreas montanhosas nas zonas tropicais e subtropicais. São Conhecidas desde o Jurássico (Sitte *et al.*, 1994; Tryon, 1991).



Figura 6.13 – *Cyathea* sp., Fonte Quente, Ilha de São Miguel, Açores.

Esporos de tamanho médio (26-50 μm), com forma globosa, sub-triangular. A ornamentação pode variar desde micro-rugosa a micro-equinada (fig. 6.14).

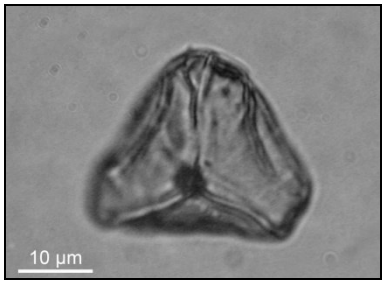


Figura 6.14 – Cyatheaceae em MO.

Principais ocorrências

SPT	2
AS7	1, 2, 5, 6
AS18	1, 2, 3, 4
MON	5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 20
BR	22, 30, BRS.7
VFR	3
OBI	20
RM	28, 47, 55, 81

Classe Pteridopsida

Ordem Gleicheniales

Família Gleicheniaceae (fig. 6.15)

Grupo de plantas de ambientes tropicais e sub-tropicais; inclui os géneros: *Gleichenia*, *Dicranopteris* e *Stromatopteris*. O primeiro registo fóssil do grupo data do Carbonífero (Sitte *et al.*, 1994; Tryon, 1991).



Figura 6.15 – *Dicranopteris pectinata pinnae.*

Esporos com abertura trilete, forma triangular com lados côncavos, tamanho médio (26-50 µm) e com superfície psilada ou micro-rugulada (fig. 6.16).

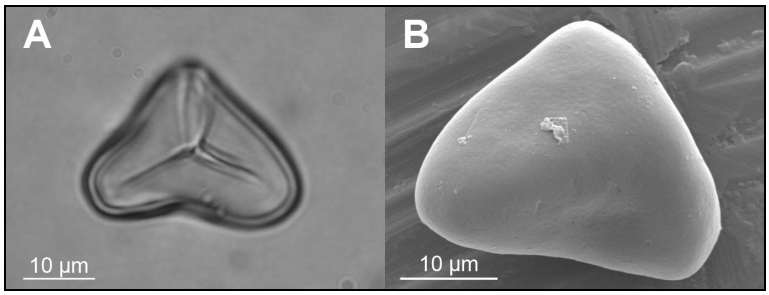


Figura 6.16 – Gleicheniaceae. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 3
AS7	1, 5, 7, 8
AS18	1, 2, 4, 5
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 20
BR	BRS.1
VFR	1, 2, 3, 5
OBI	8, 16, 17, 21
RM	18, 23, 25, 28, 31, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 56, 57, 64, 67, 69, 71, 75, 81, 85, 92, 94, 97, 101, 102, 105, 106, 110, 113, 116
AP	1, 3

Classe Pteridopsida

Ordem Osmundales

Família Osmundaceae

Compreende 3 géneros actuais: *Osmunda*, com distribuição cosmopolita; *Todea* e *Leptopteris* que vivem apenas no Hemisfério Sul. Existem fósseis deste grupo desde o Carbonífero e encontram-se descritos cerca de 10 géneros extintos (Sitte *et al.*, 1994; Tryon, 1991).

Género *Osmunda* Linné, 1753 (fig. 6.17)

É comum em habitats húmidos, desenvolvendo extensas colónias que podem viver centenas de anos. Ocorrem por todo o mundo à excepção de zonas áridas e/ou frias.



Figura 6.17 – *Osmunda* sp.

Esporos de tamanho médio (26-50 μm) e contorno circular. A marca trilete é larga podendo atingir o bordo do esporo. A superfície está densamente coberta por báculos dispostos aleatoriamente (fig. 6.18).

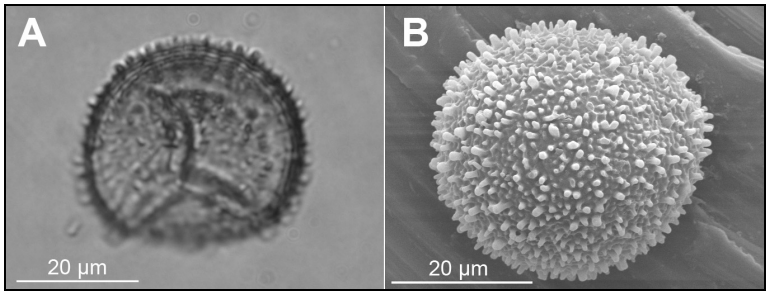


Figura 6.18 – *Osmunda* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	2, 3, 5, 7, 8
AS18	1, 3, 4, 5
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 20
BR	BRS.1, BRS.7
CAZ	3, 4, 5, 6, 7, 8
OBI	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21
RM	8, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113
AP	2, 3

Classe Pteridopsida

Ordem Pteridales

Família Pteridaceae

Compreende 34 géneros amplamente distribuídos por todo o globo (Tryon, 1991). Os esporos são variáveis na forma e ornamentação (fig. 6.19).

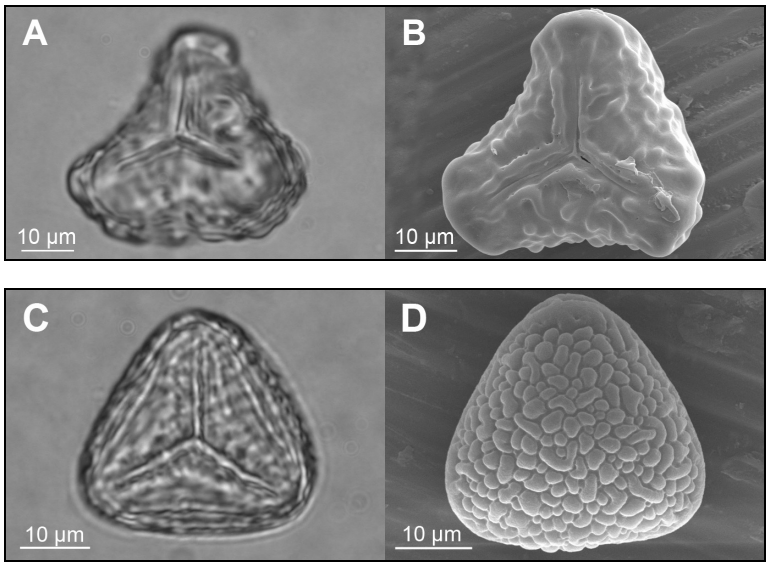


Figura 6.19 – Pteridaceae. A e C - MO; B e D - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
MON	2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11
BR	BRS.1
VFR	1, 3, 4
OBI	3, 7, 10
RM	21, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 69, 71, 73, 85, 87, 94, 97, 101, 102, 105, 106, 110, 113
BELV.P	68
AP	1, 2, 3

Género *Adiantum* Linné, 1753 (fig. 6.20)

Género distribuído pelo globo, à excepção de zonas frias e secas. Existem entre 150 e 200 espécies diferentes.



Figura 6.20 – *Adiantum capillus.*

Esporos de tamanho pequeno a médio. A marca trilete atravessa todo o esporo. A exina é micro-rugulada (fig. 6.21).

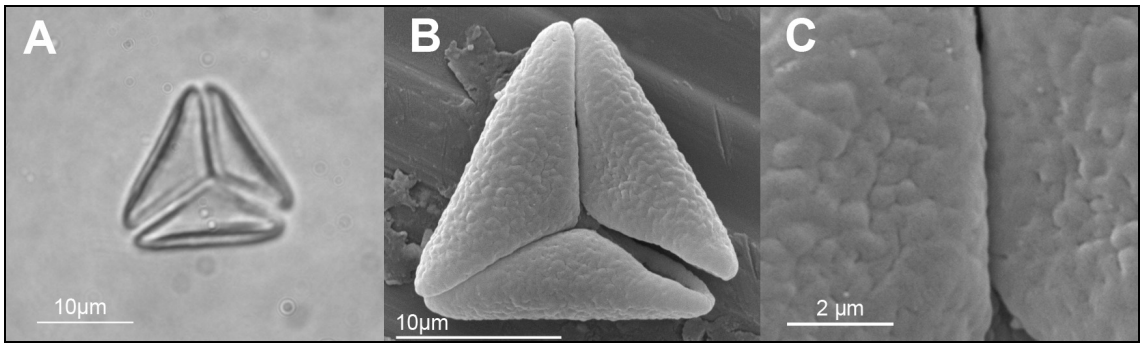


Figura 6.21 – *Adiantum* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação.

Principais ocorrências

RM	70, 71

Género *Pteris* Linné, 1753 (fig. 6.22)

Existem cerca de 200 espécies comuns nos trópicos; igualmente presentes na região mediterrânica. Habitam em zonas florestadas em locais abertos ou rochosos (Tryon, 1991).



Figura 6.22 - *Pteris cretica.*

Esporos de tamanho médio (26-50 μm) com forma sub-triangular. Na superfície da face distal possuem grânulos ou retículos irregulares (fig. 6.23).

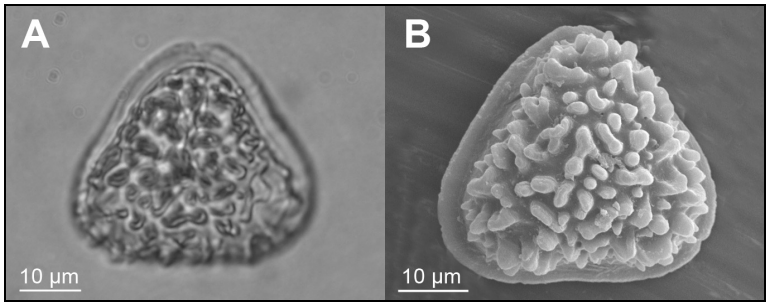


Figura 6.23 – *Pteris* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 3, 5, 8, 9
AS18	1, 2, 3, 4, 5, 6
MON	1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20
BR	1, 23, 31, BRS.1, BRS.7
VFR	2, 3, 4, 5, 8
CAZ	5
OBI	1, 4, 6, 21
RM	25, 31, 36, 43, 57, 70, 78, 87, 90, 108, 110

Classe Pteridopsida

Ordem Polypodiales

Família Polypodiaceae

Família numerosa e de distribuição cosmopolita. Abundam em locais húmidos e florestas dos trópicos (Tryon, 1991).

Género *Polypodium* Linné, 1753 (fig. 6.24)



Figura 6.24 - *Polypodium vulgare.*

A maioria dos esporos desta família é monolete. Possuem tamanho médio (26-50 μm). A forma é elipsoidal ou fusiforme e a superfície da exina é verrucosa (fig. 6.25).

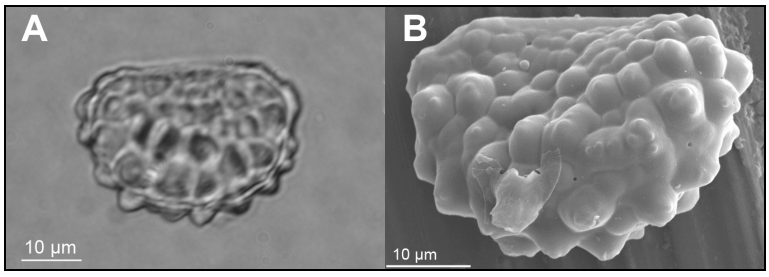


Figura 6.25 – *Polypodium* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
AS18	1, 2, 3, 4, 5
MON	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 20
BR	10, 13, 20, 22, 29, 31, BRS.1, BRS.7
VFR	1, 2, 3, 4, 5
CAZ	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10
OBI	1, 2, 4, 6, 8, 12, 14, 16, 17, 19, 20
RM	13, 14, 16, 18, 21, 23, 34, 36, 39, 43, 46, 48, 49, 51, 52, 57, 59, 67, 75, 81, 83, 85, 87, 92, 106, 108, 113, 116
AP	1, 2, 3

Família Davalliaceae

A família inclui 6 géneros. São abundantes no continente asiático (Tryon, 1991).

Género *Davallia* Linné, 1753 (fig. 6.26)

Compreende 90 espécies, abundantes na Ásia e Polinésia. Foi possível reconhecer *Davallia canariensis* que, na actualidade, vive nas Ilhas Canárias e no norte de África.



Figura 6.26 – *Davallia canariensis.*

Esporos de tamanho médio (26-50 μm), com forma elipsoidal, abertura monolete; a exina possui tubérculos com papilas na superfície (fig. 6.27). Esta característica morfológica foi observada por Gonzales (1980).

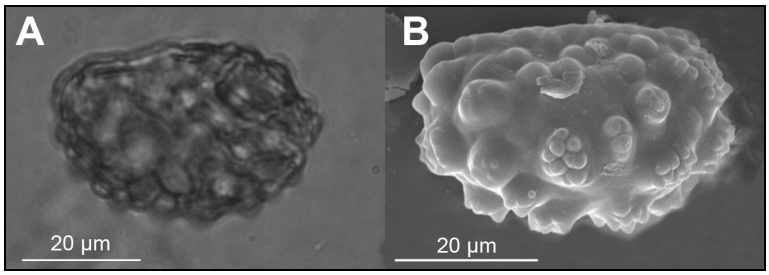


Figura 6.27 – Fotografia do esporo. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

AS18	3

6.2 Espermatófitos

Reino	Divisão	Classe	Ordem	Família	Sub-família	Género
Plantae	Gnetophyta	Gnetopsida	Ephedrales	Ephedraceae		*Ephedra*
	Coniferophyta	Pinopsida	Pinales	Pinaceae		*Cathaya*
						Keteleeria
						Picea
						Pinus
						Tsuga
				Cupressaceae	Cupressoideae	*Juniperus*
					Taxodioideae	
					Sequoioideae	*Sequoia*

Tabela 6.3 - Classificação taxonómica dos pólenes de Gimnospérmicas segundo Raven *et al.* (1999) e Simpson (2006).

6.2.1 Divisão Gnetophyta

Compreende, actualmente, 3 géneros: *Gnetum*, *Ephedra* e *Welwitschia* (Raven *et al.*, 1999).

Classe Gnetopsida

Ordem Ephedrales

Família Ephedraceae

Inclui um único género (*Ephedra*) com cerca de 35 espécies (Simpson, 2006). São plantas arbustivas, não resinosas, de folhas pequenas e escamiformes. Abundam na região mediterrânica assim como em zonas tropicais e sub-tropicais áridas (Sitte *et al.*, 1994; Raven *et al.*, 1999).

Género *Ephedra* Linné, 1753 (fig. 6.28)



Figura 6.28 - *Ephedra cutleri.*

Pólenes multissulcados, isopolares, com simetria bilateral e elípticos. Possuem tamanho médio (26-50 μm) e aberturas de tipo sulco que se prolongam longitudinalmente até os pólos. A superfície da exina é psilada (fig. 2.29).

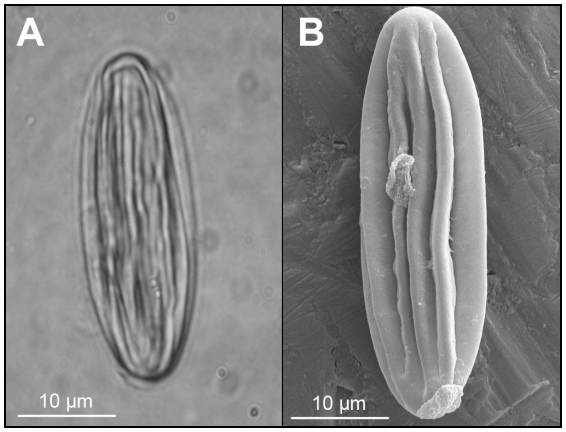


Figura 2.29 – *Ephedra* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

OBI	10, 11, 19
RM	23, 39, 69, 84, 87, 90, 94, 103, 113, 116
AP	3

6.2.2 Divisão Coniferophyta

É o grupo de gimnospérmicas mais numeroso, mais disperso pelo globo e ecologicamente importante. No total, compreende cerca de 50 géneros distribuídos por aproximadamente 550 espécies. Conhecem-se no registo fóssil desde o Carbonífero superior e, a típica estrutura das folhas poderá estar relacionada com a diversificação destas plantas durante o Pérmico, sob clima que se pensa ter sido frio e seco. O aumento da aridez poderá ter induzido adaptações estruturais nas folhas das coníferas (Raven *el al*., 1999).

Classe Pinopsida

Ordem Pinales

Família Pinaceae

Conhecida no registo fóssil desde o Jurássico. A família tem actualmente 9 géneros e cerca de 300 espécies. É característica do Hemisfério Norte, encontrando-se distribuída desde o Círculo Polar Árctico até às montanhas equatoriais. São plantas arbóreas, de folha perene ou caduca (*Larix*), resinosas e aromáticas; os arbustos são raros.

A família Pinaceae é das mais importante do ponto de vista económico e ecológico; os seus representantes vivem em habitats diversos e são usados em grande escala na produção de madeiras de boa qualidade (Chadefaud & Emberger, 1969; Sitte *et al*., 1994).

Apresenta ampla variedade morfológica do ponto de vista polínico. Podem possuir pólenes bissacados (*Pinus*), esféricos, com saco aerífero a envolver o corpo central (*Tsuga*), ou, ainda, pólenes não alados (*Larix*).

Género *Cathaya* Chun & Kuang, 1958 (fig. 6.30)

Na actualidade, este género é representado por uma única espécie (*Cathaya argyrophylla*) restrita às regiões montanhosas sub-tropicais do SW da China. São árvores de folha perene, podendo atingir 20 metros de altura. Em termos genéticos, o género é

considerado próximo de *Pseudotsuga* e *Larix*. Estudos genéticos de Ge *et al.* (1998) e Wang & Ge (2006) indicam que, quando comparada com outras coníferas, *Cathaya* possui diversidade genética baixa. Apesar disso, as populações actuais evidenciam diferenças significativas entre si, o que indica o isolamento a que foram sujeitas durante a última glaciação do Plistocénico.

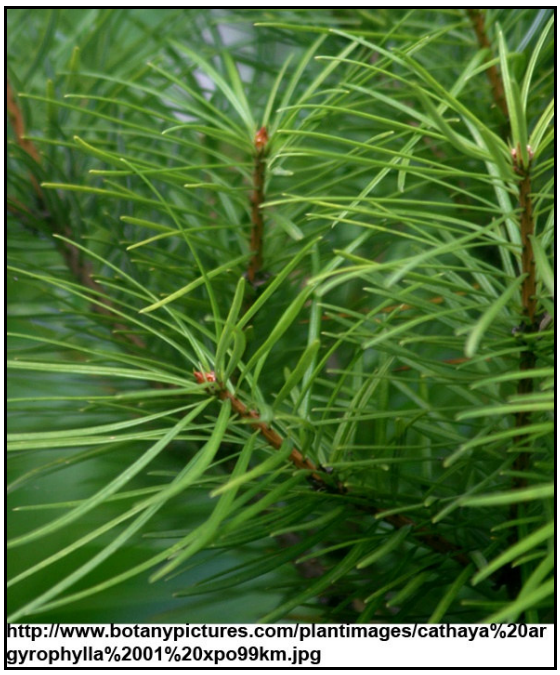


Figura 6.30 – *Cathaya argyrophylla.*

Pólenes bissacados de tamanho médio (45 a 58 μm). O corpo central é menor que os sacos aeríferos, encontrando-se estes últimos, em continuidade com a calote conferindo ao pólen uma forma elipsóide. Não possui crista marginal. Nas imagens de microscopia electrónica, em grande ampliação, é possível distinguir pequenas espinhas na superfície do pólen que caracterizam o género (Sivak, 1977) (fig. 6.30).

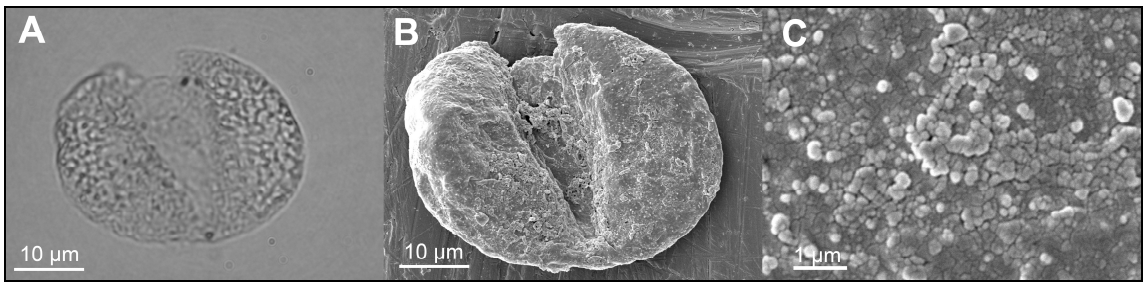


Figura 6.30 – *Cathaya* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8
AS18	3
MON	2, 3, 4
BR	BRS.1, BRS.7
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 6
CAZ	5, 6, 7, 10
OBI	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
RM	13, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 26, 56, 68
AP	1, 2, 3

Género *Keteleeria* Beissner, 1891 (fig. 6.31)

São árvores de grande porte, podendo atingir os 40 m de altura. Na actualidade encontram-se na China e em Taiwan em áreas de clima com características continentais (www.conifers.org).



Figura 6.31 - *Keteleeria davidiana.*

Os pólenes são bissacados de grande dimensão (82 a 126 μm); o corpo é arredondado ou elipsoidal. Os sacos aeríferos são semi-circulares e encontram-se ligados à calote pela zona marginal (fig. 6.32).

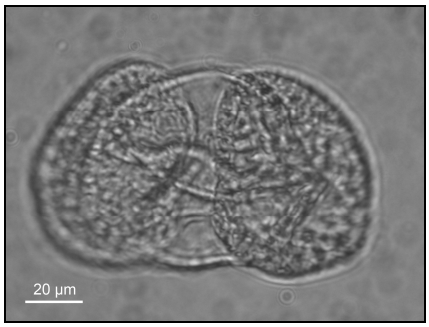


Figura 6.32 – *Keteleeria* sp. Vista ao MO.

Principais ocorrências

AS7	1, 2, 5, 7
AS18	1, 2, 3, 4, 5
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 20
BR	15, 31
VFR	2, 3, 5
CAZ	6, 7, 10
OBI	4, 10, 14, 19, 21
RM	87, 89, 105, 108

Género *Picea* Dietrich, 1824 (fig. 6.33)

Grupo de árvores de grande porte que abundam nas zonas boreais do Hemisfério Norte ou zonas de altitude de climas temperados ou subtropicais (Sitte *et al.*, 1994; www.conifers.org).



Figura 6.33 – *Picea abies*.

Pólenes de tamanho grande (69 a 120 μm) com corpo elipsoidal, simetria bilateral e com sacos aeríferos semi-circulares. Quando observados ao MEV em vista equatorial, a superfície do corpo e dos sacos aeríferos apresenta uma estrutura micro-verrucada; nos sacos aeríferos os elementos ornamentais são de menor dimensão (fig. 6.34).

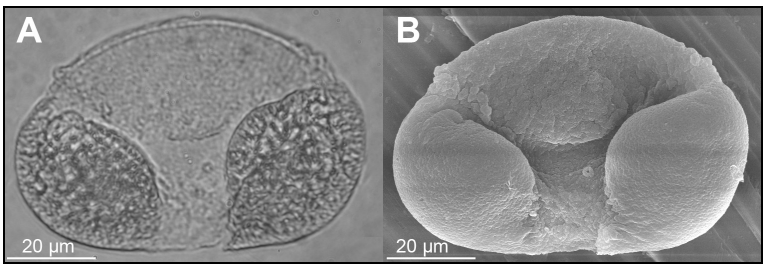


Figura 6.34 – *Picea* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	5
AS18	1, 2, 4
MON	1, 2, 3, 4, 5, 12, 16, 19, 20
BR	15, BRS.1, BRS.7
VFR	1, 3, 6
CAZ	10
OBI	1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22
RM	21, 23, 25, 31, 69, 71, 85, 90, 92, 94, 97, 108, 110, 113

Género *Pinus* Linné, 1753 (fig. 6.35)

É o género mais numeroso da família Pinaceae; é conhecido no registo fóssil desde o Jurássico Superior. As cerca de 110 espécies compreendem cerca de 50% da família Pinaceae (Farjon, 1998 *in* Syring 2005). Distribui-se por todo o Hemisfério Norte, particularmente na América do Norte, México e Ásia Oriental. Vivem desde o limite norte das árvores, nas regiões árcticas, até às montanhas de regiões tropicais e subtropicais. As diferentes espécies podem colonizar ambientes de climas quentes e secos, zonas alpinas, solos arenosos, calcários ou mesmo zonas pantanosas (Sitte *et al.*, 1994; www.conifers.org).



Figura 6.35 - *Pinus halepensis*, Mata dos Medos, Fonte da Telha (Almada).

Pólenes de tamanho grande (45 a 92 μm) e com simetria bilateral. Os sacos aeríferos são quase circulares e a ornamentação pode variar de psilada a granular conforme as espécies. No presente trabalho foi possível observar diferentes tipos e pólenes de *Pinus* mas, dada a semelhança e a dificuldade de distinção ao microscópio óptico, optou-se por não as diferenciar (fig. 6.36).

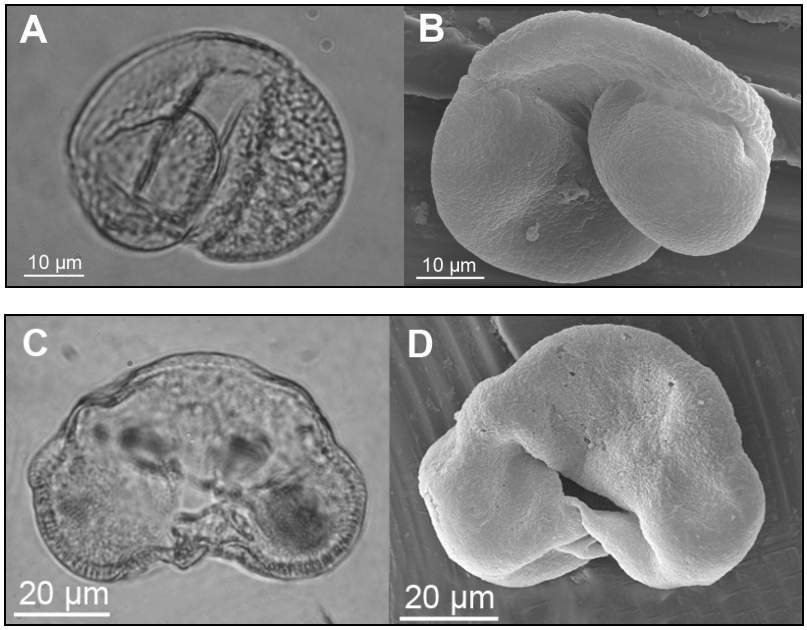


Figura 6.36 – *Pinus* sp. A e C - MO; B e D – MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
AS18	1, 2, 3, 4, 5, 6
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
BR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, BRS.1, BRS.7
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
CAZ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
RM	7, 8, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 37, 40, 42, 44, 52, 55, 56, 68
AP	1, 2, 3

Género *Tsuga* Carrière, 1855 (fig. 6.37)

Constitui árvores de folha perene incluídas em 2 sub-géneros (*Hesperopeuce* e *Tsuga*). Ocorrem espontaneamente em zonas temperadas da América do Norte e Ásia Oriental (www.efloras.org; www.conifers.org).



Figura 6.37 – *Tsuga canadiensis.*

Pólenes de forma subesférica, constituídos por um corpo central envolvido por um saco aerífero. A exina possui ornamentação verrucosa e, dependendo das espécies, com micro-espinhas espalhadas aleatoriamente (fig. 6.38).

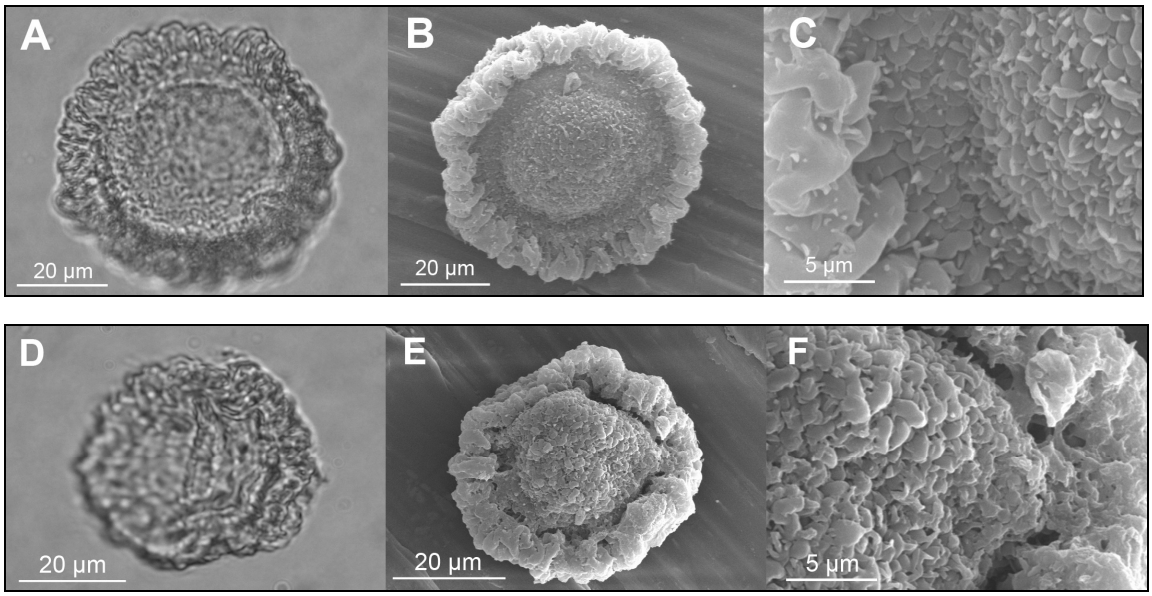


Figura 6.38 – *Tsuga* sp. A e D - MO; B e E - MEV; C e F - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	2
AS7	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9
AS18	1
MON	2, 8, 10
BR	11, BRS.1, BRS.7
VFR	2, 3
OBI	1, 2, 3, 5, 7, 8, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
RM	13, 21, 25, 36, 39, 43, 48, 51, 57, 59, 64, 67, 69, 74, 75, 79, 85, 89, 90, 92, 94, 102, 105, 110, 113

Família Cupressaceae

A família Cupressaceae *sensu stricto* (s.s.) foi separada das Taxodiaceae por Pilger (1926). A distinção feita por este autor foi sendo questionada ao longo do tempo. Análises filogenéticas recentes, baseadas em estudos moleculares, incorporaram as Cupressaceae e Taxodiaceae numa família única (Stefanovic *et al.*, 1998; Gadek *et al.* 2000). A família compreende 29 géneros distribuídos em 161 espécies. Ocorrem em diferentes ambientes, em todos os continentes à excepção da Antárctida (Little, 2006). Gadek *et al.* (2000) dividiu a família em 7 subfamílias, sendo a Cupressoideae a mais diversificada, representada por 11 géneros e, aproximadamente, 115 especies (Gadek *et al.*, 2000; Little, 2006).

As 7 subfamílias propostas por Gadek *et al.* (2000) são as seguintes:

- Callitroideae (*Callitris, Neocallitropsis, Diselma, Widdringtonia* e *Libocedrus*)
- Athrotaxidoideae (*Athrotaxis*)
- Cunninghamioideae (*Cunninghamia*)
- Cupressoideae (*Cupressus, Juniperus, Xanthocyparis, Microbiota, Platycladus, Tetraclinis, Calocedrus, Chamaecyparis, Fokiena, Thuja* e *Thujopsis*)
- Sequoioideae (*Sequoia, Sequoiadendron* e *Metasequoia*)
- Taiwanioideae (*Taiwania*)
- Taxodioideae (*Taxodium, Glyptostrobus* e *Cryptomeria*)

A figura 6.39 esquematiza a árvore filogenética da Família Cupressaceae segundo estudos moleculares (Gadek *et al.,* 2000).

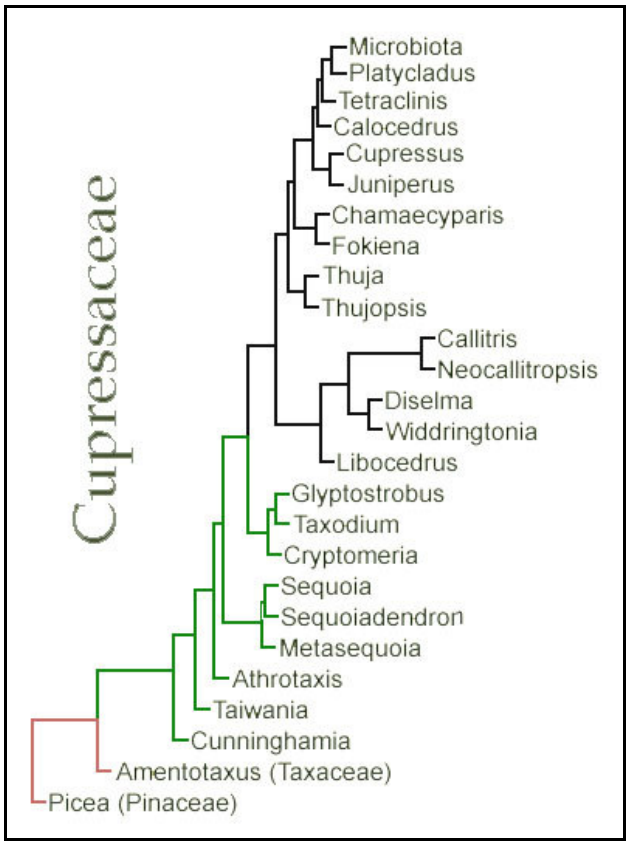


Figura 6.39 - Árvore filogenética da Família Cupressaceae (Gadek *et al.,* 2000).

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 4, 5, 6, 7, 9
AS18	1, 3, 4
MON	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 19, 20
BR	4, 8, 18, 19, 25, 28, 31, 32
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 9
CAZ	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10
OBI	1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22
RM	7, 13, 14, 16, 18, 23, 25, 28, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 51, 52, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 70, 85, 87, 90, 94, 116
BELV.P	26

Subfamília Cupressoideae

Género *Juniperus* Linné, 1753 (fig. 6.40)

São plantas arbóreas e arbustivas. Inclui cerca de 60 espécies distribuídas pelo Hemisfério Norte estendendo-se até o árctico.



Figura 6.40 – *Juniperus communis*.

Pólenes inaperturados, com tamanho médio (26-50 μm), com contorno circular e exina espessa e verrucosa (fig. 6.41).

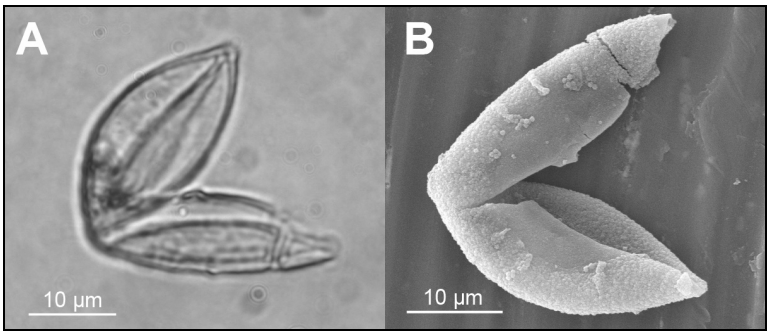


Figura 6.41 – *Juniperus* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	3
AS7	2, 3
MON	4, 13
VFR	5
OBI	6, 8, 14, 21

Subfamília Taxodioideae (ex família Taxodiaceae) (fig. 6.42)

No presente trabalho, ao longo da identificação e contagem dos palinomorfos, distinguiram-se sempre os pólenes de Cupressaceae s.s. e Taxodioideae pois requerem condições ambientais diferentes. Para simplificar a terminologia optou-se por continuar a chamar currentemente Taxodiaceae.



Figura 6.42 – *Taxodium* sp. Florida, USA.

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm) e inaperturados. Possuem uma papila proeminente e exina de aspecto granuloso. Em microscopia electrónica é possível reconhecer pequenas gemas ou báculos dispersos aleatoriamente pela superfície do grão (fig. 6.43).

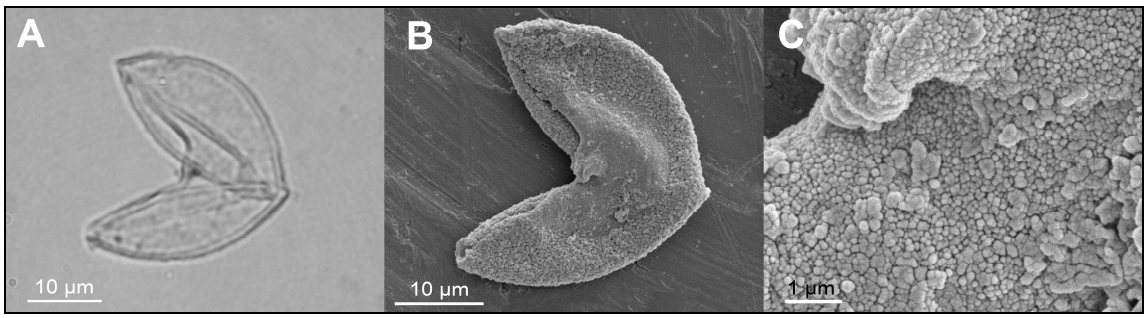


Figura 6.43 – Taxodiaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 3, 5, 7
AS18	2, 3
MON	4
BR	9, 15, BRS.1
VFR	1, 2, 3, 4
CAZ	6
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20
RM	13, 14, 18, 28, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 78, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 101, 102, 105, 106, 108, 110, 113, 116
AP	1, 2, 3

Subfamília Sequoioideae

Género *Sequoia* Endlicher, 1847 (fig. 6.44)

Árvores de grande porte, podendo atingir ao 100 m de altura. Vivem essencialmente no ocidente da América do Norte, usualmente confinadas a zonas costeiras em locais com elevações entre os 300 e os 1000m.



Figura 6.44 – *Sequoia sp.*

Pólenes circulares, de tamanho médio (26-50 µm) com uma papila proeminente na face distal do grão (fig. 6.45).

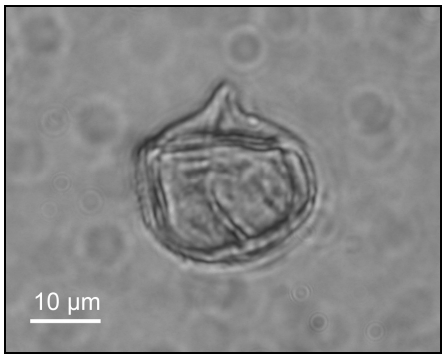


Figura 6.45 – *Sequoia* sp. Vista ao MO.

Principais ocorrências

RM	90, 105, 106

6.2.3 Divisão Magnoliophyta

Reino	Divisão	Classe	Ordem	Família	Género
Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Dipsacales	Adoxaceae	*Sambucus*
				Caprifoliaceae	*Lonicera*
				Dipsacaeae	
				Valerianaceae	*Valerianella*
			Sapindales	Sapindaceae	*Acer*
				Anacardiaceae	
				Leitneriaceae	*Leitneria*
				Rutaceae	*Citrus, Zanthoxylum*
			Aquifoliales	Aquifoliaceae	*Ilex*
			Apiales	Araliaceae	*Hedera*
				Apiaceae (Umbelliferae)	
			Asterales	Asteraceae	*Centaurea, Lactuca, Picnomon*
				Campanulaceae	
			Fagales	Betulaceae	*Alnus, Betula, Carpinus, Corylus, Ostrya*
				Fagaceae	*Castanea, Fagus, Quercus, Trigonobalanopsis*
				Juglandaceae	*Carya*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Pterocarya*
				Myricaceae	*Myrica*
			Caryophyllales	Amaranthaceae	
				Caryophyllaceae	
				Plumbaginaceae	
				Polygonaceae	*Rumex*

	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Saxifragales	Cercidiphyllaceae	*Cercidiphyllum*
				Haloragidaceae	*Myriophyllum*
				Hamamelidaceae	*Liquidambar*
			Malvales	Cistaceae	*Cistus, Halimium, Helianthemum*
				Malvaceae	
				Malvaceae	*Tilia, Craigia, Mortoniodendron*
			Cornales	Cornaceae	
				Cornaceae (Nyssaceae)	*Nyssa*
				Mastixiaceae	*Diplopanax*
			Solanales	Convolvulaceae	
				Solanaceae	
			Ericales	Ericaceae	*Arbutus, Empetrum, Erica*
				Sapotaceae	*Manilkara, Sideroxylon*
				Primulaceae	*Anagallis*, *Lysimachia*
				Symplocaceae	*Symplocos*
			Malpighiales	Euphorbiaceae	*Euphorbia, Mercurialis, Ricinus*
				Linaceae	*Linum*
				Salicaceae	*Salix*
			Fabales	Fabaceae	*Astragalus, Genista, Lotus, Ornythopus, Psoralea*
				Polygalaceae	
			Geraniales	Geraniaceae	*Geranium, Erodium*
			Gentianales	Gentianaceae	*Centaurium*
				Rubiaceae	*Galium*

			Myrtales	Lythraceae	*Lythrum*
				Myrtaceae	
				Onagraceae	
	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Plantaginaceae	*Plantago*
				Boraginaceae	*Borago*
				Lamiaceae	
				Oleaceae	*Fraxinus, Phillyrea*
				Scrophulariaceae	
				Lentibulariaceae	*Utricularia* sp.
			Ranunculales	Ranunculaceae	*Ranunculus*
				Papaveraceae	*Chelidonium*
			Buxales	Buxaceae	*Buxus*
			Rosales	Rosaceae	
				Ulmaceae	*Ulmus*
				Rhamnaceae	
			Vitales	Vitaceae	*Partenocissus*
			Santalales	Santalaceae	*Arceuthobium, Viscum*
				Loranthaceae	*Loranthus*
			Nymphaeales	Nymphaeaceae	*Nuphar*
		Liliopsida	Liliales	Liliaceae	
			Poales	Poaceae	
				Cyperaceae	
				Typhaceae	*Typha*
			Arecales	Arecaceae/Palmae	

Tabela 6.4 - Classificação taxonómica dos pólenes de Angiospérmicas segundo Simpson (2006) e Heywood *et al.* (2007).

As plantas com flor, angiospérmicas, Magnoliophyta ou Anthophyta, são o grupo de plantas mais numeroso, diverso e melhor sucedido da actualidade. Compreendem cerca de 235 000 espécies, o que perfaz, aproximadamente, 95% das plantas terrestres actuais. Incluem cerca de 10 000 géneros e 450 famílias.

A forma e tamanho são muito diversos, podendo variar de árvores com cerca de 100 m de altura (*Eucalyptus*) até plantas com cerca de 1 mm (Lemnaceae).

São conhecidas no registo fóssil desde o Cretácio inferior, iniciando, a partir daí, a expansão pelo globo, passando, rapidamente, a desempenhar um papel dominante em diferentes habitats (Sitte *et al*., 1994; Raven *et al*. 1999 Simpson, 2006).

Classe Magnoliopsida

Ordem Dipsacales

Família Adoxaceae

Pequena família actualmente constituída por 3 géneros, com 150 a 200 espécies (Simpson, 2006). Nas classificações anteriores, a família incluia apenas *Adoxa moschatellina*. Os géneros *Sambucus* (Sabugueiro) e *Viburnum* pertenciam à família Caprifoliaceae; porém, provas genéticas, mostraram que estariam mais próximas da família Adoxaceae (Simpson, 2006). Encontram-se na Europa, América do Norte e centro e norte da Ásia (fig. 6.46).

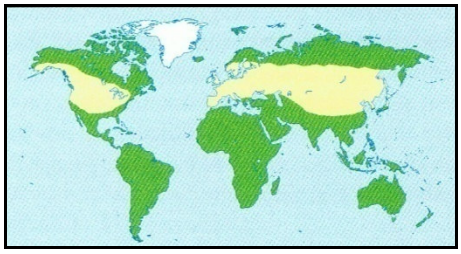


Figura 6.46 – Distribuição geográfica da família Adoxaceae (Heywood *et al*., 2007).

Género *Sambucus* Linné, 1753 (fig. 6.47)

Compreende entre 5 e 30 espécies de árvores e arbustos. Encontra-se distribuído pelo hemisfério norte, em zonas temperadas a subtropicais.



Figura 6.47 - *Sambucus nigra.*

Pólenes tricolporados de pequeno tamanho (10 a 25 μm), esféricos, semitectados, com ornamentação reticulada (fig. 6.48).

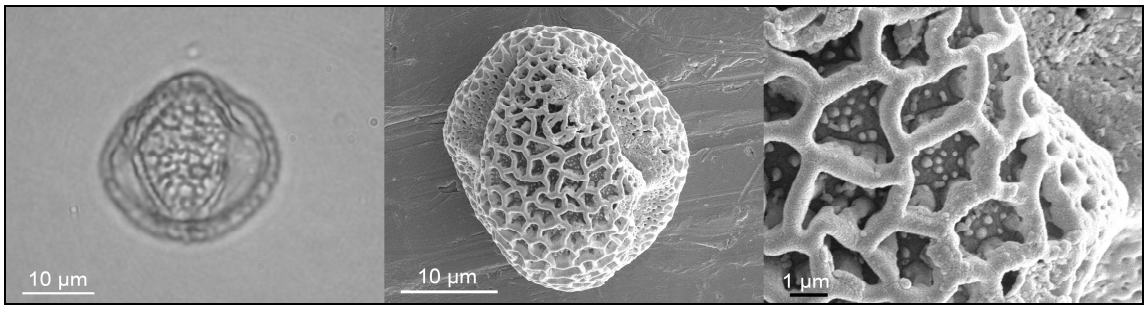


Figura 6.48 – *Sambucus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	3
OBI	2, 4, 7, 8
RM	31, 51, 52, 62, 67, 89, 92

Família Caprifoliaceae

Esta pequena família compreende árvores e arbustos, alguns dos quais trepadores e com valor ornamental (géneros *Abelia* e *Lonicera*). Compreende 15 géneros com 420 espécies (Simpson, 2006). Tem distribuição cosmopolita, embora a maior representação se encontre na América do Norte e no sudeste asiático (fig. 6.49).

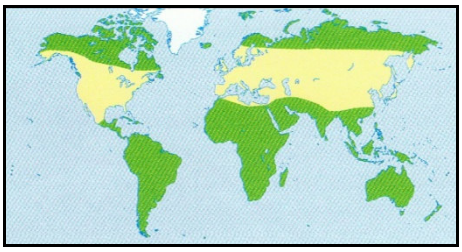


Figura 6.49 – Distribuição geográfica da família Caprifoliaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Lonicera* Linné, 1753 (fig. 6.50)

As espécies incluídas no género *Lonicera*, nativas do hemisfério norte, são conhecidas pelo nome popular de madressilvas. São arbustos com fragrâncias doces e com flores em forma de campainha.



Figura 6.50 – *Lonicera* sp.

Pólenes tri-zonocolpados, isopolares, de tamanho grande (51-100 µm) e simetria radial. Em vista equatorial são quase circulares; em vista polar são triangulares. Possuem ecto-aberturas de tipo colpo e ornamentação equinada (fig. 6.51).

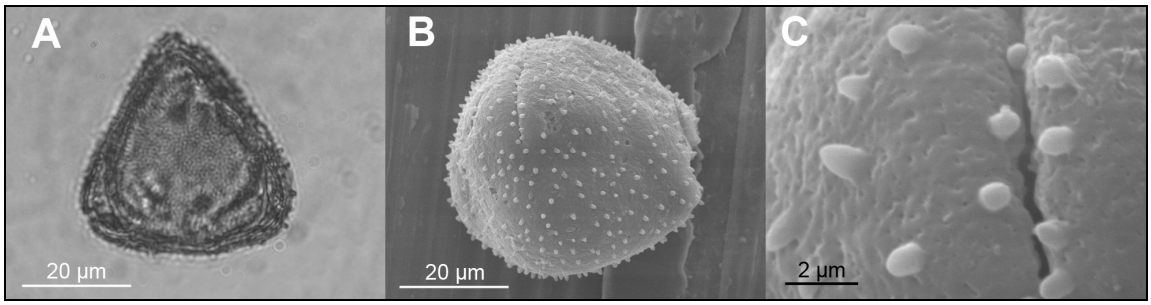


Figura 6.51 – *Lonicera* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

BR	BRS.7
OBI	16, 20
RM	14, 34, 55, 57
AP	2

Família Dipsacaeae

Pequena família de plantas herbáceas e arbustivas. Inclui 11 géneros e 290 espécies (Simpson, 2006). Encontram-se dispersas desde a Europa, médio oriente, este asiático, África central e meridional (fig. 6.52). Algumas espécies são cultivadas como plantas ornamentais.



Figura 6.52 – Distribuição geográfica da família Dipsaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Scabiosa* Linné, 1753 (fig. 6.53)

Constitui um grupo de plantas nativas da Europa e Ásia. São plantas herbáceas que produzem belas flores usadas na ornamentação de jardins.



Figura 6.53 – *Scabiosa* sp.

Pólenes de tamanho grande (51-100 μm), tricolpados com colpos estreitos e cavados. A exina é espessa e a ornamentação micro-equinada (fig. 6.54).

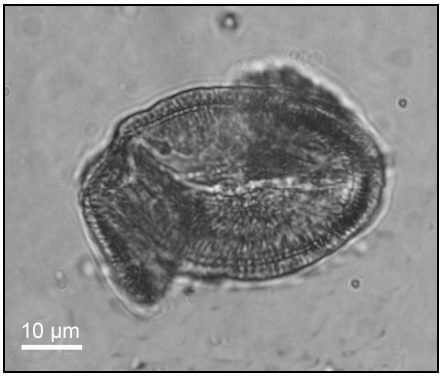


Figura 6.54 – Dipsacaceae. Vista ao MO.

Principais ocorrências

SPT	2
AS7	3, 4, 7
AS18	4
MON	2, 6
BR	BRS.7
VFR	3
OBI	4, 5, 8, 17

Família Valerianaceae

É constituída por plantas herbáceas, raramente arbustivas. Estão divididas em 10 géneros e 300 espécies (Simpson, 2006). Possuem grande distribuição geográfica, embora sejam mais abundantes no Hemisfério Norte e na América do Sul (fig. 6.55).

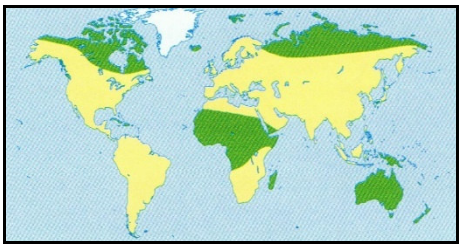


Figura 6.55 – Distribuição geográfica da família Valerianaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Valerianella* Miller (fig. 6.56)



Figura 6.56 - *Valerianella locusta.*

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), com contorno circular em vista polar e ligeiramente elípticos em vista equatorial. A ornamentação é micro-equinada com microperfurações (fig. 6.57).

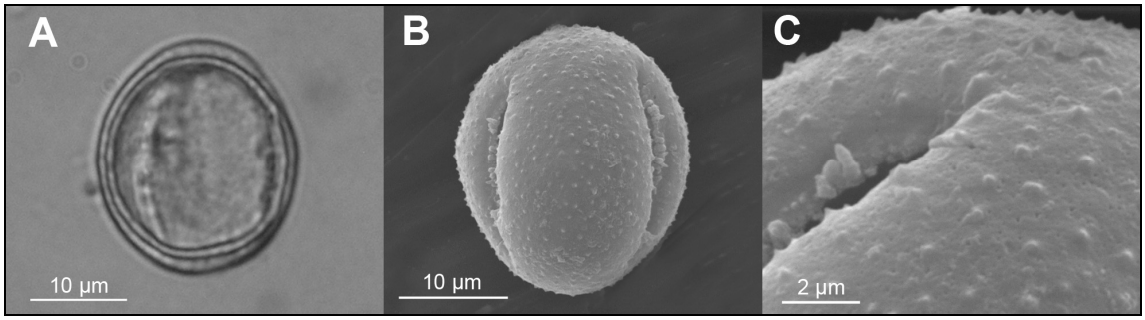


Figura 6.57 – *Valerianella* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

OBI	1, 4, 6, 14, 19
RM	54, 62, 73, 87

Ordem Sapindales

Família Sapindaceae

Família de árvores caducifólias de tamanho médio, incluindo algumas formas perinifólias de grande porte. Compreende 145 géneros e cerca de 1900 espécies. São conhecidas no registo fóssil, pelo menos desde o Eocénico (Heywood *et al.*, 2007). Abundam em locais temperados no hemisfério norte e sul (fig. 6.58).

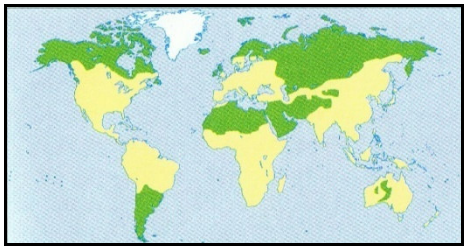


Figura 6.58 – Distribuição geográfica da família Sapindaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Acer* Linné, 1753

Inclui árvores e arbustos. Compreende cerca de 125 espécies, na maioria nativas da Ásia, embora ocorra na Europa assim como na América do Norte e África.

Principais ocorrências

SPT	1, 3
AS7	3, 7
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 17
VFR	2, 3
CAZ	7
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22
RM	14, 18, 21, 23, 25, 28, 39, 49, 51, 52, 55, 57, 67, 69, 71, 74, 78, 83, 84, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 110, 113
BELV.P	35
AP	1, 3

Acer negundo Linné, 1753 (fig. 6.59)

São árvores de porte pequeno a médio e com folhas caducas. Adapta-se a habitats com boa exposição solar e solos húmidos.



Figura 6.59 – *Acer negundo*.

Pólenes tricolpados de tamanho médio (26-50 μm), com ornamentação rugulada-perforada, eutectados com "foot-layer" continua e endexina compacta (fig. 6.60).

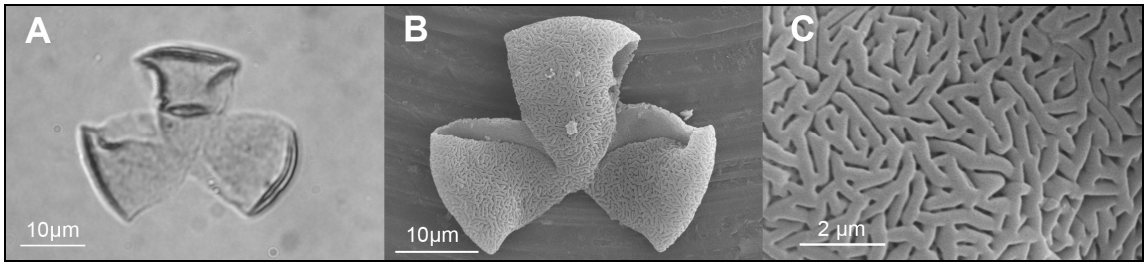


Figura 6.60 – *Acer negundo*. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Família Anacardiaceae

Constituída por formas arbóreas, arbustos e lianas. Contém algumas espécies ornamentais assim como outras produtoras de frutos. Compreende cerca de 82 géneros e 700 espécies (Heywood *et al*., 2007). Encontra-se principalmente em regiões tropicais e sub-tropicais; alguns géneros são nativos das regiões temperadas da América do Norte e da Euro-Ásia (fig. 6.61).

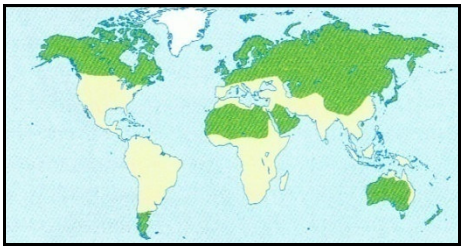


Figura 6.61 – Distribuição geográfica da família Anacardiacae (Heywood *et al*., 2007).

Pólenes de tamanho pequeno a médio, tricolpados e com ornamentação estriada-perfurada (fig. 6.62).

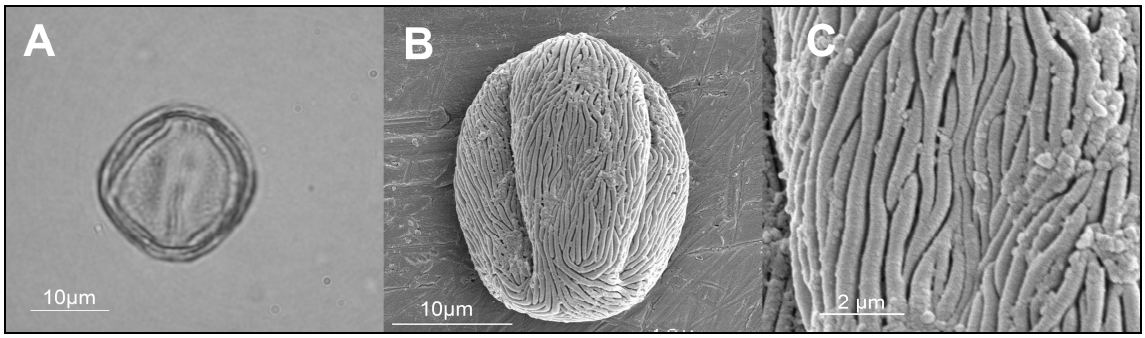


Figura 6.62 – Anacardiaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

OBI	3, 4, 8, 9, 11, 15
RM	23, 31, 52, 62, 78

Família Leitneriaceae

Família que integra somente um género arbustivo de folha caduca (*Leitneria*), nativa do sudeste dos Estados Unidos (fig. 6.63). A madeira é usada para flutuadores e utensílios de pesca (Heywood *et al.*, 2007).

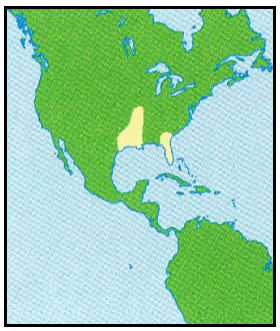


Figura 6.63 – Distribuição geográfica da família Leitneriacae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Leitneria* Chapman (fig. 6.64)



Figura 6.64 – *Leitneria* sp.

Pólenes tricolporados de tamanho médio (26-50 μm), com contorno quase circular em vista equatorial. Possuem poros grandes e circulares e ornamentação granulosa (fig. 6.65).

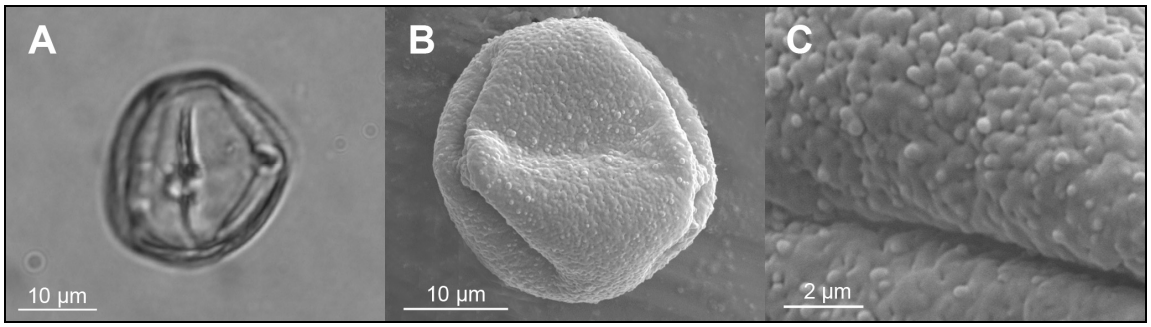


Figura 6.65 – *Leitneria* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	36, 48, 49, 62, 70, 73, 78, 79, 92

Família Rutaceae

Inclui árvores, arbustos, lianas e raras ervas, distribuídas por 1800 espécies agrupadas em 153 géneros (Simpson, 2006). Compreende espécies produtoras de frutos importantes – os citrinos, como a laranja, limão, lima entre outros. Existem, também, espécies de onde se obtêm essências para perfumaria e medicina e, outras, têm uso ornamental. Distribuem-se em maior número pelas regiões tropicais e temperadas quentes (fig. 6.66) (Heywood *et al.*, 2007).

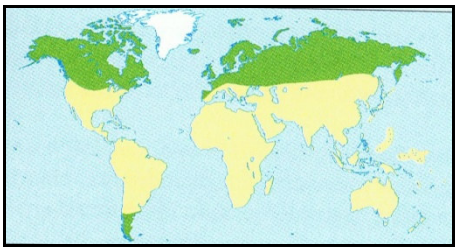


Figura 6.66 – Distribuição geográfica da família Rutaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), esferoidais, em vista equatorial elípticos, geralmente tetracolporados e com ornamentação reticulada. Em vista equatorial observa-se alinhamento dos poros, típico desta família (fig.6.67).

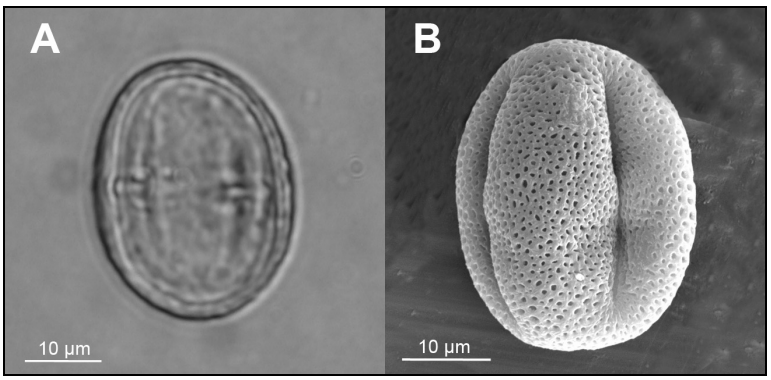


Figura 6.67 – Rutaceae. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1,2,3
RM	36, 39, 46, 47, 55, 62, 69, 71, 74, 90, 92, 101, 103, 113, 116

Género *Citrus* Linné, 1753 (fig. 6.68)

Grupo de árvores e pequenos arbustos, onde se incluem os conhecidos citrinos, originais de zonas tropicais e subtropicais do sudeste asiático.



Figura 6.68 - *Citrus vulgaris.*

Pólenes tetra-zonocolporados, de tamanho pequeno (10-25 µm), esféricos, isopolares, e com ornamentação reticulada-perfurada (fig. 6.69).

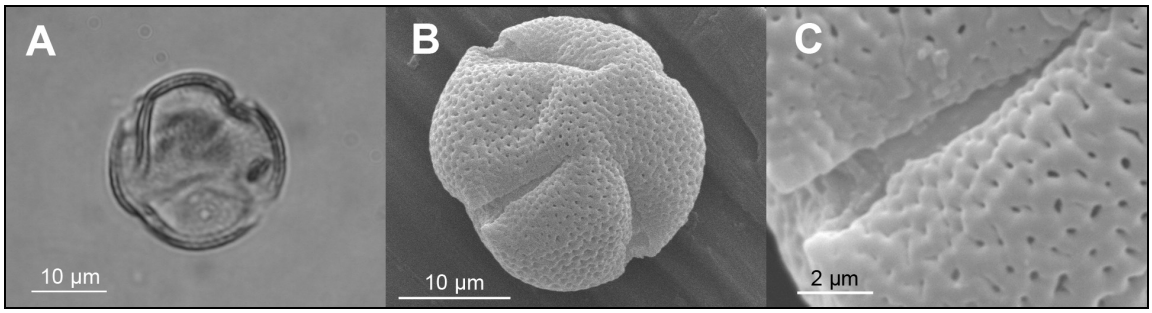


Figura 6.69 – *Citrus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1

Género *Zanthoxylum* Linné, 1753 (fig. 6.70)

Árvores e arbustos de folha perene, nativos de áreas quentes e subtropicais. Compreende cerca de 250 espécies.



Figura 6.70 - *Zanthoxylum piperitum*.

Pólenes de tamanho pequeno (10-25 µm), tricolporados, elípticos em vista equatorial e com ornamentação reticulada (fig. 6.71).

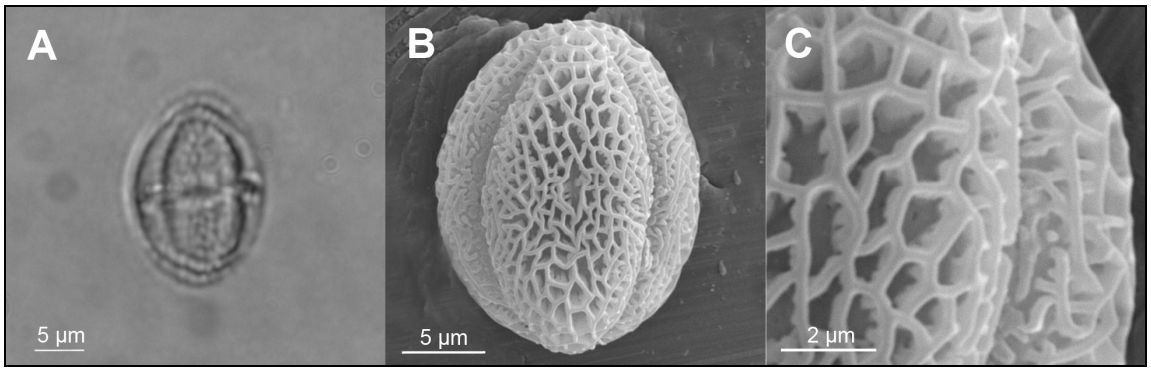


Figura 6.71 – *Zanthoxylum* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	47, 48, 49, 51, 52, 55, 69, 70, 71, 74, 79, 84, 92, 101, 102, 110

Ordem Aquifoliales

Família Aquifoliaceae

Família constituída por árvores e arbustos. Conta com 1 género, *Ilex*, com cerca de 400 espécies (Heywood *et al.*, 2007). É comum em regiões temperadas e tropicais (fig. 6.72).

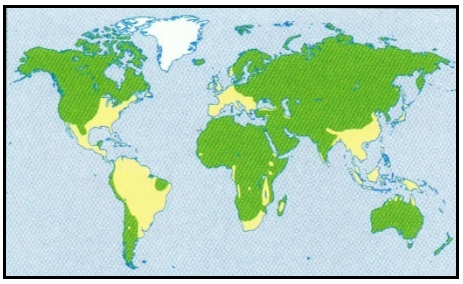


Figura 6.72 – Distribuição geográfica da família Aquifoliaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Ilex* Linné, 1753 (fig. 6.73)

Conhecido vulgarmente como Azevinho, existe na flora portuguesa, embora existam espécies com morfologias diferentes espalhadas pelo globo.



Figura 6.73 - *Ilex aquifolium*. Parque Nacional da Peneda Gerês.

Pólenes tricolporados esferoidais a prolados com exina densa e baculada. Possuem tamanho médio (26-50 μm) (fig. 6.74).

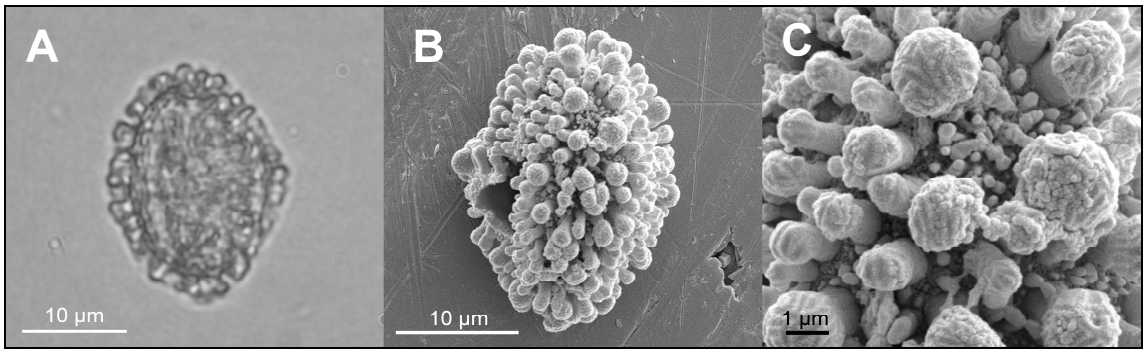


Figura 6.74 – *Ilex* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	7
AS18	5
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 19, 20
BR	15, 31
VFR	2, 3
CAZ	7
OBI	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
RM	13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 34, 36, 46, 47, 51, 52, 54, 55, 57, 62, 64, 67, 70, 71, 73, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 110

Ordem Apiales

Família Araliaceae

Família constituída por árvores e arbustos de tamanho médio, assim como algumas espécies herbáceas. É constituida por 47 géneros e cerca de 1 325 especies (Simpson, 2006). Os mais conhecidos são o Ginseng (*Panax quinquefolia*) e a hera (*Hedera helix*). O Ginseng é usado como planta medicinal, de cujas raízes se obtém um extracto com propriedades estimulantes e afrodisíacas. Existem ainda bastantes espécies cultivadas como plantas ornamentais como *Hedera helix*, *Fatsia* ou *Schefflera*. Tem uma distribuição cosmopolita, vivendo em todos os continentes, especialmente em regiões tropicais (fig. 6.75).

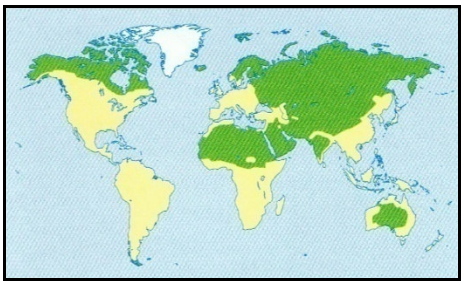


Figura 6.75 – Distribuição geográfica da família Araliaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Principais ocorrências

MON	1, 2, 3, 5, 16, 17, 18, 19
BR	22
VFR	3
OBI	1, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 15, 17, 18
RM	13, 47, 48, 49, 81, 83

Género *Hedera* Linné, 1753 (fig. 6.76)

Plantas trepadeiras de folha perene naturais da Europa Central e Ocidental. O caule pode atingir 30 metros. Esta planta, apesar de se agarrar às árvores, não é uma espécie parasita, uma vez que não se alimenta da seiva das plantas de suporte.



Figura 6.76 - *Hedera helix*.

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), tricolporados, esferoidais, com exina reticulada e semitectada (fig. 6.77).

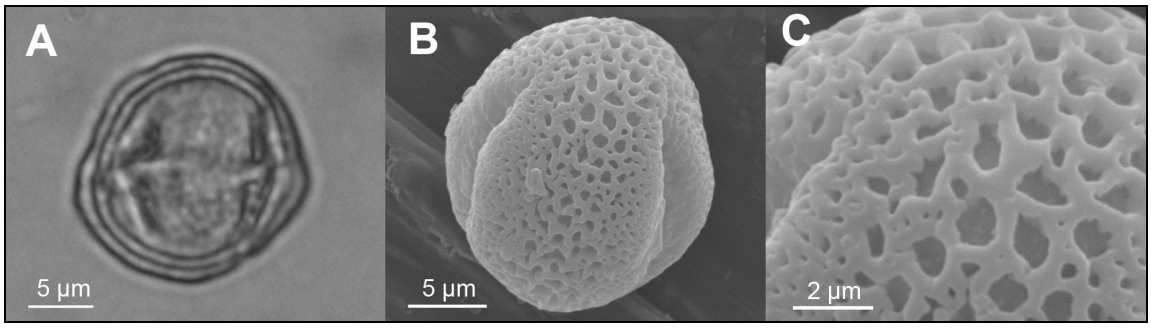


Figura 6.77 – *Hedera* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	2
MON	2, 17, 19
CAZ	6, 7
OBI	5, 10, 20
RM	36, 43, 47, 48, 49, 51, 59, 75, 79, 81, 84, 85, 89, 90, 92, 105
BELV.P	25

Família Apiaceae (Umbelliferae) (fig. 6.78)



Figura 6.78 – *Aegopodium* sp.

A família compreende cerca de 3 540 espécies agrupadas em 446 géneros. Na maioria são plantas herbáceas e raros arbustos (Simpson, 2006). São cosmopolitas mas mais comuns nas regiões temperadas (fig. 6.79). São fonte de alimentos, especiarias e plantas aromáticas. Algumas têm uso ornamental.

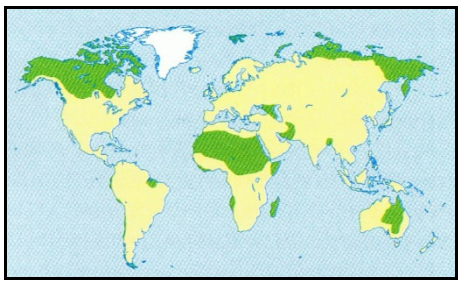


Figura 6.79 – Distribuição geográfica da família Apiacaeae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes elípticos, alongados, de tamanho médio (26-50 μm), tricolporados com ornamentação rugulada-perfurada (fig. 6.80).

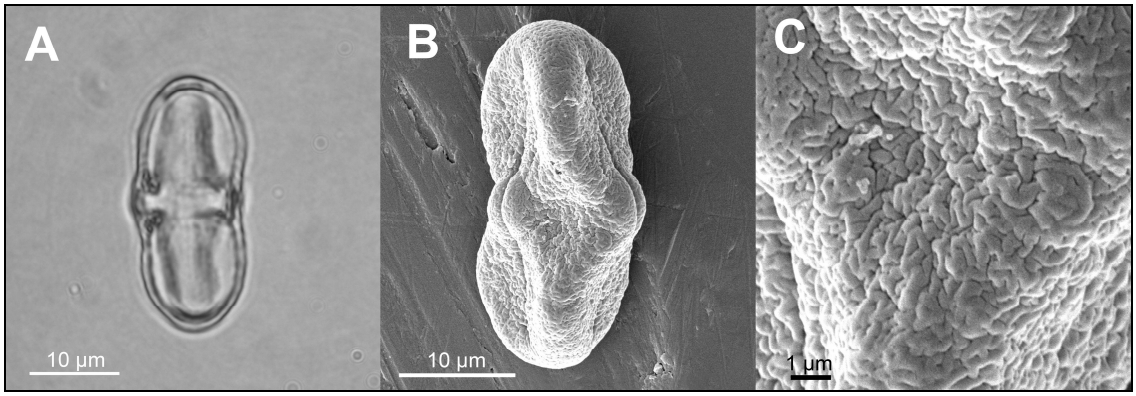


Figura 6.80 – Apiaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2
AS7	7
AS18	3, 5
MON	4, 5
BR	15
CAZ	9
OBI	2, 4, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18
RM	8, 14, 16, 25, 28, 46, 47, 48, 49, 52, 54, 55, 56, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 78, 79, 81, 84, 87, 90, 92, 94, 101, 110, 116
BELV.P	25

Ordem: Asterales

Família Asteraceae (Compositae)

É uma das famílias mais numerosas de angiospérmicas. Compreende cerca de 1 528 géneros e 22 750 espécies (Simpson, 2006).

As Asteraceae incluem ervas, arbustos e árvores, embora, a maioria, sejam plantas herbáceas e arbustivas. A família foi classificada, recentemente, em, pelo menos, dez sub-famílias (Panero & Funk, 2002, *in* Simpson, 2006). Encontra-se repartida por todo o mundo, com a excepção dos territórios antárcticos, está ainda bem representada nas regiões semi-áridas dos trópicos assim como na região mediterrânica (fig. 6.81). Algumas espécies são usadas na alimentação, outras como plantas ornamentais e na indústria.

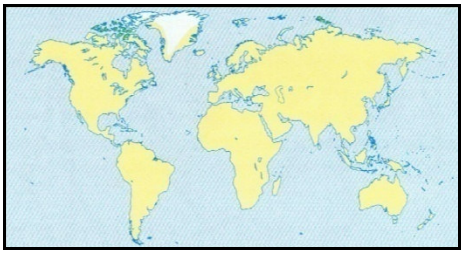


Figura 6.81 – Distribuição geográfica da família Asteraceae (Heywood *et al.*, 2007).

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 5, 6, 7, 8, 9
AS18	1, 3, 4, 5
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 20
BR	1, 13, 15, 17, 19, 23, 25, 31, BRS1, BRS7
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 8
CAZ	4, 6, 7, 8, 9, 10
OBI	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
RM	7, 8, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25
AP	1, 2, 3

Neste trabalho optou-se por não efectuar contagem dos diferentes géneros. Apesar disso, com o auxílio do microscópio electrónico, foram identificados três géneros que se descrevem abaixo.

Género *Centaurea* Linné, 1753

Pólenes tricolporados de tamanho pequeno a médio (10-30 μm) esferoidais, com ornamentação da exina equinada - perfurada e eutectada (fig. 6.82).

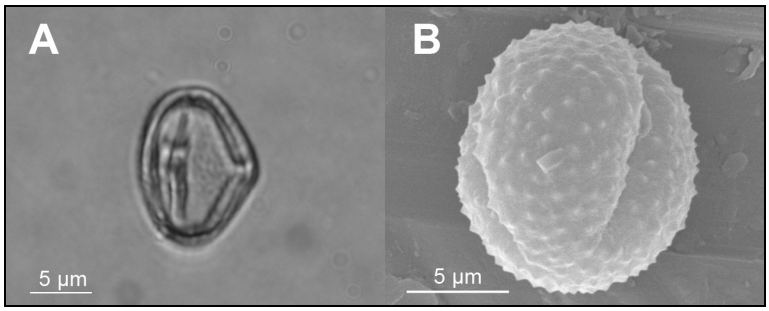


Figura 6.82 – *Centaurea* sp. A - MO; B - MEV.

Género *Lactuca* Linné, 1753

Pólenes tri-zonocolporados, isopolares, com simetria radial; são circulares em vista equatorial e hexagonais em vista polar. Na superfície do grão existem pequenas espinhas distribuídas uniformemente (fig. 6.83).

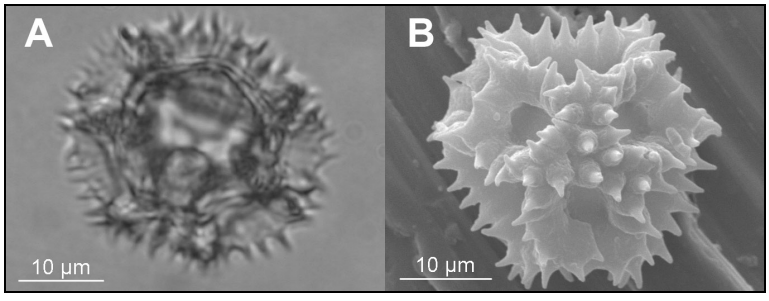


Figura 6.83 – *Lactuca* sp. A - MO; B - MEV.

Género *Picnomon* Adans.

Pólenes tri-zonocolporados, isopolares com simetria radial e em vista equatorial quase circular (fig. 6.84). Tamanho médio a grande (36-53 μm). O tectum tem elevações, semelhantes a espinhos, com cerca de 4 μm, que contactam entre si por "pontes" sem perfurações, formando uma espécie de retículo.

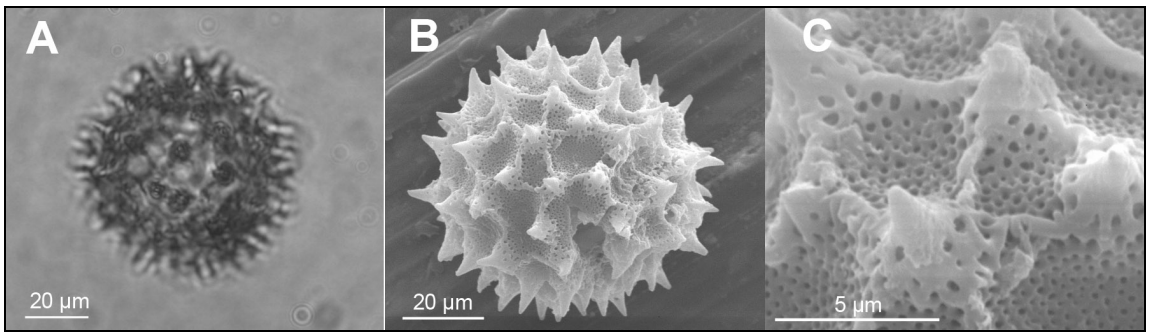


Figura 6.84 – *Picnomon* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Família Campanulaceae

Compreende plantas herbáceas, raramente arbustivas. A maioria das espécies possui flores vistosas, quase sempre de cor azul. Algumas espécies são usadas como plantas ornamentais.

Divide-se em 90 géneros e aproximadamente 2500 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Encontram-se distribuídas essencialmente nas zonas temperadas do Hemisfério Norte e algumas zonas do Hemisfério Sul (fig. 6.85).



Figura 6.85 – Distribuição geográfica da família Campanulaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género Campanula Linné, 1753 (fig. 6.86)



Figura 6.86 – *Campanula rotundifolia.*

Pólenes de tamanho pequeno (10-26 μm) esferoidais, triporados com ornamentação equinada (fig 6.87).

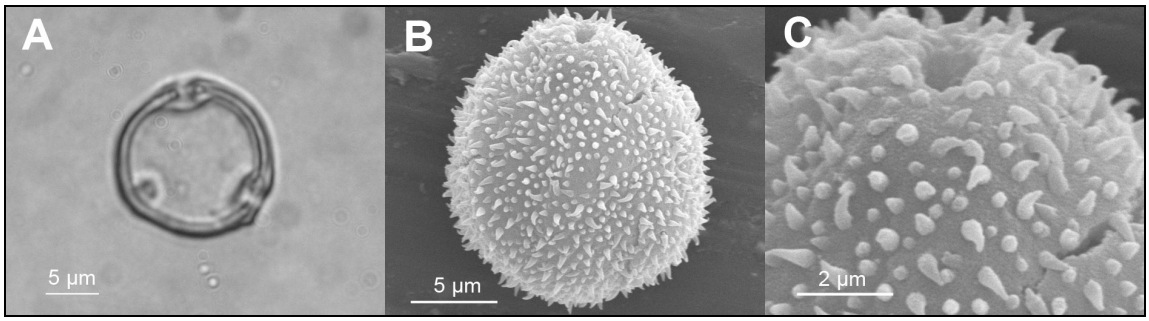


Figura 6.87 – Campanula sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1
BR	BRS1
OBI	3, 18, 23
RM	8, 31, 43, 46, 52, 56, 57, 71, 74, 105, 110

Ordem Fagales

Família Betulaceae

Compreende essencialmente árvores e arbustos distribuídos por 6 géneros e cerca de 110 espécies (Simpson, 2006). É, normalmente, dividida em 2 sub-famílias: Betuloideae, com os géneros *Alnus* e *Betula*; e a sub-família Coryloideae, incluindo *Corylus*, *Carpinus* e *Ostrya*. Encontra-se distribuída, essencialmente, nas florestas temperadas do hemisfério norte, existindo algumas espécies em montanhas tropicais e na América do Sul (fig. 6.88). As espécies arbóreas são fonte de madeira; algumas produzem frutos utilizados na alimentação, como as avelãs (*Corylus*), outras, ainda, são ornamentais.

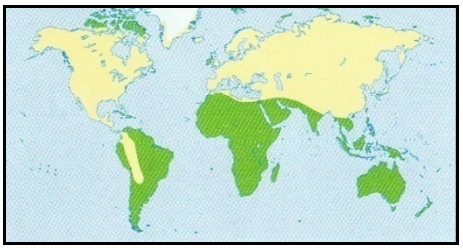


Figura 6.88 – Distribuição geográfica da família Betulaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Alnus* Miller, 1791 (fig. 6.89)

Conta com cerca de 30 espécies distribuídas essencialmente pelo hemisfério norte. São plantas arbóreas de folha decídua. *Alnus glutinosa* é vulgar ao longo dos cursos de água em toda a Europa.



Figura 6.89 – *Alnus* sp.

Pólenes de tamanho médio (26-50 µm), estefanoporados (com quatro, cinco ou seis poros), com contorno poligonal em vista polar; a ornamentação é rugulada-granulada; são eutectados, com *footlayer* contínua e sem endexina. A exina apresenta arcos convexos para o centro do grão, que ligam os poros entre si (fig. 6.90).

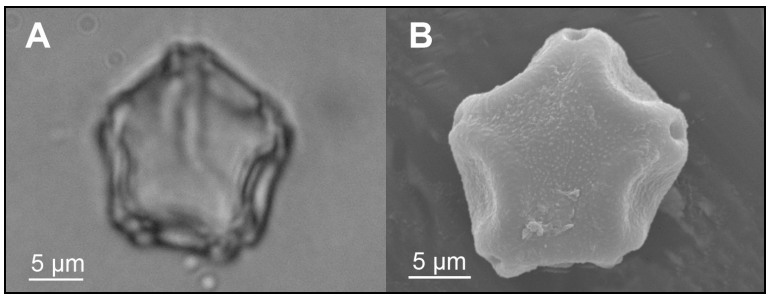


Figura 6.90 – *Alnus* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 7
AS18	1, 2
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
BR	7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 28, 29, 30, 31, 32, BRS1, BRS7
VFR	6, 7, 9
CAZ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
RM	7, 8, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 49, 52, 55, 56, 57, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 75, 78, 79, 81, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 105, 106, 108, 113, 116
BELV.P	25, 32, 33, 35, 40
AP	2

Género *Betula* Linné, 1753 (fig. 6.91)

É constituído por árvores de alguns arbustos de tamanho médio. São características das zonas temperadas do hemisfério norte. Preferem solos bem drenados e relativamente ácidos.



Figura 6.91 – *Betula pubescens.*

Monadas, isopolares, de pequeno tamanho (10-25 µm), esferoidais e tri-zonoporados de ornamentação rugulada a granular. Os pólenes são eutectados com *footlayer* continua e endexina ausente (fig. 6.92).

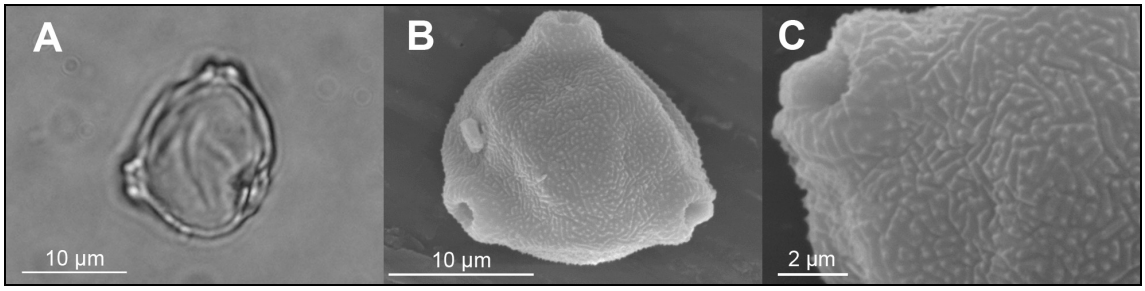


Figura 6.92 – *Betula* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	2, 3
AS7	5, 7
AS18	2
MON	1, 4, 10, 12, 15, 17, 18, 19
VFR	5
CAZ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
OBI	4, 15, 16, 19, 20, 21, 22,23
RM	7, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 31, 34, 46, 47, 52, 54, 56, 64, 67, 69, 70, 71, 84, 85, 89, 90, 92, 94, 101, 103, 105, 106, 110, 113, 116

Género *Carpinus* Linné, 1753 (fig. 6.93)

Árvores de pequeno porte, distribuídas por cerca de 30 a 40 espécies. Possuem folha caduca e habitam nas regiões temperadas do hemisfério norte.



Figura 6.93 - *Carpinus betulus.*

Pólenes de tamanho médio (26-50 µm), esferoidais, com contorno equatorial circular. São tetraporados. A ornamentação é rugulada-microequinada. Eutectados, com *footlayer* contínua e sem endexina (fig. 6.94).

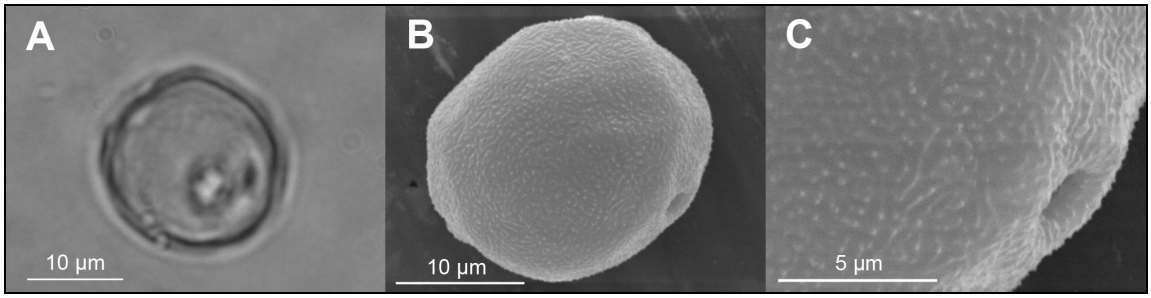


Figura 6.94 – *Carpinus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

MON	4, 8, 15
BR	10, 30,
OBI	5, 7, 14, 15, 18
RM	14, 16, 31, 36, 43, 48, 49, 69, 71, 84, 85, 87, 90, 92, 97, 101, 102, 113

Género *Corylus* Linné, 1753 (fig. 6.95)

Compreende árvores e arbustos nativos das regiões temperadas do hemisfério norte. A espécie mais comum na Europa é *Corylus avellana* (aveleira), que produz as avelãs.



Figura 6.95 – *Corylus* sp.

Pólenes de pequeno tamanho (10- 25 µm), isopolares, esferoidais, tri-zonoporados e com contorno equatorial esferoidal. A ornamentação é rugulada-granulosa, eutectados, com *footlayer* contínua (fig. 6.96).

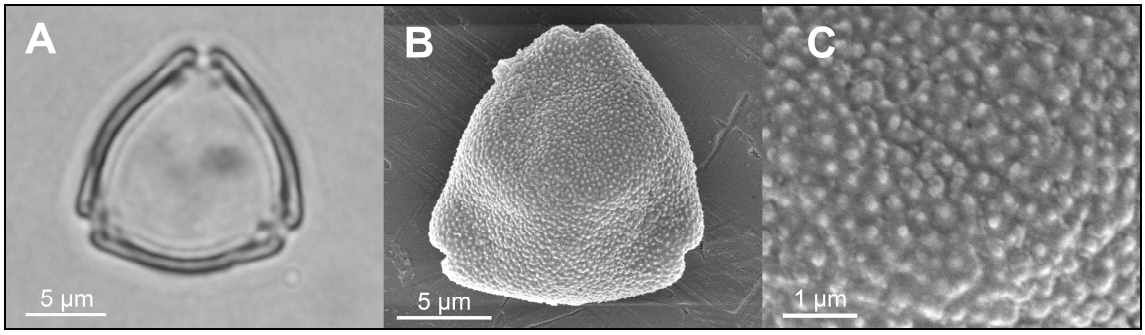


Figura 6.96 – *Corylus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

AS7	7
AS18	1, 2, 3
MON	2, 5, 9,16, 19, 20
BR	BRS7
CAZ	7
OBI	3, 9, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 23
RM	13, 14, 18, 21, 23, 25, 34, 43, 47, 54, 55, 56, 67, 69, 70, 71, 78, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 102, 103, 105, 110, 113
BELV.P	25, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 37, 40, 42, 44, 52, 55, 56, 68
AP	1, 2, 3

Género *Ostrya* (fig. 6.97)

Inclui oito a dez espécies de árvores de folha caduca. É nativo do sul da Europa, Ásia e da América do Norte e Central.



Figura 6.97 – *Ostrya carpinifolia.*

Pólenes de pequeno tamanho (10-25 μm), esferoidais, isopolares e triporados (fig. 6.98).

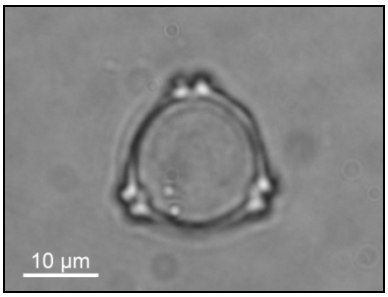


Figura 6.98 – *Ostrya* sp. Vista ao MO.

Principais ocorrências

MON	1
OBI	1, 12, 15, 17, 19
RM	16, 39, 51, 54, 69, 70, 71, 84, 85, 90, 91, 101

Família Fagaceae

Importante família de árvores e alguns arbustos, com 8 géneros distribuídos por 700 espécies (Simpson, 2006). Estão presentes em regiões temperadas e algumas tropicais, muitas vezes como espécies dominantes (fig. 6.99). São usadas como fonte de madeira (*Quercus*, *Fagus* e *Nothofagus*), como frutos comestíveis (*Castanea*) ou como plantas ornamentais.

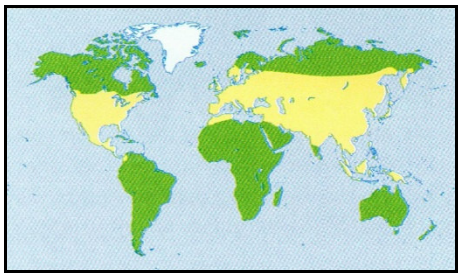


Figura 6.99 – Distribuição geográfica da família Fagaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Principais ocorrências

AS7	1, 2, 4, 5, 7, 8
MON	4, 5, 7, 10, 11, 12, 14, 16, 17, 18, 19
BR	1, 3, 4, 8, 9, 10, , 15, 16, 17, 18, 22, 23, 29, 31
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
CAZ	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
OBI	22
RM	18, 74

Género *Castanea* Miller, 1754 (fig. 6.100)

Género de plantas arbóreas que habitam solos ácidos. Possuem folha caduca e produzem madeiras de óptima qualidade. Na actualidade ocorrem em Portugal essencialmente na zona norte e centro, nas encostas e vales de zonas montanhosas.



Figura 6.100 - *Castanea sativa*. Paredes de Coura.

Pólenes de pequeno tamanho (10-25 μm), isopolares, prolados; elípticos em vista equatorial, circulares em vista polar. Tri-zonocolporados com ectoaberturas tipo colpo terminais. A ornamentação é rugulada-estriada com microperfurações (fig. 6.101).

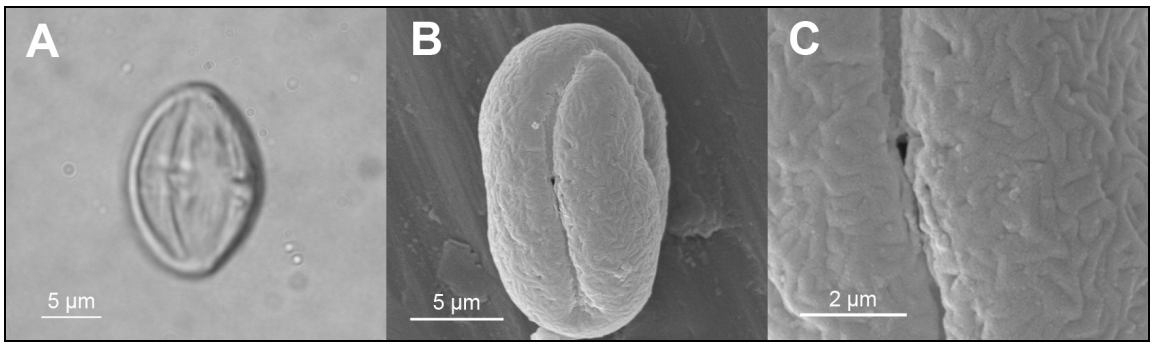


Figura 6.101 – *Castanea* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	2, 6, 7
AS18	2, 3, 4
MON	4, 16
BR	15, 21, 28
VFR	3
OBI	1, 2, 5,7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20
RM	8, 14, 16, 23, 31, 34, 43, 47, 49, 51, 52, 54, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 79, 81, 84, 85, 87, 89, 90, 94, 103, 105, 110, 113
AP	2

Género *Fagus* Linné, 1753 (fig. 6. 102)



Figura 6.102 - *Fagus sylvatica.*

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), tricolporados, esferoidais, com contorno quase circular em vista equatorial. A ornamentação é rugulada-perfurada (fig. 6.103).

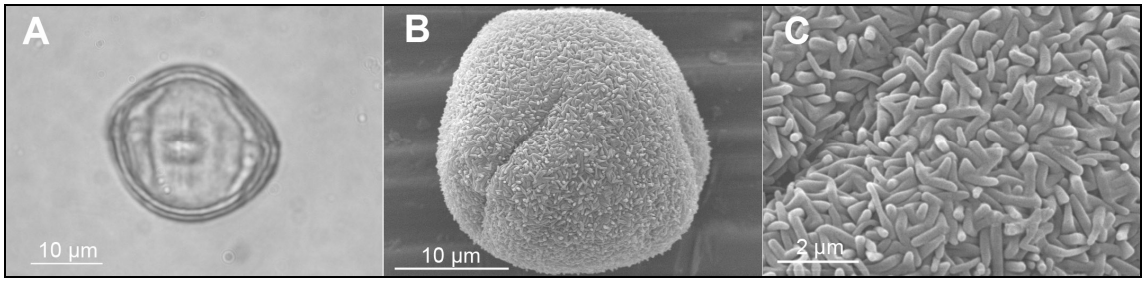


Figura 6.103 – *Fagus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

AS18	4
RM	23, 34, 52, 69, 73, 78, 85, 90, 94, 101, 108, 113

Género *Quercus* Linné, 1753 (fig. 6.104)

Na actualidade, este grupo de plantas arbóreas encontra-se bem representado na flora portuguesa. Algumas são de folha perene (ex: *Quercus coccifera*), outras são de folha caduca (ex: *Quercus robur*).



Figura 6.104 - *Quercus robur*. Ponte de Lima.

Pólenes de tamanho médio (26-50 µm), tricolpados ou tricolporados, isopolares, esferoidais, elípticos em vista equatorial. São eutectados, com *footlayer* descontinua e endexina compacta. A ornamentação varia de granulosa a verrucosa (fig. 6.105). No presente trabalho foram encontrados diferentes tipos de *Quercus* mas, dada a semelhança morfológica e ornamental, não foi feita a distinção entre espécies.

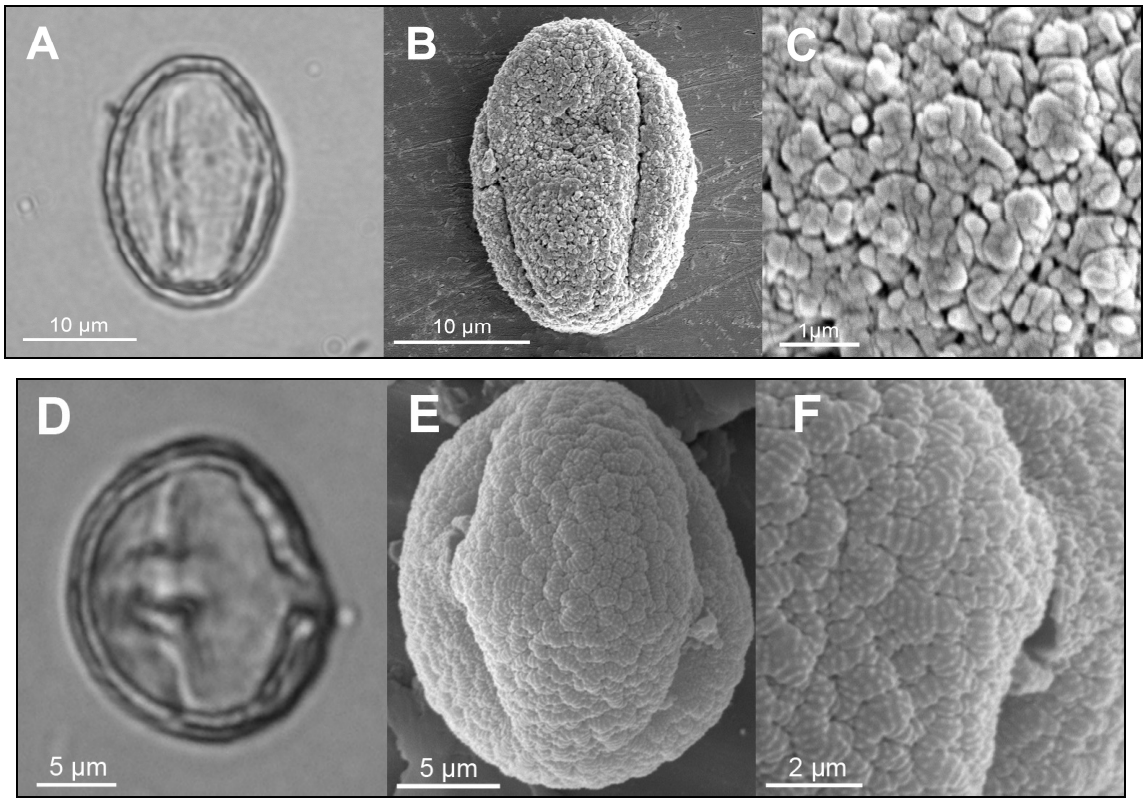


Figura 6.105 – *Quercus* sp. A e D - MO; B e E - MEV; C e F - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
AS18	1, 2, 3, 4, 5, 6
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
BR	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30, 31, 32, BRS1
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
CAZ	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
RM	13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 26, 27, 31, 32, 33, 35, 40, 42, 52, 55, 56, 68
AP	1, 2, 3

Género *Trigonobalanopsis* (género extinto) **Mai, 1970**

Grupo de plantas arbóreas bastante comuns nas florestas subtropicais que viveram na Europa durante o óptimo climático no Oligocénico e Miocénico (Kvaček & Walther, 1988). Segundo Cavallo & Martinetto (1996), *Trigonobalanopsis* sobreviveu no sul da Europa até ao óptimo climático do início do Pliocénico. Este facto está bem documentado em Itália (Martinetto, 1996).

Pólenes de tamanho pequeno a médio, tricolpados, elípticos em vista equatorial. A ornamentação é estriada com microperfurações (fig. 6.106).

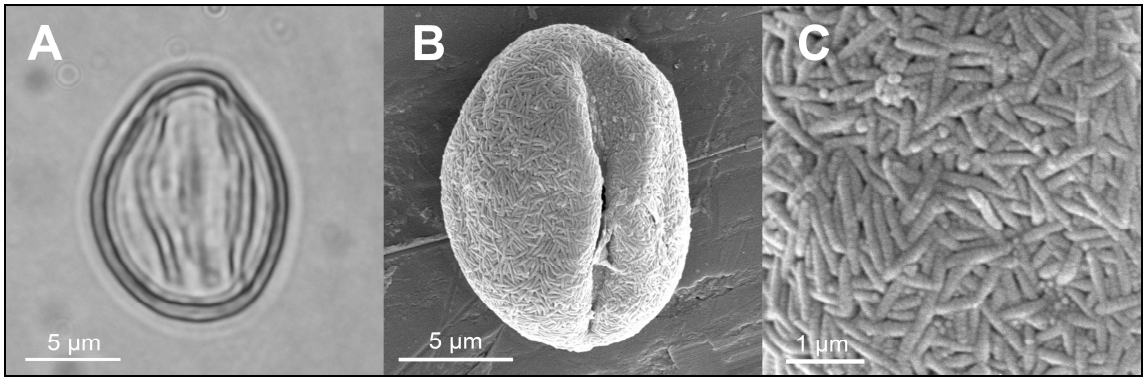


Figura 6.106 – *Trigonobalanopsis* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	49, 51, 64, 69, 70, 71, 79, 81, 83, 92, 101, 102, 103, 113

Família Juglandaceae

Pequena família de árvores caducifólias, que inclui a conhecida nogueira. A família compreende 8 géneros e umas 60 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Ocorre em regiões subtropicais e temperadas, estendendo-se até à Índia e Indonésia e América do Sul (fig. 6.107). Algumas espécies são utilizadas na alimentação, na produção de madeira e como plantas ornamentais.

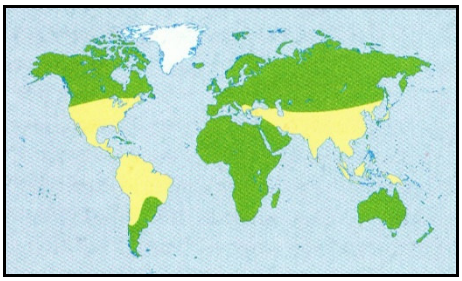


Figura 6.107 – Distribuição geográfica da família Juglandaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Carya* Nutall, 1818 (fig. 6.108)



Figura 6.108 - *Carya texana.*

Pólenes triporados, isopolares, arredondados e com tamanho médio (26-50 μm). A exina é fina e a ornamentação micro-equinada (fig. 6.109).

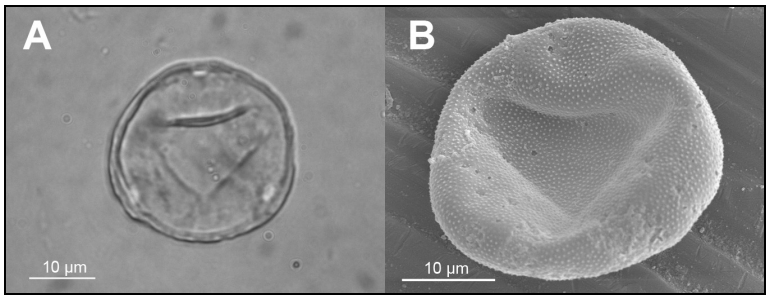


Figura 6.109 – *Carya* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
MON	1, 2, 4, 17
BR	1, 16, 22, BRS7
OBI	1, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 18, 19, 22
RM	16, 23, 25, 43, 46, 49, 51, 52, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 69, 71, 73, 74, 78, 79, 83, 84, 85, 87, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 108, 110, 113, 116

Género *Engelhardia* Leschen, 1825 (fig. 6.110)


http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/18/Engelhardtia_spicata_Blanco2.387.jpg/250px-Engelhardtia_spicata_Blanco2.387.jpg

Figura 6.110 - *Engelhardtia spicata.*

Pólenes de pequeno tamanho (10-25 µm), com contorno subtriangular, lados convexos e vértices arredondados. Possui poros estreitos e pouco profundos. A exina é finamente pontuada, característica das Juglandaceae (fig. 6.111).

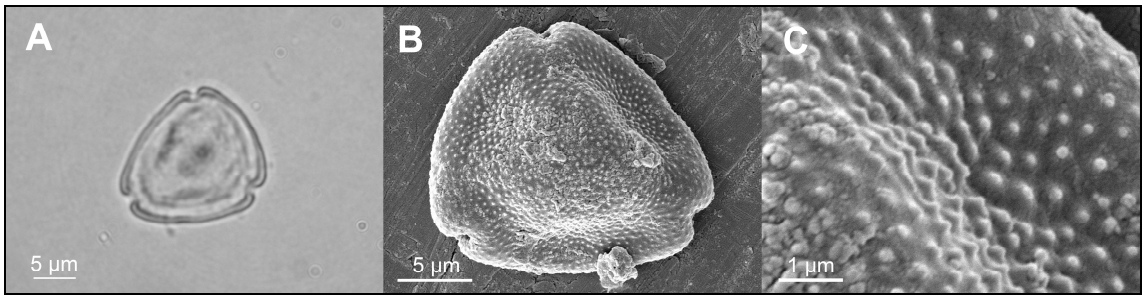


Figura 6.111 – *Engelhardia* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 4, 5, 7, 8
AS18	1, 2, 3, 4, 5
MON	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 20
BR	15, 21, 30, BRS1, BRS7
VFR	3, 5,
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
RM	13, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	32, 35
AP	2, 3

Género *Juglans* Linné, 1753 (fig. 6.112)



Figura 6.112 - *Juglans regia.* Braga.

Pólenes periporados, heteropolares, oblados, de tamanho médio (26-50 µm) e com ornamentação micro-equinada (fig. 6.113).

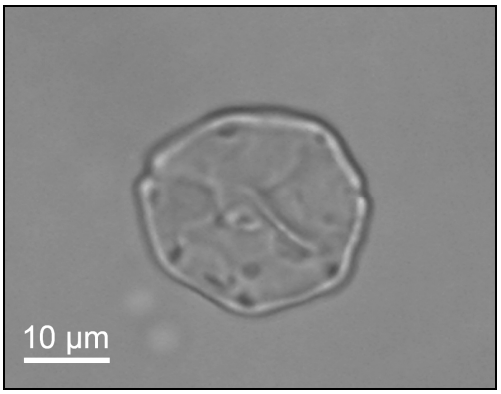


Figura 6.113 – *Juglans* sp. Vista ao MO.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
MON	1, 2, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 19
BR	3, 5, 7, 10, 11, 15, 16, 19, 22, 27, 29, 31, 32, BRS7
VFR	3,
CAZ	1, 6, 9
OBI	1, 7, 8, 9, 14, 18, 19, 23
RM	16, 21, 23, , 34, 36, 43, 46, 47, 48, 52, 54, 57, 62, 67, 71, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 108, 113, 116
BELV.P	56, 68
AP	2, 3

Género *Pterocarya* Kunth, 1824 (fig. 6.114)



Figura 6.114 – *Pterocarya fraxinifolia.*

Pólenes de tamanho médio (26-50 µm), com contorno hexagonal, periporados, com exina fina e pontuada. Os poros encontram-se em posição equatorial (fig. 6. 115).

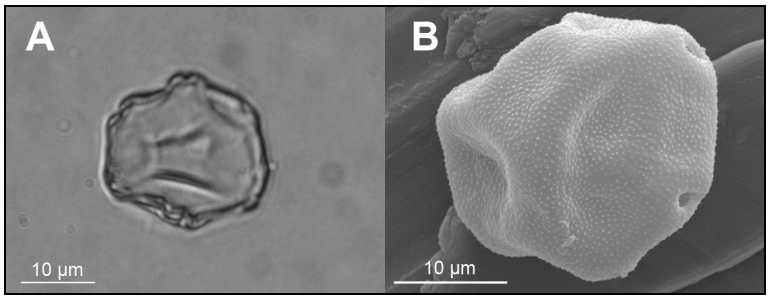


Figura 6.115 – *Juglans* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 3
AS7	8
AS18	1
MON	4, 5, 19
BR	7, 8, 9, 10, 14, 15, 16, 18, 21, 22, 28, 30, 31,BRS1, BRS7
VFR	6, 8
CAZ	6, 7, 8, 10
OBI	2, 4, 7, 14, 15, 16, 20, 21, 22
RM	14, 16, 21, 23, 36, 47, 52, 69, 75, 92, 101, 108, 116
BELV.P	25
AP	3

Género Platycarya Siebold & Zuccarini, 1843 (fig. 6.116)

É nativo do este asiático, China, Coreia e Japão. Árvores de folha decídua que podem atingir os 15 metros de altura.


http://www.aiapagoeta.com/uploads/especies/g_especie1383_2.jpg

Figura 6.116 - *Platycarya strobilaceae.*

Pólenes de tamanho pequeno (10-20 μm), triporados, com sulcos na exina característicos do género (fig. 6.117).

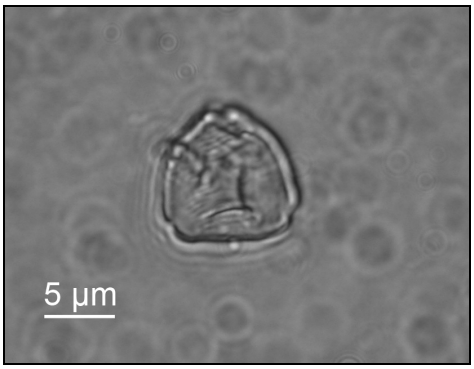


Figura 6.117 – *Platycarya* sp. Vista ao MO.

Principais ocorrências

SPT	3
OBI	1, 8
RM	46, 49, 51, 55, 69, 74, 75, 81, 101, 105

Família Myricaceae

Família de árvores e arbustos com 3-4 géneros e cerca de 60 espécies (Heywood *et al.*, 2007). São cosmopolitas, excepto nas regiões temperadas quentes do "velho mundo" e Austrália (fig. 6.118). Alguns frutos destas plantas são usados no fabrico de ceras.

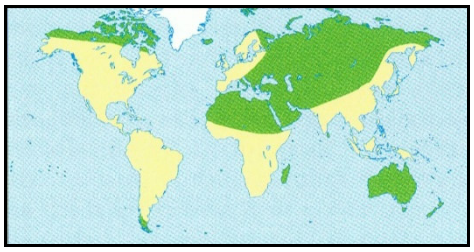


Figura 6.118 – Distribuição geográfica da família Myricaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Myrica* Linné, 1753 (fig. 6.119)



Figura 6.119 - *Myrica faya.*

Pólenes de tamanho pequeno a médio (10-25 μm) com contorno equatorial subtriangular com lados convexos. A ornamentação é granulosa (fig. 6.120).

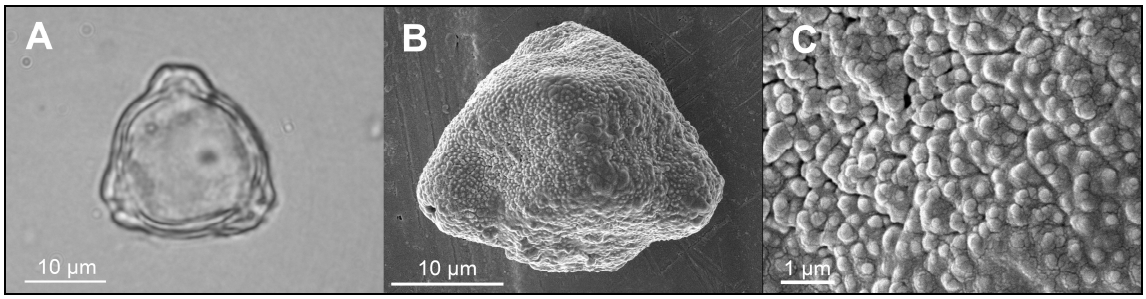


Figura 6.120 – *Myrica* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
AS18	1, 2, 4, 6
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20
BR	1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 20, 22, 23, 25, 28, 31
VFR	3, 5, 8
CAZ	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
RM	7, 8, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 31, 32, 33, 35, 40, 44, 52, 56, 68
AP	2

Ordem Caryophyllales

Família Amaranthaceae (Chenopodiaceae)

É constituída, essencialmente, por plantas herbáceas, mas inclui alguns arbustos e raras árvores. Compreende cerca de 174 géneros e 2050 espécies (Simpson, 2006). Está largamente distribuída por todo o globo, com grande difusão em desertos salinos, estuários, regiões alcalinas, regiões tropicais e em algumas regiões temperadas (fig. 6.121). São cultivadas, essencialmente, como plantas decorativas; algumas espécies são utilizadas na alimentação (beterraba - *Beta vulgaris*) e os espinafres - *Spinacea oleracea*).

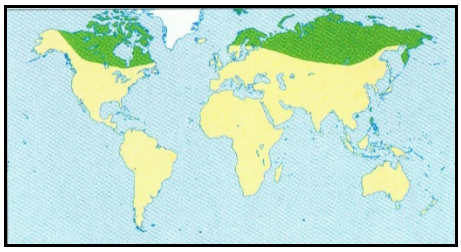


Figura 6.121 – Distribuição geográfica da família Amaranthaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes periporados, esféricos e de pequena a média dimensão (15-30 μm). Possuem superfície micro-granulada a micro-equinada (fig. 6.122).

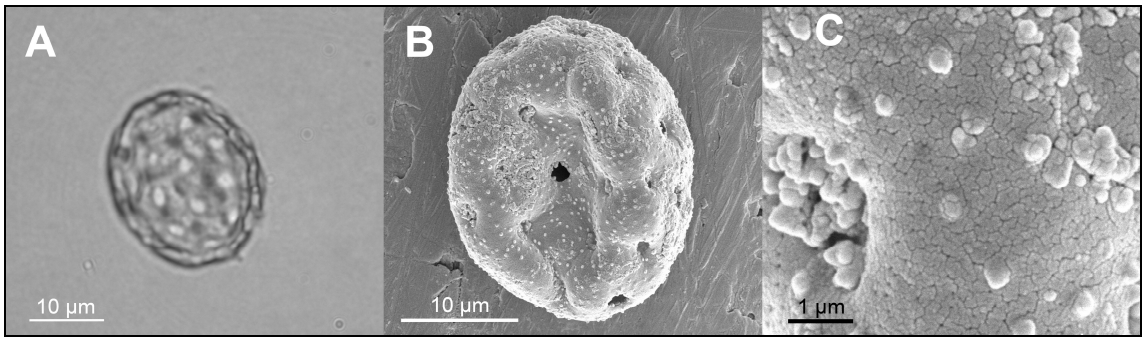


Figura 6.122 – Amaranthaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	2
AS7	1, 2, 8, 9
AS18	1, 4, 5
MON	8, 15
BR	1, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 28,31
VFR	2, 3, 5, 8
CAZ	2, 10

OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
RM	8, 13, 16, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 49, 52, 54, 55, 56, 57, 62, 64, 67, 69, 70, 73, 74, 75, 85, 90, 92, 94, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 26, 35, 37, 68
AP	1, 2, 3

Família Caryophyllaceae

Família constituída, essencialmente, por plantas herbáceas, sendo raros os arbustos ou as espécies arbóreas. Inclui 87 géneros e cerca de 2300 espécies (Simpson, 2006). As plantas habitam, preferencialmente, lugares abertos e solos ricos, secos e salinos (Sitte *et al.*, 1994). Encontra-se amplamente distribuída por todas as regiões temperadas do globo, especialmente no hemisfério norte e ainda na região do mediterrâneo (fig. 6.123). Alguns géneros, como *Dianthus*, são cultivados como plantas ornamentais.

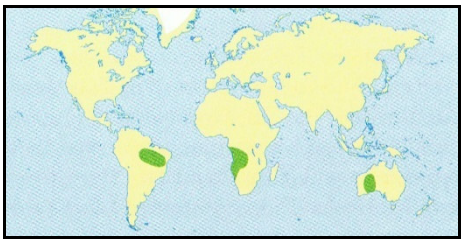


Figura 6.123 – Distribuição geográfica da família Caryophyllaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes periporados, com aberturas tipo poro, tamanho médio (26-50 µm) e contorno circular; a exina é relativamente espessa e ornamentação micro-equinada. A superfície é, às vezes, micro-perfurada com pequenas verrugas. Distinguem-se das Amaranthaceae por possuírem exina mais espessa e geralmente maior tamanho (fig. 6.124).

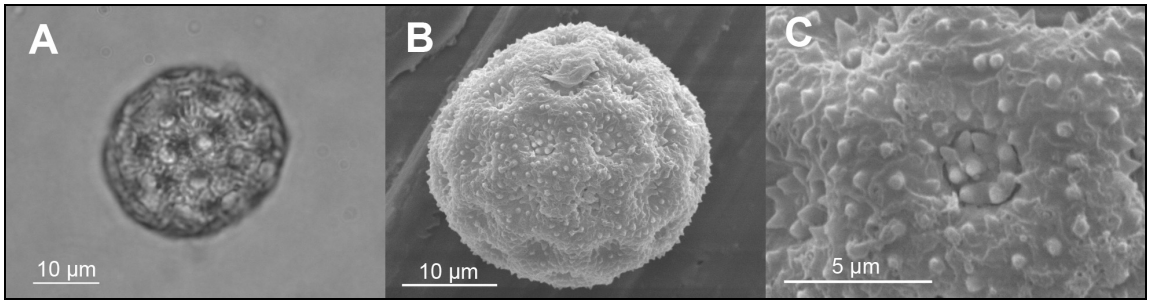


Figura 6.124 – Caryophylaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2
MON	4, 7, 10, 12, 19
BR	20
VFR	2, 3
CAZ	6, 10
OBI	7, 15, 16, 17, 21, 22
RM	13, 14, 36, 52, 97
AP	3

Família Plumbaginaceae

Família de ervas anuais ou perenes, arbustos e algumas plantas trepadoras. Compreende 25 géneros e cerca de 840 espécies (Heywood *et al.*, 2007). É cosmopolita, mas encontra-se essencialmente em biótopos áridos ou salinos (fig. 6. 125). Muitas plantas são cultivadas como plantas ornamentais (alfazema – fig. 6.126), outras são usadas em medicina.

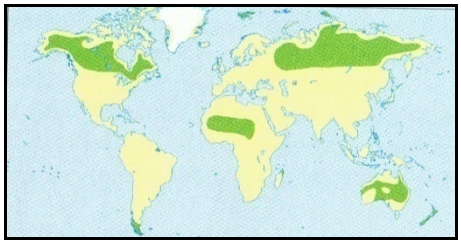


Figura 6.125 – Distribuição geográfica da família Plumbaginaceae (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.126 - *Lavandula angustifolia.*

Pólenes de tamanho grande (51-100 μm), tricolpados, com ornamentação reticulada podendo possuir pequenos báculos isolados. A exina é espessa. (fig. 6.127).

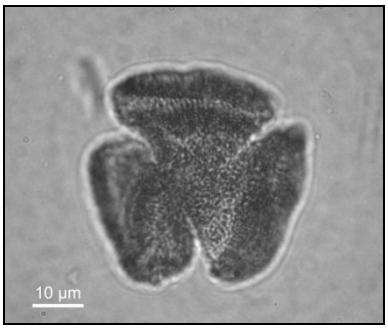


Figura 6.127 – Plumbaginaceae. Vista ao MO.

Principais ocorrências

AS7	7
AS18	1
MON	11
VFR	4, 3
OBI	16, 22
RM	7

Família Polygonaceae

Família constituída por plantas herbáceas, arbustos e mais raramente lianas e árvores. Distribui-se por cerca de 1 100 espécies agrupadas em 46 géneros (Simpson, 2006). Encontra-se em várias zonas do globo, embora se concentre nas regiões temperadas do Hemisfério Norte (fig. 6.128).



Figura 6.128 – Distribuição geográfica da família Polygonaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Rumex* Linné, 1753 (fig. 6.129)

Grupo de plantas herbáceas muito comuns no Hemisfério Norte.



Figura 6.129 - *Rumex acetosa.*

Pólenes tri-zonotricolporados, isopolares, de tamanho médio (26-50 μm), oblados e circulares em vista equatorial. Possuem ornamentação micro-equinada e perfurada (fig. 6.130).

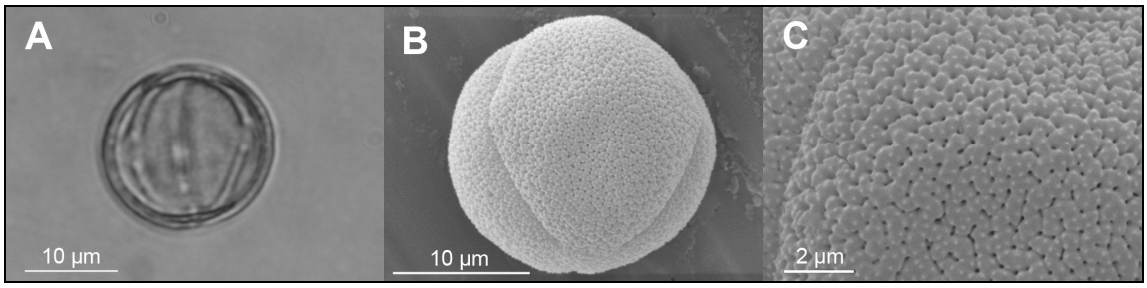


Figura 6.130 – Fotografia do pólen. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

VFR	3
OBI	7
RM	47, 67, 81

Ordem Saxifragales

Família Cercidiphyllaceae

Pequena família de árvores representada actualmente apenas por um género (*Cercidiphyllum)* com duas espécies. *Cercidiphyllum japonicum*, pode chegar aos 45 m de altura sendo umas das maiores árvores da Ásia. A outra espécie, *Cercidiphyllum magnificum,* é muito mais pequena e atinge, no máximo, 10 m de altura (Heywood et al., 2007; Simpson, 2006). Usa-se para madeira e como planta ornamental. No passado esta família teve grande distribuição, actualmente é nativa da China e do Japão (fig. 6.131).



Figura 6.131 – Distribuição geográfica da família Cercidiphyllaceae (Heywood *et al*., 2007).

Género *Cercidiphyllum* Siebold & Zucc. (fig. 6.132)



Figura 6.132 – *Cercidiphyllum sp.*

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), oblados e de ornamentação perfurada-granulada (fig. 6.133).

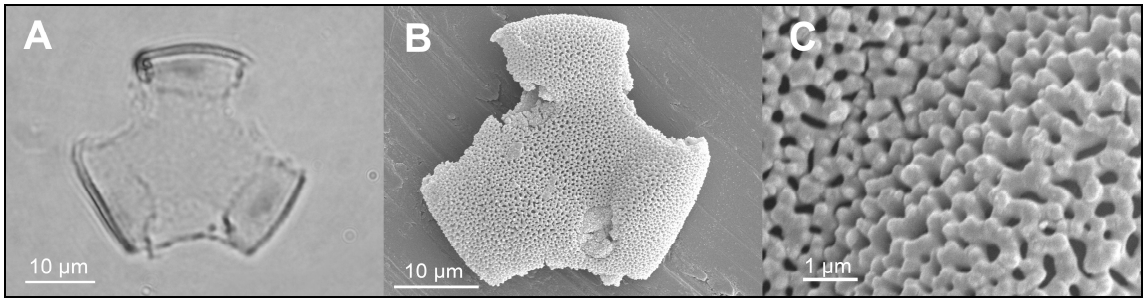


Figura 6.133 – *Cercidiphylum* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	2
RM	56, 69, 70, 85, 105, 108

Família Haloragaceae

Família constituída por espécies aquáticas ou terrestres. Inclui pequenas plantas de água doce como *Myriophyllum*, até plantas robustas da margem de bosques. Estão distribuídas por 8 géneros e 150 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Encontra-se distribuída em zonas temperadas e subtropicais, principalmente no hemisfério sul (fig.6.134).

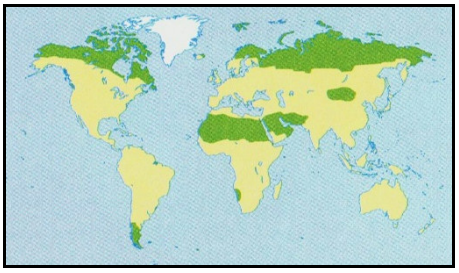


Figura 6.134 – Distribuição geográfica da família Haloragaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Myriophyllum* (fig. 6.135)



Figura 6.135 - *Myriophyllum aquaticum*.

Pólenes de pequeno tamanho (10-25 μm), tetraporados, esferoidais, com simetria radial. A ornamentação é granulosa-perfurada (fig. 6.136).

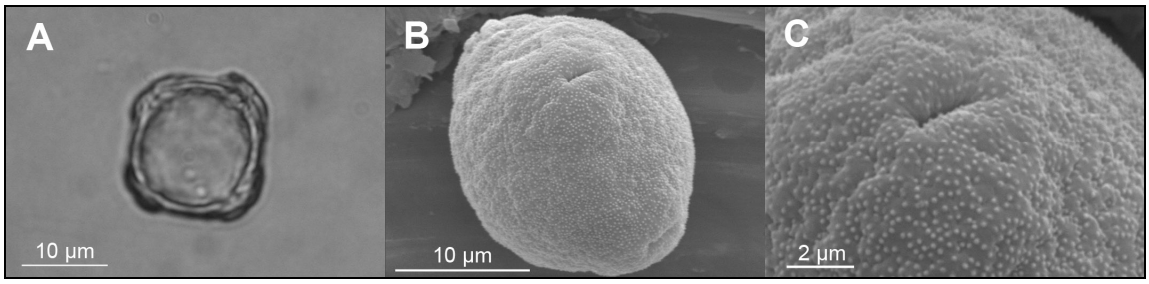


Figura 6.136 – *Myriophyllum* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	2
RM	14, 28, 48, 73

Família Hamamelidaceae

Família constituída por 30 géneros e cerca de 102 espécies de plantas arbustivas e arbóreas (Heywood *et al.*, 2007). Possui distribuição muito descontínua em regiões temperadas e subtropicais (fig. 6.137). É fonte de madeira, resinas aromáticas, e são usadas em perfumaria, farmacologia e como plantas ornamentais.

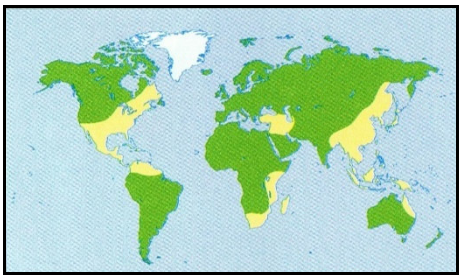


Figura 6.137 – Distribuição geográfica da família Hamamelidaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Liquidambar* Linné, 1753 (fig. 6.138)

Actualmente encontra-se distribuído pela América do Norte e Este e Oeste da Ásia (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.138 – *Liquidambar* sp.

Pólenes periporados com poros de grandes dimensões, forma esferoidal, tamanho médio (26-50 μm). Exina granulosa com pequenas perfurações (fig. 6.139).

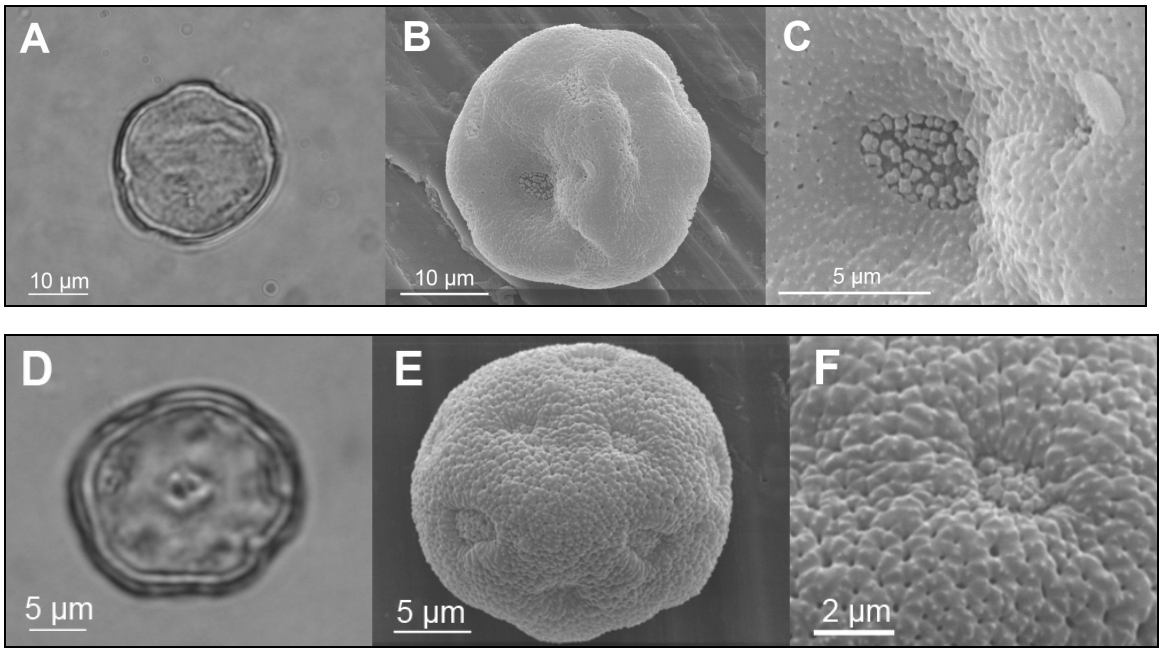


Figura 6.139 – *Liquidambar* sp. A e D - MO; B e E - MEV; C e F - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2
MON	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10,11, 12, 15
VFR	1, 3
OBI	8, 11, 16, 17, 18
RM	13, 14, 28, 36, 39, 54, 62, 64, 67, 69,70, 71, 74, 75, 78, 81, 83, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	35
AP	2, 3

Ordem Malvales

Família Cistaceae

Família constituída por arbustos de tamanho médio e algumas espécies herbáceas. Preferem locais secos e com boa exposição solar. Inclui 8 géneros e cerca de 175 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Vivem, essencialmente, nas regiões temperadas do hemisfério norte, especialmente no mediterrâneo, algumas espécies ocorrem na América do Sul (fig. 6.140). Têm uso como plantas ornamentais e como produtoras de resinas aromáticas usadas em medicina e em perfumaria.



Figura 6.140 – Distribuição geográfica da família Cistaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Principais ocorrências

SPT	1, 2
AS7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
AS18	1, 2, 3, 4, 5
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20
BR	1, 2, 15, 16, 18, 30, 31, 32
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 7
CAZ	1, 3, 5, 6, 7, 8,
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22
RM	7, 8, 13, 14, 16, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 26, 32, 40
AP	2, 3

Género *Cistus* Linné, 1753 (fig. 6.141)



Figura 6.141 - Flor de *Cistus* sp. Algarve.

Pólenes tri-zonocolporados, isopolares, com simetria radial. Têm tamanho médio (26-50 μm), a superfície é reticulada com lúmenes de contorno irregular (fig. 6.142).

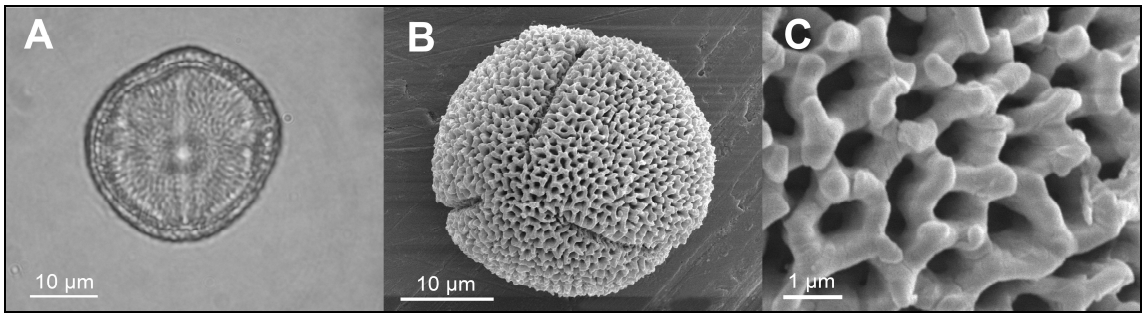


Figura 6.142 – *Cistus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	23, 34, 52, 56, 92

Género cf. *Halimium* Spach (fig. 6.143)



Figura 6.143 – *Halimium lasianthum.*

Pólenes tri-zonocolporados, de tamanho médio (26-50 µm), isopolares, com simetria radial; elíptico em vista equatorial e circular em vista polar; Possui superfície reticulada-estriada com lúmenes de contorno irregular e muros lisos (fig. 6.144).

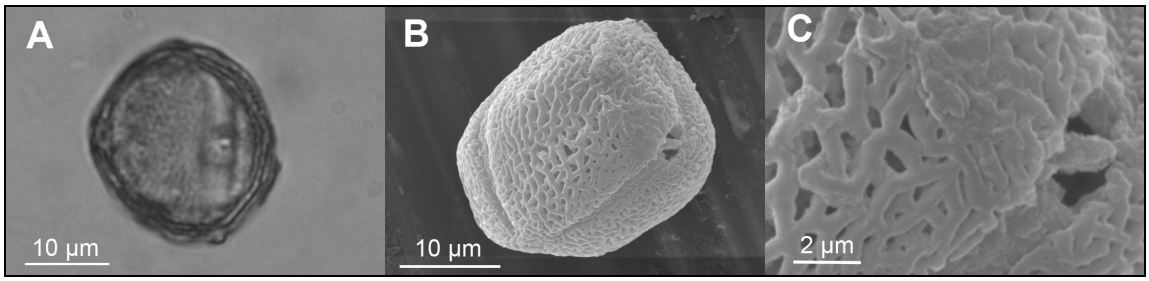


Figura 6.144 – *Halimium* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

OBI	4, 12

Género cf. *Helianthemum* Linné, 1753 (fig. 6.145)



Figura 6.145 – *Helianthemum* sp.

Pólenes tri-zonocolporados, isopolares**,** com tamanho médio (26-50 µm) e com simetria radial; a superfície é estriada com muros delgados, próximos, entrecruzando-se, formando uma ornamentação rugulada (fig. 6.146).

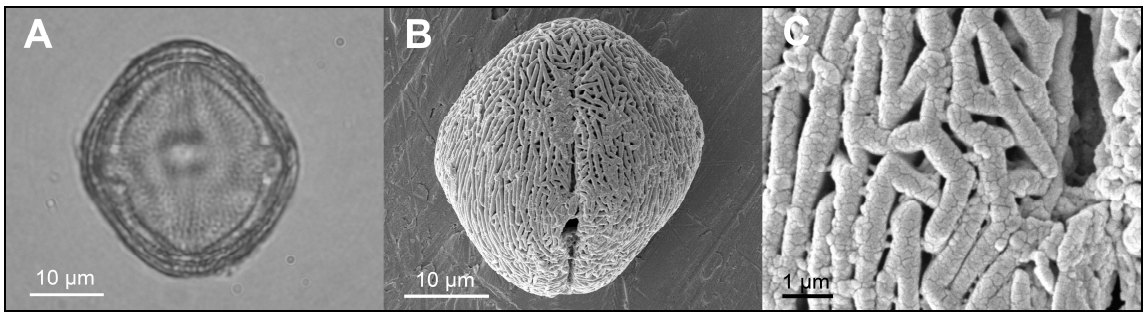


Figura 6.146 – *Helianthemum* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

OBI	4, 14

Família Malvaceae *s. l.*

A família, com as recentes classificações genéticas, passou a englobar famílias anteriores, como as Bombaceae, Sterculiaceae e Tiliaceae (Simpson, 2006). Compreende árvores, arbustos e ervas distribuídas por cerca de 250 géneros e 4 230 espécies. Preferem viver em zonas tropicais (fig. 6.146). Uso como plantas medicinais, fonte de madeira e fibras, usos alimentar e ornamental.

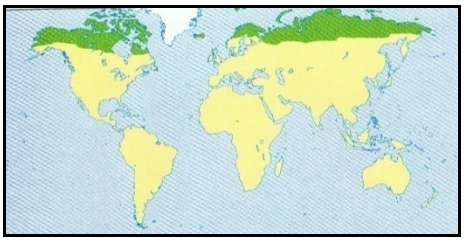


Figura 6.146 – Distribuição geográfica da família Malvaceae (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.147 – *Malva sylvestris.*

Pólenes esferoidais, de tamanho grande (51-100 μm), porados e com ornamentação equinada (fig. 6.148).

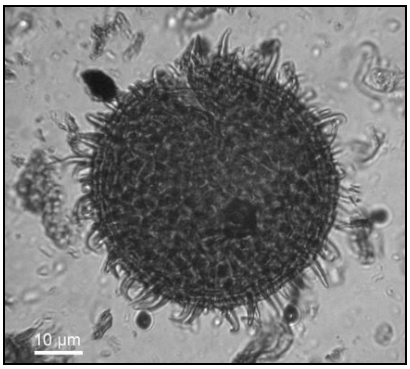


Figura 6.148 – Malvaceae. Vista ao MO.

Principais ocorrências

AS18	5

Subfamília Tilioideae

Esta subfamília é composta por árvores e arbustos de regiões temperadas e tropicais (fig. 6.149); compreende 3 géneros e cerca de 45 espécies (Heywood *et al.*, 2007). No presente trabalho foram identificados os 3 géneros: *Tilia*, *Mortoniodendron* e *Craigia*.

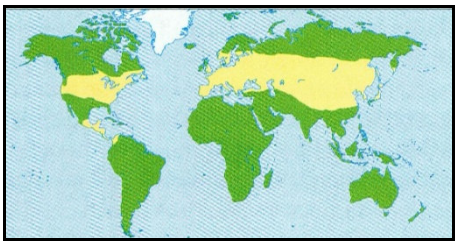


Figura 6.149 – Distribuição geográfica da subfamília Tilioideae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Craigia* Smith & Evans, 1921 (fig. 6.150)

Está representado por duas espécies, *Craigia yunnanensis* e *Craigia kwangsiensis*, que sobrevivem no norte do Vietname e sul da China. São pequenas árvores com folhagem decídua que podem atingir os 12 m de altura, vivendo a altitudes entre os 1000 e os 1500 m sob clima subtropical (Kvacek, 2007).



Figura 6.150 - *Craigia yunnanensis.*

Pólenes de pequeno tamanho (10-25 μm), tricolpados com ornamentação microreticulada (fig. 6.151).

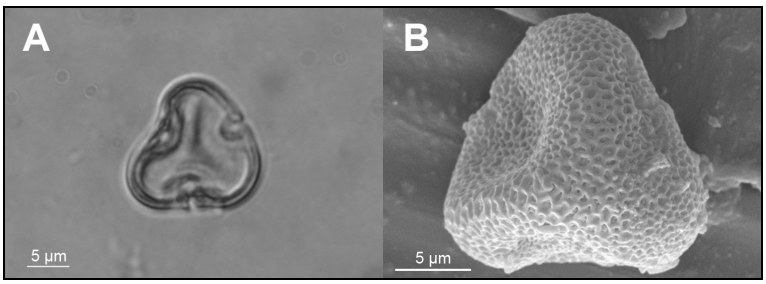


Figura 6.151 – *Craigia* sp. A - MO; B - MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	48, 49, 57, 74, 113, 116

Género ***Mortoniodendron*** (fig. 6.152)

Grupo de plantas arbóreas que habita, actualmente, zonas tropicais da América Central desde o México ao Norte da Colômbia.



Figura 6.152 - *Mortoniodendron anisophyllum*.

Pólenes de pequeno tamanho (10-25 μm), ovais a sub-triangulares em vista polar, tricolpados, com ornamentação microreticulada. O reticulo é relativamente fechado e regular (fig. 6.153).

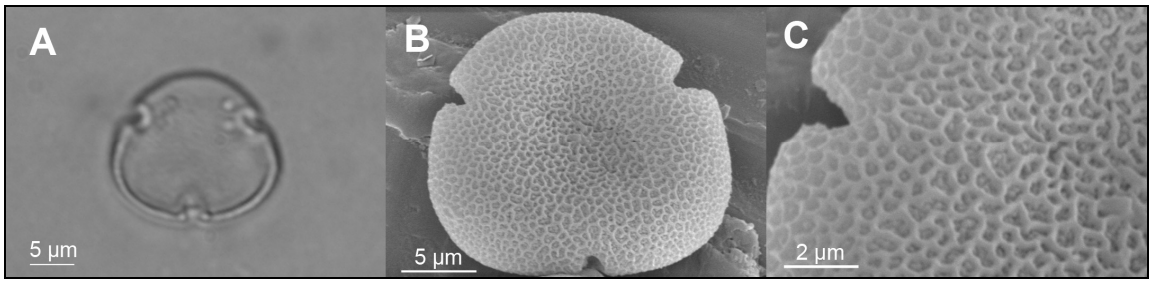


Figura 6.153 – *Mortoniodendron* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	52, 64, 85, 92

Género *Tilia* Linné, 1753 (fig. 6.154)

Grupo de árvores de folha caduca com grande porte. São nativas das zonas temperadas do Hemisfério Norte e Ásia (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.154 – *Tilia cordata*. Braga.

Pólenes de tamanho médio (26-50 µm), oblados, tricolpados, com colpos curtos. A ornamentação é microreticulada-perfurada (fig. 6.155).

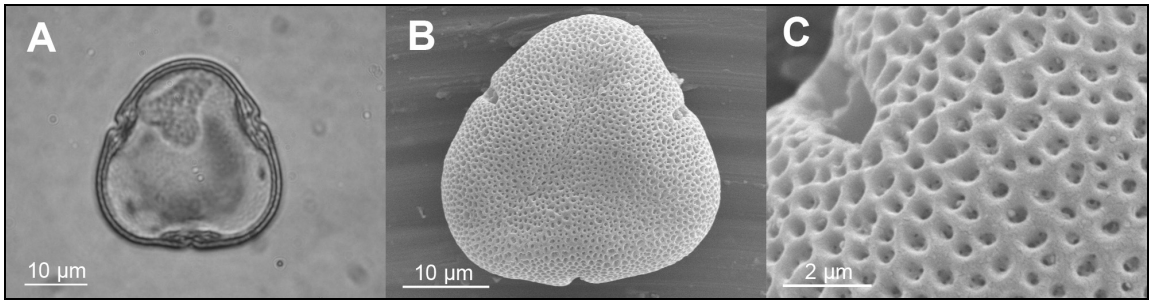


Figura 6.155 – *Tilia* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1
AS7	1, 2, 7, 8
AS18	2
BR	19
VFR	1, 3, 5
CAZ	6, 7
OBI	2, 8, 9, 12, 16, 17, 19, 21
RM	14, 16, 21, 25, 36, 39, 46, 48, 52, 70, 71, 94, 101
AP	1

Ordem Cornales

Família Cornaceae

Família constituída por plantas arbóreas, arbustivas e raras ervas. Pertencem a esta família 13 géneros e cerca de 120 espécies. Recentemente, as Nyssaceae foram incluídas nesta família (Simpson, 2006). Vivem, principalmente, nas regiões temperadas do hemisfério norte, todavia, algumas formas são tropicais e subtropicais (fig. 6.156). São cultivadas como plantas ornamentais e usadas na alimentação e produção de madeiras.

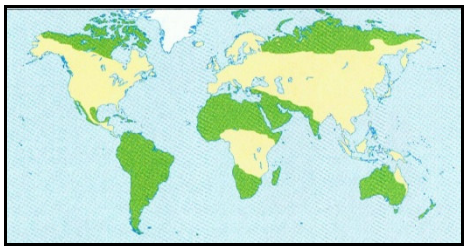


Figura 6.156 – Distribuição geográfica da família Cornaceae (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.157 – *Cornus sanguinea.*

Pólenes de tamanho pequeno a médio (10-25 μm), tricolporados, isopolares com ornamentação granulada-perfurada (fig. 6.158).

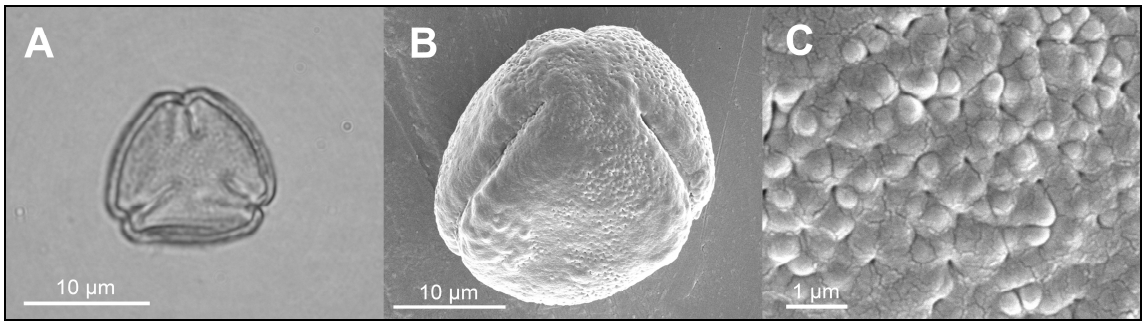


Figura 6.158 – Cornaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

MON	17
OBI	1, 4, 17, 21
RM	13, 16, 28, 39, 46, 47, 52, 54, 57, 62, 64, 70, 71, 73, 83, 87, 89, 90, 113

Género *Nyssa* Linné, 1753 (fig. 6.159)

Inclui 8 espécies na América do Norte e no este Asiático tropical (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.159 – *Nyssa* sp.

Pólenes tricoporados de tamanho médio (26-50 µm), quase esféricos em vista equatorial; possuem poros circulares e exina finamente pontuada (fig. 6.160).

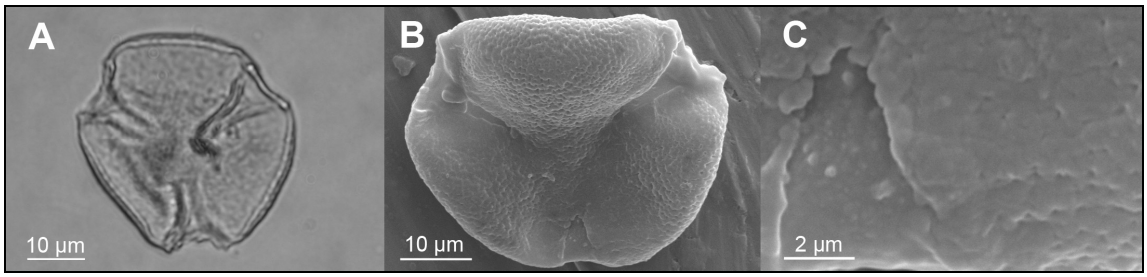


Figura 6.160 – *Nyssa* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
MON	1
BR	15, BRS.1
VFR	2
OBI	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 17, 19
RM	34, 36, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 84, 85, 87, 90, 92, 97, 101, 102, 103, 105, 113, 116

Família Mastixiaceae

Família de plantas arbóreas e resinosas que se distribuem actualmente nas zonas tropicais e subtropicais do sudoeste Asiático. Segundo Matthew (1976 *in* Eder *et al.*, 2001), encontram-se, preferencialmente, em locais bastante húmidos, como margens de rios (constituído a vegetação ripícola) assim como em zonas pantanosas. Compreende 2 géneros, *Mastixia* e *Diplopanax* (Eyde & Xiang, 1990). Os representantes deste grupo de plantas, extinguiu-se na Europa Central no Miocénico Superior (Ševčík *et al.*, 2007).

Alguns autores consideram este grupo de angiospérmicas como uma sub-Família da família Cornaceae - Mastixioideae (Matthew, 1976, 1977; Takhtajan, 1980; Eyde, 1988 *in* Stockey, 1998), outros, como uma família distinta pertencente à ordem Cornales (Takhtajan, 1987 e Mai, 1993 *in* Stockey, 1998). No presente trabalho optou-se por tratar este grupo como família distinta.

Principais ocorrências

SPT	2
RM	52, 92

Género Cf. *Diplopanax* Handel-Mazzetti, 1933.

Pólenes tricolporados de tamanho grande (51-100 μm). Possuem colpos fundos e rugulas na superfície da exina (fig. 6.161).

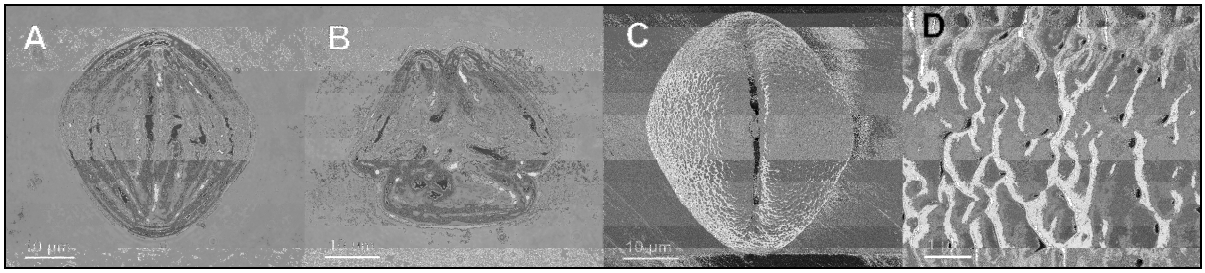


Figura 6.161 – *Diplopanax* sp. A - MO – vista equatortial; B - MO – vista polar; C - MEV; D - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	52, 55, 56, 57, 62, 71, 79, 85, 90, 92, 97, 110

Ordem Solanales

Família Convolvulaceae

Esta família inclui plantas herbáceas e arbustivas e raras arbóreas. Algumas espécies são parasitas. É constituída por 56 géneros divididos por 1600 espécies (Simpson, 2006). É quase cosmopolita, estando representada nas regiões temperadas e tropicais (fig. 6.162). Usam-se como plantas ornamentais, em medicina e ainda na alimentação (batata doce).

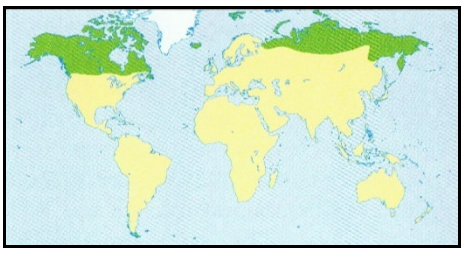


Figura 6.162 – Distribuição geográfica da família Convolvulaceae (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.163 - *Convolvulus arvensis.*

Pólenes de tamanho médio a grande (25-60 μm), esferoidais, tricolpados e com ornamentação reticulada-perfurada; são eutectados, e têm *footlayer* continua e endexina esponjosa (fig. 6.164).

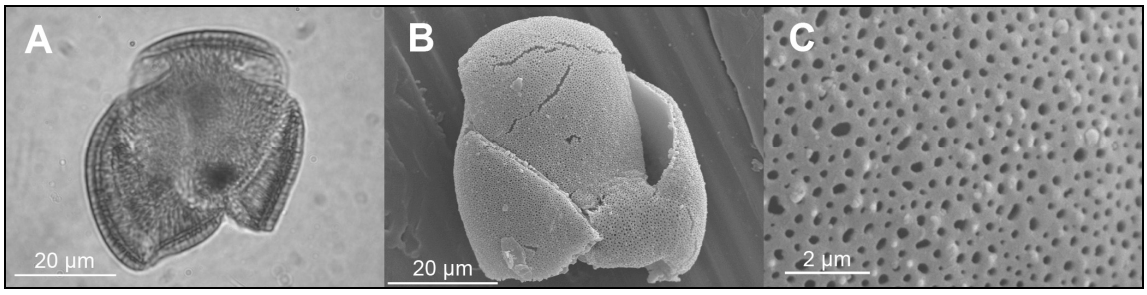


Figura 6.164 – Convolvulaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	3
MON	19
BR	BRS.1, BRS.7
OBI	9, 20
RM	34, 56, 73, 85, 97, 110
AP	1

Família Cf. Solanaceae

Compreende cerca de 90 géneros distribuídos por mais de 2000-3000 espécies de hervas, arbustos, árvores e lianas (Heywood *et al.*, 2007). A sua distribuição geográfica é alargada, mas a maioria das espécies encontra-se em zonas de clima tropical e subtropical (fig. 6.165).

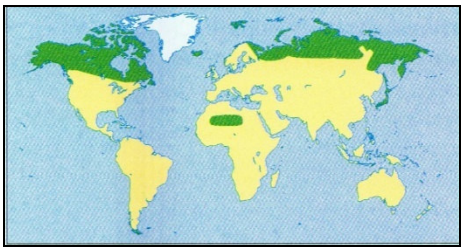


Figura 6.165 – Distribuição geográfica da família Solanaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), tricolporados, esferoidais com ornamentação microequinada-perfurada (fig. 6.166).

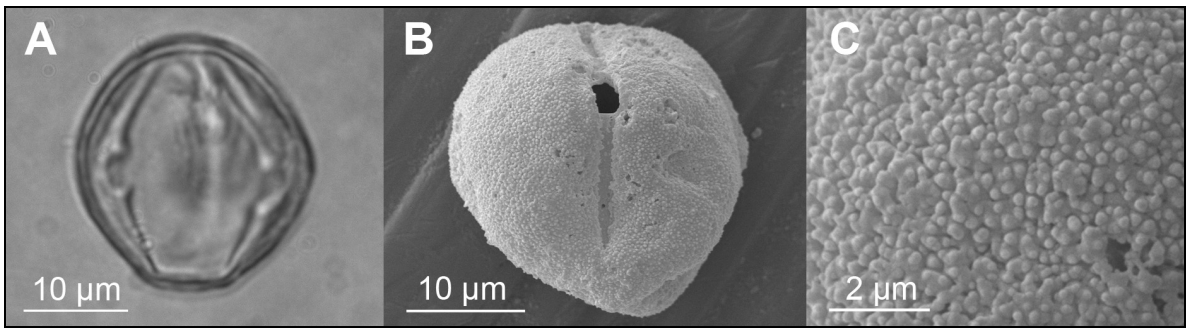


Figura 6.166 – Solanaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	46

Ordem Ericales

Família Ericaceae

Família numerosa, com 106 géneros e aproximadamente 3355 espécies (Simpson, 2006). Predominam as plantas arbustivas com algumas formas arbóreas. São cosmopolitas, com grandes concentrações nos Himalaias, Nova Guiné e Sul de África (fig. 6.167). Muitas espécies são utilizadas como plantas ornamentais, como os conhecidos Rododendros; algumas produzem frutos comestíveis (medronheiros) e, ainda outras, são utilizadas como fonte de madeira.

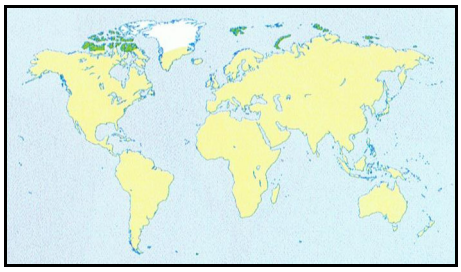


Figura 6.167 – Distribuição geográfica da família Ericaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Tétradas de tamanho variável, esferoidais e tricolporadas. A exina é relativamente lisa a levemente granulosa (fig. 6.168).

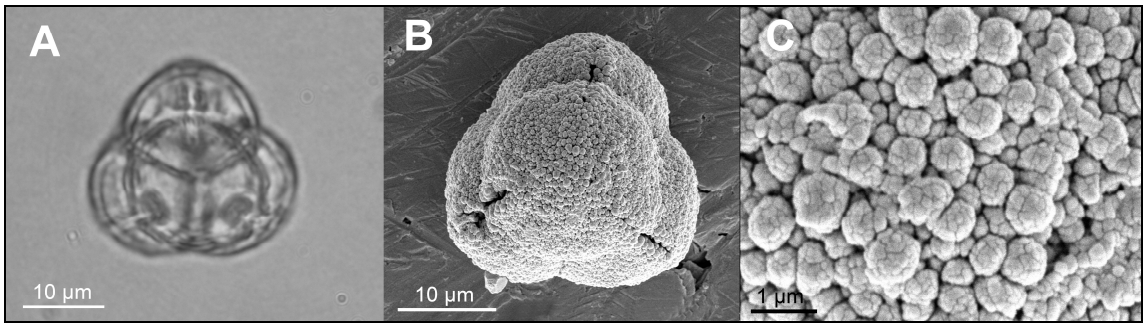


Figura 6.168 – Ericaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

No presente trabalho encontraram-se grãos de pólen de diferentes tipos, mas apenas foram identificados três géneros dada a semelhança estrutural entre eles.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
AS18	1, 2, 3, 4, 5, 6
MON	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,15, 16, 17, 18, 19, 20
BR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11,12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, BRS.1, BRS.7
VFR	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
CAZ	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
OBI	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
RM	8, 13, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 32, 33, 35, 37, 40, 42, 44, 56, 68
AP	1, 2, 3

Género *Arbutus* Linné, 1753 (fig. 6.169)



Figura 6.169 – *Arbutus unedo*. Gerês

Pólenes em tétradas regulares, tri-zonocolporados de tamanho médio (26-50 µm) e com superfície psilado-ponteada (fig. 6.170).

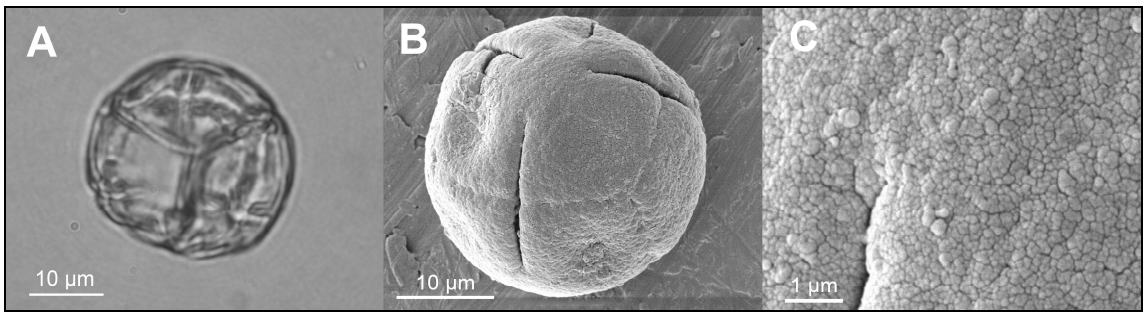


Figura 6.170 – *Arbutus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	36, 43

Género *Empetrum* Linné, 1753 (fig. 6.171)



Figura 6.171 - *Empetrum nigrum.*

Pólenes em tétradas, tri-zonocolporados de tamanho médio (26-50 µm) e com superfície granulosa (fig. 6.172).

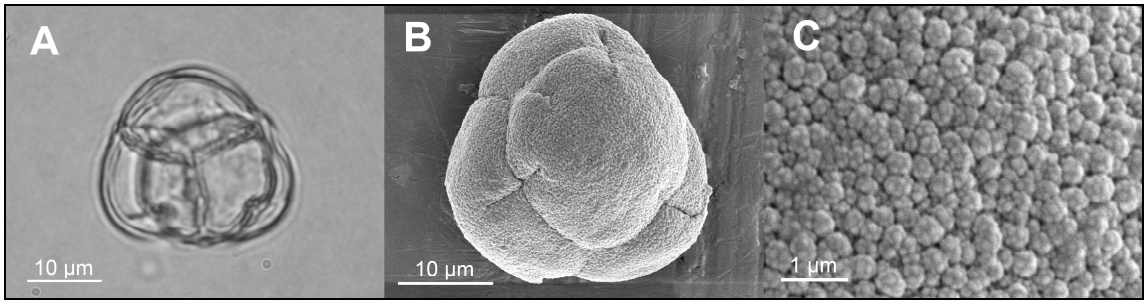


Figura 6.172 – Fotografia do pólen. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências:

RM	70

Género *Erica* Linné, 1753 (fig. 6.173)



Figura 6.173 - *Erica umbellata.*

Pólenes em tétradas, tri-zonocolporados, de tamanho médio (26-50 µm). A ornamentação é rugulada, com microgranulos densamente dispersos sobre as rugulas (fig. 6.174).

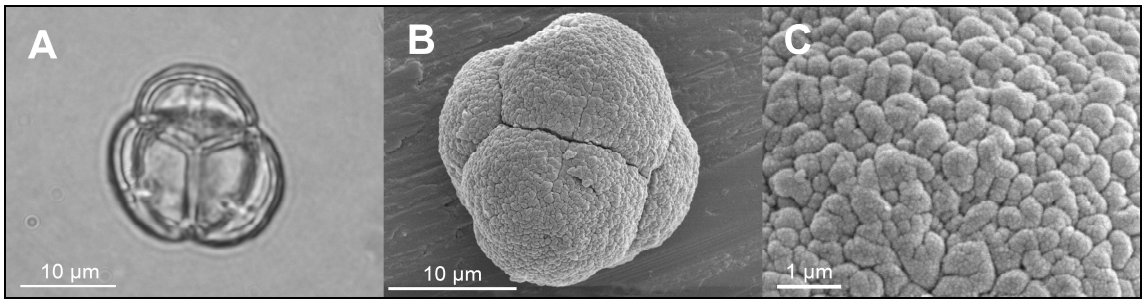


Figura 6.174 – *Erica* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	23, 70

Família Sapotaceae

Família de árvores tropicais; compreende entre 35 e 75 géneros e umas 800 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Têm distribuição essencialmente tropical (fig. 6.175) e são usadas como fonte de madeira, produção de frutos comestíveis e de sementes oleaginosas.

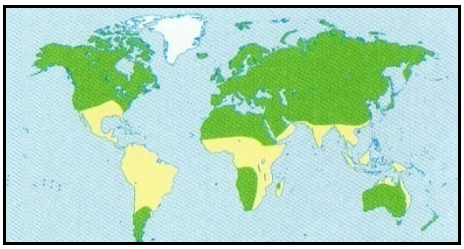


Figura 6.175 – Distribuição geográfica da família Sapotaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes geralmente tetracolporados, de tamanho médio (26-50 μm), em vista equatorial ligeiramente elípticos. Possuem colpos lisos com espessamento a nível dos poros e ornamentação granular (fig. 6.176).

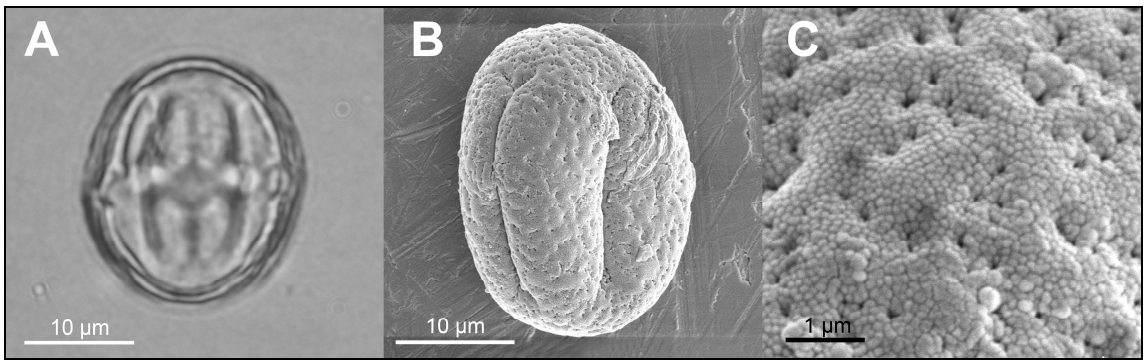


Figura 6.176 – *Sapotaceae.* A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2
BR	BRS.1
OBI	1, 4, 6, 8, 20
RM	47, 48, 51, 52, 57, 62, 64, 67, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 83, 85, 87, 89, 90, 92, 103, 108, 110, 113, 116

Género *Manilkara* (fig. 6.177)

Grupo de árvores de médio a grande porte que compreendem 80 espécies distribuídas pela América tropical, África, Madagascar e Ásia (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.177 - *Manilkara* sp.

Pólenes tetracolporados, de tamanho médio (26-50 μm), esferoidais, ligeiramente elípticos em vista equatorial. A ornamentação é granular, com estrias com orientação vertical (fig. 6.178).

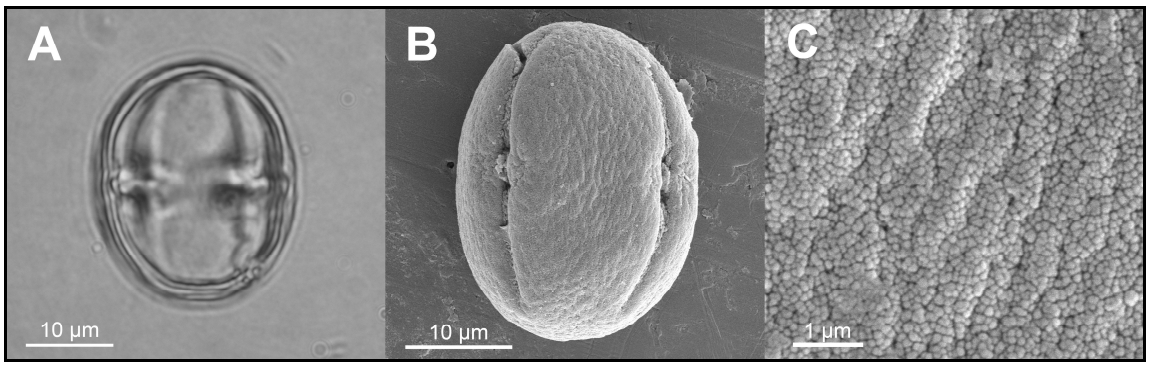


Figura 6.178 – *Manilkara* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	70, 83

Género Cf. *Sideroxylon* Linné, 1753 (fig. 6.179)

Compreende 75 espécies de árvores distribuidas pela América tropical, África, Madagascar e Ásia (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.179 – *Sideroxylon lanuginosum*

Pólenes tetracolporados, de tamanho médio (26-50 µm), esferoidais, elípticos e alongados em vista equatorial. A ornamentação é finamente rugulada-estriada com microperfurações (fig. 6.180).

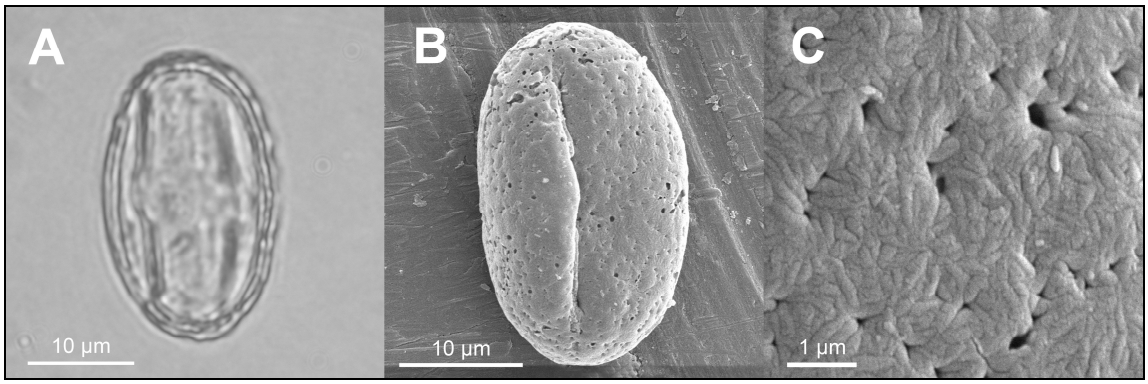


Figura 6.180 – *Sideroxylon* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	52, 89

Família Primulaceae (Myrsinaceae)

Compreende plantas herbáceas representadas por 21 géneros e cerca de 900 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Pode encontrar-se em todos os continentes, embora a maioria das espécies se distribua pelas zonas temperadas (fig. 6.181). Alguns membros desta família são ornamentais.



Figura 6.181 – Distribuição geográfica da família Primulaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Principais ocorrências

BR	BRS.1
RM	73, 75

Género *Anagallis* Linné, 1753 (fig. 6.182)



Figura 6.182 - *Anagallis arvensis*.

Pólenes esferoidais, de tamanho médio (26-50 μm), tricolporados e com ornamentação micro-reticulada (fig. 6.183).

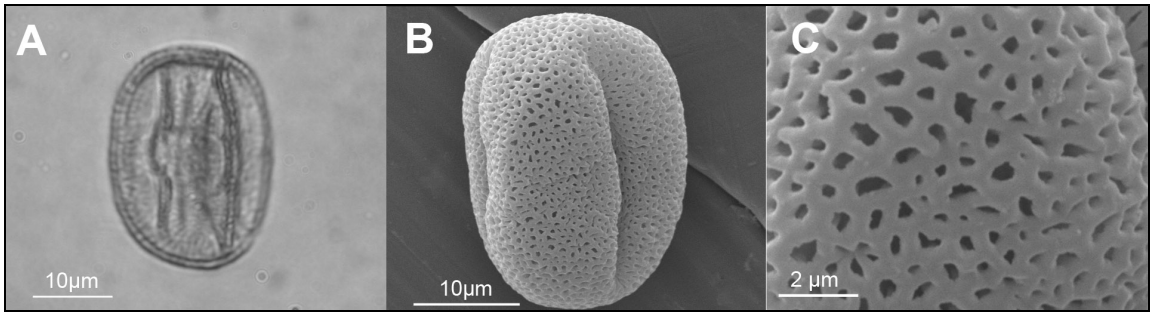


Figura 6.183 – *Anagallis* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	73, 78

Género Cf. *Lysimachia* Linné, 1753 (fig. 6.184)



Figura 6.184 - *Lysimachia procumbens.*

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), tricolporados, esferoidais, com contorno circular em vista equatorial, e com ornamentação reticulada (fig. 6.185).

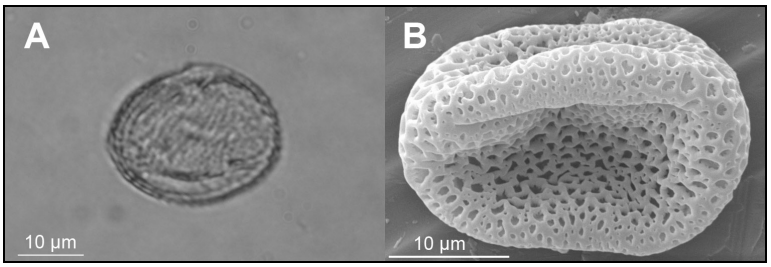


Figura 6.185 – *Lysimachia* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

RM	52

Família Symplocaceae

Esta família inclui um único género – *Symplocos* - que inclui cerca de 300 espécies de árvores e arbustos (Wang *et al.*, 2004; Heywood *et al.*, 2007). Encontra-se distribuída pelas regiões temperadas quentes e tropicais da América e Ásia (fig. 6.186).



Figura 6.186 – Distribuição geográfica da família Symplocaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Symplocos* Jacquin (fig. 6.187)

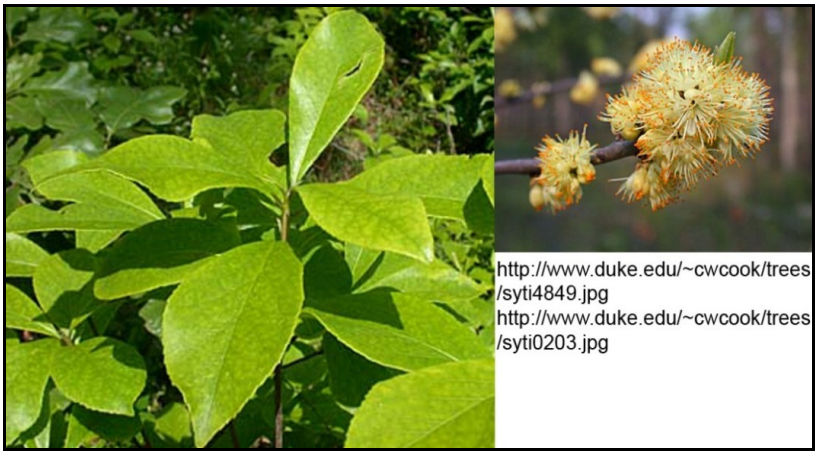


Figura 6.187 - *Symplocos tinctoria.*

Pólenes de tamanho pequeno a médio (20-35 μm), tricolporados, com colpos curtos e poros grandes; a forma é triangular a sub-triangular. A ornamentação da exina pode variar (fig. 6.188).

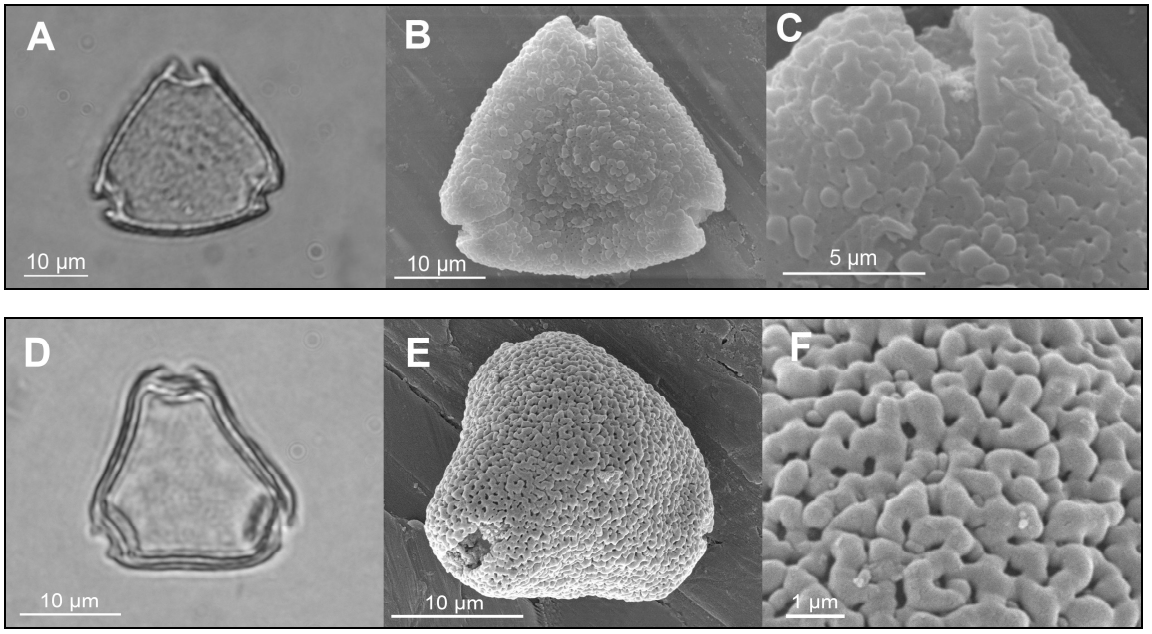


Figura 6.188 – *Symplocos* sp. A e D - MO; B e E - MEV; C e F - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	5, 7
AS18	2, 5
MON	1
BR	BRS.1
VFR	2
OBI	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 17, 19
RM	34, 36, 43, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 67, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 79, 81, 84, 85, 87, 90, 92, 97, 101, 102, 103, 105, 113, 116

Ordem Malpighiales

Família Euphorbiaceae

Família extensa com cerca de 300 géneros distribuídos por, aproximadamente, 8000 espécies, incluem ervas, arbustos e árvores (Simpson, 2006). Têm ampla distribuição geográfica, embora grande parte das espécies se encontre em zonas tropicais e

temperadas (fig. 6.189). Têm numerosas aplicações económicas como produção de gorduras vegetais, madeira e cultivo ornamental.

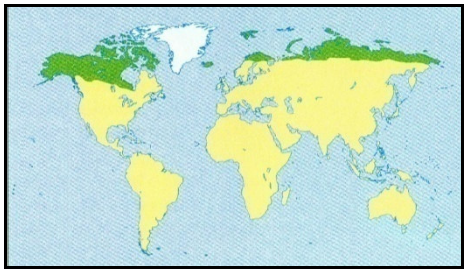


Figura 6.189 – Distribuição geográfica da família Euphorbiaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes tricoporados de tamanho médio (26-50 μm), de ornamentação variada de acordo com o género (fig. 6.190 e fig. 6.191).

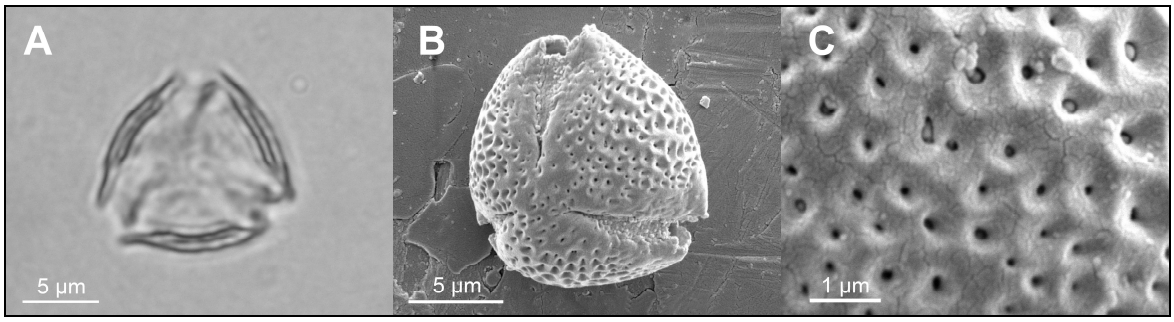


Figura 6.190 – Euphorbiacae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

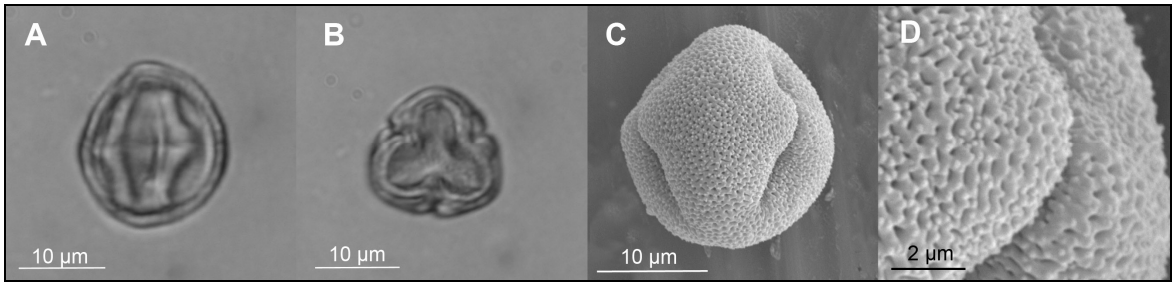


Figura 6.191 – Euphorbiaceae. A - MO, vista equatorial; B - MO, vista polar; C - MEV; D - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 3
MON	3, 4, 17, 18
BR	BRS.1
VFR	3
OBI	2, 4, 6, 10, 12, 16, 17, 19, 21, 22
RM	13, 21, 23, 36, 39, 43, 46, 48, 49, 52, 62, 64, 70, 71, 73, 74, 78, 84, 85, 87, 90, 92, 105, 110, 116

Género *Euphorbia* Linné, 1753 (fig. 6.192)



Figura 6.192 - *Euphorbia palustris.*

Pólenes tri-zonocolporados, isopolares, com simetria radial, quase elípticos em vista equatorial. Possuem ornamentação com perfurações distribuídas pela superfície formando um retículo variável conforme as espécies (fig. 6.193).

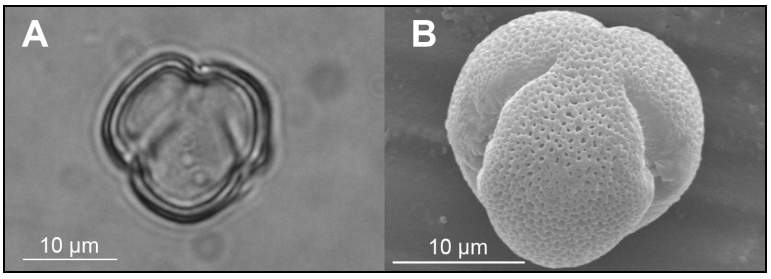


Figura 6.193 – *Euphorbia* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

RM	2, 52, 57

Género *Mercurialis* Linné, *1753* (fig. 6.194)



Figura 6.194 - *Mercurialis perennis.*

Pólenes tri-zonocolporados, de tamanho médio (26-50 µm), isopolares, com simetria radial; possuem superfície reticulada com lúmenes dispersos de pequeno tamanho (fig. 6.195).

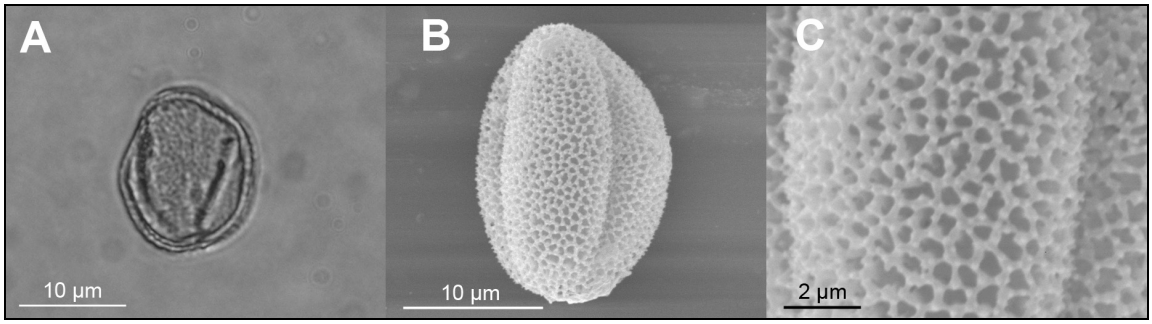


Figura 6.195 – *Mercurialis* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

OBI	16
RM	46

Género Cf. *Ricinus* Linné, *1753* (fig. 6.196)



Figura 6.196 - *Ricinus comunis.*

Grãos de pólen tri-zonocolporados, de tamanho médio (26-50 µm), isopolares, elípticos em vista equatorial. Possuem superfície perfurada com lúmenes arredondados e elementos supratectais granulosos (fig. 6.197).

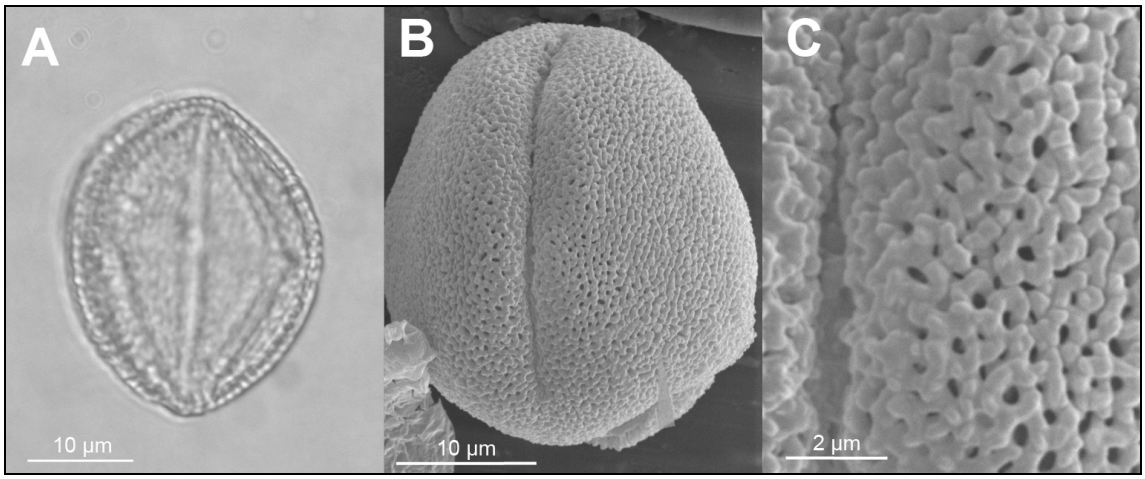


Figura 6.197 – *Ricinus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	14, 52

Família Linaceae

Família de ervas e alguns arbustos que compreendem 8 géneros e cerca de 180 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Encontra-se distribuída, essencialmente, pelas regiões temperadas mas, algumas formas são tropicais (fig. 6.198). É usada na produção de fibras (linho), frutas, madeira e como plantas ornamentais.

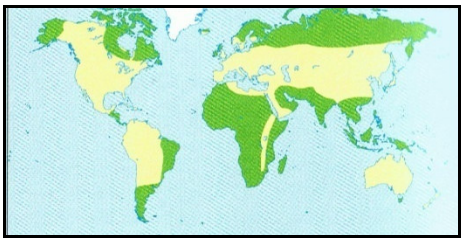


Figura 6.198 – Distribuição geográfica da família Linaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Linum* Linné 1753

Este género é nativo das regiões temperadas do Hemisfério Norte e compreende mais de 200 espécies (fig. 6.199).



Figura 6.199 - *Linum alpinum.*

Polénes de tamanho médio (26-50 μm), esferoidais, tricolpados com ornamentação clavada/micro-equinada; são semitectados (fig. 6.200).

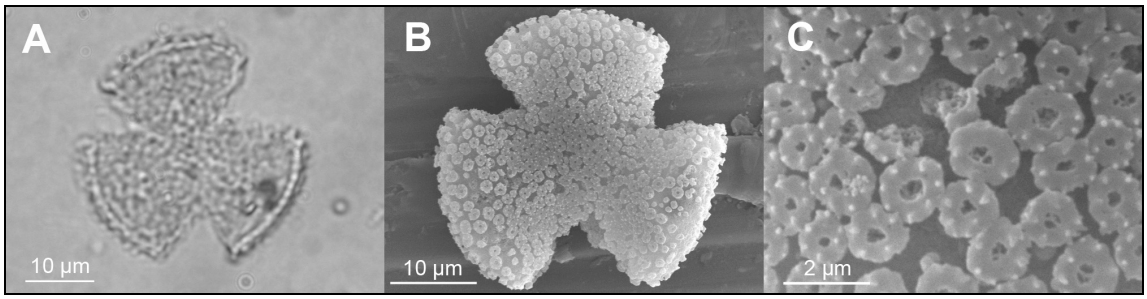


Figura 6.200 – *Linum* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	49
BELV.P	25

Família Salicaceae

Família de árvores e arbustos, com 2 géneros (*Salix* e *Populus*) e mais de 350 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Encontra-se presente em todas as regiões temperadas do hemisfério norte. Muitas espécies habitam o hemisfério sul e regiões tropicais (fig. 6.201). As árvores desta família são usadas como fonte de madeira, para fabrico de fósforos e embalagens e, ainda, como plantas ornamentais.

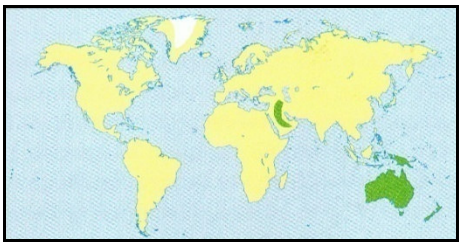


Figura 6.201 – Distribuição geográfica da família Salicaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Salix* Linné, 1753 (fig. 6.202)

Género constituído por árvores e arbustos que se encontram frequentemente em sítios húmidos e ao longo de cursos de água. Está distribuído pelas zonas temperadas do globo, embora algumas espécies sejam tropicais.



Figura 6.202 – *Salix* sp. Braga

Pólenes tri-zonocolporados, de pequeno tamanho (10-25 μm), isopolares, com simetria radial, elípticos em vista equatorial. A ornamentação é reticulada-granulosa (fig. 6.203).

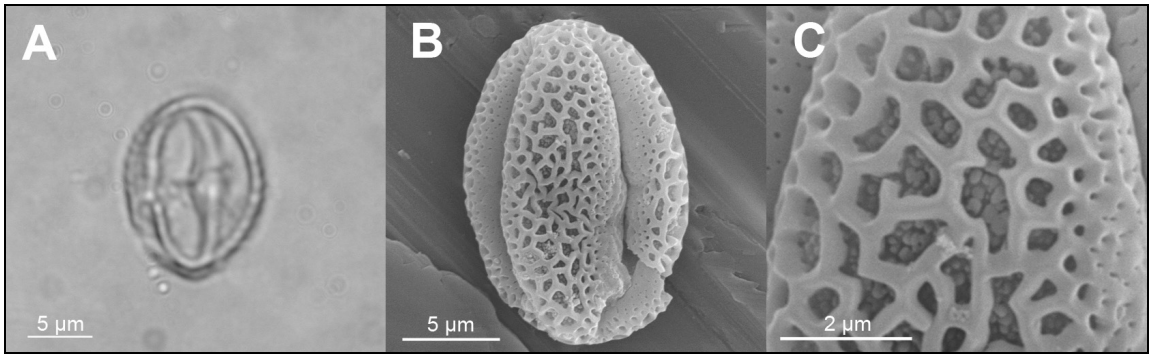


Figura 6.203 – *Salix* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	2
MON	2, 3, 4, 5, 7, 9, 17, 19
BR	15, 21, 30, BRS.1
CAZ	7, 8, 9
OBI	15, 17, 20, 21
RM	18, 23, 28, 34, 39, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 56, 62, 64, 67, 71, 73, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 92, 97, 101, 102, 103, 105, 108, 110, 113
BEL.V	35

Ordem Fabales

Família Fabaceae

Família numerosa, constituída por 643 géneros e 18000 espécies. As Fabaceae incluem ervas, arbustos e árvores e, ainda, plantas trepadoras (Simpson, 2006). A família está distribuída por todo o globo (fig. 6.204); tem grande importância económica pois inclui os legumes usados na alimentação. Existem também espécies com uso ornamental, como colorantes ou fonte de madeira.

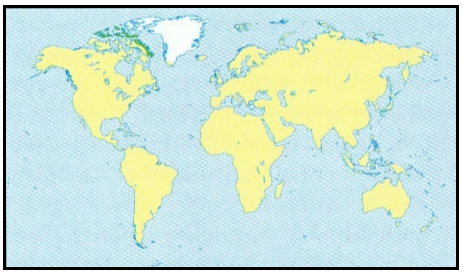


Figura 6.204 – Distribuição geográfica da família Fabaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Principais ocorrências

SPT	1
AS7	5
BR	16, 18, 21, 27, 28, 31
VFR	3, 4
CAZ	1, 3, 4, 6, 8, 9, 10
OBI	3, 6
RM	8, 18, 36, 46, 48, 49, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 69, 71, 73, 74, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 101, 103, 110, 113, 116
BEL.P	33
AP	3

Género *Astragalus* Linné, 1753 (fig. 6.205)



Figura 6.205 - *Astragalus membranaceus.*

Pólenes de tamanho médio (26-50 µm), prolados, tricoporados com exina espessa e com superfície verrucosa na zona equatorial (fig. 6.206).

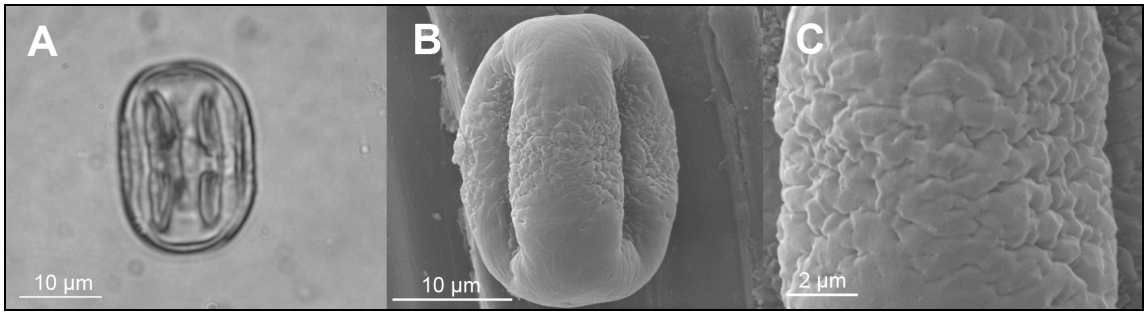


Figura 6.206 – *Astragalus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	55, 73, 79, 81, 101, 102, 105, 110

Género *Genista* Linné, 1753 (fig. 6.207)



http://www.armetslandscape.com/Images/PlantPics/Genista%20aetnensis%20(broom).jpg

Figura 6.207 - *Genista aetnensis.*

Polenes tri-zonocolporados, de tamanho médio (26-50 µm), isopolares, elípticos em vista equatorial e com ornamentação reticulada. Possuem muros lisos com lúmenes irregulares e perfurados (fig. 6.208).

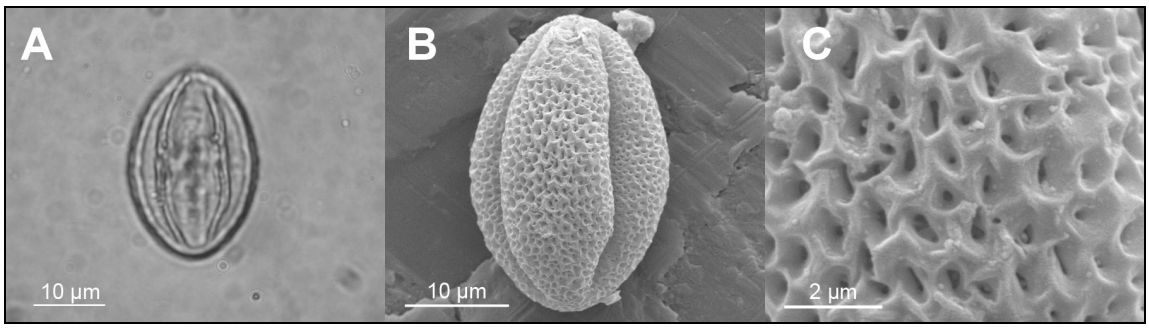


Figura 6.208 – *Genista* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	69, 78, 85, 87, 92

Género *Lotus* Linné, 1753 (fig. 6.209)



Figura 6.209 - *Lotus creticus.*

Pólenes de pequeno tamanho (10- 25 µm), isopolares, tri-zonocolporados, prolados, aproximadamente circulares; ornamentação rugulada-psilada, endexina compacta (fig. 6.210).

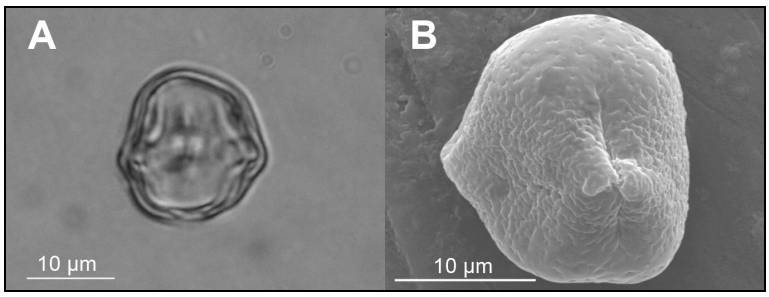


Figura 6.210 – *Lotus* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

RM	56, 73, 83, 113

Género *Ornithopus* Linné, 1753 (fig. 6.211)



Figura 6.211 - *Ornithopus* sp.

Pólenes tri-zonocolporados, isopolares, de tamanho médio (26-50 μm), rectangulares em vista equatorial. Possuem ornamentação lisa nas zonas polares; a superfície é psilado-verrucosa (fig. 6.212).

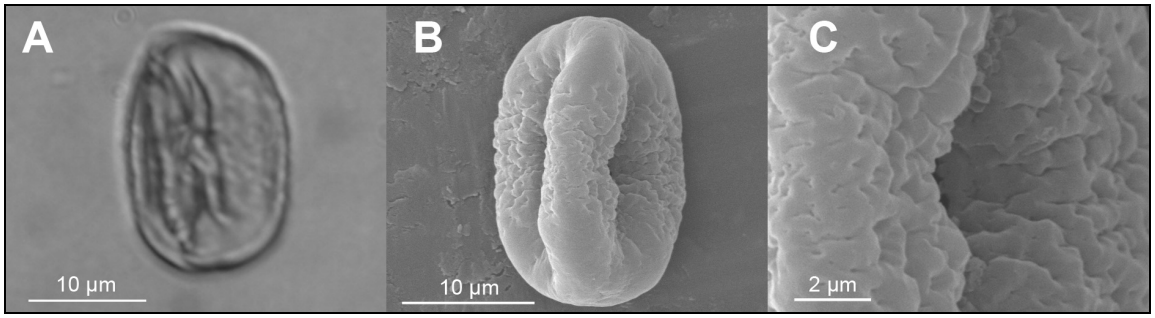


Figura 6.212 – *Ornithopus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	73, 74, 78, 79, 81, 83, 84, 85, 92

Género *Psoralea* Linné, 1753 (fig. 6.213)



Figura 6.213 - *Psoralea bituminosa.*

Pólenes tri-zonocolporados, isopolares, circulares a elípticos em vista equatorial; triangulares em vista polar. Têm tamanho médio (26-50 µm). A superfície é reticulada, com lúmenes com 2-3 µm, de contorno irregular e a é superfície verrucosa. Os lúmenes diminuem de tamanho nas zonas polares e na zona das aberturas (fig. 6.214).

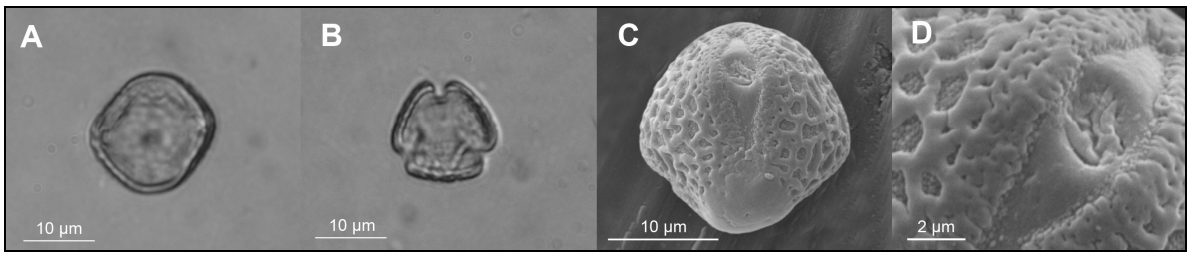


Figura 6.214 – *Psoralea* sp. A - MO – vista equatortial; B - MO – vista polar; C - MEV; D - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	48, 49, 51, 52, 79

Família Polygalaceae

Família constituída por ervas, arbustos, árvores de pequeno porte e plantas trepadoras. Comporta 20 géneros distribuídos por cerca de 1000 espécies, das quais 500 do género *Polygala* (Heywood *et al.*, 2007). É quase cosmopolita, está apenas ausente na Nova Zelândia, algumas ilhas do Pacífico e nas zonas mais setentrionais do hemisfério norte (fig. 6.215).

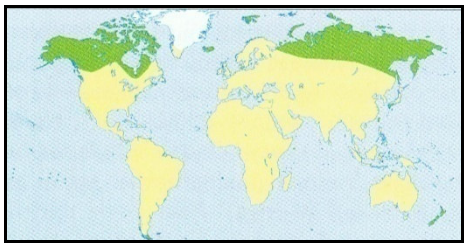


Figura 6.215 – Distribuição geográfica da família Polygalaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes grandes (51-100 μm), quase esferoidais, policolpados com ornamentação psilada (fig. 6.216).

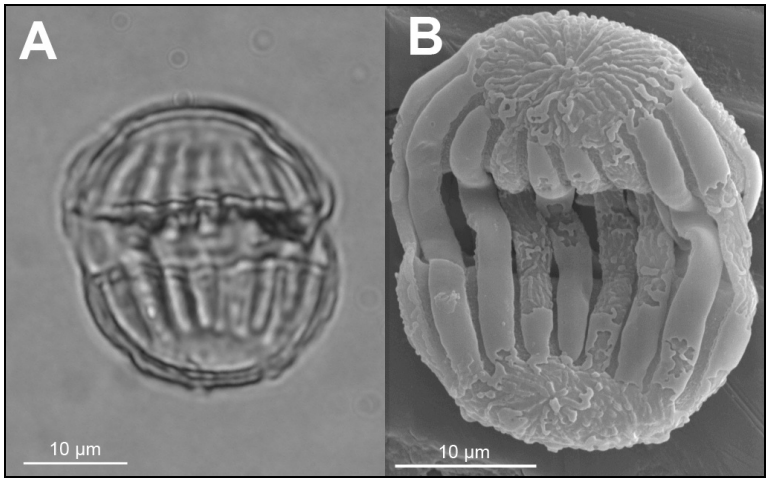


Figura 6.216 – Polygalaceae. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

AS7	1
OBI	10
RM	16, 21, 36, 57, 59, 64, 78, 79, 81, 83, 84, 94, 97

Ordem Geraniales

Família Geraniaceae

Família de ervas anuais perenes e alguns arbustos. Distribui-se por 5-6 géneros e cerca de 800 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Encontra-se presente nas regiões temperadas e subtropicais de ambos os hemisférios (fig. 6.217).

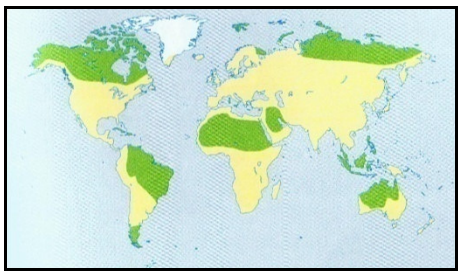


Figura 6.217 – Distribuição geográfica da família Geraniaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Geranium* Linné, 1753 (fig. 6.218)



Figura 6.218 – *Geranium* sp.

Pólenes tricolporados, isopolares, com simetria radial, de tamanho médio (26-50 μm). Possuem ornamentação clavada-reticulada com pequenos lúmenes (fig. 6.219).

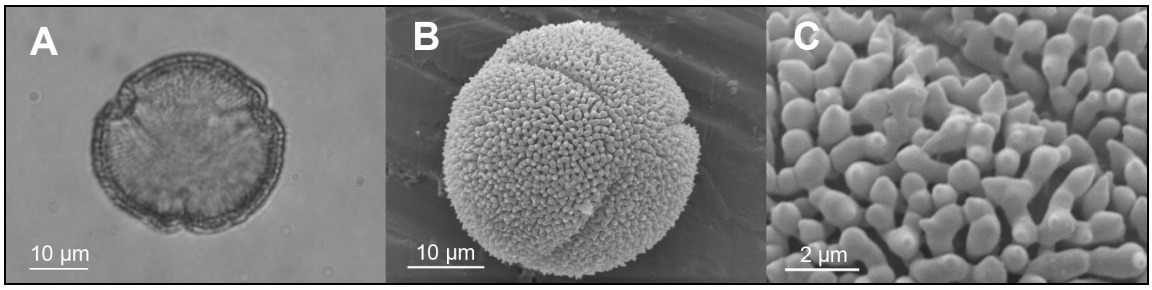


Figura 6.219 – *Geranium* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	39, 47, 74, 90, 102

Género Cf. *Erodium* Aiton (fig. 6.220)



Figura 6.220 - *Erodium cicutarium*.

Pólenes tricolporados, esferoidais, isopolares, com simetria radial, de tamanho médio (26-50 µm). A ornamentação é estriado-reticulada (fig. 6.221).

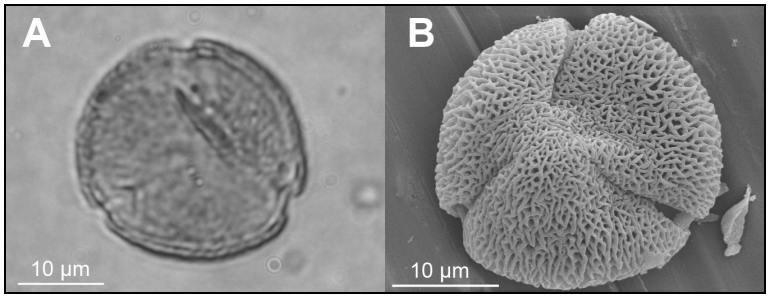


Figura 6.221 – *Erodium* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

BR	BRS.1

Ordem Gentianales

Família Gentianaceae

Esta família inclui plantas herbáceas, alguns arbustos e raras árvores. Compreende 78 géneros distribuídos por cerca de 1225 espécies (Simpson, 2006). Muitas formas são ornamentais. Algumas espécies são usadas na medicina. Encontra-se distribuída por quase todo o globo (fig. 6.222).

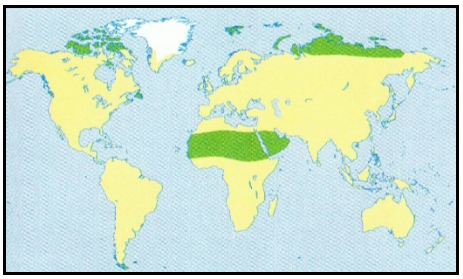


Figura 6.222 – Distribuição geográfica da família Gentianaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Centaurium* Hill (fig. 6.223)

Grupo de plantas herbáceas que abundam na zona do mediterrâneo. Compreende cerca de 50 espécies (Heywood *et al.*, 2007).



http://www.floralimages.co.uk/images/centaurium_erythraea_ba6.jpg

Figura 6.223 – *Centaurium erythraea.*

Pólenes de tamanho pequeno (10-25 μm), esferoidais, tricolporados, relativamente elípticos em vista equatorial. A ornamentação é estriada com perfurações (fig. 6.224).

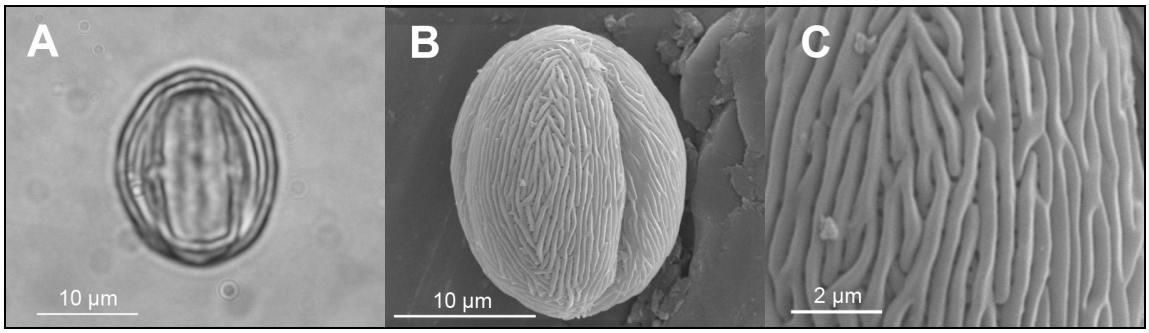


Figura 6.224 – *Centaurium* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	18, 55, 110

Família Rubiaceae

Família numerosa que conta com 10 200 espécies agrupadas em 630 géneros. Inclui plantas arbóreas, arbustos, ervas e lianas (Simpson, 2006). Possui ampla distribuição, concentrada na região dos trópicos (fig. 6.225). As plantas desta família têm aplicações económicas; *Cinchona* é uma fonte de quinino para o tratamento da malária, *Coffea* para a produção de café; também têm uso ornamental (Gardénia).

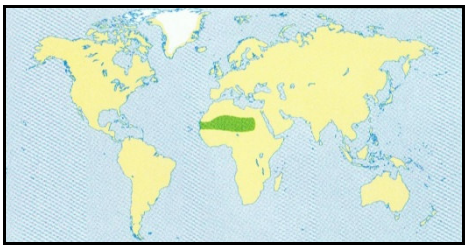


Figura 6.225 – Distribuição geográfica da família Rubiaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género Cf. *Galium* Linné, 1753 (fig. 6.226)

Género de plantas herbáceas que habitam as zonas temperadas do Hemisfério Norte e Sul.



Figura 6.226 – *Galium odoratum*.

Os pólenes são de pequeno tamanho (10-25 µm), oblados, pentacolpados com ornamentação micro-equinada (fig. 6.227).

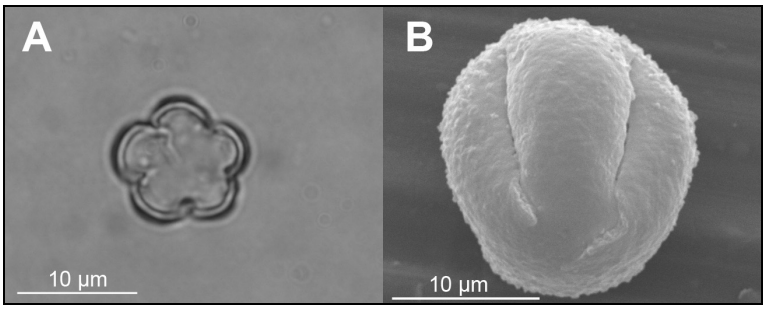


Figura 6.227 – *Galium* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

RM	52, 57, 62, 64, 81, 97, 110

Família Lythraceae

Compreende cerca de 32 géneros e aproximadamente 600 espécies. Inclui plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas que se distribuem especialmente nos trópicos até regiões temperadas. Não existem em zonas desérticas nem em latitudes elevadas (fig. 6.228). Possuem uso como plantas ornamentais, como fonte de madeira e frutos (Heywood *et al.*, 2007).

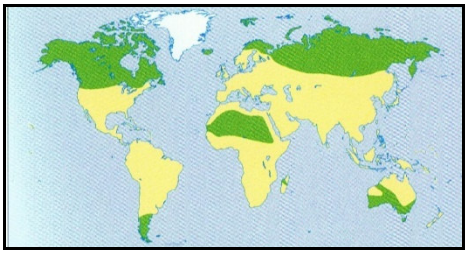


Figura 6.228 – Distribuição geográfica da família Lythraceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Lythrum* (fig. 6.229)



http://www.plant-identification.co.uk/images/lythraceae/lythrum-salicaria-2.jpg

Figura 6.229 – *Lythrum salicaria.*

Pólenes de tamanho pequeno a médio (15 - 35 µm), esferoidais, tricolporados com ornamentação estriada (fig. 6.230).

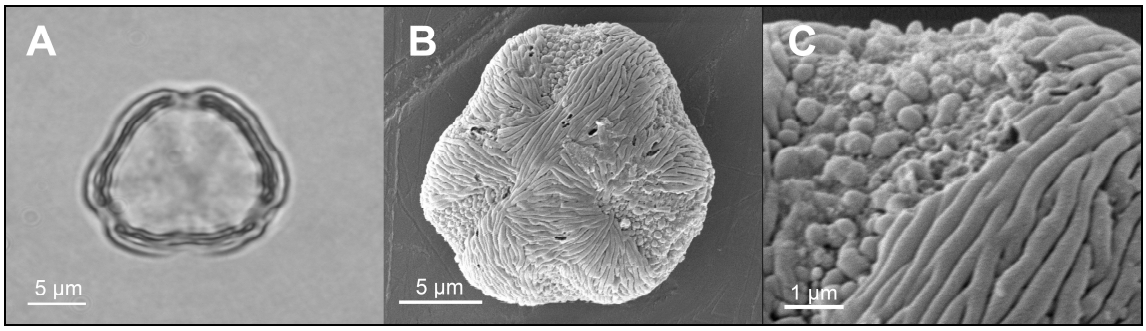


Figura 6.230 – *Lythrum* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	52, 55, 56

Ordem Myrtales

Família Myrtaceae

Ampla família que compreende cerca de 120 géneros distribuídos por cerca de 3850 espécies. Inclui arbustos e árvores algumas de grande porte (Simpson, 2006). Tem uma distribuição essencialmente tropical e subtropical (fig. 6.231).

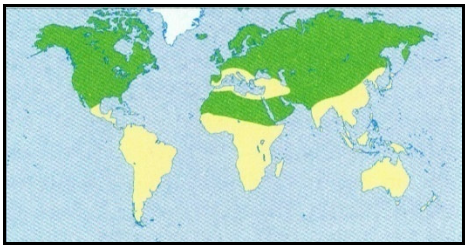


Figura 6.231 – Distribuição geográfica da família Myrtaceae (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.232 – *Myrtus comunis*.

Pólenes de tamanho pequeno (10-25 μm), tricolporados, oblados, e triangulares em vista equatorial (fig. 6.233).

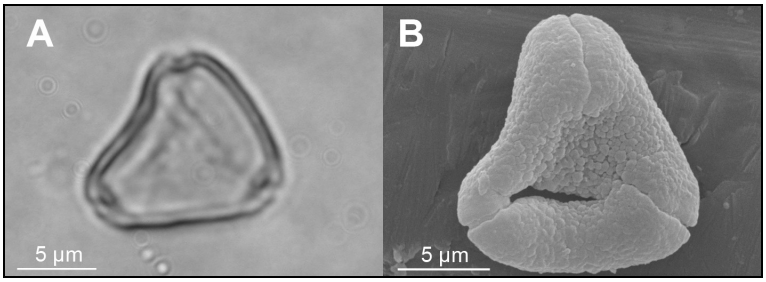


Figura 6.233 – Myrtaceae. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

AS7	7
BR	8, 12, 15, 16, 18, 22, 28, 29, 30, 31, 32
VFR	3
CAZ	2
OBI	5
RM	39, 69, 74, 78, 90, 92, 97, 113

Família Onagraceae

Família constituída por ervas terrestres e aquáticas, arbustos e raras árvores. Distribui-se por 24 géneros e 650 espécies (Simpson, 2006). A maioria dos seus membros habita biótopos abertos, secos ou húmidos. Cosmopolita, encontra-se mais diversificada nos

Estados Unidos e México, onde estão presentes todos os géneros (fig. 6.234). Algumas plantas são cultivadas como ornamentais (*Clarkia*, *Fuchsia*, *Oenothera*).



Figura 6.234 – Distribuição geográfica da família Myrtaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Os pólenes são triporados, de tamanho médio a grande (26-50 μm), com forte espessamento da exina nos poros (fig. 6.235).

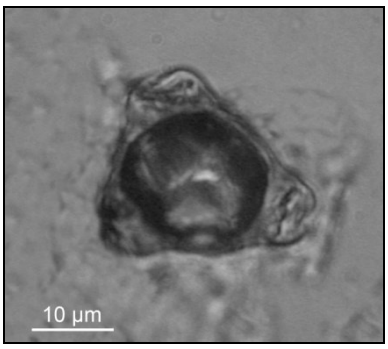


Figura 6.235 – Onagraceae. Vista ao MO.

Principais ocorrências

SPT	2
AS18	3
MON	19
CAZ	8, 9
OBI	20

Ordem Lamiales

Família Plantaginaceae (*s.l.*)

Actualmente, esta família inclui as Callitrichaceae, Globulariaceae, Halorigidaceae, Plantaginaceae s.s. e alguns membros da tradicional família Scrophulariaceae (Simpson,

2006). Esta nova classificação deixa algumas dúvidas que carecem de estudos detalhados para elucidar esta sistemática.

Aqui vão ser focados os plantaginoides que compreendem 3 géneros e, aproximadamente, 275 espécies; a maior parte dos seus membros pertence ao género *Plantago*. São mais abundantes em regiões temperadas e em montanhas dos trópicos (fig. 6.236).

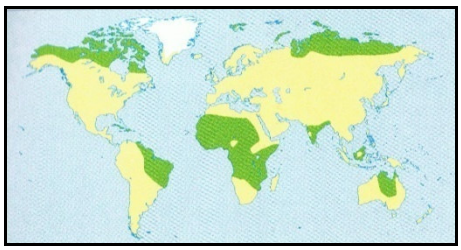


Figura 6.236 – Distribuição geográfica da família Plantaginaeae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Plantago* Linné, 1753 (fig. 6.237)

Este género compreende plantas na sua maioria herbáceas e alguns arbustos de pequeno porte.



Figura 6.237 - *Plantago lanceolata.*

Os polénes têm tamanho médio (26-50 μm), são periporados, esfoidais e circulares em vista equatorial. A ornamentação é verrucada/ micro-equinada (fig. 6.238).

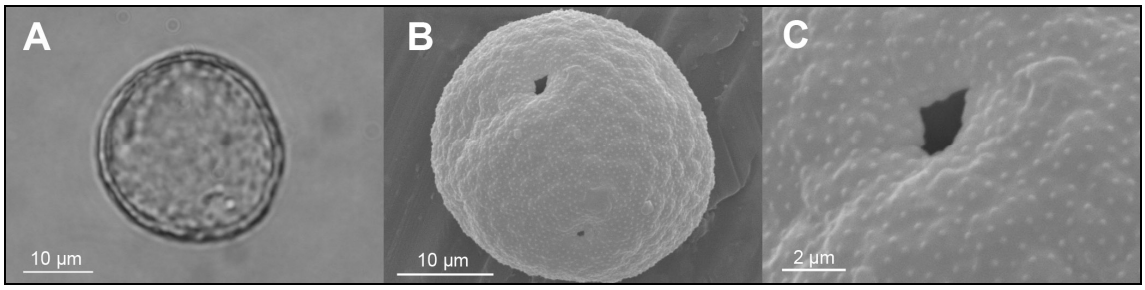


Figura 6.238 – *Plantago* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	2
MON	2, 18, 19
BR	2, 5, 9, 13, 15, 16, 19, 28
VFR	3, 4, 6, 8
CAZ	3, 7, 9
OBI	5, 9, 17, 18, 19, 23
RM	8, 14, 31, 34, 47, 49, 52, 56, 67, 70, 84, 85, 89, 90, 94, 106, 108, 116
BELV.P	35
AP	2

Família Boraginaceae

Família relativamente grande de plantas herbáceas, arbustos, raras árvores e lianas. Comporta 130 géneros e 2300 famílias (Simpson, 2006). Encontra-se presente nas zonas temperadas e subtropicais, estando muitas espécies centradas na zona mediterrânica (fig. 6.239). Têm uso ornamental e alimentar.

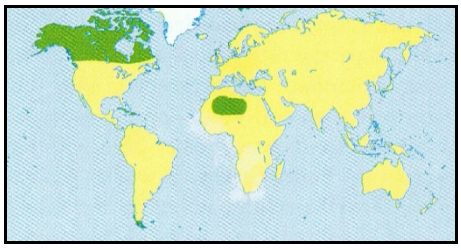


Figura 6.239 – Distribuição geográfica da família Boraginaeae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Borago* Linné, 1753 (fig. 6.240)

Inclui duas espécies de plantas herbáceas com flores azul/púrpura. São usadas como plantas ornamentais em jardins.



Figura 6.240 – *Borago officinalis*.

Os Pólenes são 9-zonocolporados, de tamanho médio (26-50 µm), isopolares, com simetria radial, relativamente elípticos em vista polar. A superfície encontra-se coberta por grãos, ou pequenos báculos, entre os quais é possível observar pequenas perfurações (fig. 6.241).

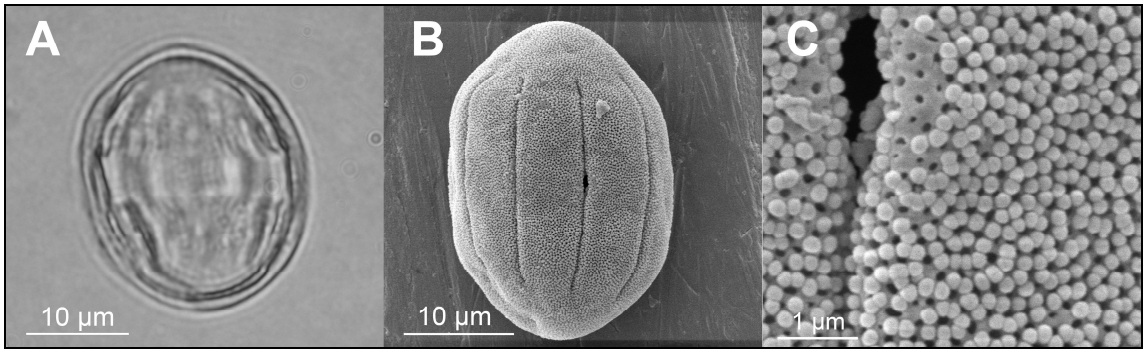


Figura 6.241 – *Borago* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	52

Família Lamiaceae

Esta família é composta por 251 géneros distribuídos por cerca de 6700 espécies de ervas e pequenos arbustos. Pertencem a este grupo algumas espécies úteis para o

Homem como a menta (fig. 6.243) ou o tomilho (Simpson, 2006). São plantas cosmopolitas, encontrando-se geralmente em sítios abertos (fig. 6.242) Têm uso ornamental, como condimentos na alimentação ou no fabrico de essências.

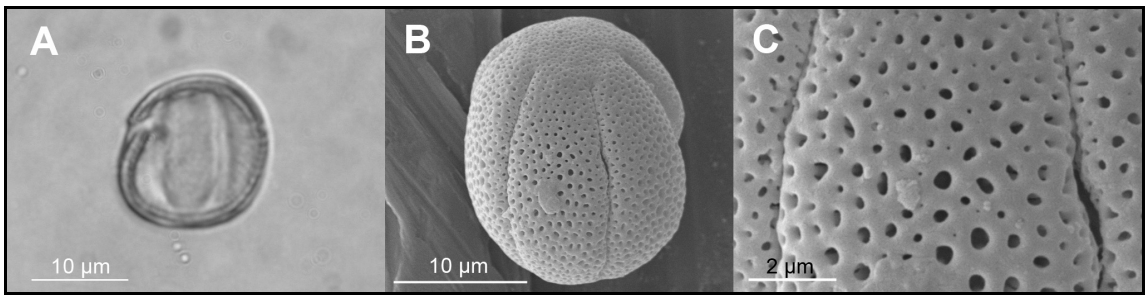


Figura 6.242 – Distribuição geográfica da família Lamiaceae (Heywood *et al.*, 2007).



Figura 6.243 - *Mentha spicata.*

Os pólenes têm tamanho médio (26-50 µm), são quase circulares, hexa-colpados e com ornamentação reticulada (fig. 6.244).



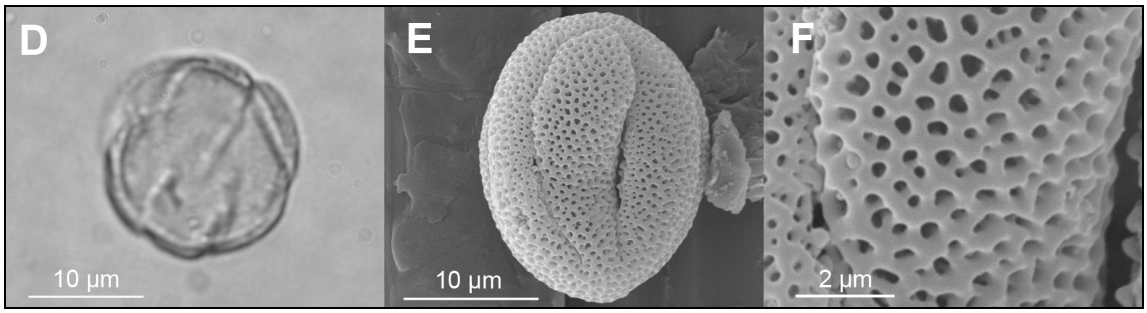


Figura 6.244 – Lamiaceae. A e D - MO; B e E - MEV; C e F - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	67, 71, 79, 85, 89, 101

Família Oleaceae

Família de arbustos e árvores de tamanho médio onde se inclui a conhecida oliveira ou o jasmim. Compreende cerca de 25 géneros distribuídos por cerca de 570 espécies (Heywood et al., 2007). É uma família bastante cosmopolita, encontrando-se amplamente distribuída pelas regiões temperadas e tropicais do globo (fig. 6.245). As plantas utilizam-se como fonte de madeira, azeite (oliveiras) e como plantas ornamentais.

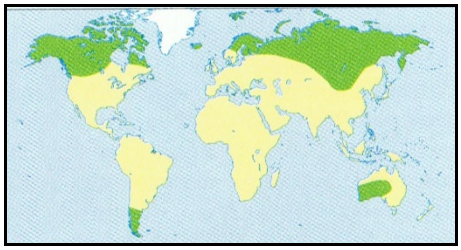


Figura 6.245 – Distribuição geográfica da família Oleaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Os pólenes têm pequeno tamanho, são tricolporados, esferoidais, com ornamentação reticulada (fig. 6.246). A semelhança estrutural dos pólenes dificulta a sua identificação a nível do género. Assim, neste estudo, não foi possível identificar com clareza a presença do género *Olea*.

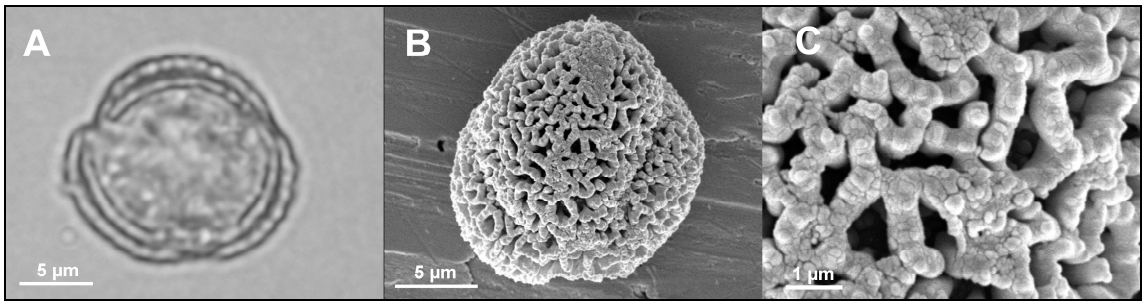


Figura 6.246 – Oleaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
AS7	1, 7
AS18	3, 6
MON	1, 4, 17, 19
BR	5, 7, 9, 10, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 28, 29, 32, BRS.1
VFR	3, 5, 9
CAZ	1, 2, 3, 4, 8, 9, 10
OBI	1, 2, 3, 4, 8, 9, 10
RM	7, 13, 14, 16, 18, 31, 34, 36, 43, 46, 49, 52, 54, 56, 57, 62, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 78, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 97, 102, 105, 106, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 31, 32, 33, 40, 52, 68
AP	2, 3

Género *Fraxinus* Linné, 1753 (fig. 6.247)

Grupo de plantas muito comuns na Europa. São árvores de porte médio, que pode atingir cerca de 25 metros de altura. Preferem solos frescos e profundos.

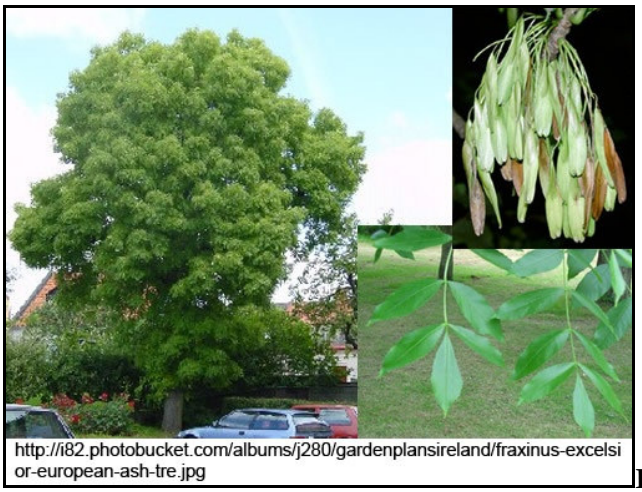


Figura 6.247 – *Fraxinus excelsior*.

Pólenes de tamanho pequeno (10-25 μm), isopolares, esferoidais, tricolporados. A ornamentação é reticulada com lúmenes irregulares (fig. 6.248).

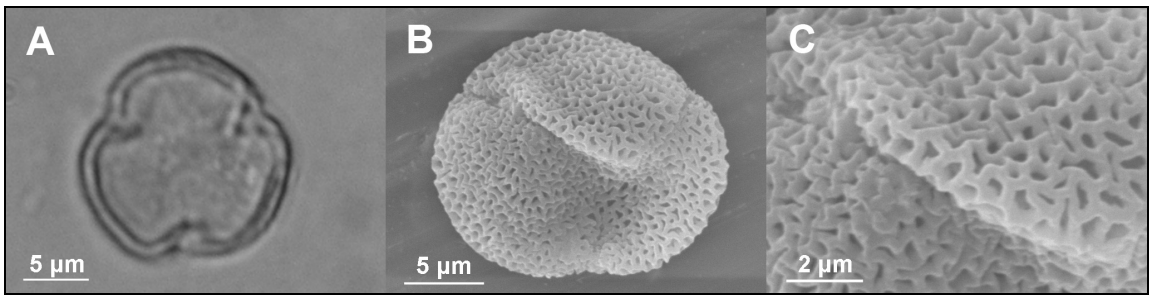


Figura 6.248 – *Fraxinus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

BR	12, 15, 19, 28
OBI	6, 14, 17

Género *Phillyrea* Linné, 1753 (fig. 6.249)

Pequeno género de plantas arbustivas e arbóreas de pequeno porte. São nativas da região mediterrânea, Ilhas Canárias e Madeira.


http://www.legambientearcipelagotoscano.it/biodiversita/flora/habitat/macchia/phillyrea%20latifolia%20ilatro%20latifolia.JPG

Figura 6.249 – *Pillyrea latifolia.*

Pólenes de tamanho pequeno (10-25 μm), isopolares, esferoidais, tricolporados. A ornamentação é reticulada (fig. 6.250).

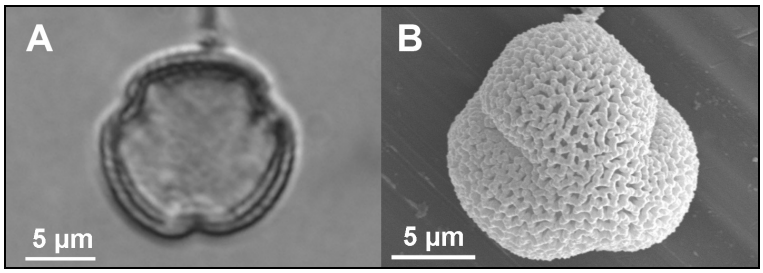


Figura 6.250 – *Phillyrea* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

CAZ	2
OBI	3, 6, 8, 17
RM	48, 59

Família Scrophulariaceae

Grande grupo de plantas, essencialmente herbáceas, que compreende uns 300 géneros distribuídos por cerca de 5800 espécies (Heywood *et al.*, 2007). São cosmopolitas embora, sejam mais comuns nas zonas temperadas do Hemisfério Norte (fig. 6.251). Têm uso como plantas ornamentais.

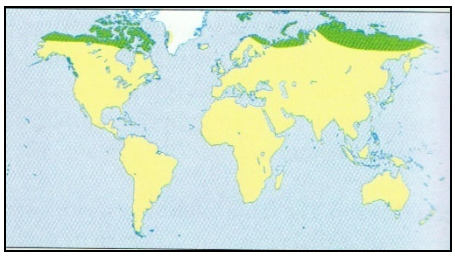


Figura 6.251 – Distribuição geográfica da família Scrophulariaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Os pólenes têm pequeno tamanho (10-25 μm), são esferoidais a elípticos, tricolporados e apresentam ornamentação micro-reticulada a reticulada (fig. 6.252).

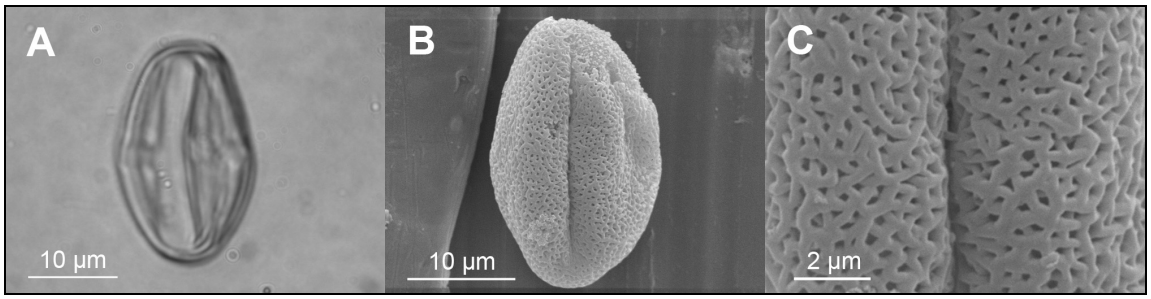


Figura 6.252 – Scrophulariaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

AS7	1, 5, 7
AS18	1,2
MON	1
BR	15, 31, 32
VFR	1, 2, 3, 5
CAZ	7
RM	43, 52, 81, 83

Família Lentibulariaceae

Família de plantas herbáceas carnívoras que habitam predominantemente áreas húmidas. Distribui-se em 3 géneros e cerca de 320 familias (Heywood *et al.*, 2007). Ocorrem desde regiões tropicais a subarticas (fig. 6.253).

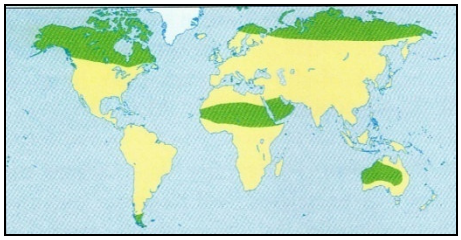


Figura 6.253 – Distribuição geográfica da família Lentibulariaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Utricularia* Linné, 1753 (fig. 6.254)

Género mais numeroso da Família Lentibulariaceae compreende cerca de 220 espécies. Os seus pólenes possuem tamanho médio (26-50 µm), são hexa-colporados e circulares.



Figura 6.254 – *Utricularia* sp. (Florida, USA).

Principais ocorrências

OBI	14
RM	113

Ordem Ranunculales

Família Ranunculaceae

Compreende 62 géneros e cerca de 2450 espécies, inclui arbustos, ervas e lianas; algumas espécies são aquáticas (Simpson, 2006). Algumas formas são cultivadas como ornamentais, outras têm uso medicinal ou para confecção de substâncias tóxicas. Encontra-se centrada nas zonas temperadas e boreais do hemisfério norte (fig. 6.255).



Figura 6.255 – Distribuição geográfica da família Ranunculaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Principais ocorrências

BR	31, BRS.1
OBI	12
RM	46, 47, 62, 64

Género *Ranunculus* Linné, 1753 (fig. 6.256)

Género muito diverso, que compreende cerca de 400 espécies, na sua maioria de plantas herbáceas.



Figura 6.256 – *Ranunculus fluitans*.

Os pólenes têm tamanho médio (26-50 µm), são esferoidais, com contorno circular em vista equatorial, tricolpados. Possuem ornamentação micro-equinada (fig. 6.257).

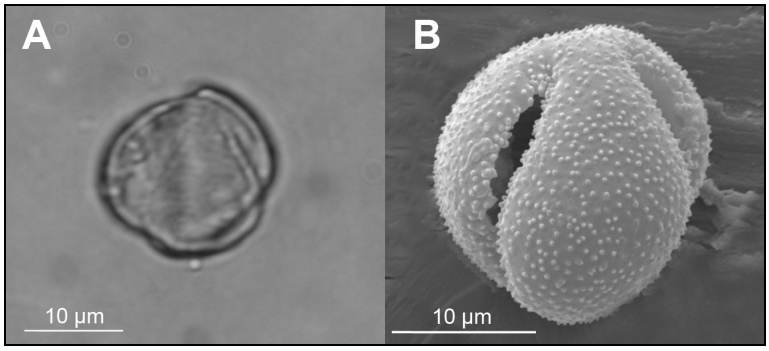


Figura 6.257 – *Ranunculus* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

RM	28, 49, 52, 56, 79, 85, 103, 113, 116

Família Papaveraceae

Família constituída por 40 géneros distribuídos por 760 espécies. É constituída por ervas, arbustos e raras árvores (Simpson, 2006). É relativamente comum em zonas temperadas do globo (fig. 6.258). Algumas espécies são produtoras de látex, ópio e também são usadas como plantas ornamentais.

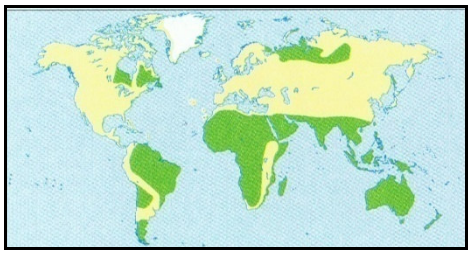


Figura 6.258 – Distribuição geográfica da família Papaveraceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Chelidonium* Linné, 1753 (fig. 6.259)

Grupo de plantas nativo da Europa e da zona mediterrânica que possui propriedades medicinais.



Figura 6.259 – *Chelidonium majus*.

Os pólenes têm tamanho médio (26-50 μm), são tricolporado, esferoidais, circulares em vista equatorial. A ornamentação é perfurada e micro-equinada (fig. 6.260).

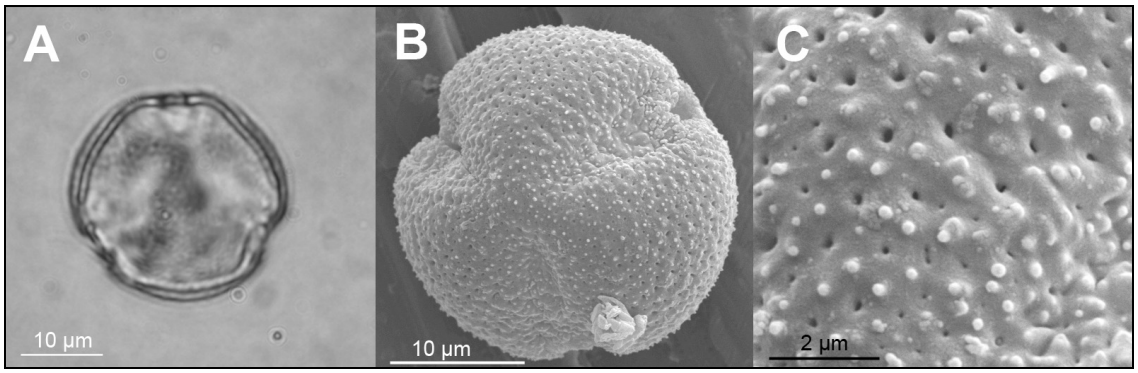


Figura 6.260 – *Chelidonium* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	92

Ordem Buxales

Família Buxaceae

Esta família é constituída por, apenas, 5 géneros de plantas arbustivas, distribuídos por cerca de 130 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Encontra-se distribuída pelas regiões temperadas, tropicais e subtropicais (fig. 6.261). Algumas formas são utilizadas como plantas ornamentais e como fonte de madeiras de alta qualidade.

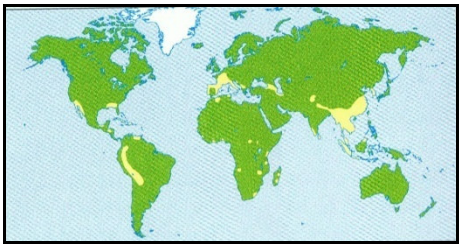


Figura 6.261 – Distribuição geográfica da família Buxaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Buxus* Linné, 1753 (fig. 6.262)

Este género compreende arbustos e pequenas árvores, de crescimento lento, que se encontram na Europa, embora muitas espécies sejam de distribuição tropical.



Figura 6.262 – *Buxus sempervirens*.

Pólenes de tamanho pequeno a médio (15-35 µm), esferoidais, com contorno circular em vista equatorial e periporados. A ornamentação é reticulada, com alguns microgrânulos dispersos no topo do reticulo (fig. 6.263).

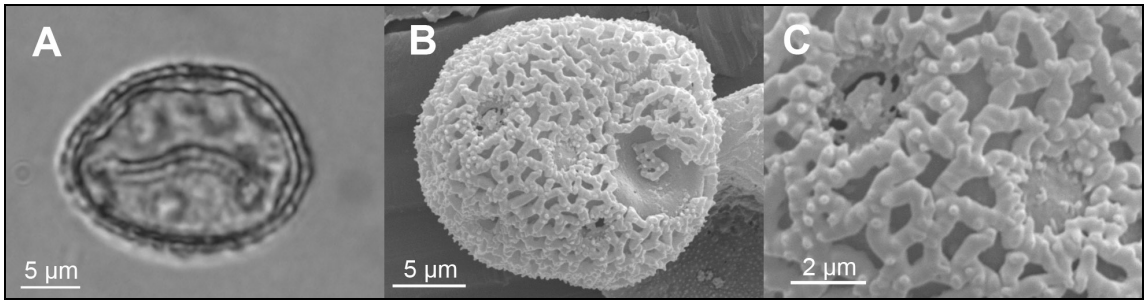


Figura 6.263 – *Buxus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	52, 54, 55, 56, 57, 62, 64, 69, 70, 78, 84, 85, 87, 89, 90, 103, 106, 108

Ordem Rosales

Família Rosaceae

Família numerosa de plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas. Compreende cerca de 2800 espécies agrupadas em 95 géneros (Simpson, 2006). Encontra-se amplamente

distribuída pelo globo, embora seja mais comum nas regiões temperadas (fig. 6.264). Muitas espécies são usadas como árvores de fruto (macieiras, amendoeiras, pereiras, pessegueiros, morangueiros entre outros) e como plantas ornamentais (rosas de jardim).

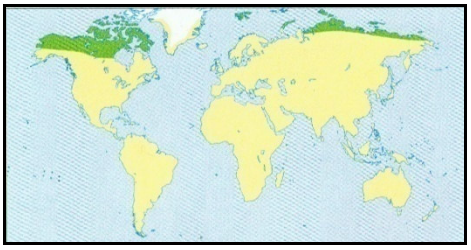


Figura 6.264 – Distribuição geográfica da família Rosaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Os pólenes têm tamanho pequeno a médio (10-30 µm), são esferoidais, tricolporados e com ornamentação estriada-perfurada (fig. 6.265).

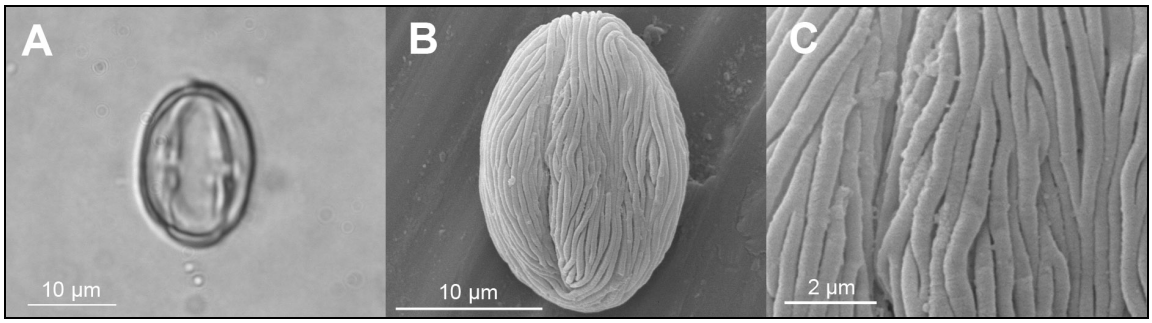


Figura 6.265 – Rosaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

AS7	7
MON	1, 2, 4, 5, 16, 17, 18, 19
BR	2, 12, 15, 20, 22, 28, 31, BRS.1
VFR	1, 2, 5, 6
CAZ	6, 9
OBI	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 22
RM	13, 21, 23, 25, 43, 46, 47, 48, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 62, 64, 69, 70, 75, 84, 89, 90, 94, 101, 102, 103, 105, 110, 113

Família Ulmaceae

Família de árvores e arbustos que se distribuem por 15 géneros e cerca de 130 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Encontra-se frequentemente em regiões temperadas e tropicais (fig. 6.266). A partir das espécies arbóreas produz-se madeira de grande qualidade; algumas formas são utilizadas como ornamentais.

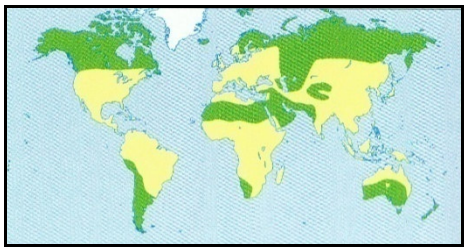


Figura 6.266 – Distribuição geográfica da família Ulmaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Ulmus* Linné, 1753 (fig. 6.267)

O conhecido ulmeiro, é uma árvore de médio a grande porte muito comum na Europa.



Figura 6.267 – *Ulmus glabra.*

Os pólenes apresentam tamanho médio (26-50 μm), são esferoidais, pentaporados e com ornamentação verrucada/granulada (fig. 6.268).

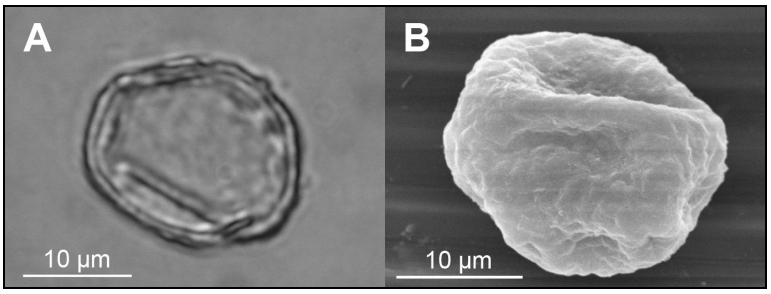


Figura 6.268 – *Ulmus* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	2
AS18	2
MON	5
BR	9
VFR	4
CAZ	8
OBI	1, 4, 6, 7, 8, 11, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 23
RM	16, 23, 25, 28, 34, 36, 43, 57, 62, 69, 71, 85, 89, 90, 92, 94, 108, 110, 113, 116

Família Rhamnaceae

Esta família é constituída por 49 géneros e 900 espécies de árvores, arbustos e raras ervas e lianas (Simpson, 2006). Tem distribuição cosmopolita, concentrando-se nas zonas dos trópicos (fig. 6.269). Os seus membros têm uso medicinal, alimentar, medicinal e ornamental.



Figura 6.269 – Distribuição geográfica da família Rhamnaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Os pólenes têm tamanho médio (26-50 µm), são esferoidais, com contorno circular em vista equatorial. São tri-zonocolporados, com poros grandes e bem destacados no grão (fig. 6.270).

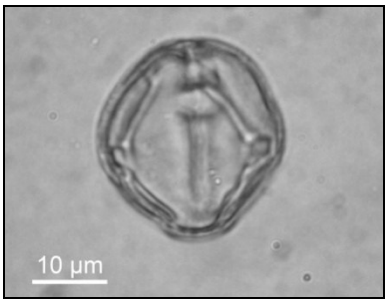


Figura 6.270 – *Rhamnaceae*. Vista ao MO.

Principais ocorrências

RM	71, 85

Ordem Vitales

Família Vitaceae

É uma família de plantas trepadoras e alguns arbustos. Existem 12 a 14 géneros distribuídos por cerca de 800 espécies. *Vitis vinifera* é muito conhecida; é cultivada desde a antiguidade para, com o fruto, fabricar o vinho (Heywood et al., 2007). Os elementos desta família são mais comuns nas zonas dos trópicos (fig. 6.271).

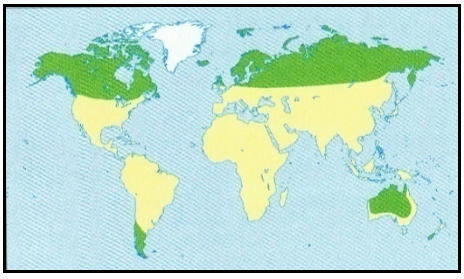


Figura 6.271 – Distribuição geográfica da família Vitaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Parthenocissus* Planchon (fig. 6.272)

Este género compreende plantas trepadoras que actualmente são nativas da Ásia e da América do Norte.



Figura 6.272 – *Parthenocissus quinquefolia.*

Os pólenes têm tamanho médio (26-50 μm), são tricolporado, elípticos em vista equatorial, e com ornamentação reticulada (fig. 6.273).

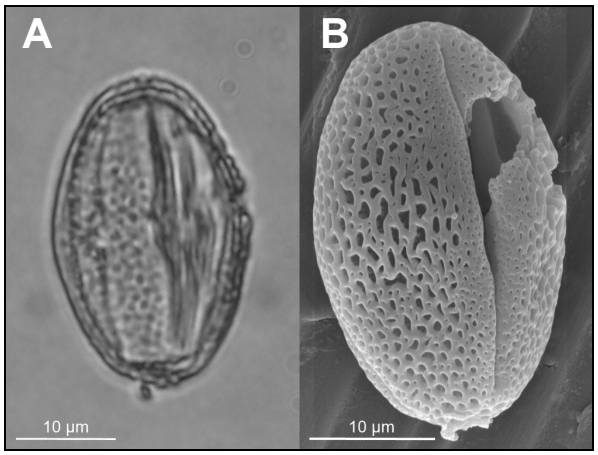


Figura 6.273 – *Parthenocissus* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1, 2, 3
OBI	1, 4, 6, 12, 21
RM	14, 23, 34, 46, 48, 49, 51, 52, 55, 57, 62, 69, 71, 84, 102, 108, 110

Ordem Santalales

Família Loranthaceae

É uma família de plantas parasitas, tirando proveito de outras para sobreviver. Distribuem-se por mais de 73 géneros repartidos por cerca de 900 espécies (Heywood *et al.*, 2007). Existem em grande número nas zonas tropicais, embora também se encontrem em regiões temperadas (fig. 6.274).

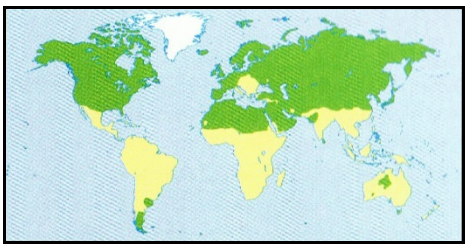


Figura 6.274 – Distribuição geográfica da família Loranthaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Loranthus* Jacq. (fig. 6.275)

Grupo de parasitas que se distribuem por quase todo o globo.



Figura 6.275 - *Loranthus europaeus.*

Os pólenes são tricolpados, de tamanho pequeno (10-25 μm), triangulares, com lados côncavos e com ornamentação rugulada (fig. 6.276).

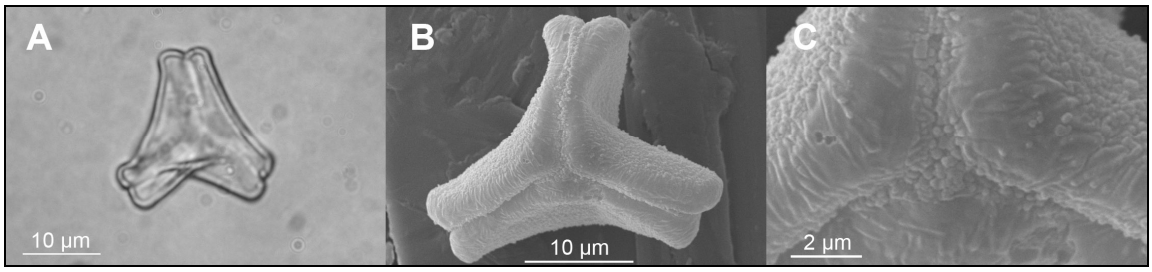


Figura 6.276 – *Loranthus* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

RM	81

Família Santalaceae

Família constituída por ervas e arbustos parasitas de outras plantas. Inclui, actualmente, a ex-família Viscaceae. Compreende 41 géneros distribuídos por 925 espécies (Simpson, 2006). Encontra-se amplamente representado pelo globo; é mais abundante nos trópicos e nas regiões temperadas (fig. 6.277). As plantas desta família são fonte de madeira, óleos e frutos comestíveis.

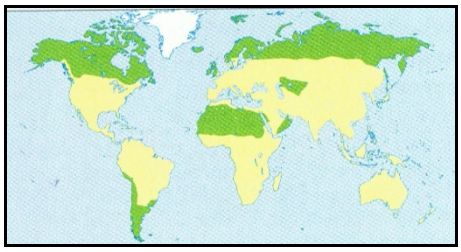


Figura 6.277 – Distribuição geográfica da família Santalaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Arceuthobium* Bieberstein (fig. 6.278)

Plantas que parasitam membros da família Pinaceae e Cupressaceae na América do Norte (onde são mais abundantes), América Central, Ásia e África.



Figura 6.278 – *Arceuthobium* sp.

Os pólenes são de pequeno tamanho (10-25 μm), tricolporados, quase esféricos. Possuem pequenos báculos, distribuídos aleatoriamente, na superfície (fig. 6.279).

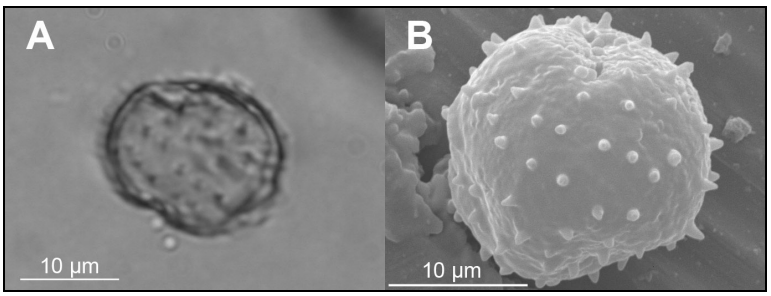


Figura 6.279 – *Arceuthobium* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

RM	23, 47, 51, 52, 56, 67, 70, 71, 85, 92, 97, 105

Género *Viscum* Linné, 1753 (fig. 6.280)

Género nativo de zonas temperadas e tropicais da Europa, África e Ásia. Este grupo, tradicionalmente, pertencia à família Viscaceae que veio a ser incluída na família Santalaceae (Simpson, 2006).



Figura 6.280 - *Viscum abietis*.

Os pólenes são de tamanho médio (26-50 µm), tricolpados, esferoidais, com contorno subtriangular em vista polar. Possuem ornamentação equinada (fig. 6.281).

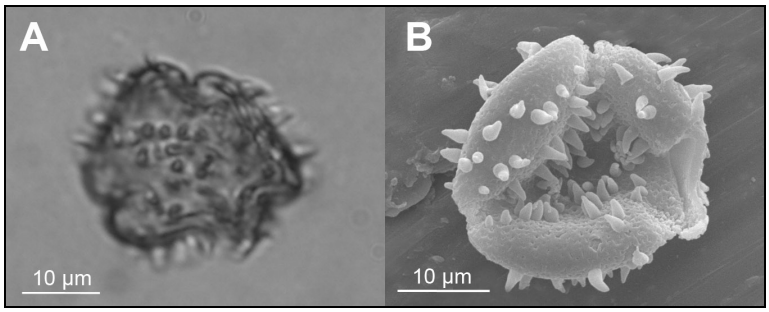


Figura 6.281 – *Viscum* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	2
RM	49, 51, 55, 57, 59, 64, 70, 81, 101, 102, 103

Ordem Nymphaeales

Família Nymphaeaceae

Família composta por ervas aquáticas, que inclui 6 géneros e 60 espécies. No passado comportava as subfamílias Cambomboidae e Nelumboidae que agora são tratadas

como duas famílias separadas: Cabombaceae e Nelumbonaceae (Simpson, 2006). Encontra-se distribuída por zonas de água doce em todo o globo (fig. 6.282). A maioria das espécies é usada como plantas ornamentais aquáticas, especialmente o *Nuphar*, *Nymphaea* e *Victoria*; algumas espécies proporcionam sementes e rizomas comestíveis.

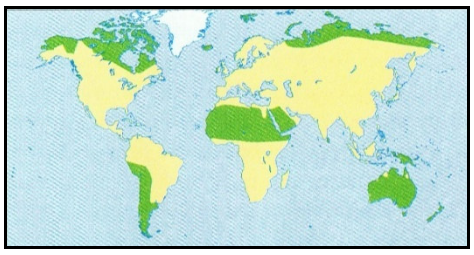


Figura 6.282 – Distribuição geográfica da família Nymphaeaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Nuphar* Sibthorp & Smith (fig. 6.283)

Género de plantas aquáticas, muito comuns nas zonas temperadas do Hemisfério Norte.



Figura 6.283 – *Nuphar* sp.

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), esferoidais a elípticos, sulcados e com ornamentação equinada (fig. 6.284).

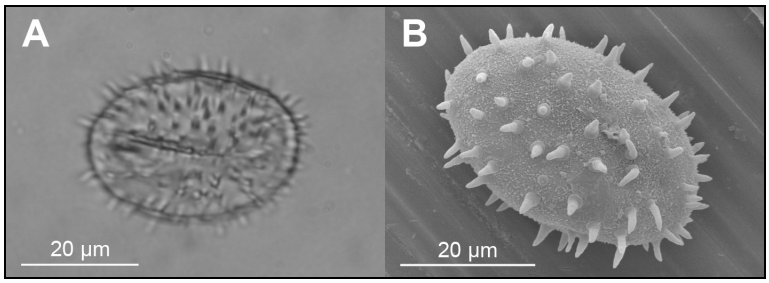


Figura 6.284 – *Nuphar* sp. A - MO; B - MEV.

Principais ocorrências

SPT	1,3
AS7	5
MON	1, 2, 18
BR	15
CAZ	5, 6, 7
OBI	16, 17
RM	13, 18, 39, 46, 47, 52, 54, 56, 57, 64, 81, 84, 110

Classe Liliopsida

Ordem Liliales

Família Liliaceae

Esta família compreende cerca de 16 géneros, distribuídos por aproximadamente, 600 espécies. É constituída por ervas perianuais, de onde se destaca a açucena (Simpson, 2006). No passado, esta família era tratada como um dos maiores grupos de plantas com flores, mas, recentemente, foi dividida em numerosas famílias. Possui ampla distribuição geográfica. O maior centro de diversidade é o SW asiático (fig. 6.285). São usadas na economia como plantas ornamentais, como o caso das tulipas, açucenas e jacintos.

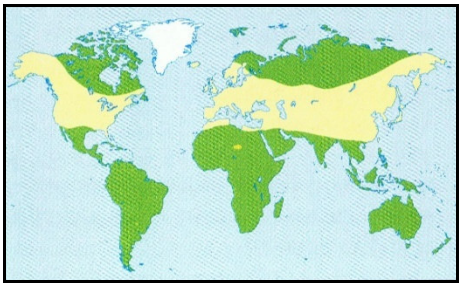


Figura 6.285 – Distribuição geográfica da família Liliaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes de tamanho grande (51-100 μm), oblados, em vista equatorial elípticos, sulcados e com ornamentação reticulada (fig. 6.286).

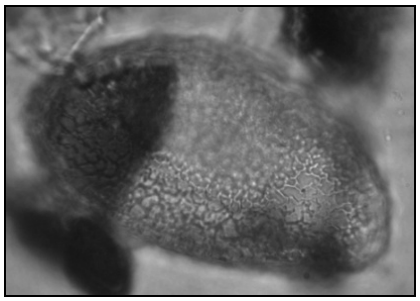


Figura 6.286 – Liliacaeae. Vista ao MO.

Principais ocorrências

AS7	7.1, 7.8
MON	1
BR	7, 10, 15, 17, 22, 30
OBI	20
RM	28, 43, 59, 75, 89
BELV.P	55
AP	1

Ordem Poales

Família Poaceae

Família extensa, composta, na sua maioria, por plantas herbáceas; compreende 9500 espécies agrupadas em 668 géneros (Simpson, 2006). Constitui o grupo de plantas mais importante do ponto de vista económico, uma vez que todos os cereais cultivados (arroz, trigo, milho, aveia), pertencem a esta família. São, ainda, importantes como pasto para animais, produção da cana-de-açúcar e bambu; algumas espécies são, também, usadas como ornamentais. São cosmopolitas (fig. 6.287).

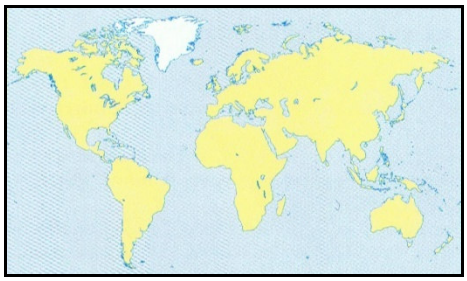


Figura 6.287 – Distribuição geográfica da família Poaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Os pólenes têm médio (26-50 μm), são prolados e monoporados. A ornamentação é granulosa (fig. 6.288).

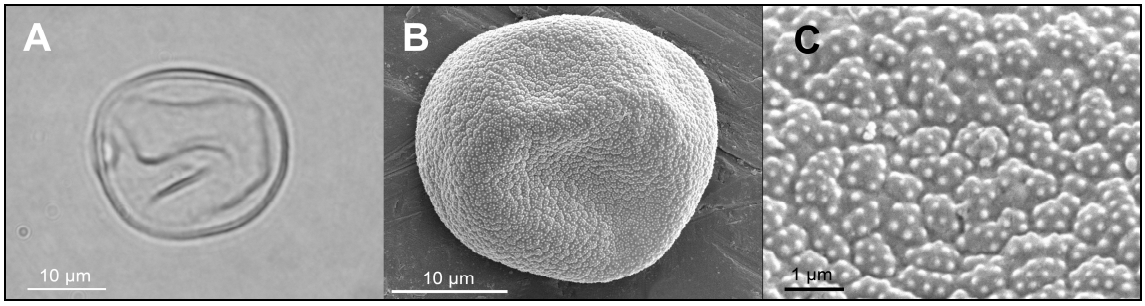


Figura 6.288 – Poaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 2
AS7	7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.7, 7.8
AS18	18.1, 18.2, 18.4
MON	2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20
BR	1, 2, 5, 7, 9, 12, 15, 17, 19, 22, 23, 31, BRS.7, BRS.1
VFR	2, 3, 4, 5
CAZ	1, 5, 6, 9
OBI	1, 2, 5, 6, 7, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
RM	8, 13, 16, 18, 21, 23, 25, 28, 31, 34, 36, 39, 43, 46, 47, 49, 51, 52, 54, 56, 57, 64, 67, 69, 70, 71, 73, 75, 78, 79, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 92, 94, 101, 105, 108, 110, 113, 116
BELV.P	25, 26, 35, 56
AP	1, 2, 3

Família Cyperaceae

Constituída, essencialmente, por plantas herbáceas e raros arbustos. Compreende 104 géneros e cerca de 5000 espécies (Simpson, 2006). O género *Carex* é o mais diversificado, com cerca de 2000 espécies. Alguns caules e folhas são usados para estacas, cestos e papel (papiro – *Cyperus papyrus*). Alguns tubérculos são comestíveis, e algumas espécies têm valor ornamental. A família encontra-se distribuída por todo o globo, embora seja mais frequente em zonas húmidas e pantanosas das regiões temperadas (fig. 6.289).



Figura 6.289 – Distribuição geográfica da família Cyperaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Pólenes de tamanho médio (26-50 μm), heteropolares, circulares a subtriangulares com ornamantação perforada-granulada. Possuem lateralmente pseudoaberturas mais ou menos alongadas segundo o eixo do pólen, correspondendo a zonas onde a estrutura da exina é mais espessa (fig. 6.290).

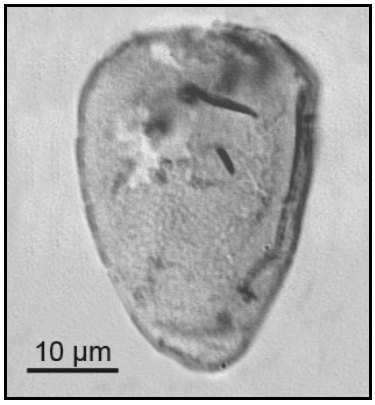


Figura 6.290 – Cyperaceae. Vista ao MO.

Principais ocorrências

MON	1, 5, 10
BR	15, 16
VFR	3
OBI	3, 10, 12
RM	39, 92, 116

Família Typhaceae

Pequena família de plantas herbáceas aquáticas. Tem apenas um género – *Typha,* com um máximo de 13 espécies (Simpson, 2006). As folhas de algumas espécies são usadas

em cestaria. São bastantes comuns em lagos e zonas húmidas no Hemisfério Norte (fig. 6.291).

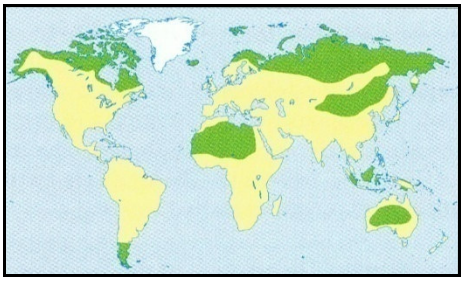


Figura 6.291 – Distribuição geográfica da família Typhaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Género *Typha* Linné, 1753 (fig. 6.292)



Figura 6.292 – *Typha latifolia*.

Os pólenes deste género constituem tetradas; cada grão tem tamanho pequeno (10-25 μm), é esferoidal e porado. A ornamentação é geralmente reticulada (fig. 6.293).

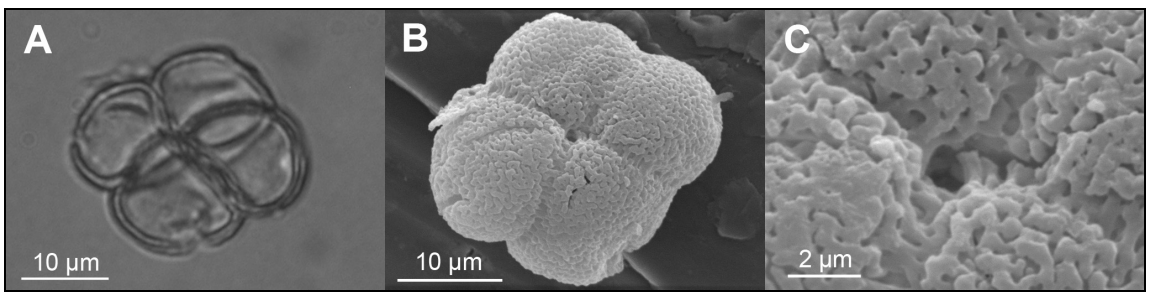


Figura 6.293 – *Typha* sp. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

SPT	1, 3
AS18	18.1, 18.4
CAZ	6, 7
OBI	1, 4, 7, 8, 9, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
RM	43, 51, 56, 64, 69, 70, 71, 78, 84, 87, 90, 92, 97, 105, 106, 108, 110

Ordem Arecales

Família Arecaceae (Palmae)

Compreende cerca de 190 géneros distribuídos por, aproximadamente, 2000 espécies (Simpson, 2006). Possuem distribuição essencialmente tropical, embora existam espécies subtropicais e raras temperadas (fig. 6.294). Utilizam-se muito como plantas ornamentais.

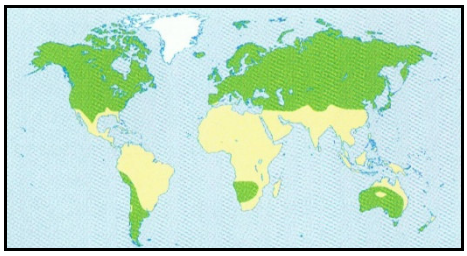


Figura 6.294 – Distribuição geográfica da família Arecaceae (Heywood *et al.*, 2007).

Os pólenes têm tamanho pequeno (10-25 μm), são sulcados e apresentam ornamentação reticulada (fig. 6.295).

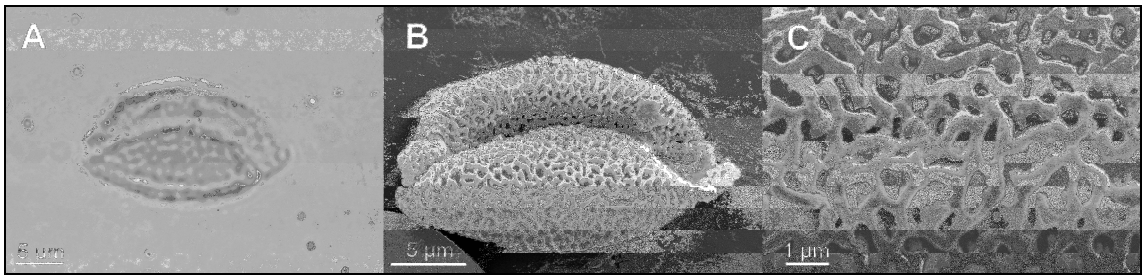


Figura 6.295 – Arecaceae. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Principais ocorrências

VFR	5
RM	49, 56, 69, 70, 79, 92, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 116

6.3 Não Identificados

Quase em todas as amostras estudadas observaram-se palinomorfos que não foi possível determinar a sua afinidade botânica, alguns devido ao seu mau estado de preservação, outros simplesmente, não foi possível, até ao momento, a sua identificação. Apresentam-se alguns exemplos.

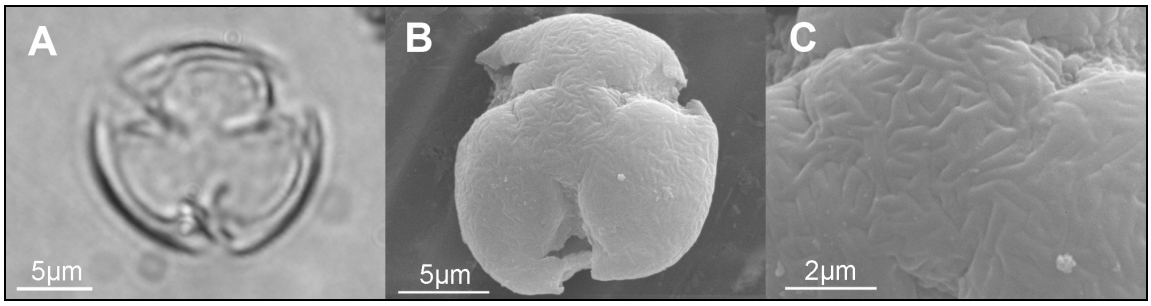


Figura 6.296 – Não identificado (RM. 101, 102, 103, 105). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina. Esta forma foi anteriormente atribuída a Cyrillaceae-Clethraceae por Diniz (1984).

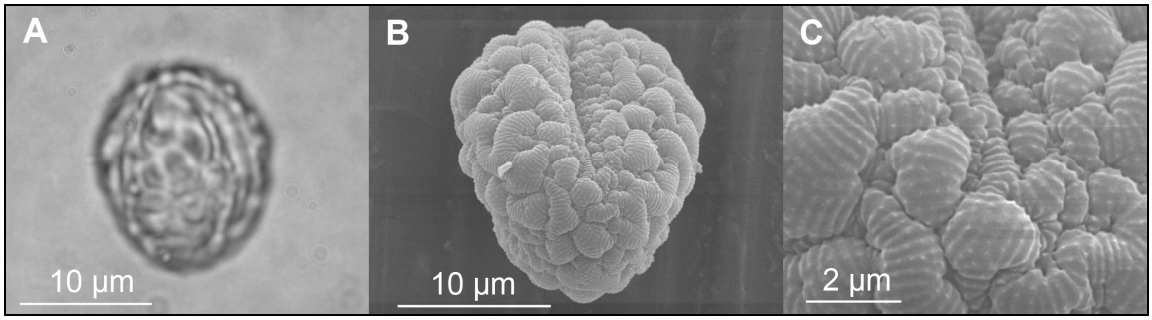


Figura 6.297 - Não identificado (SPT.1). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

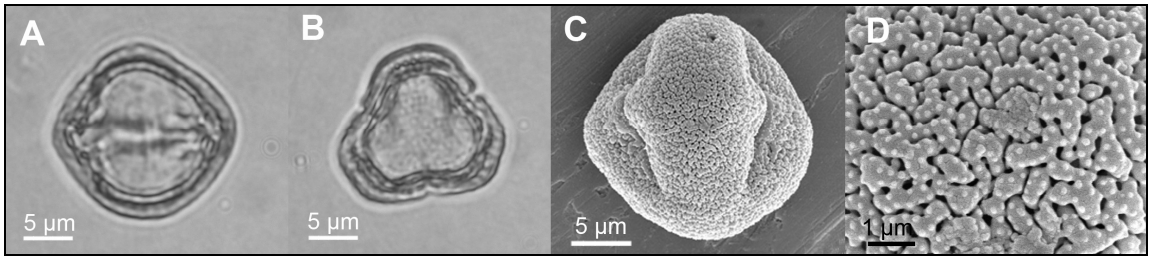


Figura 6.298 - Não identificado (RM. 72). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

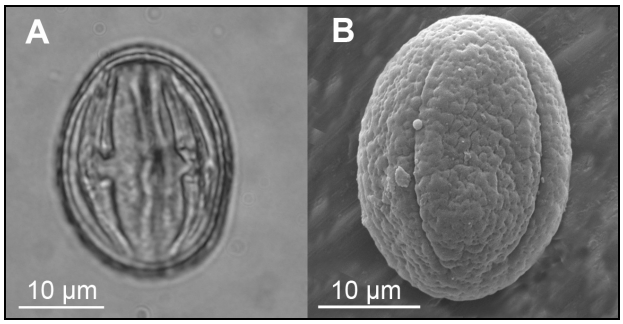


Figura 6.299 - Não identificado (SPT.2). A- MO; B- MEV.

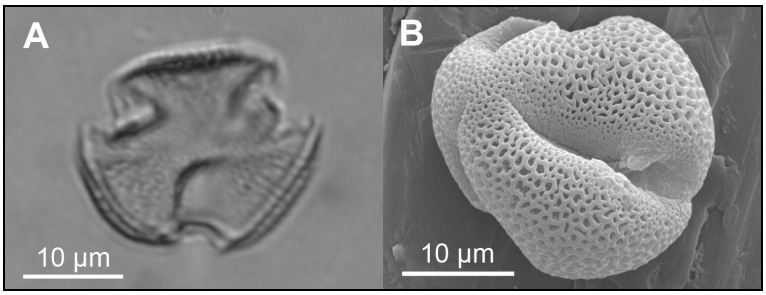


Figura 6.300 - Não identificado (RM. 52). A- MO; B- MEV.

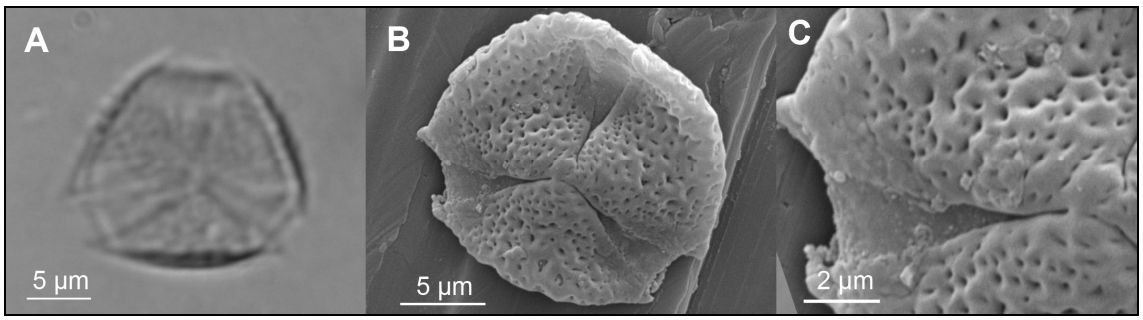


Figura 6.301 - Não identificado (RM. 52). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

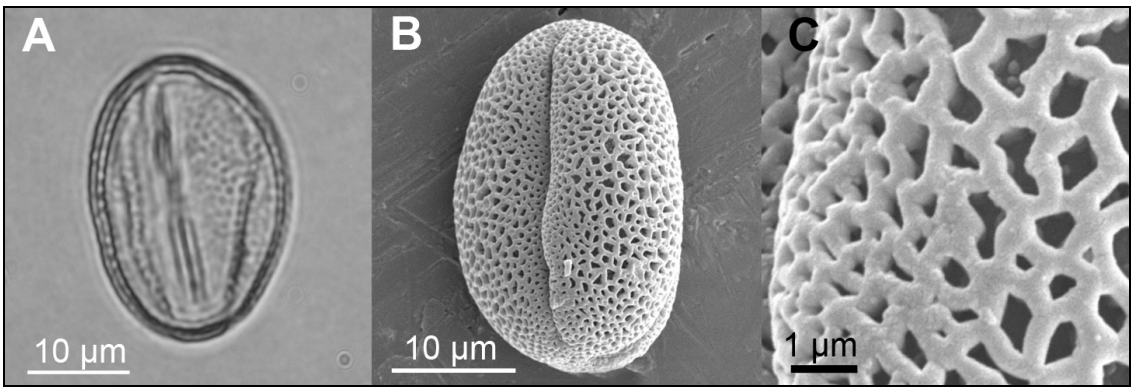


Figura 6.302 - Não identificado (RM. 70). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

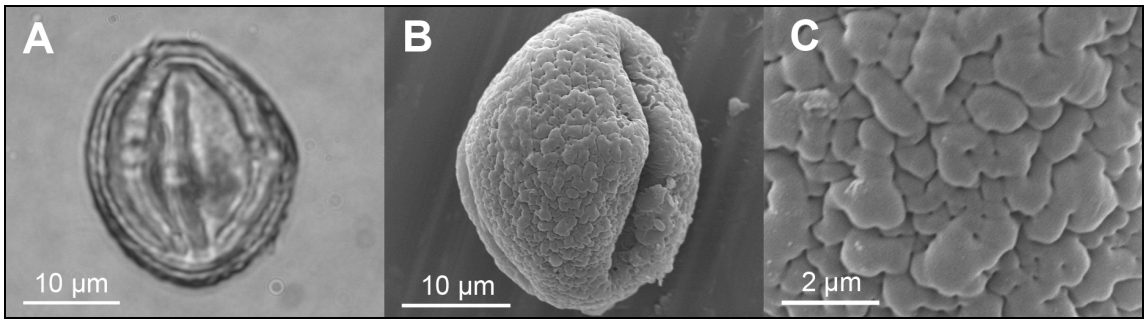


Figura 6.303 - Não identificado (SPT. 1). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

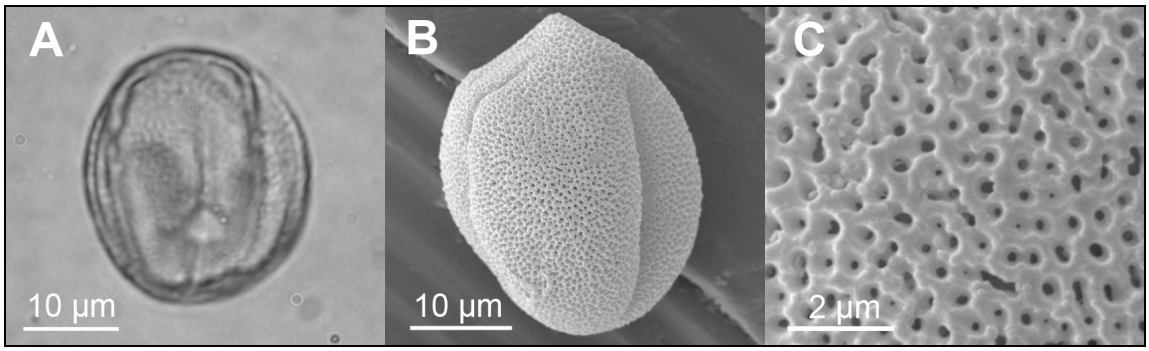


Figura 6.304 - Não identificado (RM. 92). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

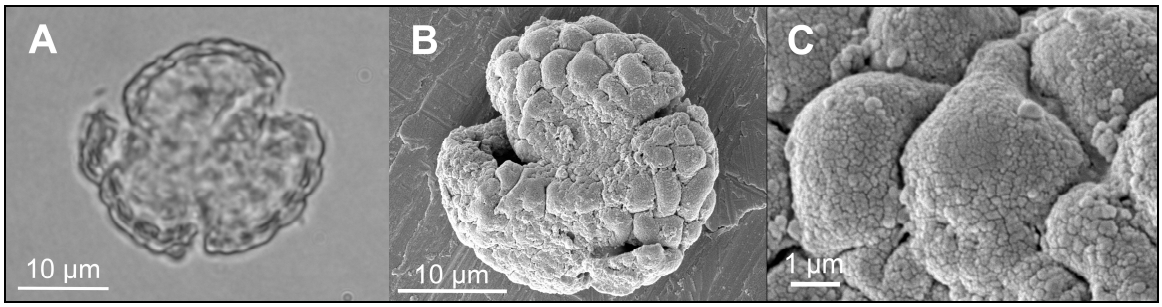


Figura 6.305 - Não identificado (OBI. 4). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

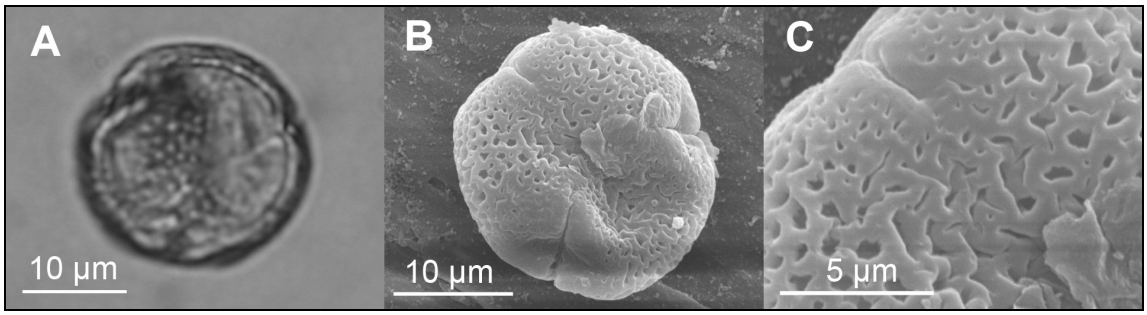


Figura 6.306 - Não identificado (SPT. 3). A- MO; B- MEV; C- detalhe da ornamentação da exina.

6.4 Outras Ocorrências

Nas amostras de Vale do Freixo foi possível observar e identificar algumas formas de quistos de dinoflagelados (fig. 6.307, 6.308, 6.309, 6.310, 6.311).

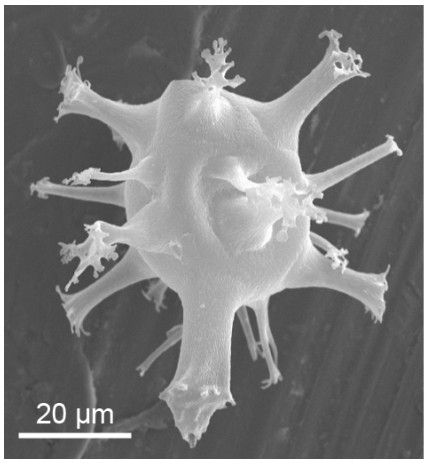


Figura 6.307 - *Hystrichokolpoma rigaudiae.*

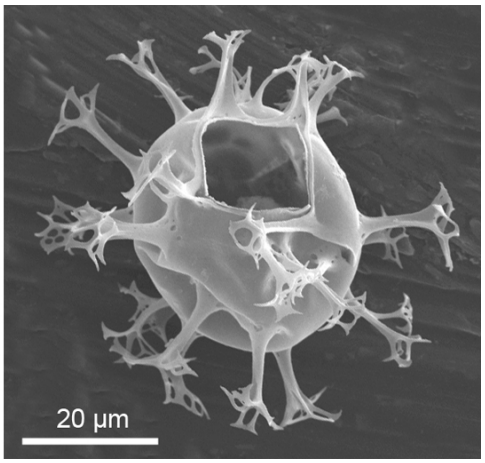


Figura 6.308 - *Achomosphaera andalousiensis.*

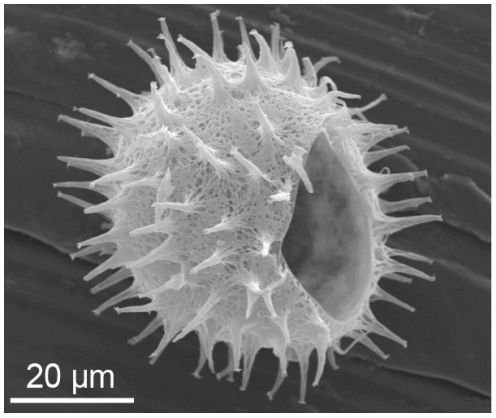


Figura 6.309 - *Operculodinium israelianum.*

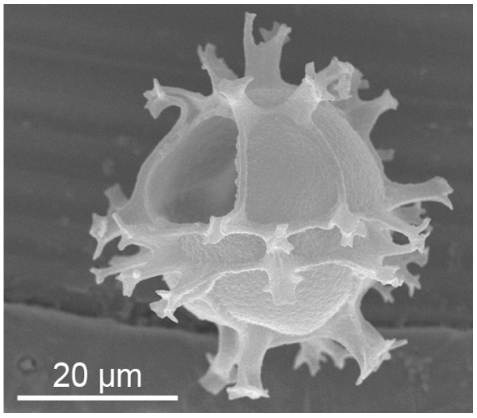


Figura 6.310 - *Spiniferites* sp.

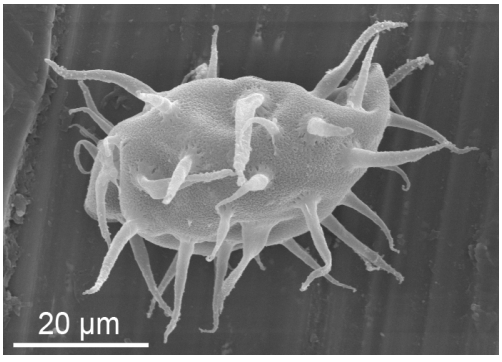


Figura 6.311 - *Lingulodinium machaerophorum.*

Para além dos quistos de dinoflagelados observaram-se ainda esporos de Zygnemataceae (espirogira), fungos, cutículas e estomas, algas como *Pediastrum*, *Botriococus*, entre outras.

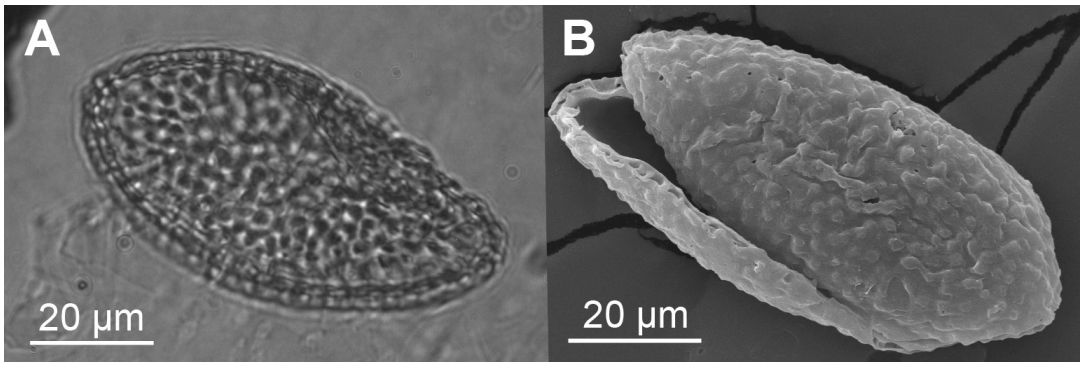


Figura 6.312 – Zygnemataceae – espirogira. A- MO; B- MEV.

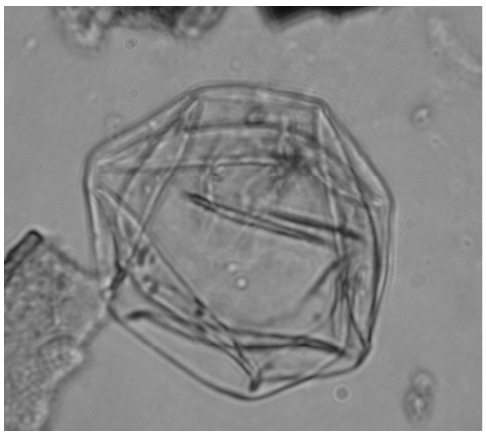


Figura 6.313 – *Ovoidites* sp.

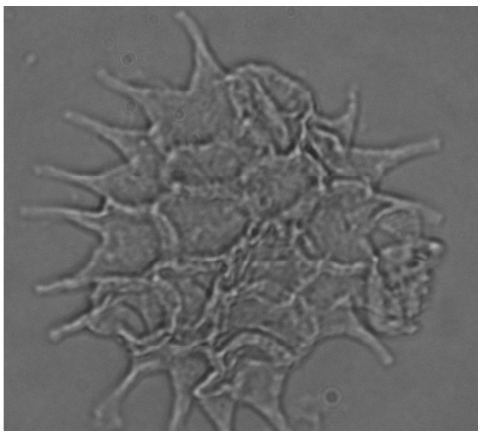


Figura 6.314 – *Pediastrum* sp.

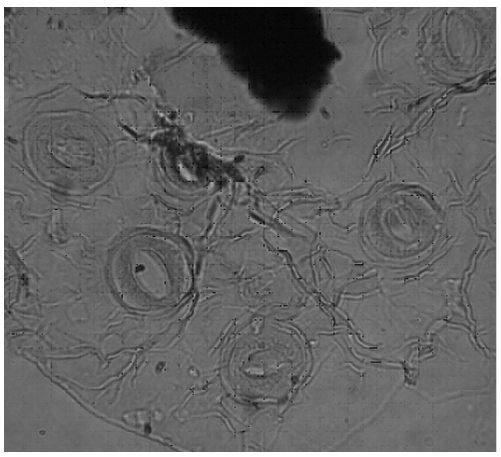


Figura 6.315 – Cuticula com estomas.

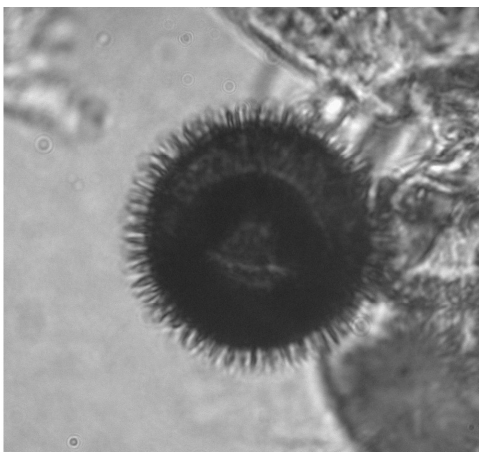


Figura 6.316 – Esporo de Fungo.



Capítulo 7

ANÁLISE DO CONTEÚDO PALINOLÓGICO

7. ANÁLISE DO CONTEÚDO PALINOLÓGICO

7.1 S. Pedro da Torre

7.2 Anadia – Sondagens

7.3 Monsarros

7.4 Barracão

7.5 Vale do Freixo

7.6 Praia da Vitória – Canto do Azeche

7.7 Óbidos

7.8 Rio Maior

7.9 Belverde

7.10 Apostiça

7. ANÁLISE DO CONTEÚDO PALINOLÓGICO

Apresenta-se o conteúdo palinológico dos locais estudados de acordo com a classificação taxonómica efectuada anteriormente. Para cada amostra foi feita a identificação e a caracterização dos táxones, e foram calculadas as respectivas abundância e frequência relativa. Foram estudadas 186 amostras e contados 76 535 palinomorfos. Para cada amostra, considerou-se para efeitos estatísticos, uma média de 300 a 400 palinomorfos, Nas amostras mais pobres, mesmo depois de observadas duas lâminas, não foi possível atingir aqueles números de palinomorfos. Todavia, noutros locais, como Vale do Freixo (abordado em pormenor a seguir), contaram-se muito mais palinomorfos. Neste caso, por se tratar de um afloramento marinho, muito rico de dinoflagelados, foi necessário contar maior número para obter valores de pólenes e esporos similares ao das amostras de depósitos continentais.

A tabela seguinte sumariza o número de amostras e de palinomorfos contados em cada corte geológico ou sondagem (tab. 7.1).

Sondagens (*) e cortes geológicos	**Símbolo**	**Nº amostras**	**Nº palinomorfos**
S. Pedro da Torre	SPT	3	2313
*Anadia sond. 7	AS7	9	4180
*Anadia sond. 18	AS18	6	3177
Monsarros	MON	20	14355
Barracão	BR	32	6194
Vale do Freixo	VFR	9	7349
Praia da Vitória	CAZ	10	2324
Óbidos	OBI	23	11372
*Rio Maior sond. 98	RM	56	22850
Belverde	BELV.P	15	1490
Apostiça	AP	3	931
		186	76535

Tabela 7.1 – Listagem dos cortes geológicos e sondagens estudadas, com a respectiva simbologia, o número de amostras estudadas por local e o número de palinomorfos contados.

Ao analisar exaustivamente os resultados polínicos obtidos, em alguns locais foi possível reconhecer diferentes associações florísticas que são interpretadas como traduzindo variações climáticas e ambientais, bem como variações de *fácies*.

Para estabelecer as oscilações verificadas ao longo do perfil ou da sondagem, foram tidas em consideração as percentagens dos *taxa* indicadores de determinadas condições ambientais:

- Indicadores de ambientes costeiros, clima tropical – subtropical, ambientes com clima quente e húmido ao longo de todo o ano. Podem ainda relacionar-se com condições edáficas ou microclimáticas localizadas. Utilizam-se os termos: termófilas ou mega-mesotérmicas para plantas com estas características. (Taxodiaceae, *Nyssa*, *Symplocos*, Sapotaceae, *Engelhardia*, *Carya*, Rutaceae, Palmae, *Cathaya*, *Cragia*, *Diplopanax*, Arecaceae …);

- árvores de folha decídua que vivem em ambientes de temperaturas amenas e que necessitam de um certo grau de humidade e não suportam grandes contrastes climáticos – espécies mesotérmicas (*Liquidambar*, *Quercus*, *Juglans*, *Castanea*, *Acer*, Betulaceae, …);

- as espécies herbáceas (Amaranthaceae, Araliaceae, Asteraceae, Cistaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Poaceae,…) e as hidrófilas (*Typha*, *Nuphar*, *Myriophyllum*);

- a percentagem de Pinaceae (inclui espécies que requerem condições ecológicas diferentes) e Ericaceae (com espécies arbóreas e outras arbustivas);

- esporos presentes.

Em anexos apresentam-se, para cada local estudado, quadros com as contagens numéricas, assim como os diagramas polínicos com as frequências relativas.

7.1 S. Pedro da Torre

As três amostras estudadas provenientes do afloramento da A3 (que actualmente não se encontra acessível) foram recolhidas aleatoriamente; contaram-se 2313 palinomorfos e identificados 66 *taxa*: 11 formas de esporos e 55 de pólenes (tab. 7.2). As amostras, muito ricas, evidenciam pequenas diferenças entre si.

S. Pedro da Torre									
	Esporos		Pólenes				Não Identificados		
			Gimnosp.		Angiosp.				
Amostra	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	Total
SPT.3	51	6,1	432	52,0	339	40,8	8	1,0	830
SPT.2	60	7,6	398	50,2	323	40,7	12	1,5	793
SPT.1	56	8,1	321	46,5	304	44,1	9	1,3	690
									2313

Tabela 7.2 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de S. Pedro da Torre.

Os esporos de Pteridófitos encontram-se presentes de uma forma regular nas 3 amostras. Incluem Pteridaceae (os mais abundantes), Polypodiaceae, Selaginellaceae; Osmundaceae, Gleicheniaceae e Cyatheaceae são menos frequentes. *Sphagnum*, *Anthoceros*, *Phaeoceros* e *Riccia* são pouco abundantes.

Pinus domina entre as gimnospérmicas, seguido de *Cathaya*, *Picea* e *Tsuga*. São ainda frequentes pólenes de Taxodiaceae e Cupressaceae. A abundância de *Taxodium* nos macrorrestos pressupõe a existência de zonas pantanosas (Pais, 1989). A presença abundante de *Cathaya* sugere condições climáticas quentes e húmidas. O género vive actualmente no SW da China, onde as temperaturas médias anuais rondam 15-20ºC e as precipitações anuais podem atingir os 2000 mm (Sivak, 1977).

Os pólenes de Angiospérmicas caracterizam bem a associação florística do depósito. No estrato arbóreo, dominam os pólenes de Hamamelidaceae, com diferentes tipos de pólenes de *Liquidambar*, que podem corresponder a diversas espécies. Este facto está de acordo com a abundância de impressões foliares de *Liquidambar* no sedimento. A família Juglandaceae é muito abundante, com *Engelhardia*, *Juglans*, e em menor quantidade *Carya*, e *Pterocarya*. As Fagaceae estão representadas por *Castanea* e *Quercus*. Os pólenes de *Quercus* observados em MEV, evidenciaram formas correspondentes a espécies perenifólias e a caducifólias, conforme o detalhe do reticulo (Yu-Sheng Liu *et al*., 2007).

De referir, ainda, a presença de espécies termófilas como *Symplocos*, Sapotaceae, *Nyssa*, Rutaceae, Mastixiaceae e *Cercidiphylum*, só presentes em ambientes de características subtropicais com temperatura e humidade relativamente constantes ao longo do ano.

A riqueza florística sugerida pela análise polínica e macrorrestos identificados sugerem uma floresta sub-tropical húmida, com elementos mega-mesotérmicos como Taxodiaceae, *Nyssa*, *Symplocos,* mesotérmicos como *Myrica* e *Carya,* microtémicos *como Alnus*, *Acer*, *Cercidiphylum,* a representar a vegetação rípicola. Esta floresta desenvolvia-se na proximidade de lagos e/ou cursos de água. A vegetação aquática está representada por *Typha*, *Myriophyllum* e *Nuphar*. Em redor das zonas aquáticas existiam plantas herbáceas como Apiaceae, *Plantago*, *Hedera*, *Parthenocissus* e Poaceae. Os *taxa* de substrato

seco (*Liquidambar*, *Quercus*, *Castanea*, *Cathaya*, *Engelhardia*, *Juglans*, *Symplocos*, Oleaceae, Sapotaceae e Rutaceae) desenvolviam-se nas planícies e planaltos próximos.

Importante referir a abundância de macrorrestos vegetais (folhas, sementes e frutos) no sedimento. Pais *et al.* (não publicado) estudaram os macrorrestos provenientes da jazida de Barrocas e identificaram impressões foliares comuns de *Taxodium hantkey* e *Liquidambar europaea*. Foi ainda possível a identificação de frutos e/ou sementes de cf. *Salvinia*, *Taxodium hantkey*, *Symplocos*, *Eurya*, *Tilia*, *Cephalanthus* e *Umbelliferopsis*.

No presente estudo, durante o tratamento laboratorial do sedimento, foi possível constatar a abundância de impressões foliares, algumas não identificadas até o momento (fig. 7.1).

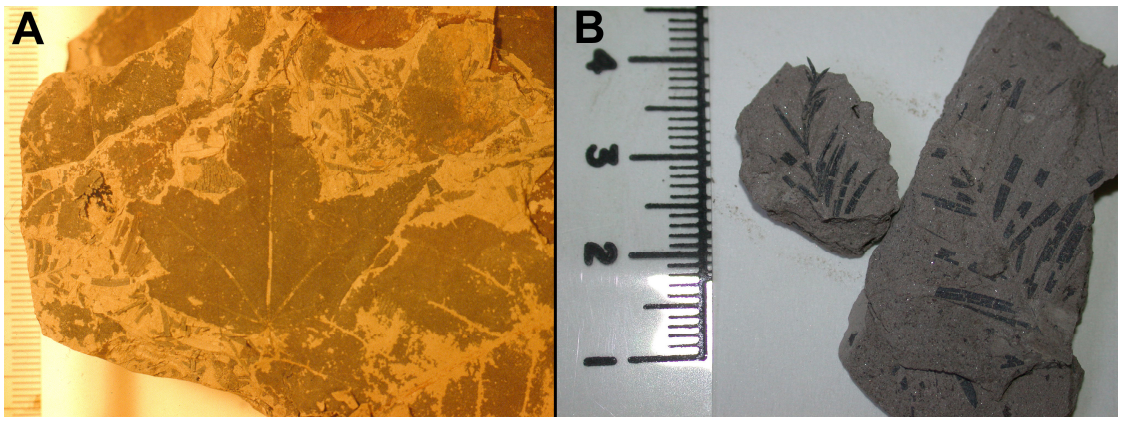


Figura 7.1 – Impressões foliares no sedimento de S. Pedro da Torre. A - *Liquidambar europaea* (foto cedida por João Pais); B - *Taxodium hantkey*.

Os resultados obtidos estão de acordo com os propostos por Pais (1989) e Poças (2004) em estudos palinológicos anteriores levados a cabo na área de S. Pedro da Torre. De referir o facto de no trabalho actual ter sido possível a identificação de um maior número de taxa, facto possível através da aplicação do novo método combinado MO – MEV de observação dos palinomorfos.

7.2 Anadia – Sondagens

A primeira sondagem estudada da região da Anadia foi a AS.18. Foram colhidas 18 amostras ao longo dos 61,80 m de tarolos. Apenas a camada de argilas negras com restos de lignito se revelou produtiva. Assim, procedeu-se também à colheita na camada negra da sondagem AS.7. Os resultados obtidos são semelhantes.

Da **sondagem AS.18** foram estudadas 6 amostras e contabilizados 3 177 palinomorfos (tab. 7.3). Apesar da má preservação, foi possível identificar 10 formas de esporos e 32 de pólenes. Identificaram-se esporos de *Cicatricosisporites,* assim como de *Classopolis*, que representam contaminação de sedimentos cretácicos que ocorrem na base dos depósitos pliocénicos.

Anadia S18										
Amostra	Profundidade (m)	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
				Gimnosp.		Angiosp.				
		nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
AS18.1	28,45	679	43,5	585	37,5	275	17,6	21	1,3	1560
AS18.2	28,75	135	43,0	74	23,6	91	29,0	14	4,5	314
AS18.3	29,05	50	27,3	73	39,9	37	20,2	23	12,6	183
AS18.4	29,9	124	31,2	190	47,9	70	17,6	13	3,3	397
AS18.5	30,8	141	26,3	339	63,1	24	4,5	33	6,1	537
AS18.6	32,6	0	0,0	166	89,2	20	10,8	0	0,0	186
										3177

Tabela 7.3 – Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos presentes na Sondagem 18 da Anadia.

Destaca-se a abundância de esporos e de *Pinus* que, no conjunto constituem perto de 80% dos palinomorfos identificados. Os esporos mais abundantes são de *Osmunda*, *Polypodium*, *Pteris* e *Selaginella*. A percentagem de esporos tende a aumentar para o topo, diminuindo a percentagem de *Pinus*. Ocorrem táxones termófilos como *Cathaya*, Taxodiaceae, *Engelhardia* e *Symplocos*. O estrato arbóreo, para além dos *Pinus*, incluía *Quercus*, *Corylus* e raras *Myrica*, *Oleaceae*, *Alnus*, *Tilia* e *Ulmus*. Os *taxa* não arbóreos estão exiguamente representados essencialmente por Cistaceae, Asteraceae, Poaceae e Amaranthaceae.

Esta camada lignitosa deve corresponder a depósito de ambiente lagunar ou pantanoso; para além das elevadas concentrações de esporos, são muito frequentes Ovoidites e esporos de espirogira (Zygnemataceae).

Da **sondagem AS.7** foram estudadas 9 amostras. Contabilizaram-se 4180 palinomorfos; 9 formas de esporos e 39 de pólenes (tab. 7.4).

Anadia S.7										
Amostra	Profundidade (m)	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
				Gimnosp.		Angiosp.				
		nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
AS7.1	9,74	26	3,6	391	54,4	284	39,5	18	2,5	719
AS7.2	10,34	12	1,7	459	65,2	217	30,8	16	2,3	704
AS7.3	10,8	11	12,9	49	57,6	20	23,5	5	5,9	85
AS7.4	11,43	141	46,1	98	32,0	50	16,3	17	5,6	306
AS7.5	12,12	213	21,5	557	56,1	207	20,9	15	1,5	992
AS7.6	12,9	2	3,8	32	61,5	15	28,8	3	5,8	52
AS7.7	13,62	160	30,6	217	41,5	129	24,7	17	3,3	523
AS7.8	15,24	358	48,4	292	39,5	55	7,4	35	4,7	740
AS7.9	15,67	16	27,1	23	39,0	17	28,8	3	5,1	59
										4180

Tabela 7.4 – Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos presentes na Sondagem 7 da Anadia.

Os pólenes de *Pinus* são os mais abundantes. Algumas amostras evidenciam grande percentagem de esporos à semelhança da sondagem AS.18. As Ericaceae abundam com percentagens entre 10% e 20%. *Tsuga* é presença constante nas amostras estudadas.

A amostra AS7.7 é a que permite caracterizar melhor o estrato arbóreo, com *Myrica*, *Quercus*, Betulaceae, *Engelhardia*, *Symplocos*, *Tilia*, *Ilex* e Oleaceae.

A dominar as herbáceas ocorrem Cistaceae que tendem a aumentar para o topo, Asteraceae e Poaceae.

7.3 Monsarros

Do afloramento de Monsarros, na zona da Anadia, foram colhidas 20 amostras e contabilizados 14 355 palinomorfos. Identificaram-se 62 *taxa*, distribuídos por 12 formas de esporos e 50 de pólenes (tab. 7.5).

Monsarros									
Amostra	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
			Gimnosp.		Angiosp.				
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
MON.20	18	3,5	307	60,0	175	34,2	12	2,3	512
MON.19	36	4,4	479	57,9	291	35,2	21	2,5	827
MON.18	39	6,1	359	56,3	221	34,6	19	3,0	638
MON.17	28	4,8	348	59,2	195	33,2	17	2,9	588
MON.16	7	1,4	92	18,9	372	76,5	15	3,1	486
MON.15	55	9,8	200	35,8	294	52,6	10	1,8	559
MON.14	358	69,1	55	10,6	96	18,5	9	1,7	518
MON.13	208	41,9	106	21,3	178	35,8	5	1,0	497
MON.12	233	25,5	230	25,2	439	48,0	12	1,3	914
MON.11	85	22,3	150	39,4	137	36,0	9	2,4	381
MON.10	76	8,5	375	41,8	425	47,3	22	2,4	898
MON.9	45	11,7	185	48,3	145	37,9	8	2,1	383
MON.8	46	11,0	206	49,2	158	37,7	9	2,1	419
MON.7	32	9,4	127	37,1	172	50,3	11	3,2	342
MON.6	29	6,3	244	52,7	183	39,5	7	1,5	463
MON.5	225	15,9	380	26,9	792	56,1	16	1,1	1413
MON.4	215	15,8	300	22,0	816	59,9	32	2,3	1363
MON.3	223	27,3	280	34,3	301	36,8	13	1,6	817
MON.2	278	23,2	361	30,1	551	46,0	9	0,8	1199
MON.1	287	25,2	382	33,6	458	40,2	11	1,0	1138
									14355

Tabela 7.5 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de Monsarros.

O espectro polínico evidencia o domínio de Pinaceae e Ericaceae seguido de esporos (Pteridophyta, Bryophyta). Ocorrem géneros arbóreos mesotérmicos, como *Quercus*, *Alnus*, *Liquidambar*, *Acer*, *Carya* e *Salix*. Também estão presentes formas mega-mesotérmicas como Taxodiaceae, *Myrica*, *Engelhardia*, *Symplocos* e *Nyssa*. *Cathaya*, *Tsuga*,

para além de outras plantas microtérmicas (*Abies* e *Picea*) ocorrem em quantidades acessórias. As herbáceas são dominadas por Asteraceae, Poaceae e Amaranthaceae.
A elevada percentagem de esporos na maioria das amostras, a presença de *Liquidambar* e *Alnus* na base, assim como outros palinomorfos como espirogira (Zygnemataceae), *Botriococcus* e *Ovoidites* indicam ambiente pantanoso/lagunar com hidroperíodos longos, rodeado por floresta dominada por Pinaceae e Ericaceae (Vieira, *et al*., 2007).

Analisando as diferenças qualitativas e quantitativas das amostras colhidas ao longo do corte, foi possível distinguir quatro associações florísticas associadas a prováveis variações ambientais e/ou climáticas.

Associação I: Amostra MON.1 - MON.5

Dominam Osmundaceae, Ericaceae e *Pinus* sp., com boa representação de *Liquidambar* sp., *Quercus* sp. e de *Alnus* sp. no topo. Poderá corresponder a uma fase de grande humidade.

Associação II: MON.6 – MON.11

Domínio de *Pinus* sp. seguido por Ericaceae, assiste-se a redução significativa das Osmundaceae (subsituição pelas Gleicheniaceae) e aumento de Cistaceae assim como de Gleicheniaceae e Asteraceae. Ligeira diminuição de *Quercus* e quase desaparecimento de *Liquidambar*, com incremento de *Engelhardia* e *Juglans*.

Associação III: MON.12 – MON.16

Grande abundância de *Sphagnum* sp. e de Poaceae. As Ericaceae são um pouco menos abundantes na parte inferior da zona mas têm um pico de abundância na parte superior, antes de regressarem a percentagens semelhantes às das zonas I e II. *Pinus* reduz-se significativamente de início, mas vai recuperando para o final da zona onde acaba por atingir percentagens ligeiramente mais elevadas do que na zona II. As Asteraceae estão representadas na parte inferior e média da zona, reduzindo-se para o topo, onde *Alnus* é

mais frequente. Sugere a presença de zonas abertas, desenvolvimento local de áreas muito húmidas na parte inferior da zona, seguida pelo desenvolvimento de matas de Ericaceae com crescente desenvolvimento de pinhais. Parece haver descréscimo significativo de temperatura.

Associação IV: MON.17 – MON.20

Pinus volta a dominar seguido de Ericaceae, com ligeiro incremento de *Ilex* e de *Quercus* sugerindo aumento de pinhais sob clima um pouco mais seco do que na zona III. A presença escassa de *Symplocos* pode indicar que, todavia, se mantinham ainda condições relativamente quentes e húmidas.

7.4 Barracão

Da área de Barracão foram colhidas 32 amostras. Destas apenas 30 foram produtivas do ponto de vista da palinologia. As amostras foram identificadas como BR. Como, no local de colheita não afloravam as argilas negras da base da Formação, foram colhidas 7 amostras noutro local de exploração próximo pelo Professor Pedro Proença e Cunha e gentilmente cedidas para análise palinológica. Destas 7 últimas amostras, identificadas como BRS, apenas a primeira e a última foram estudadas, uma vez que as outras se revelaram quase estéreis.

Foram contados 6 194 palinomorfos e identificados 63 taxa; 10 formas de esporos e 53 de pólenes (tab. 7.6).

Barracão									
Amostra	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
			Gimnosp.		Angiosp.				
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
BR.32	1	2,0	13	25,5	20	39,2	17	33,3	51
BR.31	17	7,8	46	21,1	141	64,7	14	6,4	218
BR.30	2	3,2	21	33,3	21	33,3	19	30,2	63
BR.29	3	3,7	37	45,7	28	34,6	13	16,0	81
BR.28	0	0,0	24	27,9	45	52,3	17	19,8	86
BR.27	0	0,0	7	70,0	3	30,0	0	0,0	10

BR.25	0	0,0	8	66,7	4	33,3	0	0,0	12
BR.23	1	3,2	7	22,6	23	74,2	0	0,0	31
BR.22	14	3,8	223	60,3	122	33,0	11	3,0	370
BR.21	1	0,7	58	43,3	50	37,3	25	18,7	134
BR.20	1	1,8	31	55,4	21	37,5	3	5,4	56
BR.19	0	0,0	447	93,5	26	5,4	5	1,0	478
BR.18	0	0,0	636	81,1	133	17,0	15	1,9	784
BR.17	0	0,0	53	43,8	56	46,3	12	9,9	121
BR.16	1	0,1	518	71,2	180	24,7	29	4,0	728
BR.15	2	0,2	598	59,1	384	38,0	27	2,7	1011
BR.14	0	0,0	11	78,6	2	14,3	1	7,1	14
BR.13	7	13,7	16	31,4	9	17,6	19	37,3	51
BR.12	2	1,2	56	33,7	76	45,8	32	19,3	166
BR.11	0	0,0	18	64,3	6	21,4	4	14,3	28
BR.10	1	1,8	24	43,6	27	49,1	3	5,5	55
BR.9	0	0,0	27	46,6	28	48,3	3	5,2	58
BR.8	1	1,9	29	53,7	18	33,3	6	11,1	54
BR.7	0	0,0	20	41,7	22	45,8	6	12,5	48
BR.6	0	0,0	24	80,0	3	10,0	3	10,0	30
BR.5	0	0,0	49	67,1	16	21,9	8	11,0	73
BR.4	1	1,4	17	23,3	6	8,2	49	67,1	73
BR.3	0	0,0	26	52,0	18	36,0	6	12,0	50
BR.2	1	2,0	33	64,7	17	33,3	0	0,0	51
BR.1	1	0,7	48	34,3	72	51,4	19	13,6	140
BRS.7	24	3,7	287	44,7	325	50,6	6	0,9	642
BRS.1	195	45,7	101	23,7	124	29,0	7	1,6	427
									6194

Tabela 7.6 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de Barracão.

Observando espectro polínico simplificado (fig. 7.2), verifica-se que as amostras da base são caracterizadas pela boa representação de esporos (28%) na amostra BRS.1 as Pteridaceae atingem 40%. Ocorrem espécies arbóreas mega-mesotérmicas como *Engelhardia*, *Nyssa*, *Cathaya*, *Symplocos* e Sapotaceae; no conjunto atingem 25% do total e dominam sobre as espécies de características temperadas. Importante notar que *Quercus* ocorrem na amostra BRS.1 em quantidades acessórias. Correspondem a ambiente de características quentes e húmidas.

As amostras identificadas como BR são mais pobres de palinomorfos e menos diversificadas. Observa-se um predomínio de pólenes de *Pinus* que, em média, atingem 83% do total. As espécies mega-mesotérmicas são substituídas por espécies temperadas; a percentagem de esporos diminui e as herbáceas mantêm-se quase constantes. Correspondem, portanto, a mudança nas condições ambientais e/ou climáticas.

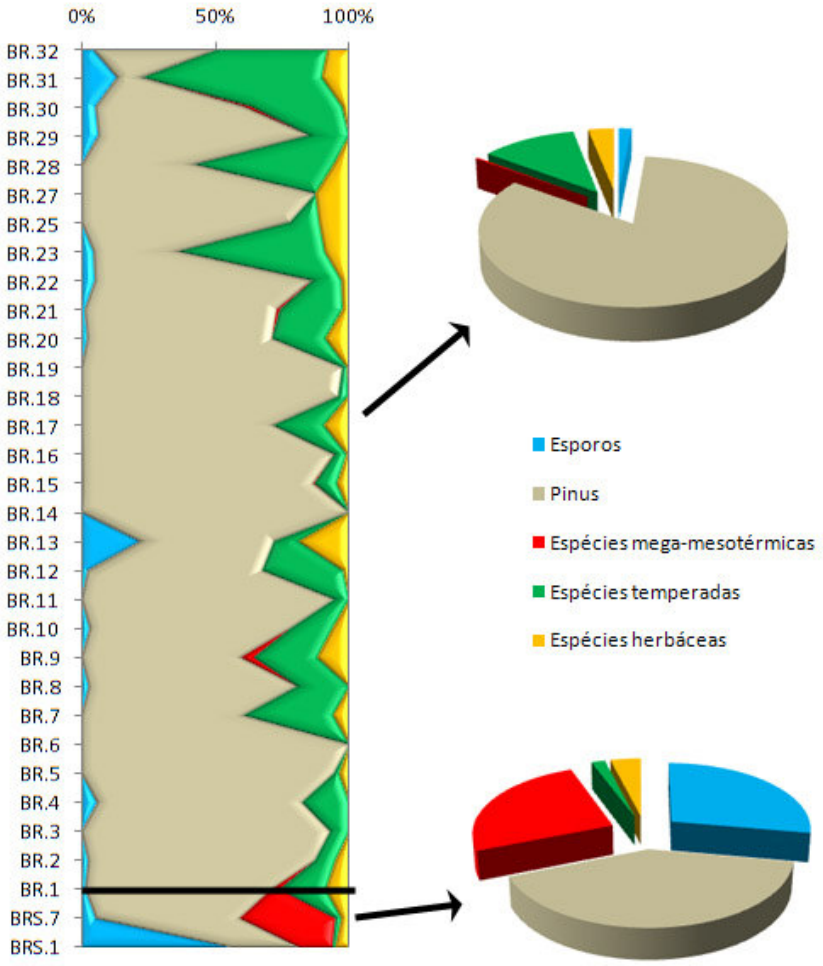


Figura 7.2 – Espectro polínico simplificado de Barracão.

Ao observar o dendograma de cluster (fig. 7.3), que organiza e agrupa os dados segundo as afinidades das amostras, obtido depois de padronizar os resultados numéricos e de os tratar no programa **R**, verifica-se que as amostras BRS.1 e BRS.7 se encontram afastadas das restantes o que evidência diferentes condições ambientais. A

variação registada nas restantes amostras pode atribuir-se à escassez de palinomorfos em algumas delas.

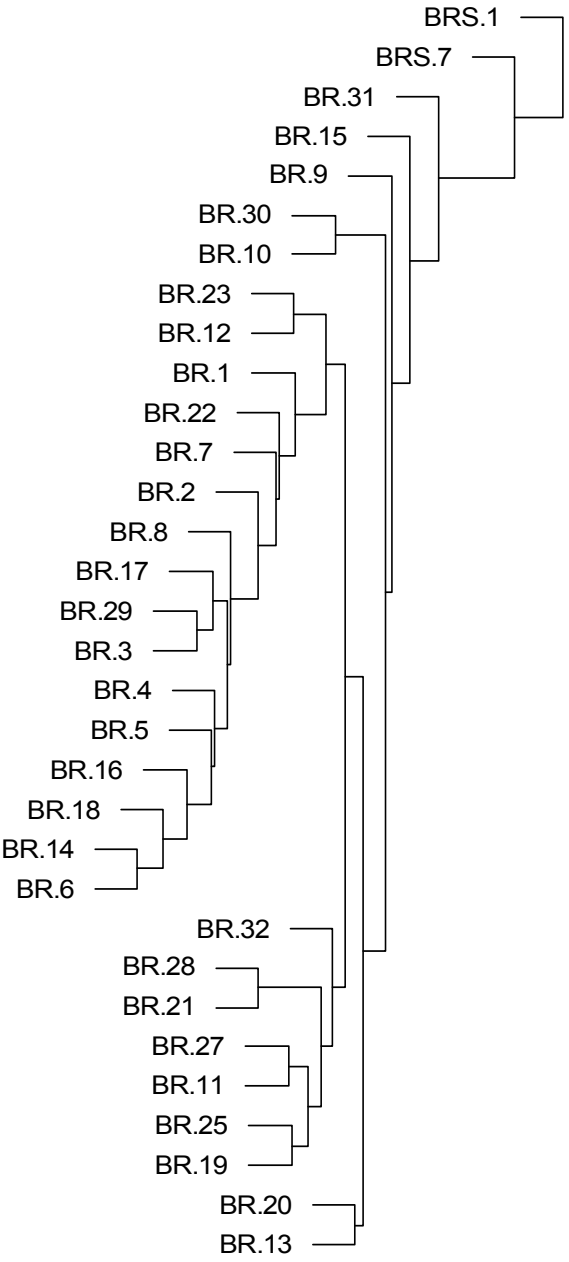


Figura 7.3 - Dendograma de cluster das amostras de Barracão.

7.5 Vale do Freixo

As amostras estudadas são ricas de palinomorfos em razoável estado de preservação. Das 9 amostras analisadas, contaram-se 7 349 palinomorfos e foram identificados 65 *taxa*: 10 formas de esporos, 44 de pólenes e 11 de dinoflagelados. As duas amostras do topo são bastante mais pobres quando comparadas com as restantes. Apresenta-se o quadro com os resultados numéricos de cada grupo palinológico por amostra (tab. 7.7).

Vale do Freixo											
Amostra	Esporos		Pólenes				Dinoflagelados		Não Identificados		Total
			Gimnosp.		Angiosp.						
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
VFR.9	0	0	73	38,8	109	58,0	1	0,5	5	2,7	188
VFR.8	3	4,2	39	54,2	18	25,0	9	12,5	3	4,2	72
VFR.7	3	0,3	167	18,7	8	0,9	712	79,8	2	0,2	892
VFR.6	1	0,1	72	7,4	12	1,2	884	90,7	6	0,6	975
VFR.5	19	1,7	182	15,8	69	6,0	854	74,3	25	2,2	1149
VFR.4	22	2,2	154	15,2	99	9,8	726	71,7	12	1,2	1013
VFR.3	47	2,5	442	23,2	221	11,6	1173	61,6	21	1,1	1904
VFR.2	33	4,9	176	26,2	66	9,8	375	55,9	21	3,1	671
VFR.1	17	3,5	134	27,6	37	7,6	283	58,4	14	2,9	485
											7349

Tabela 7.7 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de Vale do Freixo.

É clara a dominância dos quistos de dinoflagelados, que se acentua até à amostra 7, a partir da qual quase desaparecem. *Pinus* sp. é a forma mais abundante dos pólenes; *Quercus* sp. e Ericaceae são comuns. Os esporos estão representados por 9 famílias – Anthocerotaceae, Ricciaceae, Sphagnaceae, Selaginellaceae Cyatheaceae, Gleicheniaceae, Lygodiaceae, Polypodiaceae e Pteridaceae. É de referir que os pólenes de plantas arbóreas e arbustivas (AP) estão presentes em maior número que o de plantas herbáceas (NAP), embora o número de famílias encontrado seja o mesmo. Taxodiaceae, *Cathaya* sp., Juglandaceae, Nyssaceae e Symplocaceae entre outros, marcam presença importante, sendo característicos de climas relativamente quentes e húmidos.

Em estudos palinológicos anteriores efectuados em Vale Farpado, e também em Vale do Freixo (Diniz, 1984; Diniz & Cachão, 1987; Diniz, 1990), é referida a existência de microflora com características termófilas, dada a ocorrência de Taxodiaceae, *Symplocos*, *Nyssa* e *Engelhardia*.

Dos quistos de dinoflagelados, destacam-se os goniaulacóides: *Operculodinium tegillatum. Lingulodinium machaerophorum, Tectatodinium pellitum*, *Spiniferites* spp., e *Achomosphaera* spp. A presença de *Selenopemphix armageddonensis* (peridinióide) e de *Lingulodinium machaerophorum* com processos bastante desenvolvidos, sugerem ambiente marinho de pouca profundidade com influência de águas salobras (Vieira, *et al.*, 2006a, b).

Segundo Louwye *et al.* (2004), *Operculodinium tegillatum* ocorre no atlântico norte entre 5 a 3,5 Ma, extinguindo-se próximo do limite das zonas NN15 e NN16 de Martini (1971). Este intervalo corresponde a quase todo o Zancliano e início do Placenciano. A presença em Vale do Freixo, conjugada com a informação dos nanofósseis calcários (Cachão, 1990) aponta para idade muito próxima do intervalo 3,5-3,6 Ma, o que se ajusta bem com a datação de $^{87}Sr/^{86}Sr$ de 3,79 ± 0,27Ma indicada por Silva (2001). A presença de dinoflagelados nas amostras de Vale do Freixo permite reconhecer o máximo da transgressão marinha ocorrida no Pliocénico (fig. 7.4).

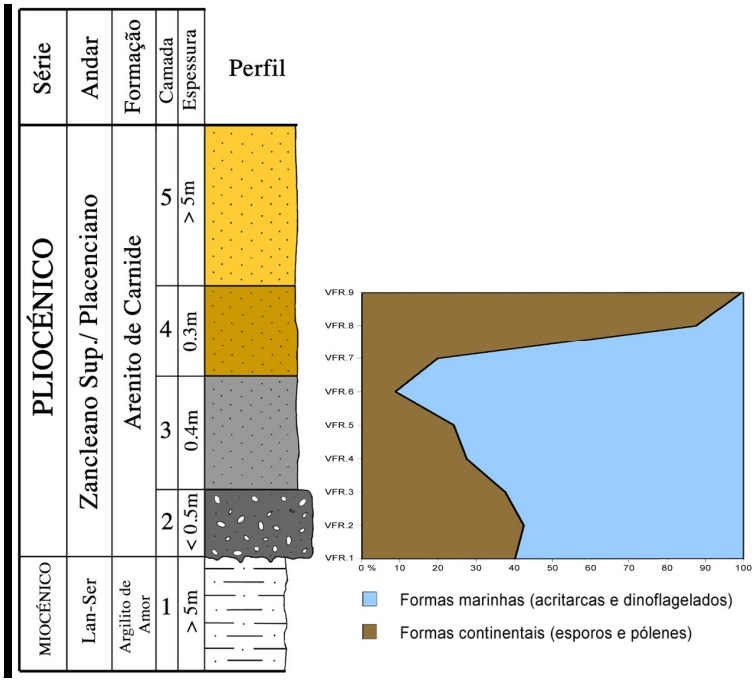


Figura 7.4 – Relação entre as formas continentais e marinhas em Vale do Freixo.

Estudos anteriores de moluscos, registaram a presença de gastrópodes termófilos bentónicos como *Solariella cincta*, *Tribia uniangulata*, *Solatia piscatoria*, *Ancilla* sp., que actualmente apenas ocorrem na costa W de África. Indicam, claramente, meio marinho infralitoral com águas de temperaturas elevadas (Teixeira & Zbyszewsky, 1951; Silva, 2001). A presença de espécies termófilas de dinoflagelados, como *Tectatodinium pellitum* e *Lingulodinium machaerophorum* confirmam aquela interpretação.

7.6 Praia da Vitória – Canto do Azeche

Nas dez amostras estudadas provenientes da Praia da Vitória foram contabilizados 2324 palinomorfos. Identificaram-se 43 *taxa* distribuídos por 6 formas de esporos e 37 de pólenes. Como se verifica na tabela 7.8 algumas das amostras foram pouco produtivas e diversificadas.

Canto do Azeche									
Amostra	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
			Gimnosp.		Angiosp.				
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
CAZ.10	5	1,2	310	75,4	91	22,1	5	1,2	411
CAZ.9	0	0	67	45,0	80	53,7	2	1,3	149
CAZ.8	1	0,4	165	70,2	63	26,8	6	2,6	235
CAZ.7	135	17,6	398	52,0	225	29,4	8	1,0	766
CAZ.6	62	15,5	220	54,9	110	27,4	9	2,2	401
CAZ.5	16	9,6	125	75,3	21	12,7	4	2,4	166
CAZ.4	4	8,5	26	55,3	16	34,0	1	2,1	47
CAZ.3	4	6,3	34	53,1	21	32,8	5	7,8	64
CAZ.2	2	4,3	21	45,7	19	41,3	4	8,7	46
CAZ.1	0	0	14	35,9	21	53,8	4	10,3	39
									2324

Tabela 7.8 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos do Canto do Azeche.

As Gimnospérmicas são as mais abundantes, variando entre 35 e 75% do total de palinomorfos. Os esporos são relativamente abundantes nas amostras CAZ.6 - CAZ.7. Da base para o topo há substituição da componente arbórea, onde *Quercus, Myrica* e *Alnus,* inicialmente abundantes, decrescem, sendo substituídos por *Pterocarya*, *Salix* e

Tilia. A acompanhar esta mudança ocorre um pico de abundância de Asteraceae na amostra CAZ.8. As espécies não arbóreas existem quase sempre em concentrações muito baixas.

7.7 Óbidos

Do afloramento de Óbidos foram estudadas 23 amostras e contabilizados 11 372 palinomorfos (tab. 7.9). A riqueza e boa preservação dos palinomorfos permitiram a identificação de 12 formas de esporos e 70 de pólenes.

Óbidos									
Amostra	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
			Gimnosp.		Angiosp.				
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
OBI.23	0	0	140	40,1	205	58,7	4	1,1	349
OBI.22	0	0	326	52,8	281	45,5	11	1,8	618
OBI.21	6	0,9	267	40,0	380	57,0	14	2,1	667
OBI.20	4	0,6	307	49,0	307	49,0	8	1,3	626
OBI.19	6	1,1	265	47,1	283	50,3	9	1,6	563
OBI.18	2	0,4	190	37,6	309	61,2	4	0,8	505
OBI.17	9	1,4	239	37,6	382	60,1	6	0,9	636
OBI.16	18	3,3	208	38,4	309	57,1	6	1,1	541
OBI.15	8	1,7	166	34,4	300	62,1	9	1,9	483
OBI.14	2	0,5	72	17,6	334	81,7	1	0,2	409
OBI.13	12	2,4	85	16,7	411	80,6	2	0,4	510
OBI.12	30	6,0	154	30,6	315	62,5	5	1,0	504
OBI.11	4	1,0	52	12,4	362	86,6	0	0	418
OBI.10	11	4,4	133	53,0	105	41,8	2	0,8	251
OBI.9	7	1,8	199	50,9	182	46,5	3	0,8	391
OBI.8	10	1,7	259	44,2	317	54,1	0	0	586
OBI.7	3	0,5	185	32,2	383	66,7	3	0,5	574
OBI.6	6	1,2	226	46,6	253	52,2	0	0	485
OBI.5	0	0	137	36,7	234	62,7	2	0,5	373
OBI.4	5	1,0	206	40,6	295	58,1	2	0,4	508
OBI.3	4	1,3	143	46,6	156	50,8	4	1,3	307
OBI.2	4	0,8	218	43,7	274	54,9	3	0,6	499
OBI.1	5	0,9	270	47,5	293	51,5	1	0,2	569
									11372

Tabela 7.9 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos de Óbidos.

De modo geral, as percentagens de esporos são baixas e a vegetação arbórea (nomeadamente as angiospérmicas) domina sobre a herbácea. As Gimnospérmicas estão representadas maioritariamente por *Pinus*, ocorrendo, frequentemente, em quantidades acessórias, *Cathaya*, *Tsuga*, Taxodiaceae e Cupressaceae. A vegetação arbórea é dominada por *Myrica*, *Quercus* e, em menor quantidade, *Engelhardia*, Oleaceae, *Ilex*, Betulaceae e *Acer*. Ocorrem ainda Sapotaceae, *Symplocos* e *Nyssa*. No estrato herbáceo dominam Cistaceae, Poaceae, Apiaceae, *Hedera* e Asteraceae.

Apesar de as diferenças observadas nas amostras colhidas ao longo do perfil não ser assinalável, é possível observar pequena oscilação entre as amostras OBI.11 e OBI.15.

Da amostra OBI.1 até à OBI.10, dominam *Pinus* (aproximadamente 50%); as Ericaceae ocorrem com valores médios de 20%. *Alnus* é raro; *Engelhardia* e *Carya* estão representadas em concentrações baixas. Da amostra OBI.11 até à OBI.15 há diminuição da percentagem de *Pinus* e aumento acentuado de Ericaceae que, na amostra OBI.11, atinge quase 90% de abundância.

A partir da amostra OBI.16, *Pinus* aumenta novamente de abundância, com consequente diminuição de Ericaceae. Para o topo, observa-se ainda incremento de *Alnus*, *Betula, Ulmus*, Asteraceae e *Plantago*. Este facto deve relacionar-se com a mudança de *fácies* materializada pela ocorrência de lignito entre as amostras OBI.11 e OBI.15, ao passo que as restantes são de diatomito.

7.8 Rio Maior

O estudo detalhado de 56 amostras provenientes da sondagem 98 de Rio Maior forneceu 22 850 palinomorfos distribuídos por 127 taxa. As amostras foram colhidas de tarolos conservados no arquivo de sondagens do Laboratório Nacional de Energia e Geologia, em Lisboa.

A maioria das amostras revelou-se extremamente rica e diversificada de pólenes e esporos (tab. 7.10). O estudo combinado de microscópio óptico e microscópio electrónico de varrimento para o mesmo palinomorfo possibilitou o reconhecimento deste rico inventário florístico.

Reconheceram-se 13 formas de esporos e 114 de pólenes. Os *taxa* arbóreos predominam sobre os herbáceos.

Rio Maior										
Amostra	Profundidade (m)	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
				Gimnosp.		Angiosp.				
		nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
RM.7	8,5	1	0,3	194	64,0	108	35,6	0	0,0	303
RM.8	9	9	2,5	41	11,5	306	86,0	0	0,0	356
RM.13	25	27	5,6	176	36,6	278	57,8	0	0,0	481
RM.14	25,5	13	2,9	147	32,8	288	64,3	0	0,0	448
RM.16	27	10	2,1	116	24,3	351	73,6	0	0,0	477
RM.18	32	63	14,8	191	44,7	173	40,5	0	0,0	427
RM.21	33,5	11	3,3	101	30,4	219	66,0	1	0,3	332
RM.23	36,5	12	2,7	230	51,2	205	45,7	2	0,4	449
RM.25	39,5	24	5,6	185	43,4	216	50,7	1	0,2	426
RM.28	42	21	6,1	166	48,0	159	46,0	0	0,0	346
RM.31	46	47	11,8	188	47,2	163	41,0	0	0,0	398
RM.34	48	31	9,9	138	44,1	143	45,7	1	0,3	313
RM.36	50	52	10,2	244	47,7	215	42,1	0	0,0	511
RM.39	52,5	26	6,3	192	46,3	197	47,5	0	0,0	415
RM.43	56	44	10,0	189	43,1	203	46,2	3	0,7	439
RM.46	58,5	23	5,7	169	41,7	211	52,1	2	0,5	405
RM.47	60	18	4,9	142	38,8	206	56,3	0	0,0	366
RM.48	61	58	14,3	71	17,5	273	67,4	3	0,7	405
RM.49	61,5	89	21,7	81	19,8	240	58,5	0	0,0	410
RM.51	62,5	73	19,8	73	19,8	218	59,1	5	1,4	369
RM.52	72	75	14,6	171	33,2	268	52,0	1	0,2	515
RM.54	73	41	13,4	116	38,0	148	48,5	0	0,0	305
RM.55	73,5	109	30,0	27	7,4	224	61,7	3	0,8	363
RM.56	75	26	7,0	104	28,1	240	64,9	0	0,0	370
RM.57	76,5	32	7,0	158	34,5	264	57,6	4	0,9	458
RM.59	79	133	41,7	59	18,5	127	39,8	0	0,0	319
RM.62	81	3	0,6	107	20,5	410	78,7	1	0,2	521
RM.64	83,5	13	2,9	106	23,4	334	73,7	0	0,0	453
RM.67	86	9	1,8	148	29,5	339	67,7	5	1,0	501
RM.69	87,5	14	3,1	146	32,4	291	64,5	0	0,0	451
RM.70	88	12	2,4	163	32,6	325	65,0	0	0,0	500
RM.71	88,5	27	6,5	94	22,6	294	70,7	1	0,2	416
RM.73	90,1	26	5,2	34	6,8	441	88,0	0	0,0	501
RM.74	91,2	30	8,7	22	6,4	286	83,1	6	1,7	344
RM.75	92,5	25	6,3	102	25,5	273	68,3	0	0,0	400

RM.78	96,1	57	14,0	73	17,9	271	66,4	7	1,7	408
RM.79	98,1	70	19,9	19	5,4	259	73,6	4	1,1	352
RM.81	100,2	159	35,8	9	2,0	268	60,4	8	1,8	444
RM.83	102,2	78	22,6	25	7,2	242	70,1	0	0,0	345
RM.84	103,8	74	15,9	25	5,4	361	77,6	5	1,1	465
RM.85	104,6	10	2,1	119	25,4	337	71,9	3	0,6	469
RM.87	105,5	7	1,7	161	39,4	240	58,7	1	0,2	409
RM.89	107	3	0,7	150	37,0	252	62,2	0	0,0	405
RM.90	108	5	1,2	152	37,5	248	61,2	0	0,0	405
RM.92	109	10	2,1	115	23,7	358	73,8	2	0,4	485
RM.94	110	11	2,8	95	24,1	285	72,3	3	0,8	394
RM.97	111,25	17	4,8	103	29,3	227	64,7	4	1,1	351
RM.101	115,2	11	2,5	19	4,3	377	85,5	34	7,7	441
RM.102	116,3	7	1,9	22	5,9	278	74,1	68	18,1	375
RM.103	117,7	2	0,5	43	10,4	308	74,8	59	14,3	412
RM.105	119	19	4,7	156	38,5	211	52,1	19	4,7	405
RM.106	119,5	12	3,6	167	50,6	151	45,8	0	0,0	330
RM.108	120,5	7	2,0	139	38,9	211	59,1	0	0,0	357
RM.110	121,5	18	4,7	148	38,9	213	56,1	1	0,3	380
RM.113	122,9	30	8,2	88	24,0	247	67,3	2	0,5	367
RM.116	125,7	15	4,2	133	37,2	208	58,1	2	0,6	358
										22850

Tabela 7.10 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos em Rio Maior.

Analisando os resultados obtidos foi possível estabelecer nove associações polínicas, baseadas nas variações qualitativas e quantitativas de diferentes *taxa* presentes nas diferentes amostras.

Associação I: amostras RM.105 – RM.116 (profundidades: 119 a 125,7m)

Os pólenes de *Pinus* dominam o espectro polínico (percentagens entre 20-50%). Outras gimnospérmicas, como Taxodiaceae (*Sequoia*), *Tsuga*, *Cathaya* e *Picea* ocorrem em quantidades acessórias. Os esporos mais abundantes são os de Pteridaceae. Nas espécies arbóreas dominam *Quercus* (10-15%) seguidos de *Engelhardia* (4-11%) e *Myrica*. Em menor quantidade ocorrem *Liquidambar*, *Carya*, Oleaceae e *Ulmus*. *Cragia* e *Cercidiphyllum* ocorrem em duas das amostras. Verifica-se quase ausência de *Symplocos* e

Nyssa. Ericaceae ocorrem em todas as amostras com percentagens médias de 20%. As plantas herbáceas são caracterizadas pela presença de Cistaceae, Amaranthaceae, Poaceae e Asteraceae, sempre em concentrações baixas.

A amostra RM.108 (profundidade 120,5 m) evidencia um pico de *Typha* e grande quantidade de *Botryococcus*, denuncia ambiente lagunar de água doce.

Associação II: amostras RM.101 – RM.103 (profundidade: 115,2 a 117,7m)

Esta associação caracteriza-se por elevadas quantidades de *Myrica*, *Symplocos* e *Engelhardia*. *Carya*, Rutaceae e *Trigonobalanopsis* estão representados em quantidades acessórias. As percentagens de *Quercus*, Ericaceae e Cistaceae baixam em relação à associação anterior. As Gimnospérmicas, assim como as herbáceas, *Nyssa* e esporos estão presentes em concentrações muito baixas. Não ocorrem Taxodiaceae. As Sapotaceae estão bem representadas.

Existe elevado número de pólenes que não foi possível identificar (fig. 7.5), que, em grande parte parecem corresponder aos anteriormente atribuídos por Diniz (1984) a Cyrillaceae-Clethraceae. Após estudo combinado de microscopia óptica e electrónica, não foi possível encontrar um género correspondente.

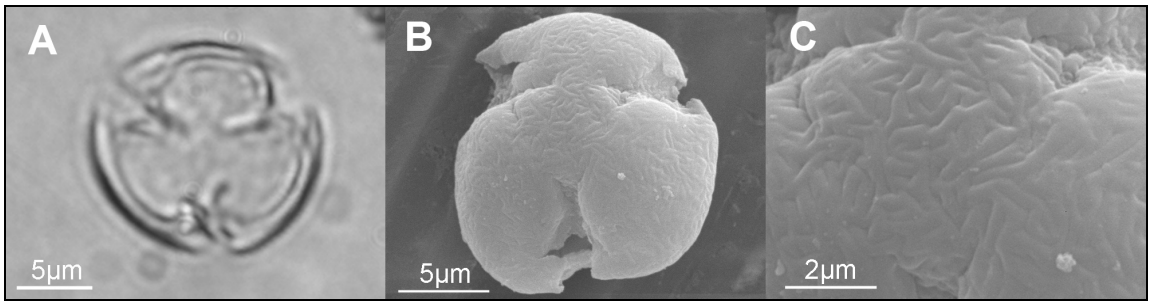


Figura 7.5 – Palinomorfo não identificado presente em quantidade nas amostras RM.101 a RM.105. A - MO; B - MEV; C - detalhe da ornamentação da exina.

Associação III: amostras RM.85 – RM.97 (profundidades: 104,6 a 111,25m)

Pinus e Ericaceae dominam o espectro polínico, seguidos de *Quercus* e *Myrica* com valores médios de 15%. *Engelhardia* tem percentagens de 5%. Os pólenes de *Nyssa* e

Symplocos estão quase ausentes. O estrato arbóreo acessório é constituído por *Ilex*, Betulaceae, *Castanea*, *Juglans*, *Carya* e *Tsuga*. Voltam, também, a estar representados *Oleaceae*, *Cathaya*, *Liquidambar*, *Diplopanax*, *Ulmus* e Taxodiaceae. Na componente não arbórea aparecem, novamente, Asteraceae, Amaranthaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae e Poaceae. Nas amostras RM.87, RM.89 e RM.90 abundam *Botryococcus*.

Associação IV: amostras RM.78 – RM.84 (profundidades: 96,1 a 103,8m)

Nesta associação, *Pinus* e *Quercus* diminuem a representação para quantidades residuais/acessórias. A dominar o estrato arbóreo ocorrem *Myrica* (que diminui para o topo), Ericaceae, *Engelhardia* (4-8%) e *Osmunda* (12-24%). *Cathaya* e Betulaceae tornam-se quase ausentes. Para o topo, *Nyssa* começa a ser frequente. No estrato herbáceo é de referir a representação de *Polygala* e de várias formas de Fabaceae.

Associação V: amostras RM.73 – RM.75 (profundidades: 90,1 a 92,5m)

Há predomínio de *Symplocos* (25%), *Nyssa* (15%), Ericaceae e *Engelhardia*. *Pinus* é relativamente pouco comum e *Quercus* está quase ausente. Ocorrem, ainda, *Osmunda* e *Tsuga*. Pode corresponder a pico de temperatura e de humidade.

Associação VI: amostras RM.52 – RM.71 (profundidades: 72 a 88,5m)

Esta associação caracteriza-se pelo aumento de abundância de *Pinus* (25%) e de *Quercus* (10-15%). *Myrica* e *Engelhardia* mantêm concentrações semelhantes, apesar de, para o topo, *Engelhardia* tender a aumentar. Há um pico de *Engelhardia*, *Myrica* e *Zanthoxylum* na amostra RM.55. *Nyssa* e *Symplocos* quase desaparecem. Taxodiaceae, *Ilex*, *Castanea*, *Juglans*, *Diplopanax*, Oleaceae, Rosaceae e *Buxus*, entre outros táxones, voltam a estar representados. Os valores médios de Asteraceae também aumentam, assim como de *Osmunda* que possui um pico de abundância na amostra RM.59. Trata-se de associação mais rica que a anterior.

Associação VII: amostras RM.46 – RM.51 (profundidades: 58,5 a 62,5m)

Assiste-se a aumento de Pteridaceae, *Cathaya* e *Nyssa*, que tem um pico frequência na amostra RM.48 (27%), associado à presença de *Craigia*. *Quercus* está presente na base com concentrações baixas, tendendo a aumentar para o topo. O contrário acontece com *Engelhardia*. *Pterocarya* encontra-se presente em todas as amostras, sendo, também, comuns Rutaceae como, por exemplo, *Zanthoxylum*. De referir, nesta associação, a presença de *Leitneria*, que vive actualmente nas regiões sub-tropicais do sudeste dos Estados Unidos.

A dominar o estrato herbáceo ocorrem Amaranthaceae, Araliaceae e Asteraceae.

Nesta associação, não se encontraram *Symplocos*, *Cercidiphylum*; *Trigonobalanopsis* tem a última ocorrência na amostra RM.49.

Associação VIII: amostras RM.13 – RM.46 (profundidades: 25 a 56m)

A associação marca clara transição para condições climáticas menos quentes e húmidas, uma vez que a maioria dos elementos mega-mesotérmicos (Taxodiaceae, *Nyssa*, Sapotaceae, *Engelhardia*, *Carya*, Rutaceae, Palmae, *Cathaya*, *Cragia*, *Diplopanax*) desaparecem ou, ocorrem ainda na base, em quantidades muito baixas. Dominam *Pinus*, *Quercus* (aumentam para o topo), Ericaceae e também *Myrica*. As Cupressaceae, Asteraceae e *Alnus* tendem a ser mais frequentes.

Associação IX: amostras RM.7 – RM.8 (profundidades: 8,5 a 9m)

No troço da sondagem entre a superfície e os 25 m de profundidade apenas as amostras recolhidas aos 8,5 e 9 metros forneceram palinomorfos; os sedimentos são pouco favoráveis à preservação de palinomorfos.

Estas duas amostras confirmam a tendência para degradação climática e redução do número de espécies presentes. A vegetação incluía *Pinus*, Ericaceae e Asteraceae, aumento de *Alnus* e de raras *Myrica*, *Castanea* e Cistaceae.

Quando analisamos graficamente, a relação entre espécies mega-mesotérmicas (Taxodiaceae, *Cathaya, Nyssa*, Sapotaceae, *Symplocos*, *Craigia*, *Carya*, *Engelhardia*, *Diplopanax*) e espécies temperadas (*Castanea*, *Quercus*, *Liquidambar*, *Juglans*, *Acer* e Betulaceae) ao longo da sondagem, é possível identificar as principais variações associadas às diferentes associações florísticas descritas (fig. 7.6).

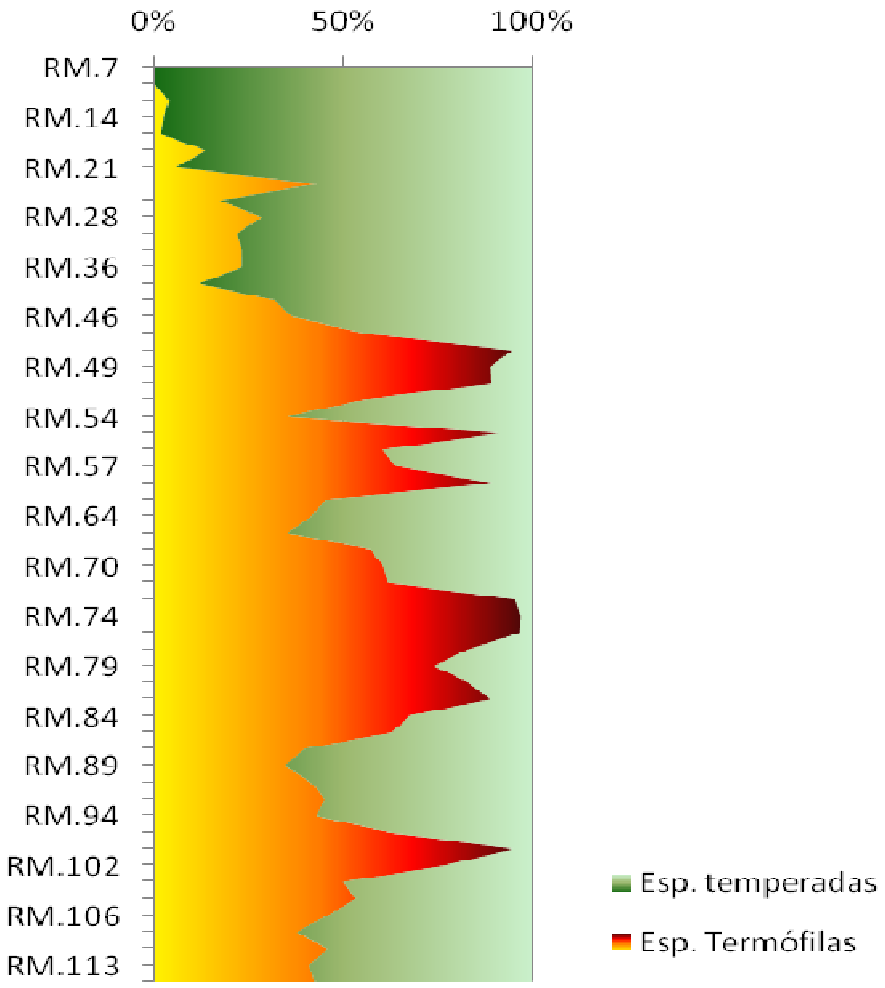


Figura 7.6 - Relação entre taxa temperados e termófilos.

Quando combinados os valores numéricos de esporos, *Pinus*, plantas herbáceas, espécies mega-mesotérmicas e formas temperadas, é possível observar a relação entre os diferentes grupos ao longo da sondagem (fig. 7.7).

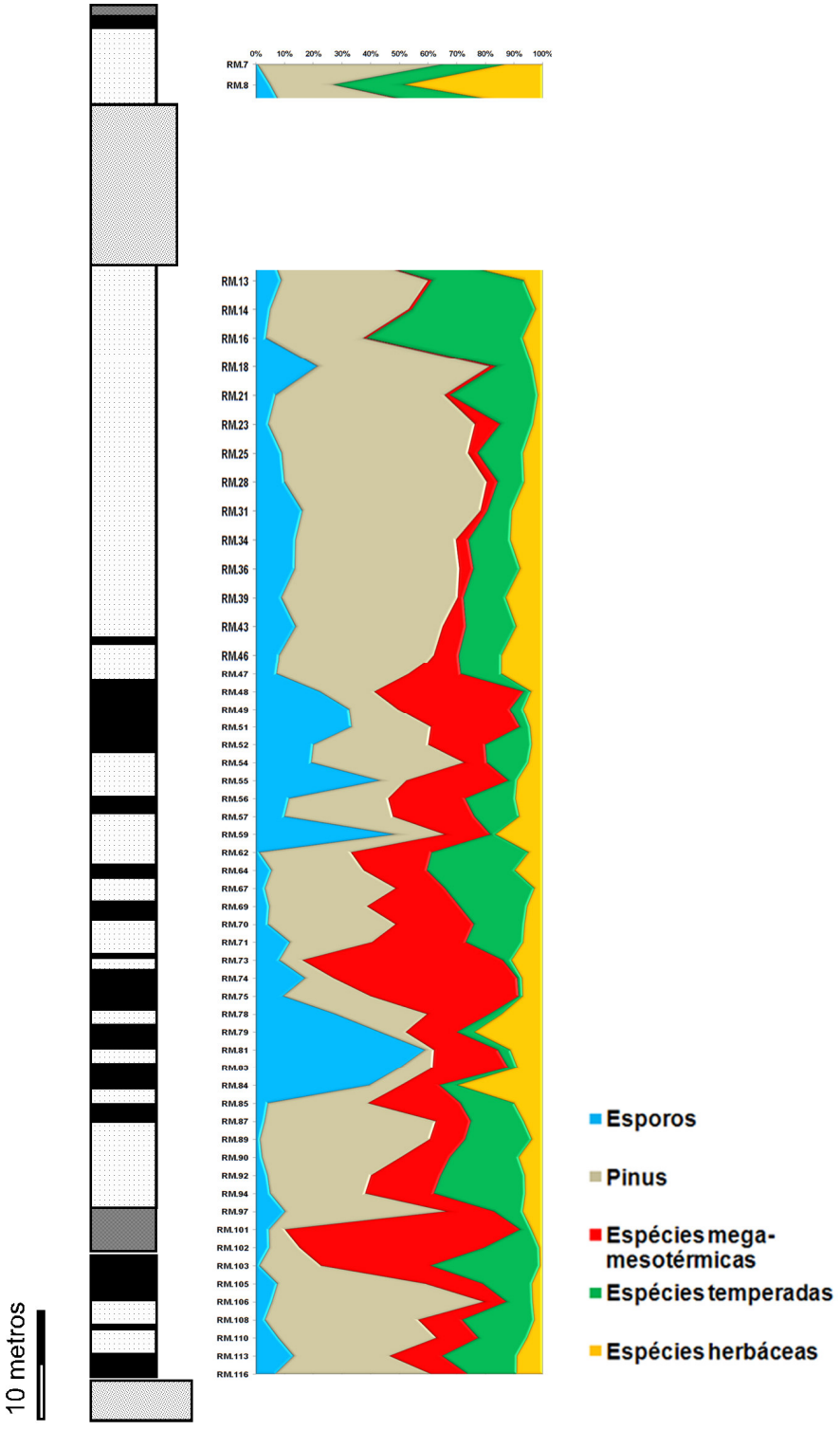


Figura 7.7 - Espectro polínico simplificado de Rio Maior.

Apesar da subdivisão em 9 associações florísticas (idêntica à previamente proposta por Diniz, 1984), quando comparamos a relação entre o conteúdo palinológico das amostras com a litologia das mesmas, verifica-se que, as alterações florísticas correspondem, também, a variação de fácies. Assim, é necessário ter cuidado na interpretação dos dados; aquilo que podemos estar a atribuir a variações climáticas pode não passar de variação de fácies ainda que estas possam estar relacionadas com o clima.

Na ausência de marcadores temporais precisos, é necessário ler os dados de forma cuidadosa de modo a obter uma interpretação o mais correcta possível para a evolução climática ao longo da sondagem.

A prova de que as amostras atribuídas aos conjuntos florísticos não indicam exactamente as mesmas condições de ambientes sedimentares é bem traduzida num dendograma de cluster. Este é obtido depois de padronizar os resultados numéricos e os tratar recorrendo ao programa **R**. O cluster organiza e agrupa os dados segundo as afinidades das amostras.

Ao observar o dendograma (fig. 7.8) verifica-se que as amostras correspondentes às diferentes associações florísticas se encontram unidas com outras sem ordem ou tendência estabelecidas segundo as suas afinidades de conteúdo palinológico. Assim, deverá ser mais correcto atribuir muitas das alterações que ocorrem ao longo da sondagem como variações de fácies e não a simples variações climáticas.

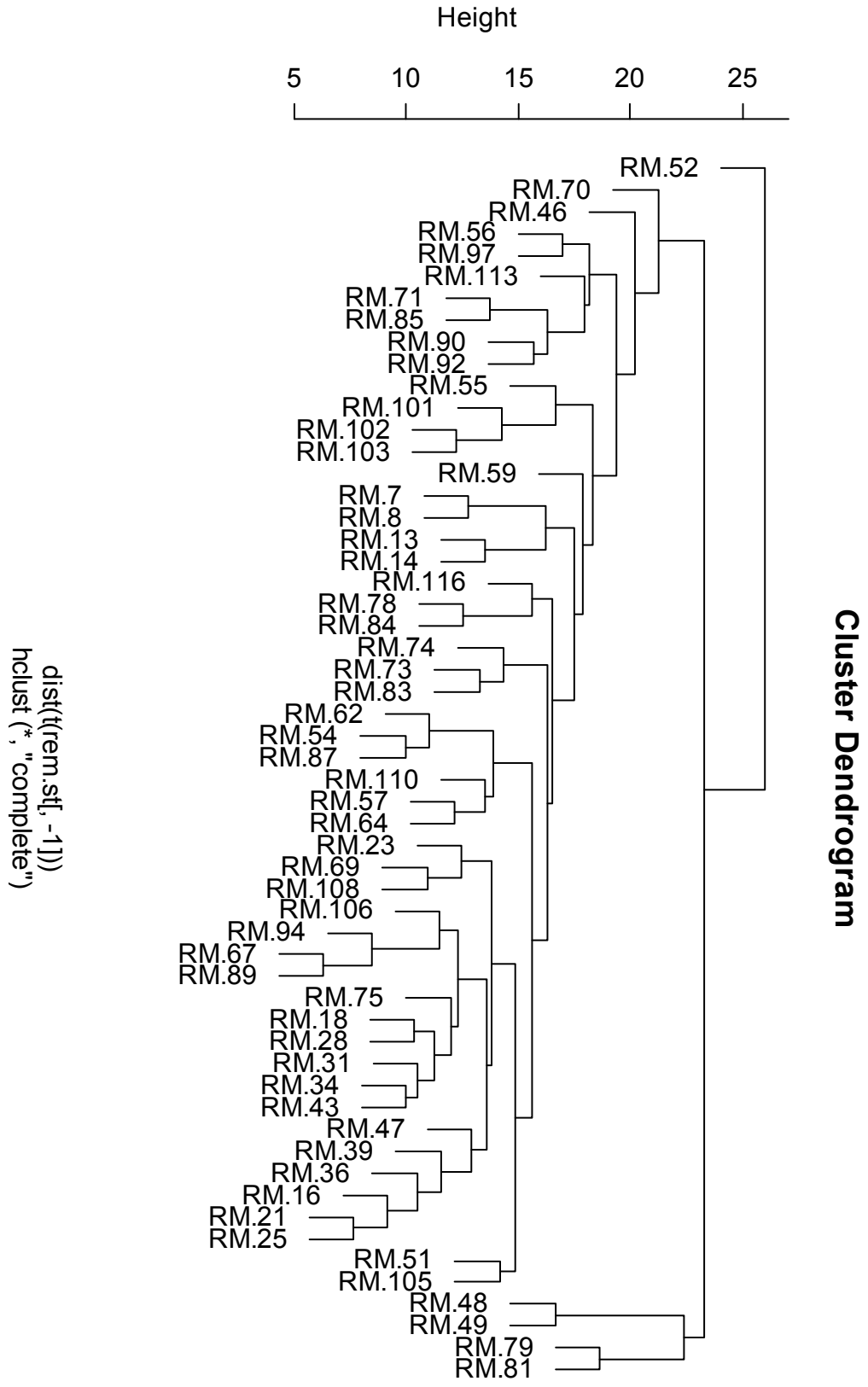


Figura 7.8 - Dendograma de cluster das amostras de Rio Maior.

Se subdividir-mos a sondagem em três zonas polínicas (contabilizando as associações I a VII como uma só - **α**; associação VIII - **ß** e associação IX - **γ**) e somados os valores de cada um dos conjuntos definidos, para cada zona, observa-se que na parte inferior da sondagem (**α**)(até à amostra RM.46) existe um predomínio, na componente arbórea, das espécies mega-mesotérmicas (29%) sobre as temperadas (15%), uma boa representação de esporos (que denuncia relativa humidade) e valores médios de *Pinus* (33%) (fig.7.9). Este conjunto deverá corresponder a floresta mista, com plantas de habitat subtropical que, na actualidade, vivem no sudeste asiático e na Florida (USA) associada a árvores folhosas de floresta temperada. De modo geral, a associação florestal é rica e necessitava de condições de humidade e de temperatura médias anuais relativamente elevadas.

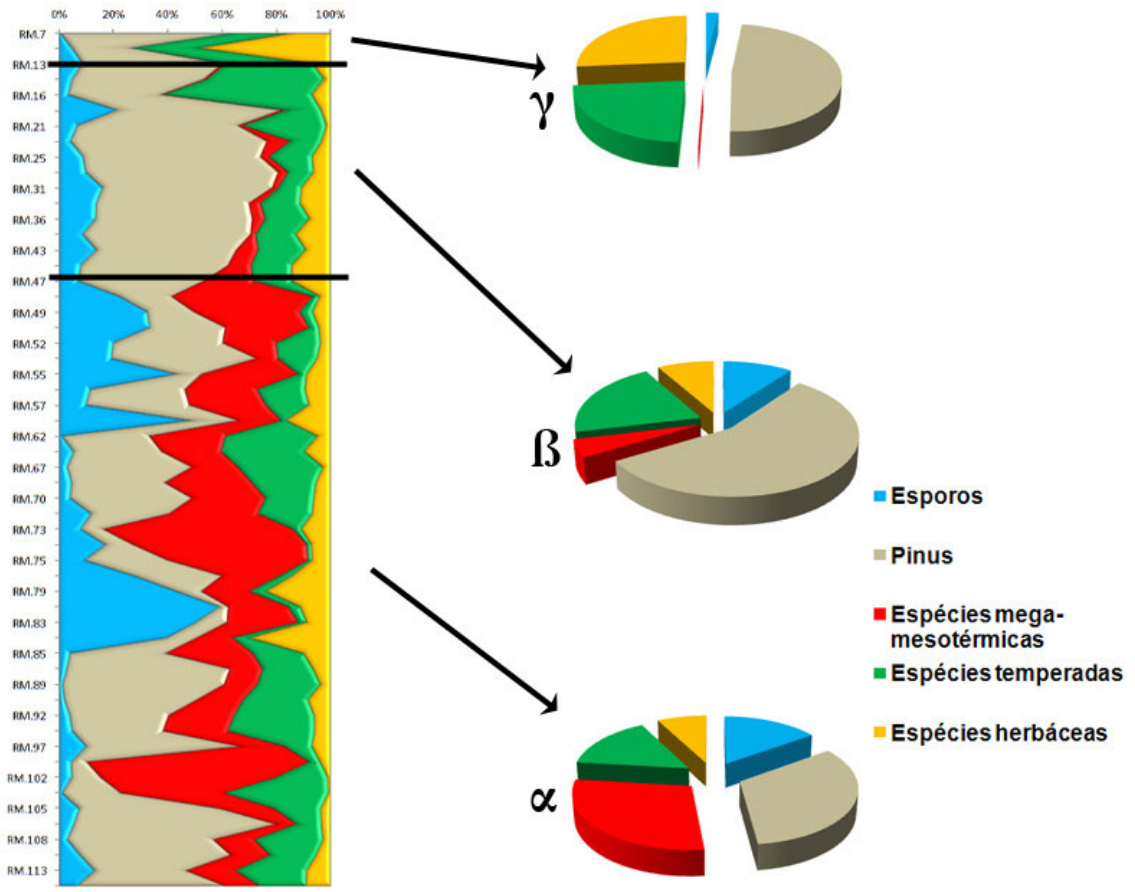


Figura 7.9 – Subdivisão do espectro polínico simplificado de Rio Maior com base na percentagem de espécies mega-mesotérmicas.

Da amostra RM.43 até a amostra RM.13 (**ß**), observa-se diminuição das formas mega-mesotérmicas (que passam a constituir 5% do total) e aumento das espécies temperadas (para 21%). A percentagem de esporos e de plantas herbáceas mantêm-se em valores semelhantes, ao passo que a percentagem de *Pinus* aumenta para 56% do total; pode sugerir a presença de floresta menos densa. Deverá corresponder à implementação de condições climáticas de características temperadas húmidas.

As amostras RM.7 e RM.8 (**γ**) têm menor diversidade de palinomorfos. Verifica-se o desaparecimento das formas mega-mesotérmicas e consequente aumento das plantas herbáceas para 26% do total. As espécies arbóreas temperadas constituem 23% e *Pinus* 49%. A percentagem de esporos cai para os 2%. Parece clara uma transição para ambiente menos florestado e de características climáticas mais frias.

Este novo zonamento do conteúdo palinológico das amostras ao longo da sondagem, indica, de forma mais simplificada, a degradação climática que ocorreu no final do Pliocénico, assim como a progressiva substituição dos elementos florísticos, conduzindo a ambientes florestais distintos (Vieira *et al.*, 2008).

7.9 Belverde

Na sondagem de Belverde foram estudadas 15 amostras referentes ao Pliocénico. Revelaram-se pobres de palinomorfos. Em nenhuma das amostras, após observadas duas lâminas, foi possível contabilizar um mínimo de 300 palinomorfos. Identificaram-se 27 *taxa*; 3 formas de esporos e 24 de pólenes (tab. 7.11).

Belverde										
Amostra	Profundidade (m)	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
				Gimnosp.		Angiosp.				
		nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
P.25	52,83	1	1,0	78	74,3	23	21,9	3	2,9	105
P.26	53,83	4	3,7	84	77,1	21	19,3	0	0	109
P.27	54,1	0	0	24	96,0	1	4,0	0	0	25
P.31	56,75	0	0	171	94,5	8	4,4	2	1,1	181
P.32	57,2	0	0	145	89,0	13	8,0	5	3,1	163
P.33	58,72	1	0,5	152	83,5	20	11,0	9	4,9	182
P.35	61,19	0	0	166	81,0	37	18,0	2	1,0	205

P.37	67,7	0	0	36	94,7	2	5,3	0	0	38
P.40	71,97	0	0	91	90,1	10	9,9	0	0	101
P.42	75,35	0	0	9	75,0	3	25,0	0	0	12
P.44	76,87	0	0	61	96,8	2	3,2	0	0	63
P.52	88,7	0	0	52	92,9	4	7,1	0	0	56
P.55	89,9	0	0	29	87,9	3	9,1	1	3,0	33
P.56	91,13	0	0	75	79,8	18	19,1	1	1,1	94
P.68	110	1	0,8	90	73,2	28	22,8	4	3,3	123
										1490

Tabela 7.11 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos em Belverde.

O espectro polínico evidencia clara dominância de *Pinus*, seguida de *Myrica* e de *Quercus*. Ericaceae e Oleaceae ocorrem em quantidades baixas. As herbáceas estão representadas por Amaranthaceae e Poaceae; as Asteraceae são raras.

A presença de formas mesotérmicas (*Quercus*, *Alnus*, *Liquidambar*), e rara *Engelhardia*, sugere a existência de floresta mista que se desenvolvia sob condições temperadas com humidade relativamente elevada. O aumento de Cistaceae, Amaranthaceae e Poaceae, assim como a diminuição de *Myrica* e de *Engelhardia* para o topo, indicam transição para ambiente de maior secura (Sousa *et al*., 2007).

7.10 – Apostiça

No barreiro da Mesquita, na Apostiça, formam colhidas três amostras, por indicação da Prof. M. Teresa Azevêdo (Dep. Geologia, Faculdade de Ciências da Univ. Lisboa). Contabilizaram-se 931 palinomorfos e identificados 36 formas; 9 de esporos e 27 de pólenes. (tab. 7.12). Apesar das amostras se revelarem pobres em palinomorfos, foi possível identificar maior número de *taxa* que em Belverde.

Apostiça									
Amostra	Esporos		Pólenes				Não Identificados		Total
			Gimnosp.		Angiosp.				
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	
AP.3	36	10,5	204	59,5	98	28,6	5	1,5	343
AP.2	62	20,7	185	61,9	49	16,4	3	1,0	299
AP.1	8	2,8	215	74,4	62	21,5	4	1,4	289
									931

Tabela 7.12 - Abundância e frequência relativa dos grupos palinológicos na Apostiça.

Apesar de pouco diversificadas, os pólenes de Gimnospérmicas são os mais abundantes, variando entre cerca de 60 a 75% do total de palinomorfos. Os esporos são relativamente abundantes na amostra AP.2, devido ao grande número de Pteridaceae e *Sphagnum*.

A vegetação arbórea é dominada por *Pinus* e raros *Quercus*, *Liquidambar*, *Engelhardia*, *Juglans* e Oleaceae. A componente não arbórea é dominada por Amaranthaceae e Asteraceae. Da base para o topo assiste-se à substituição de Asteraceae por Amaranthaceae.



Capítulo 8

PROPOSTA DE POSICIONAMENTO ESTRATIGRÁFICO E DE CORRELAÇÃO ENTRE OS DEPÓSITOS

8. PROPOSTA DE POSICIONAMENTO ESTRATIGRÁFICO E DE CORRELAÇÃO ENTRE OS DEPÓSITOS

No inicio deste trabalho, de todos os perfis seleccionados para estudo, o único devidamente datado do ponto de vista cronostratigráfico, era o afloramento de Vale do Freixo. Os nanofósseis calcários, os gastropodes recolhidos nas camadas fossilíferas de Vale do Freixo (Cachão, 1990) e a datação numérica de conchas de pectinídeos com base na relação isotópica $^{87}Sr/^{86}Sr$ (Silva, 2001) permitiu obter uma datação aproximada de 3,5 – 3,6 Ma. Esta datação corresponde ao Zancliano superior – Placenciano inferior (fig. 8.1). Os sedimentos de Vale do Freixo possuem características diferentes dos restantes por serem marinhos, e correspondem ao máximo transgressivo ocorrido no final do Zancliano (Cunha, 1992).

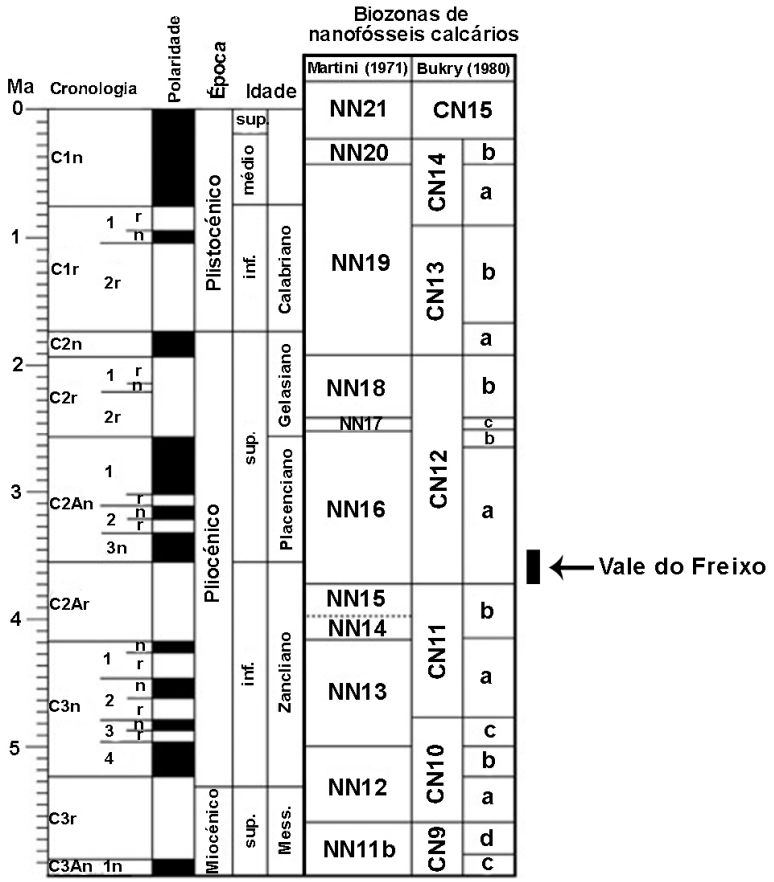


Figura 8.1 – Posicionamento cronostratigráfico da jazida de Vale do Freixo.

O local melhor estudado do ponto de vista palinológico até o inicio deste estudo era Rio Maior (Diniz, 1984). Com base em correlações climatostratigráficas com diagramas

polínicos sintéticos do norte da Europa (Zagwing, 1960) e do Mediterrâneo (Suc, 1984), Diniz (1984, 1995, 2001) admitiu que os depósitos de Rio Maior compreendiam todo o Pliocénico. Esse pressuposto é tratado em vários trabalhos de comparação com outros locais na Europa (Suc *et al.*, 1995a,b; Fauquete *et al.*, 1999). Em 1995, Diniz & Mörner apresentam estudo magnetostratigráfico e palinológico do perfil de Abum onde indicam a posição do possível limite entre Placenciano e Gelasiano. Foram estudadas duas secções, Abum 1 e Abum 2, que correspondem à parte superior do preenchimento da bacia, atribuído ao Plio-Plistocénico por Zbyszewski & Almeida (1960). A polaridade normal observada nas duas secções foi interpretada como respeitante à Época Gauss e a polaridade inversa registada no topo de Abum 1 como correspondente à Época Matuyama. Esta inversão corresponde ao limite entre o Placenciano e o Gelasiano (2.58 Ma) (Diniz, 1995, 2001, 2003). A figura 8.2 representa, esquematicamente, o enquadramento estratigráfico, as transições vegetacionais e climáticas e a correlação com outros afloramentos proposto por Diniz (2001) para Rio Maior.

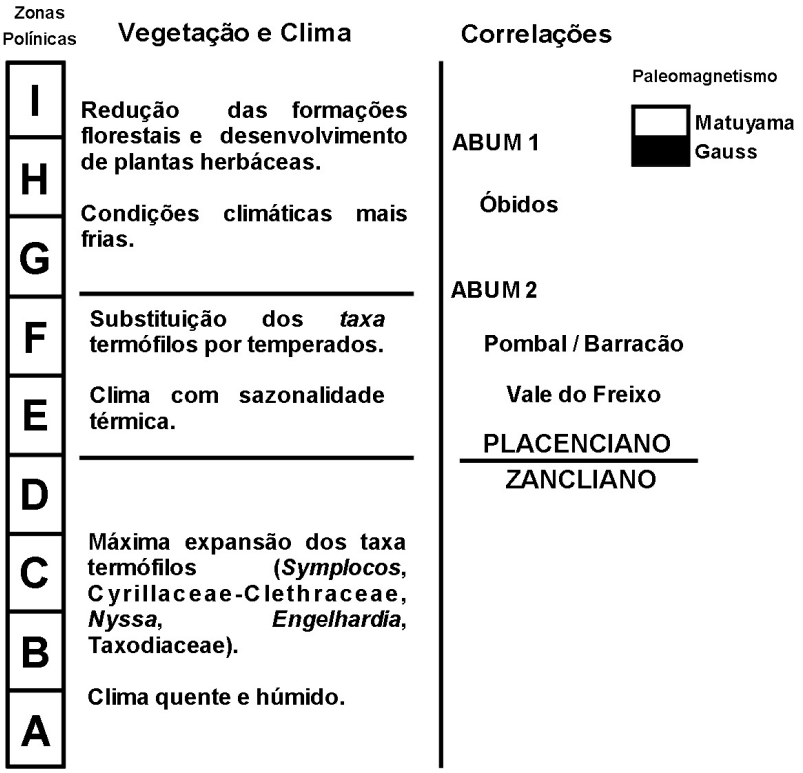


Figura 8.2 – Transições vegetacionais e climáticas de Rio Maior e correlação com outros afloramentos proposta por Diniz (2001).

Baseados em estudos sedimentológicos, litostratigráficos e na correlação dos diferentes depósitos efectuados ao longo de anos por vários autores como Zbyszewski, Almeida, Barbosa, Cunha e outros, interpretamos os depósitos de de Rio Maior como equivalentes laterais de uma parte do perfil tipo da SLD 13 de Cunha (1993) e Ramos & Cunha (2004).

Teixeira (1979), Pena dos Reis *et al.* (1992) e Cunha, (1992) consideram que, no máximo de transgressão (datado como Zancliano superior - Placenciano inferior), o mar terá chegado à zona de Rio Maior depositando uma sucessão de depósitos arenosos litorais a que se seguiram depósitos de diatomitos, lignitos e argilas em ambientes lacustres e palustres. Em Rio Maior, a particular espessura de sedimentos está relacionada com a tectónica.

Com base nestas evidências, parece-nos aceitável admitir o posicionamento cronostratigráfico dos depósitos de Rio Maior como pertencentes ao Placenciano, atingindo no topo o Gelasiano. A figura 8.3 ilustra a relação entre o perfil tipo da SLD 13 (descrita no capítulo 2) e a sondagem estudada.

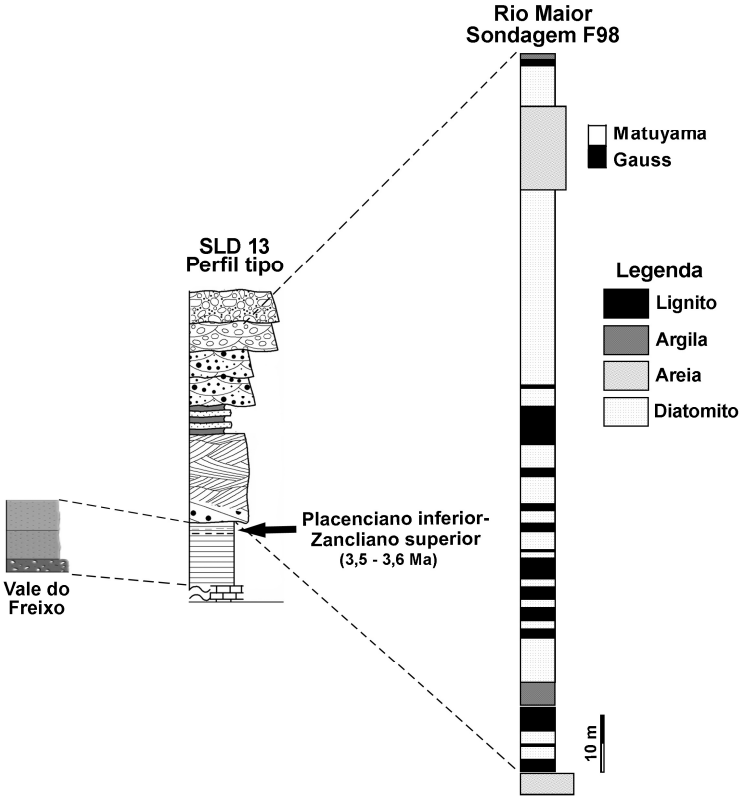


Figura 8.3 – Proposta de correlação dos depósitos de Rio Maior e de Vale do Freixo com o perfil tipo da SLD13.

As areias da base da sondagem devem ser equivalentes laterais dos arenitos de características sub-litorais, às quais se seguem depósitos intercalados de lignitos e diatomitos com grande espessura vertical.

Segundo esta interpretação, na sondagem de Rio Maior, as amostras colhidas até RM.13 correspondem ao Placenciano e as duas amostras estudadas no topo deverão incluir-se no Gelasiano (fig. 8.4). Deste modo, as condições climáticas quentes e húmidas prevaleceram durante grande parte do Placenciano, assistindo-se só a degradação para o topo. Este facto vem contrariar os resultados de Diniz (1984) que postula sazonalidade climática e predomínio de espécies temperadas ao longo de todo o Placenciano.

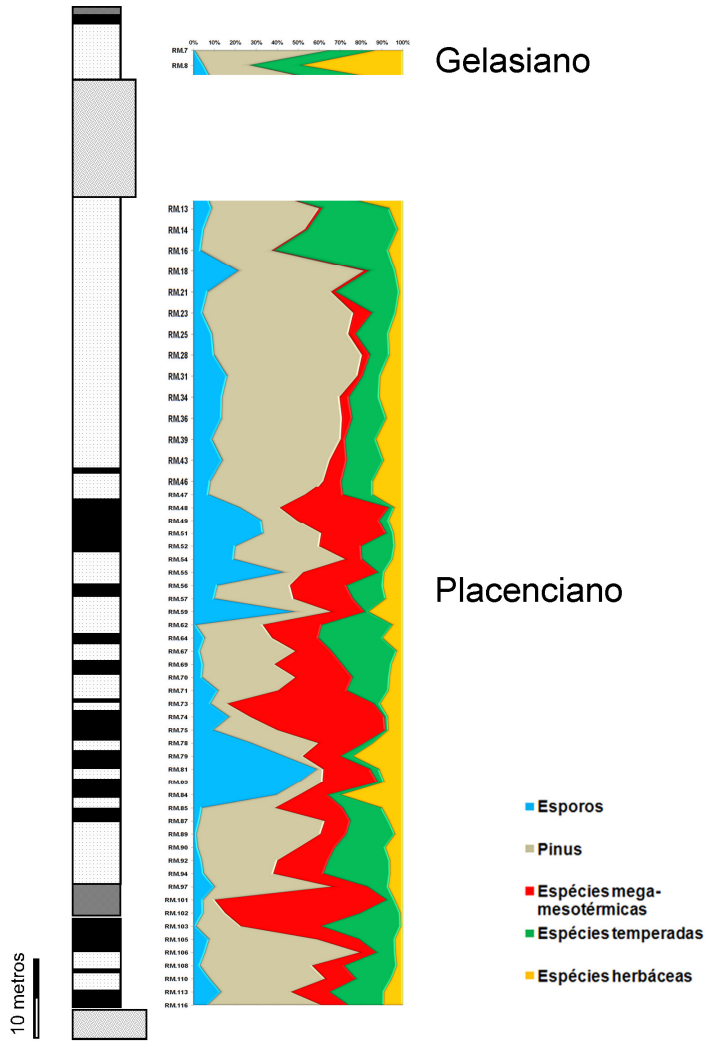


Figura 8.4 – Espectro polínico de Rio Maior com proposta da idade.

Para estabelecer correlação entre as diferentes jazidas analisadas recorreu-se ao respectivo conteúdo polínico. Dado não existirem marcadores cronostratigráficos precisos na maioria dos locais, foi utilizado o afloramento de Vale do Freixo como base cronostratigráfica e Rio Maior como termo de comparação do conteúdo polínico.

Como foi abordado no capítulo 7, observando a percentagem média de espécies mega-mesotérmicas, os resultados polínicos de Rio Maior foram subdivididos em 3 zonas. A zona inferior, com uma associação rica em espécies termófilas; a zona intermédia, já com maior percentagem de espécies temperadas; e o topo da sondagem já sem espécies mega-mesotérmicas e com grande percentagem de *taxa* herbáceos.

Atendendo que a ocorrência de espécies mega-mesotérmicas é uma constante na maioria dos depósitos, apesar de algumas variações de *fácies* e diferenças na riqueza polínica, admite-se que sejam aproximadamente contemporâneos e datem do Placenciano.

S. Pedro da Torre - depois de Rio Maior e Óbidos é a jazida mais produtiva em termos de palinomorfos. As três amostras estudadas do mesmo nível contêm uma associação florística muito semelhante à encontrada na zona inferior da sondagem de Rio Maior. São abundantes espécies mega-mesotérmicas como *Symplocos*, *Nyssa*, *Engelhardia* e Taxodiaceae. Foi ainda possível identificar Mastixiaceae nos resíduos de S. Pedro da Torre. Deste modo, e por comparação com Rio Maior, admitimos que esta jazida terá idade Placenciana, ou mesmo um pouco mais antiga.

As amostras das sondagens da Anadia e Monsarros, apesar de menos ricas de palinomorfos, possuem escassos elementos mega-mesotérmicos e, daí, serem correlacionadas com a parte média-alta de Rio Maior (**ß**).

Em **Barracão**, apesar da pobreza de palinomorfos das amostras BR distinguem-se claramente duas zonas, a inferior, correspondente às argilas negras (com simbologia BRS) com abundantes elementos mega-mesotérmicos, relacionável com as amostras inferiores de Rio Maior (**α**); a zona superior (com simbologia BR), com uma associação mais pobre e de características temperadas, pode correlacionar-se com a parte alta de Rio Maior (**ß** e **γ**), podendo atingir no topo o Gelasiano.

Vale do Freixo é o local melhor datado por se tratar de depósito marinho e desta forma existirem outros elementos de datação. Os seus sedimentos datados de 3,5-3,6 Ma correspondem a máximo de transgressão marinha e encontram-se na transição do Zancliano para o Placenciano. Neste afloramento também ocorrem espécies mega-mesotérmicas, apesar da baixa concentração.

Canto do Azeche trata-se de um afloramento pobre de palinomorfos pelo que dificulta correlações; pelo tipo de associação presente corresponderá, também, à parte alta de Rio Maior, podendo atingir o Gelasiano.

O afloramento de **Óbidos**, também rico de palinomorfos, possui uma associação florística em que os *taxa* mega-mesotérmicos ocorrem em percentagem baixa. É comparável com os resultados obtidos entre as amostras RM.43 e RM.13, corresponderá à parte média - alta de Rio Maior (**ß**) (Placenciano superior).

As amostras provenientes do barreiro da **Apostiça**, estão datadas na base de 3,8 Ma, pelo que em termos cronostratigráficos estão abaixo de Rio Maior. O conteúdo palinológico é pobre pelo que dificulta uma caracterização precisa.

Os sedimentos da sondagem de **Belverde** serão em parte equivalentes laterais dos estudados na Apostiça. São muito pobres de palinomorfos pelo que dificulta a sua comparação com Rio Maior ou outros locais estudados.

A figura 8.5 ilustra a proposta de correlação estratigráfica entre os depósitos com base no conteúdo polínico.

A figura 8.6 representa um esquema simplificado da proposta de posicionamento estratigráfico dos depósitos.

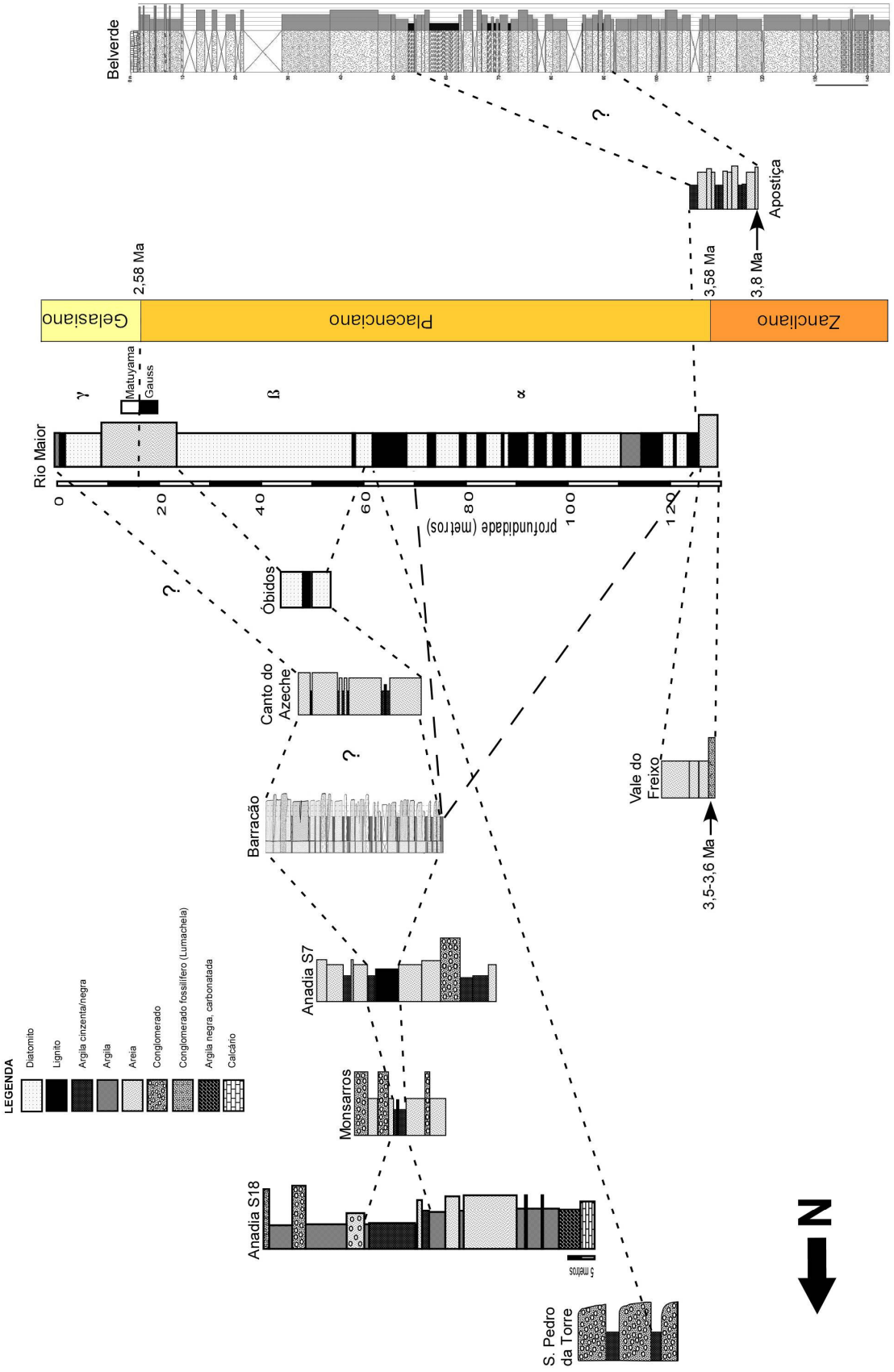


Figura 8.5 - Proposta de correlação estratigráfica entre os depósitos com base no conteúdo polínico.

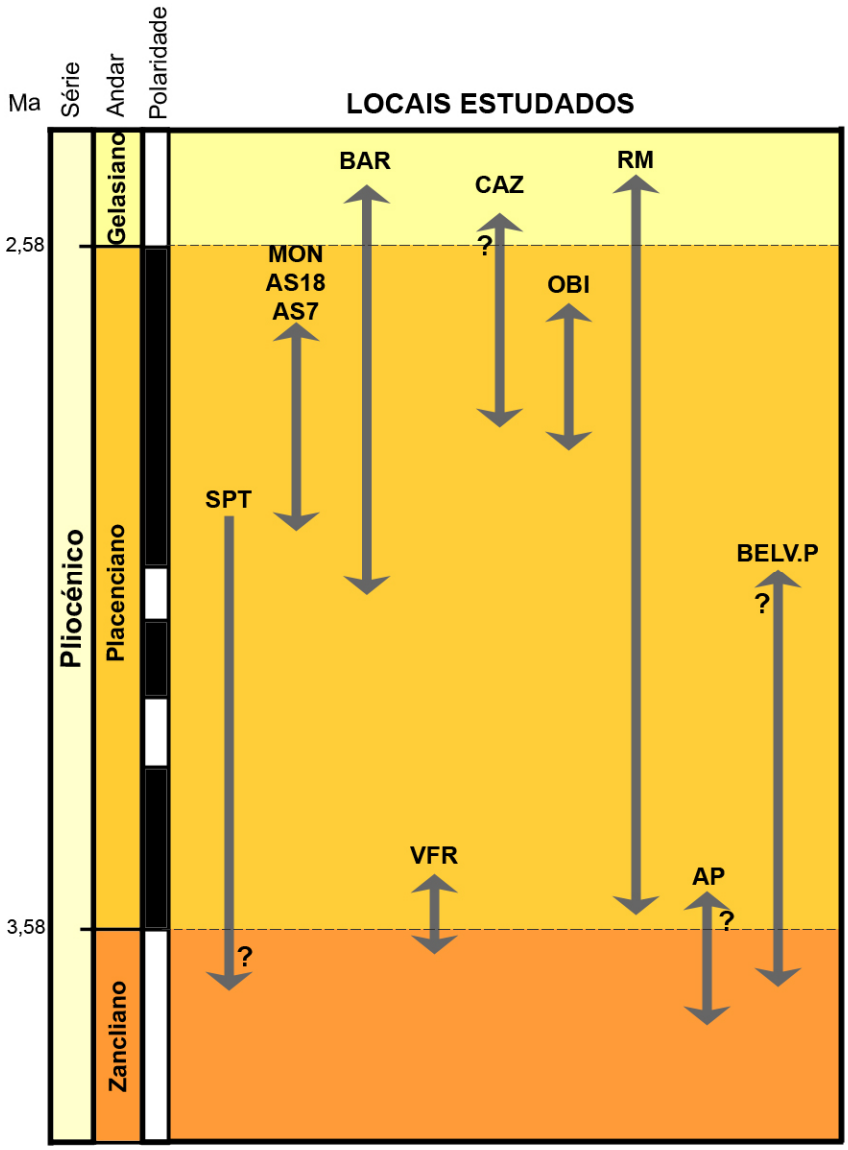


Figura 8.6 - Proposta de posicionamento estratigráfico dos depósitos estudados.



Capítulo 9

PALEOECOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA

9. PALEOECOLOGIA E PALEOCLIMATOLOGIA

Muitos lugares na Terra partilham condições climáticas semelhantes apesar de localizados em áreas geográficas diferentes. Como resultado da selecção natural, ecossistemas semelhantes têm-se desenvolvido em domínios separados. Estes ecossistemas constituem os diferentes biomas terrestres. A sua distribuição geográfica é controlada, principalmente, pelas variáveis climáticas, como a precipitação e a temperatura. O mapa da figura 9.1 ilustra a distribuição geográfica dos principais biomas do globo na actualidade.

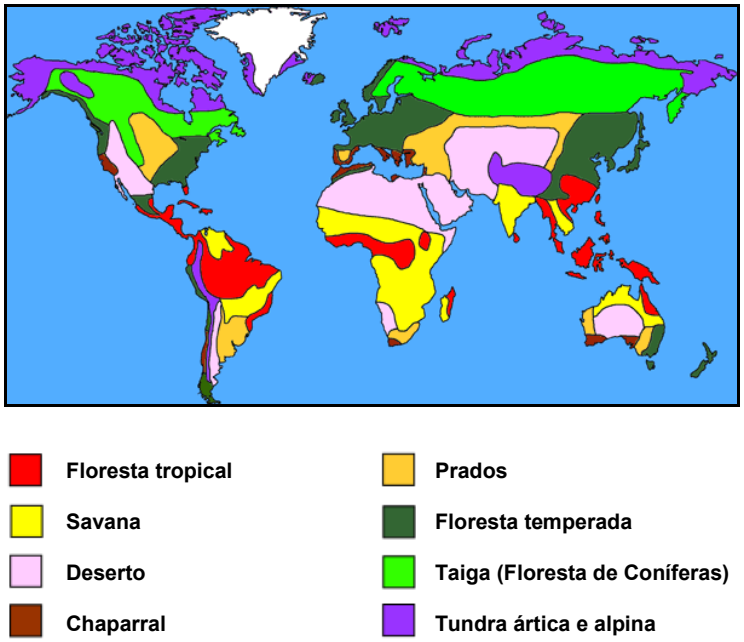


Figura 9.1 – Distribuição dos principais biomas terrestres (adaptado de Blij & Miller, 1996).

Para fazer a caracterização da vegetação de determinada região deve ter-se em conta as condições climáticas da mesma. Assim, ao efectuar reconstituição paleoflorística de uma área, para um determinado intervalo de tempo geológico, pode inferir-se acerca do paleoclima e do paleoambiente sob as quais se desenvolveu.

A reconstituição de paleoclimas baseia-se no conhecimento das exigências climáticas dos *taxa* actuais correspondentes das formas fósseis identificadas. Assim, deve ter-se

em conta a atribuição da forma fóssil encontrada ao género actual mais próximo, a análise da preferência de habitat das espécies/géneros actuais mais próximas do fóssil identificado e ainda a estimativa da temperatura média e tentativa de reconstituição do ambiente com base nas indicações dadas pelas espécies actuais.

Ao tentar reconstituir paleoclimas e paleoambientes baseados em estudos palinológicos deve ser tida em consideração a distinta capacidade de produção e dispersão polínica das diversas espécies vegetais, assim como a dificuldade de conservação de certos pólenes com exina frágil, para não mascarar os resultados. Para além disso, esta metodologia exige bastante prudência, uma vez que a atribuição errada das formas fósseis a géneros e espécies actuais comprometerá a reconstituição efectuada.

Nos locais estudados, foram identificados pólenes pertencentes a grupos de plantas exigentes de condições ambientais e climáticas restritas e que podem ser utilizadas como indicadoras das condições reinantes na altura em que viveram.

Craigia

Craigia é uma pequena árvore com folhagem decídua que atinge os 12 m de altura, e que se encontra representada por duas espécies, *Craigia yunnanensis* e *Craigia kwangsiensis*. Vive no sudeste da China e Vietname a altitudes entre os 1000 e os 1500 m sob clima subtropical. Bertini & Martinetto (2008) referem que as espécies neogénicas de *Craigia* toleravam condições climáticas mais frias que as actuais, devido às plantas a que se encontram associadas.

Desde 1989 que se reconheceu afinidade botânica de frutos e folhas fósseis com o género *Craigia* (Malvaceae, Tilioideae) (Kvaček *et al.*, 1991). Vários estudos locais detalhados de gemas florais (Pingen *et al.*, 2001) e de polen *in situ* (Kvaček *et al.*, 2002) permitiram reconstituir as populações de *Craigia bronnii* (género fóssil) na Europa (Kvaček, 2005) e na da Ásia Oriental (Manchester *et al.*, in press). Os fósseis deste género têm sido interpretados como pertencentes a árvore de folha decídua que necessita de condições de temperatura média anual nunca inferiores a 13 – 15°C, e temperatura média do mês mais frio do ano não inferior a 1 – 10°C (Kvaček, 2007).

Trigonobalanopsis

A primeira descrição e discussão do pólen atribuído a *Trigonobalanopsis* foi efectuada por Erdtman (1967) e, mais tarde, aprofundada por Walther & Zetter (1993). A morfologia dos pólenes deste género extinto tem sido objecto de dúvida, pois só é possível o seu reconhecimento com o auxílio do microscópio electrónico.

Trigonobalanopsis necessitaria de condições de temperatura média anual nunca inferiores a 14 – 18°C, e temperatura média do mês mais frio não inferior a 2 – 8°C (Kvaček, 2007).

Segundo Cavallo & Martinetto (1996), *Trigonobalanopsis* sobreviveu no sul da Europa até o óptimo climático do início do Pliocénico, que se encontra bem documentado em Itália, em afloramentos do Zancliano (Basilici *et al.*, 1997; Martinetto, 1999), mas não terá resistido à fase de arrefecimento ocorrido a meados do Pliocénico em Itália (Martinetto, 1996).

Engelhardia

O género é usualmente interpretado em estudos polínicos como elemento preferindo condições subtropicais. Normalmente ocorre associado a elementos florestais de características decíduas e a amplitude ecológica deverá variar de condições subtropicais a temperadas-quentes (Kvaček, 2007). Estas considerações ecológicas e climáticas têm sido consideradas por vários autores em registos polínicos de diferentes áreas (Fauquete *et al.*, 1998; Suc *et al.*, 1999; Bertini, 2006).

Segundo Kvaček (2007), os registos de *Engelhardia* em locais do Miocénico da Europa Central indicam que esta necessitaria de condições de temperatura média anual nunca inferiores a 14 – 18°C, e temperatura média do mês mais frio não inferior a 2 – 8°C.

Myrica, *Nyssa* e *Symplocos*

Encontram-se frequentemente representadas nos registos polínicos miocénicos e pliocénicos do Sul da Europa e são interpretadas como plantas arbóreas, indicadoras de zonas húmidas e temperaturas quentes subtropicais (Bertini, 1992, Bertoldi *et al.*, 1994).

Na actualidade, *Nyssa* só se encontra representada na China, Indonésia e na América do norte oriental, nomeadamente na Florida (Li, 1952). É uma planta mega-mesotérmica que vive em zonas de baixa altitude. Na China, habita sob clima quente e húmido e encontra-se associada a *Symplocos, Engelhardia, Glyptostrobus;* na Florida ocorre conjuntamente com *Taxodium, Myrica, Carya, Juglans, Liquidambar,* etc. (Diniz, 1984).

Cathaya, Tsuga e Keteleeria

Cathaya é uma Pinaceae que actualmente está representada unicamente na China, a altitudes entre 300 e 1800 metros, sob clima subtropical. Suporta temperaturas médias anuais de 15 a 20ºC e precipitações médias anuais de 1300 a 2000 mm (Van Campo, 1979).

Tsuga ocorre na América do Norte e no Sudeste asiático; necessita de condições de humidade elevadas ao longo de todo o ano. Em zonas muito quentes e húmidas pode encontrar-se a altitudes superiores a 2500 metros (Wang, 1961).

Keteleeria ocorre, também, no sudeste asiático em zonas com clima quente a subtropical e com humidade elevada. Pode encontrar-se entre 300 e 1400 metros de altitude, associada a *Castanopsis*, *Quercus*, *Liquidambar* e *Engelhardia* (Farjon, 1990). Segundo Van Campo (1979) é possível encontrar *Keteleeria* na floresta laurisilva chinesa com temperaturas médias anuais de 15 a 20ºC e precipitações médias anuais de 1300 a 2000 mm.

Liquidambar e *Leitneria*

O género *Leitneria* vive na Florida; *Liquidambar* para além da Florida, habita ainda no México e na Ásia oriental. Ocorrem usualmente em zonas húmidas de clima subtropical. Na Florida, em zonas pantanosas, é frequente encontrar *Liquidambar* associado a *Taxodium*.

Para além destes, foram identificados nas amostras estudadas outros grupos actualmente exóticos na vegetação ibérica, indicadores climáticos e ambientais, como Sapotaceae, *Zanthoxylum* (Rutaceae), Taxodiaceae, *Cercidiphyllum*, *Sequoia* e *Diplopanax*. A família Mastixiaceae, onde se inclui o género *Diplopanax*, é indicadora do óptimo

climático do Miocénico inferior-médio na Eupora Oeste e Central. Extinguiu-se na Europa Central no Miocénico Superior, como resultado do arrefecimento ocorrido no Serravaliano superior (Ševčík *et al.*, 2007).

De acordo com os resultados obtidos, podemos caracterizar a vegetação do Placenciano que existiria na proximidade da linha de costa (fig. 9.2). Como foi possível já discutir no capítulo 7, na pequena bacia de Rio Maior, a mais rica em termos florísticos, as variações nas percentagens de elementos mega-mesotérmicos e temperados poderão indicar flutuações climáticas ligeiras, mas sempre sob condições quentes e húmidas. Os dados fornecidos pelas restantes jazidas estudadas enquadram-se bem no conjunto da informação de Rio Maior.

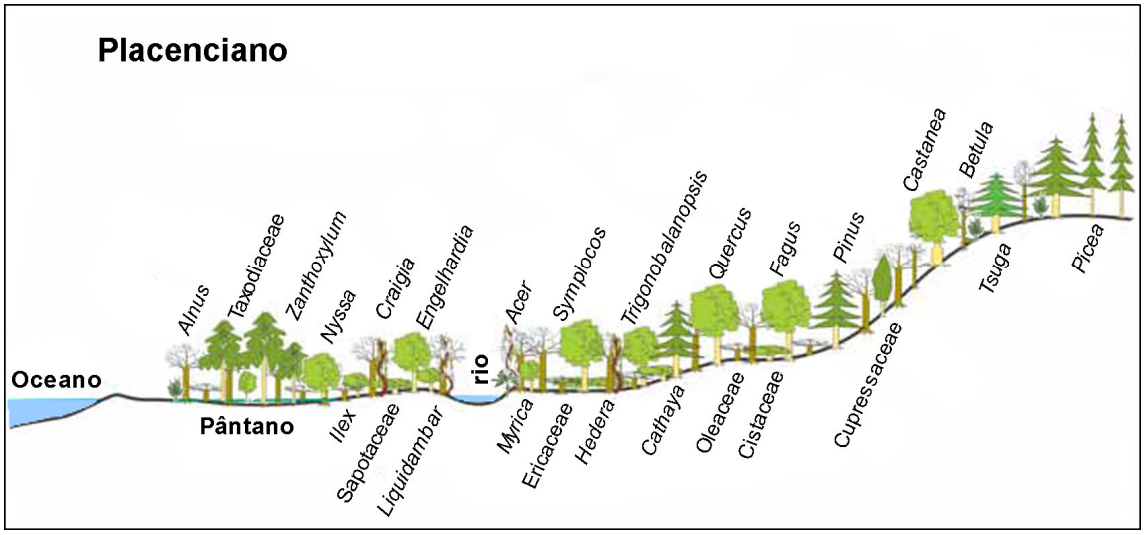


Figura 9.2 – Reconstituição esquemática da vegetação existente durante o Placenciano no Oeste de Portugal.

Nas zonas pantanosas, abundariam Taxodiaceae, *Nyssa*, *Liquidambar*, *Craigia*, *Engelhardia*, *Zanthoxylum*, Sapotaceae e *Alnus* com abundantes Pteridaceae e *Osmunda*; das plantas aquáticas, *Nuphar* e *Myriophyllum*, e herbáceas *Typha*, Amaranthaceae, *Lythrum*, *Ranunculus*, etc., estariam bem representadas. Nas zonas próximas de cursos de água, mas com melhor drenagem, ou mais elevadas, abundariam *Carya*, *Ulmus*, *Myrica*, *Acer*, *Quercus*, *Juglans*, *Trigonobalanopsis*, *Cathaya,* entre outras; as Ericaceae abundariam a par com outras plantas arbustivas como Oleaceae e Cistaceae; lianas e trepadeiras como *Hedera*, *Lonicera*, Vitaceae e Rosaceae seriam comuns; ocorreriam plantas herbáceas

como Asteraceae, Apiaceae, Campanulaceae, Fabaceae, Euphorbiaceae, Poaceae, etc; regista-se, também, a presenças de plantas parasitas como *Arceuthobium*, *Viscum* e *Lorantus*.

Nas zonas elevadas, o extracto arbóreo seria dominado por *Pinus*, *Quercus, Castanea*, *Tsuga*, *Fagus*, *Buxus*, *Betula*, raras *Picea* e Cupressaceae.

A vegetação das zonas pantanosas do Placenciano teria semelhanças à que ocorre na actualidade na Florida, USA (fig. 9.3).



Figura 9.3 – Zonas Pantanosas. Gainesville, Florida, USA (Foto de M. Vieira).

Para o topo do Placenciano assiste-se a degradação da vegetação, com diminuição progressiva da percentagem dos *taxa* mega-mesotérmicos em benefício dos *taxa* de características temperadas. Esta transformação da vegetação estará associada a degradação climática que terá ocorrido no final do Placenciano com a passagem ao Gelasiano (fig. 9.4).

Abundam Ericaceae, carácter atlântico (Suc *et al.*, 1995a,b), e *Pinus*, *Quercus*, *Alnus*, *Castanea* e raras *Myrica*, *Corylus*, *Salix* e *Tilia*. As Asteraceae, Cistaceae, entre a vegetação arbustiva e herbácea, são as mais abundantes. Ocorrem ainda Apiaceae, Amaranthaceae, Fabaceae e Poaceae em quantidades menores. O aumento de plantas herbáceas e arbustivas denuncia uma floresta menos densa.

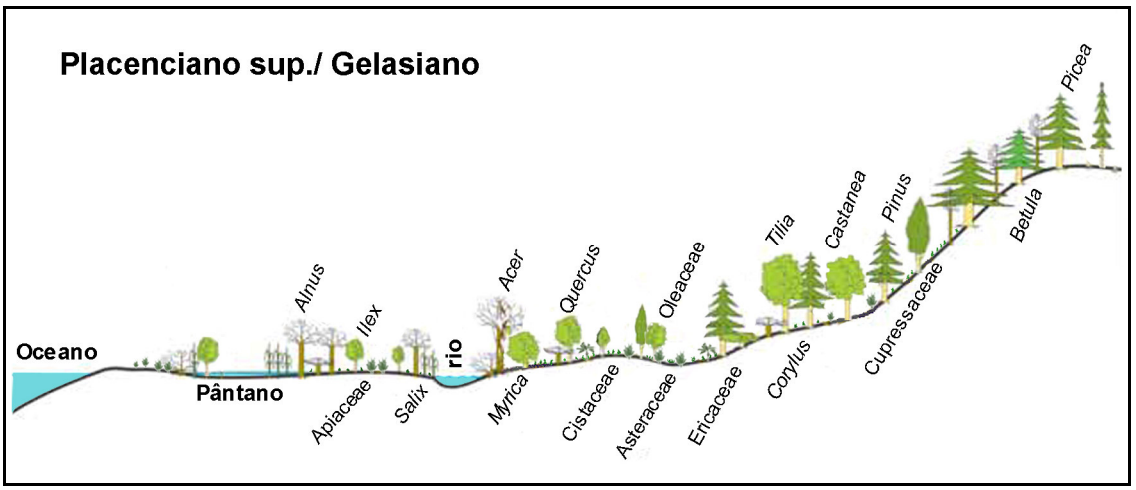


Figura 9.4 – Reconstituição esquemática da vegetação existente durante o Placenciano superior/Gelasiano, no Oeste de Portugal.

Na actualidade, em Portugal, o clima é predominantemente mediterrânico. A este tipo de clima, associa-se uma flora que suporta temperatura média elevada, verões longos, quentes e secos, e invernos amenos e chuva moderada; o total de precipitação atmosférica é relativamente baixo (fig. 9.5).

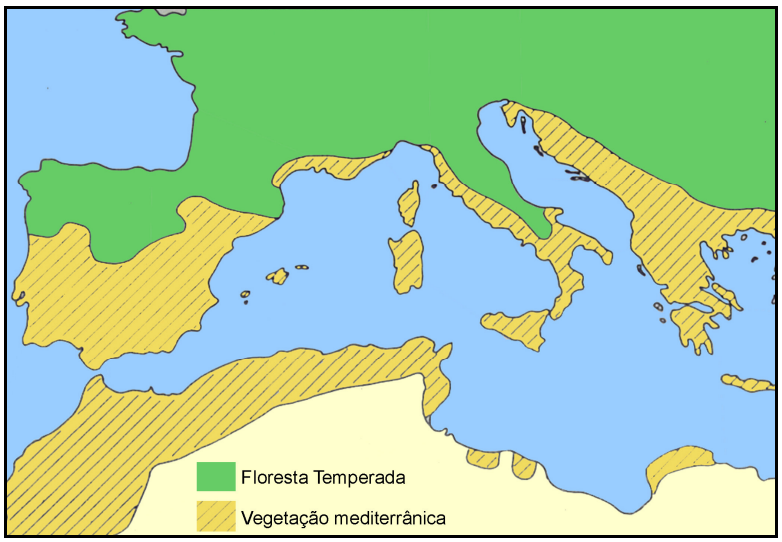


Figura 9.5 – Distribuição da vegetação mediterrânica na actualidade (adaptado de Bertoldi *et al.*, 1989).

Apesar disso, a influência de factores como o oceano Atlântico, a continentalidade e o relevo, favorecem contrastes climáticos regionais. Assim, o clima mediterrâneo vai

perdendo, em Portugal Continental, as suas características de Sul para Norte e do Litoral para o Interior. Verifica-se uma clara alternância de estações, assim como da temperatura média ao longo do ano. No verão, as temperaturas médias variam entre os 24ºC e os 14ºC; no inverno variam entre os 14ºC e os 2ºC (fig. 9.6). A precipitação acumulada anual tem os valores mais altos no Minho e Douro Litoral e os mais baixos no interior do Baixo Alentejo (fig. 9.7).

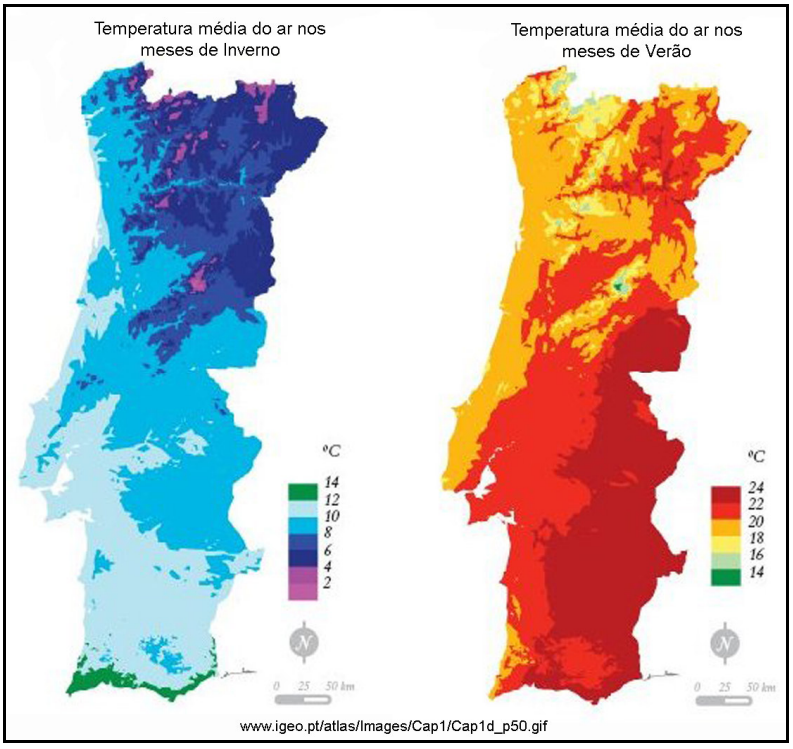


Figura 9.6 – Temperaturas médias em Portugal Continental.

A presença de alguns elementos nas amostras estudadas, levam a concluir que, durante a maior parte do Placenciano, a orla ocidental de Portugal teria um clima quente e húmido ao longo do ano, sem sazonalidade climática marcada, ao contrário do que acontece na actualidade. A figura 9.8 ilustra a humidade relativa nos meses de Verão (medida às 9h), os pontos pretos localizam alguns dos locais amostrados para este trabalho, todos localizados na orla costeira do país. O efeito da humidade proveniente do oceano Atlântico terá também afectado a distribuição da vegetação como acontece na actualidade.

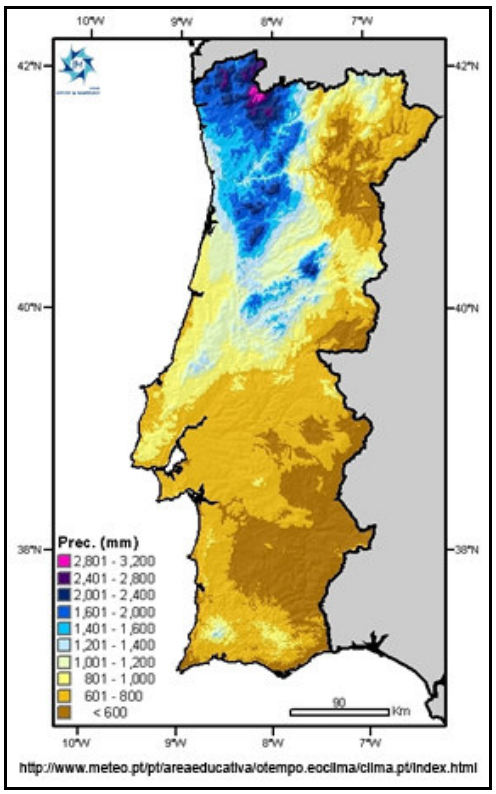


Figura 9.7 – Precipitação acumulada anual em Portugal Continental.

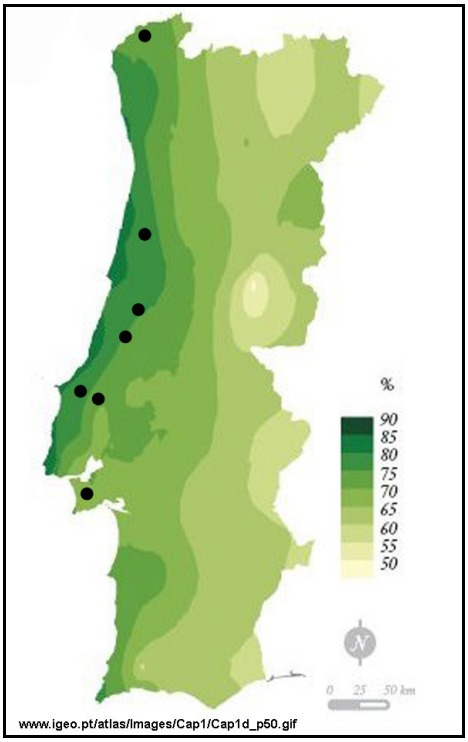


Figura 9.8 - Humidade relativa nos meses de Verão em Portugal Continental.

Segundo Suc (1984), o desenvolvimento da moderna vegetação mediterrânica ocorreu progressivamente como resposta a duas alterações climáticas importantes. A primeira terá ocorrido a aproximadamente 3,2 Ma e resultou no aparecimento de verões secos; a segunda terá começado a aproximadamente 2,4 Ma como resultado do estabelecimento das oscilações glaciares plistocénicas (Backman, 1979; Thunel *et al.*, 1990). De facto, os elementos florais típicos da vegetação mediterrânica já são conhecidos no registo fóssil desde o Miocénico basal do noroeste mediterrânico (Bessedik *et al.*, 1984). Bertoldi *et al.* (1989), considera, com base no estudo efectuado na região noroeste do Mediterrâneo, que o modelo proposto por Suc (1984) não é aplicável a toda a região mediterrânea. Suc *et al.*, (1995a,b) admite a existência de zonamento climático, com gradiente N-S de temperatura e de humidade, em toda a região mediterrânica durante o Pliocénico inferior.

Vários estudos de palinologia e paleobotânica levados a cabo em Itália (Bertini, 1994, 2001, 2002; Bertini & Vannucchi, 1993; Basilici *et al.*, 1997; Martinetto, 1996, 2001; Martinetto *et al.*, 2007; Bertini & Martinetto, 2008) indicam que, durante o Pliocénico, apesar de algumas variações locais, se verificou progressiva substituição das espécies mega-mesotérmicas por espécies temperadas e pela implantação do regime mediterrânico.

No norte de Itália, o Zancliano é caracterizado por um clima sub-tropical a temperado-quente, relativamente estável, com ligeiras flutuações. Durante o Placenciano, assiste-se a um empobrecimento florístico com o desaparecimento de alguns *taxa* (ex: *Myrica* e *Nyssa*) e um decréscimo acentuado de elementos termófilos (*Taxodium*, *Engelhardia*, *Hamamelis*, *Distylium*). Assiste-se, ainda, a aumento de elementos mesotérmicos (*Cathaya*, *Pinus*, *Tsuga*) e microtérmicos (*Picea*) que determinam a substituição da floresta termófila, dominada por *Taxodium*, típica do Zancliano, por uma floresta mesófila (Bertini, 2001).

No centro da Itália, o registo polínico Placenciano sugere a presença de floresta quente e húmida associada a um sistema lacustre e pantanoso (Bertini, 2002). Para o topo do Placenciano assiste-se ao empobrecimento da vegetação termófila, com expansão progressiva de floresta com características mais frias. A componente herbácea,

incluindo *Artemisia*, tem aumento acentuado a partir da fronteira Gauss-Matuyama, pelo que até aí, constitui sempre um componente menor. A zona de Valdarno (sucessões de Santa Barbara e Cava Silva) parece ter uma associação florística semelhante à encontrada em Rio Maior. No sul de Itália, Sicília e Calábria, a vegetação com características Mediterrânicas começou a estabelecer-se já no início do Pliocénico, associada a elementos florestais subtropicais e temperados (Bertoldi, 1989).

No Gelasiano, assiste-se a degradação na vegetação relacionada com os ciclos glaciares-interglaciares; apesar disso, durante as fases quentes (associadas a interglaciares), ainda é referida a existência de Taxodiaceae, *Carya*, *Pterocarya*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Myrica*, *Engelhardia*, *Symplocos* (Pontini & Bertini, 2000). Segundo Bertini (2003), alguns *taxa*, como *Cathaya*, Taxodiaceae, *Tsuga*, *Carya*, *Pterocarya*, entre outros, desapareceram progressivamente já ao longo do Plistocénico. Os diferentes gradientes climáticos, como a latitude e a altitude terão justificado diferentes calendários de extinção.

No sul de França, a vegetação identificada no Pliocénico inferior (Zancliano), é dominada por *taxa* arbóreos, particularmente Taxodiaceae e Pinaceae. Progressivamente, os géneros subtropicais, como *Engelhardia* e *Symplocos* vão sendo substituídos por elementos característicos da vegetação mediterrânea (*Olea*, *Phillyrea*, *Pistacia*, *Quercus ilex*) (Fauquette *et al.*, 1999). No início do Placenciano os táxones subtropicais já não são dominantes. São substituídos por elementos temperados, assim como por *taxa* de média a alta altitude (*Cathaya*, *Picea*, *Abies*) (Suc *et al.*, 1995a).

Em Espanha, na zona Catalunha, o estudo de vários aforamentos e sondagens (Valle, 1982; Solé de Porta & Valle, 1986; Suc & Cravatte, 1982; Bessais & Cravatte, 1988) permitiu o reconhecimento do desaparecimento progressivo de alguns elementos com características termófilas (Taxodiaceae, *Engelhardia* e *Myrica*) ao longo do Pliocénico. Em simultâneo com o desaparecimento dos *taxa* termófilos, observa-se aumento de abundância dos elementos mediterrânicos, como *Quercus*, *Olea* e Cistaceae. Foram reconhecidos alguns ambientes de estepe, com *Artemisia,* Poaceae e *Ephedra*, associados ao primeiro arrefecimento do Pliocénico superior (Suc & Cravatte, 1982).

Alguns estudos com macrorrestos vegetais indicam a presença de árvores e arbustos com características da vegetação meditterânica (*Chamaerops humilis*, *Quercus ilex*, *Q.*

palaeocerris, *Carpinus suborientalis*, *Buxus sempervirens*, etc) no Placenciano e no Gelasiano (Roiron, 1983; Sanz de Siria, 1987).

A bacia do Guadalquivir, apesar de pobre de elementos florísticos, indica a presença de áreas florestadas no Pliocénico inferior e um aumento dos elementos mediterrânicos no Placenciano (Valle & Peñalba, 1987; Barrón *et al.*, 2003).

Observando as mudanças ocorridas ao longo do Pliocénico em Espanha, sul de França e Itália, facilmente se constata que, de modo geral, ocorre um empobrecimento do regime florestal com instalação do regime mediterrânico, associado a diminuição da temperatura e incremento da sazonalidade. Associado às alterações florísticas, verificam-se variações de latitude e altitude que condicionam os gradientes climáticos.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam, também, a degradação climática e florística ocorrida ao longo do Placenciano. De forma geral, a associação obtida nas amostras de base de Rio Maior é relativamente semelhante aos ambientes descritos para o Zancliano de vários locais estudados na Europa. Essa constatação deve ter condicionado o posicionamento estratigráfico proposto por Diniz (1984) para Rio Maior.

As características geográficas da orla ocidental de Portugal, com a proximidade ao Atlântico, terão mantido condições climáticas quentes e húmidas até ao Placenciano e condicionado a distribuição da vegetação, de forma a manter uma floresta mista, com a predominância de elementos subtropicais, quase até o final do Placenciano. A implementação do regime mediterrânico, observada em vários locais de Espanha, França e Itália, não é clara nos locais estudados no presente trabalho. Não foram identificadas tendências de aumento de plantas como Oleaceae ou Cistaceae, por exemplo.

Quanto ao Gelasiano, observa-se um aumento dos táxones herbáceos e a abertura da vegetação. Apesar disso, na falta de indicadores cronostratigráficos precisos e da escassez de conteúdo palinológico, não é possível dar indicações precisas do aparecimento de determinados marcadores climáticos e ambientais como *Artemisia*, que nunca foi encontrada, apesar de ter sido aplicada a técnica combinada LM-SEM

para observação do mesmo palinomorfo (Zetter (1989) para melhorar a determinação dos diferentes *taxa*. De facto, estudo recente (Subally & Quézel, 2002) na zona este do mediterrâneo (ilha Zakynthos - Grécia), indica que os picos de *Artemisia* não se relacionam com episódios glaciares, mas sim o oposto. Na actualidade, as diferentes espécies do género *Artemisia*, evidenciam diferentes necessidade de temperatura e humidade, o facto de os fósseis de *Artemisia* geralmente só serem determinados ao nível do género (Subally & Quézel, 2002). Este facto leva-nos a considerar que é necessário ter atenção na utilização de determinados *taxa* para determinação de tendências paleoclimáticas.



Capítulo 10

CONSIDERAÇÕES FINAIS

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo destes quatro anos de trabalho foi possível desenvolver e implementar diferentes técnicas laboratoriais inerentes à análise polínica, à identificação de palinomorfos e à posterior caracterização e conhecimento dos depósitos. Pretende-se apresentar nova forma de abordagem ao estudo das condições paleoambientais que prevaleceram na zona oeste de Portugal durante o Pliocénico, nomeadamente no Placenciano.

A principal dificuldade com que nos deparamos no inicio foi a falta de dados cronostratigráficos para os locais estudados. A bibliografia disponível permitiu reconstituir a evolução paleogeográfica ao longo do Pliocénico, o que possibilitou melhorar o posicionamento estratigráfico relativo dos diferentes depósitos.

A primeira avaliação do conteúdo polínico foi desanimadora. Mesmo assim prosseguimos o trabalho na tentativa de encontrar novos dados, que em alguns casos, não foram satisfatórios, visto estarmos na presença de sedimentos continentais, geralmente menos propícios à preservação de palinomorfos. Pareceu relevante o estudo de nova sondagem da bacia de Rio Maior, devido à espessura vertical, riqueza polínica, e por existirem novos dados de natureza sedimentológica e geofísica (paleomagnetismo) que permitiram enquadramento estratigráfico mais preciso.

Com o presente estudo foi possível obter as seguintes **conclusões**:

- Foram estudadas 186 amostras provenientes de dez localidades (S. Pedro da Torre, Anadia, Monsarros, Barracão, Vale do Freixo, Praia da Vitória, Óbidos, Rio Maior, Belverde e Apostiça) e contados um total de 76 535 palinomorfos.

- Foram reconhecidos um total de 189 *taxa* distribuídos por 82 famílias e 96 géneros de pólenes e esporos e 11 de dinoflagelados.

- A utilização da técnica combinada MO-MEV para observação do mesmo palinomorfo possibilitou o reconhecimento de importante associação florística, o que permitiu aumentar a lista de *taxa* conhecidos para o Pliocénico de Portugal. Das novas formas identificadas e descritas destacam-se: *Davallia*, *Valerianella*, *Leitneria*, *Citrus*, *Zanthoxylum*, *Picnomon*, *Trigonobalanopsis*, *Cercidiphyllum*, *Halimium*, *Craigia*, *Mortoniodendron*,

Diplopanax, *Manilkara*, *Sideroxylon*, *Anagallis*, *Lysimachia*, *Mercurialis*, *Astragalus*, *Lotus*, *Ornythopus*, *Psoralea*, *Lythrum*, *Borago*, *Utricularia*, *Chelidonium*, *Arceuthobium* e *Loranthus*.

- Combinando os dados disponíveis de sedimentologia, litostratigrafia, paleomagnetismo e geoquímica, com os dados agora obtidos da palinologia foi possível melhorar o enquadramento cronostratigráfico e estabelecer correlações entre os locais estudados. Utilizando como base de informação os depósitos marinhos bem datados do final do Zancliano (Vale do Freixo) e levando em conta a evolução sedimentar do enchimento da pequena depressão de Rio Maior bem como o respectivo conteúdo palinológico, foi possível atribuir a maioria dos diatomitos e lignitos ao Placenciano, e as unidades areno-argilosas do topo ao Gelasiano.

À excepção de Vale do Freixo, todos os depósitos estudados a Norte do Tejo ter-se-ão depositado depois do máximo da transgressão datada do Zancliano terminal. No que diz respeito a S. Pedro da Torre, apesar da falta de dados cronostratigráficos, a semelhança do conteúdo palinológico com a parte inferior de Rio Maior, permite admitir que a jazida tenha idade Placenciana ou possa ser um pouco mais antiga.

- Os novos dados de índole palinológica permitem reconhecer as condições climáticas e paleoambientais que vigoraram na fachada ocidental norte e central de Portugal durante o Pliocénico. No Placenciano foi possível reconhecer a existência de floresta mista com dominância de *taxa* mega-mesotérmicos sobre os temperados, vivendo sob condições climáticas quentes e húmidas de tipo subtropical. São relativamente comuns *taxa* que se extinguiram em vários locais da Europa central no Miocénico superior (ex: *Diplopanax*) ou mesmo no Zancliano em várias regiões do Mediterrâneo (ex: *Trigonobalanopsis*). Para o topo do Placenciano, o conteúdo palinológico aponta para degradação da vegetação, com diminuição progressiva da percentagem dos *taxa* mega-mesotérmicos em benefício dos *taxa* de características temperadas. Já no Gelasiano, ocorre grande aumento das espécies herbáceas e diminuição dos esporos, o que indica ambientes menos florestados com condições mais frias e provavelmente menos húmidas.

- Não foi possível reconhecer claramente o desenvolvimento de vegetação de tipo mediterrânico, anteriormente sugerido por outros autores, apesar de terem sido reconhecidos alguns táxones; não foi registado o desenvolvimento de pradarias de *Artemisia*, bem como não foi possível caracterizar claramente a presença do género *Olea*. Este facto pode dever-se a uma forte influência atlântica à semelhança do que ainda hoje acontece no litoral ocidental de Portugal.

Trabalhos futuros, com base em estudos de pormenor (MEV) nas amostras mais ricas de Rio Maior, poderão vir a aumentar a já considerável listagem florística apresentada. As formas que não foi possível a sua identificação, carecem de estudos comparativos com *taxa* actuais no sentido de serem encontradas afinidades botânicas. Os macrorrestos de Rio Maior e S. Pedro da Torre deverão também ser alvo de estudos mais aprofundados no sentido de se tentar obter novos dados que venham complementar o conhecimento existente sobre os mesmos.

A proposta de correlação entre depósitos é baseada essencialmente no conteúdo polínico, pelo que, de futuro, as hipóteses avançadas deverão ser apoiadas ou refutadas por novos estudos de cariz palinológico ou de outra natureza. Os avanços recentes em datação de depósitos sedimentares e de superfícies, permite admitir a possibilidade de, num futuro próximo, podermos vir a precisar a cronostratigrafia e compreender melhor a dinâmica dos acontecimentos ocorridos durante o Pliocénico.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, E (1995). The Pliocene-Pleistocene transition in the Iberian Peninsula. In. J. A. Van Couvering Ed. *The Pleistocene Boundary and the beginning of the Quaternary*, Cambridge University Press: 169-177.

Agustí, J.; Cabrera, L.; Garcés, M.; Krijgsman, W; Oms, O. & Parés, J. M. (2001a). A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. State of the art. *Earth-Science Reviews* 52: 247-260.

Agustí, J.; Oms, O. & Remacha, E. (2001b). Long Plio-Pleistocene terrestrial record of climate change and mammal turnover in southern Spain. *Quaternary Research* 56: 411-418.

Alves, M.I.C. & Pereira, D.I. (1999). Revisão dos dados sedimentológicos e paleontologicos das bacias do Minho: contribuição para o conhecimento da evolução plio-quaternária regional. *Encontros de Geomorfologia (Comunicações)*, Univ. Coimbra: 123-129.

Alves, M.I.C. & Pereira, D.I. (2000). A sedimentação e a gliptogénese no registo Cenozóico continental do Minho (NW Portugal). *Ciências da Terra (UNL),* 14: 101-111.

Andrade M., M. (1944). Estudo polínico de algumas formações turfo-lignitosas Portuguesas. *Pub. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Cienc.,* XXXVII (2º sér.): 5-11.

Andrade, M. (1945). Alguns elementos para o estudo do terraço superior do rio Minho. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, IV (3): 221-222.

Antunes, M. T.; Pais, J. & Legoinha, P. (1992). Excursion A - Neogene deposits of Lisboa and Setúbal Peninsula. *Ciências da Terra (UNL)*, nº esp. II: 29-35.

Antunes, M. T. & Pais, J. (1993). The Neogene of Portugal. *Ciências da Terra (UNL)*, nº esp. II: 13-24.

Antunes, M. T.; Elderfield, H.; Legoinha, P.; Nascimento, A. & Pais, J., (1999). A stratigraphic framework for the Miocene from the Lower Tagus Basin (Lisbon, Setúbal Peninsula, Portugal). Depositional sequences, biostratigraphy and isotopic ages. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 12(1): 3-15.

Antunes, M. T.; Azevedo, M. Teresa; Estevens, M.; González-Delgado, J. A.; Legoinha, P.; Pais, J.; Pimentel, N. & Sousa, L. (2000). *Cenozoic of Setúbal Peninsula. Field trip guide, 4th* March 2000. Centro Estudos Geológicos, 57 p.

Antunes, M.T.; Legoinha, P.; Cunha, P. & Pais, J., (2000). High resolution stratigraphy and Miocene facies correlation in Lisbon and Setúbal Peninsula (Lower Tagus basin, Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, 14: 183-190.

Azevêdo, M. T. (1982). *O sinclinal de Albufeira, evolução pós-Miocénica e reconstituição paleogeográfica.* Dissert. Doutoramento, Univ. Lisboa, 302p.

Azevêdo, M.T. (2006). Interpretação de cinco fácies sedimentares do pré-Tejo no Pliocénico Médio da Península de Setúbal (Sul de Lisboa). *VII Cong. Nac. Geologia, Livro de Resumos, II*: 575- 578.

Backman, J. (1979). Pliocene biostratigraphy of DSDP Sites 111 and 116 from North Atlantic Ocean and age of Northern hemisphere glaciations. *Stockholm Contrib. Geol.*, 33: 115-137.

Barbosa, B. P. (1981). *Carta geológica de Portugal na escala 1/50000*. Notícia explicativa da folha 16-C (Vagos). Serviços Geológicos de Portugal, 60p.

Barbosa, B. P. (1983). Argilas especiais de Barracão-Pombal. Prospecção, sondagens e cálculo de reservas. *Est. Notas e Trabalhos do Serv. Fom. Min.*, 25: 193-212.

Barbosa, B. P. (1995). *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, 253p.

Barbosa, B. & Pena dos Reis, R. (1989). Litostratigrafia e modelo deposicional dos sedimentos aluviais do Neogénico superior da Bacia do Tejo (Tomar-Lavre), Portugal. *Comum. Inst. Geol. Mineiro*, 75: 89-97.

Barbosa, B. & Pena dos Reis, R. (1996). Geometrias de enchimento, sistemas deposicionais e organização estratigráfica do pliocénico continental da Bacia Terciária do Baixo Tejo (Portugal). *Comum. Inst. Geol. Mineiro*, 82: 51-86.

Barbosa, B. P. & Barra, A. (2000). Problemática da cartografia dos depósitos quaternários. *Actas Estudos do Quaternário*, APEQ: 15-20.

Barrón, E., Muñiz, F. & Mayoral, E. (2003). Aspectos macroflorísticos del Plioceno de Lepe (Cuenca del Guadalquivir, Huelva, España). Consideraciones paleoecológicas. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.),* 98: 91-109.

Basilici, G., Martinetto, E., Pavia, G. & Violanti, D. (1997). Paleoenvironmental evolution in the Pliocene marine-coastal succession of Val Chiusella (Ivrea, NW Italy). *Bollettino della Societa Paleontologica Italiana 36*: 23–52.

Berggren, W.A., Kent, D.V, Swisher, C.C. & Aubry M.P. (1995). A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *In* W.A. Berggren, D.V. Kent, M.P. Aubry & J. Hardenbol (eds). *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation. SEPM* Spec. Publ., 54: 129-212.

Bertini A. (1992). *Palinologia ed aspetti ambientali del versante adriatico dell'Appennino centro-settentrionale durante il Messiniano e lo Zancleano.* Unpublished PhD Thesis, University of Modena, Italy: 88p.

Bertini, A. & Vannucchi, D. (1993). Etude palynologique du Plioce`ne de l'Italie septentrionale: la section de Stirone. *XIII APLF Symposium, abstracts volume*, 33 pp.

Bertini, A. (1994). Palynological investigations on Upper Neogene and Lower Pleistocene sections in Central and Northern Italy. *Memorie della Societa Geolologica Italiana 48*: 431–443.

Bertini, A. (2001). Pliocene climatic cycles and altitudinal forest development from 2.7 Ma in the Northern Apennines (Italy): evidence from the pollen record of the Stirone section (5.1 to 2.2 Ma). *Geobios 34*: 253–265.

Bertini, A. (2002). Palynological evidence of upper neogene environments in Italy. *Acta Universitatis Carolinae – Geologica*, 46: 15-25.

Bertini, A. (2003). Early to middle Pleistocene changes of the Italian flora and vegetation in the light of a chronostratigraphic framework. *Italian Jounal of Quaternary Sciences*, 16: 19-36.

Bertini A. (2006). The Northern Apennines palynological record as a contribute for the reconstruction of the Messinian palaeoenvironments. *Sedimentary Geology*, 188/189: 235-258.

Bertini, A. & Martinetto, E. (2008). Messinian to Zanclean vegetation and climate of Northern and Central Italy. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 47 (2): 105-121.

Bertoldi, R.; Rio, D. & Thunell, R. (1989). Pliocene-Pleistocene vegetational and climatic evolution of the South-central Mediterranean. *Palaeog., Palaeoc., Palaeoecology*, 72: 263-275.

Bertoldi R., Binotti A. & Castello F. (1994). *Reevesia* and *Itea* in the pollen flora of the Upper Neogene continental deposit at Sarzana (lower Magra valley, Northern Italy). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 80 (1/2): 159-172.

Bessais, E. & Cravatte J. (1988). Les écosystèmes végétaux pliocènes de Catalogne Méridionale. Variations latitudinales dans le domaine Nord-Ouest Méditerranéen. *Geobios*, 21: 49-63.

Bessedik, M.; Guinet, Ph.; Suc, J. P. (1984). Donnes paleofloristique en Meditteranee nord-occidentale depuis l' Aquitanien. *Rev. Paleobiol.*, Spec. vol.: 25-31.

Blij, H.J. de & Miller, P.O. (1996). *Physical Geography of the Global Environment*. John Wiley, New York, 290p.

Bonifay, M. F. (1992). Remarks on paleoclimatic correlations between western european continental and marine areas: contributions of large Villafranchian fauna. *Actas. 1º Congr. C.A.N.S.*: 15-17.

Boureau, E. (1952). Contribution à l'étude paléoxylologique de la Péninsule Ibérique. Présence du Juniperoxylon pachyderma (Geop). Kraus. dans les lignites de divers gisements pliocènes du Portugal. *Com. Serv. Geol. Port.*, 33: 83-91.

Cabral, J. (1995). Neotectónica em Portugal Continental. *Memórias do Instituto Geológico e Mineiro*, 31: 265p.

Cabral, J. (1986). A neotectónica de Portugal – estado actual dos conhecimentos. *Maleo*, 14: 3-5.

Cabral, J. & Ribeiro, A. (1988). Carta Neotectónica de Portugal Continental, escala 1/1.000.000. Serv. Geol. Portugal, D. G. F. C. U. L.& G. P. S. N., *Serv. Geol. de Portugal*, 46p.

Cachão, M. (1989). *Contribuição para o estudo do Pliocénico marinho português (Sector Pombal/Marinha Grande)*. Dissertação apresentada no âmbito das Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Fac. Ciên. Univ. Lisboa, 204p.

Cachão, M. (1990). Posicionamento biostratigráfico da jazida pliocénica de Carnide (Pombal). *Gaia*, 2: 11-16.

Carvalho, G. S. (1981). Uma metodologia para a análise dos depósitos do Quaternário. *Arqueologia*, 4: 50-63.

Carvalho, A. M. G. de & Pereira, V. B. (1973). Areias brancas de Rio Maior, aspectos geológicos – económicos. *Est. Notas e Trab. S. F. M.* 22, 1-2: 5-83.

Cavallo, O. & Martinetto, E., (1996). Flore plioceniche del bacino del Tanaro. *Alba Pomopeja* (17): 5–31.

Chadefaud, M. & Emberger, L. (1960). Traité de Botanique systématique. T.I – Les végétaux non vasculaires. Cryptogamie par M. Chadefaud. T.II – Les végétaux vasculaires par L. Emberger. Masson. Paris, T. I: 1018p.; T. II: 1539p.

Chaloner, W. G. (1976). The evolution of adaptive features in fossil exines. In I. K. Ferguson & Muller (Eds.): *The Evolutionary significance of the exine*. Academic Press: 1-14.

Choffat, P. (1903-04). L'Infralias et le Sinémurien au Portugal. *Comm. Serv. Geol. Portugal*, 5: 4-114.

Combourieu-Nebout, N.; Leroy, S & Dupont, L. (1992). The first glacial-interglacial cycles around 2,4 M.ª: Correlations Atlantic/Mediterraneas according to palynology. *Actas. 1º Congr. R.C.A.N.S.*: 19-20.

Cronin, T.M., (1991). Pliocene shallow water paleoceanography of the North Atlantic Ocean based on marine ostracodes. *Quat. Sci. Rev.*, 10 (2/3): 175-188.

Crowley, T. J. (1996). Pliocene climates: the nature of the problem. *Marine Micropaleontology* 27: 3-12.

Cunha, P. Proença (1987). Evolução Tectono-Sedimentar Terciária da Região de Sarzedas (Portugal). *Comum. Serv. Geol. Portugal*, 73 (1/2): 67-84.

Cunha, P. Proença (1992). *Estratigrafia e sedimentologia dos depósitos do Cretácico Superior e Terceário de Portugal Central, a leste de Coimbra.* Tese de doutoramento, Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, 262p.

Cunha, P. Proença (1996). Unidades Litostratigráficas do Terciário da Beira Baixa (Portugal). *Comunic. Instit. Geol. Mineiro*, 82: 87-130.

Cunha, P. M. (1999). Unidades litostratigráficas do Terciário na região de Miranda do Corvo-Viseu (Bacia do Mondego, Portugal). *Comunic. Instit. Geol. Mineiro*, 86: 143-196.

Cunha, P. M. (2000). Paleo-alterações e cimentações nos depósitos continentais terciários de Portugal central: importância na interpretação de processos antigos. Ciências da Terra, 14: 145-153.

Cunha, P. P. & Reis, R. (1991). A etapa sedimentar pliocénica na região de Coimbra-Góis (Bacia Ocidental Portuguesa – Portugal Central). *Actas 1º Congresso Espanhol del Terciario*: 271-274.

Cunha, P. M.; Barbosa, B. P. & Reis, R. (1993). Synthesis of the Piacenzian onshore record, between the Aveiro and Setúbal parallels (Western Portuguese margin). *Ciências da Terra*, 12: 35-43.

Cunha, P. Proença, Pimentel, N. & Pereira, D. Insua (2000). Assinatura tectono-sedimentar do auge da compressão bética em Portugal: a descontinuidade sedimentar Valesiano terminal-Turoliano. *Ciências da Terra* (UNL) 14: 61-72.

Dinis, P. (2004). *Evolução Pliocénica e Quaternária do Vale do Cértima.* Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 351p.

Dinis, P.A. and Soares, A.F. (2007a). Stable and ultrastable heavy minerals of alluvial to nearshore marine sediments from Central Portugal: facies related trends. *Sedimentary Geology* 201: 1-20.

Dinis, P.A. and Soares, A.F. (2007b). Controlling factors on clay mineral assemblages: insights from facies analysis of Pliocene to Pleistocene coastal margin deposits, Western Portugal. *Geologica Acta* 5: 177-193.

Diniz, F. (1972). Notas palinológicas sobre formações Ceno-antropozóicas portuguesas. I – O espectro polínico de Pampilhosa do Botão. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc.* 13(1): 83-95.

Diniz, F. (1984). *Apports de la palynology à la connaissance du Pliocène portugais. Rio Maior : un basin de référence pour l´histoire de la flore, de la végétation et du climat de la façade atlantique de l´Europe meridionale. Dissertação de Doutoramento*, Université des Sciences et Techniques de Languedoc, Montpellier, 230 p.

Diniz, F. (1990). Contribution to the biostratigraphic study of the Pliocene of the Portuguese west margin. IX R.C.M.N.S. Congress: 131-132.

Diniz, F. (2001). Aspects of the Plio-Quaternary Transition in Rio Maior: Pollen Records, Vegetation and Climate. */Actas V Reunião do Quaternário Ibérico – I Congresso do Quaternário de Países de Línguas Ibéricas*: 109-112.

Diniz, F. (2003). Os depósitos detrítico-diatomíticos de Abum (Rio Maior). Novos aspectos paleoflorísticos e implicações paleoclimáticas. *Ciências da Terra*, nº especial V, p. 7, CDRom A49-A52.

Diniz, F. & Sivak, J. (1979). Informations chronologiques sur les dépôts de Rio Maior (Portugal) à partir de l'étude de la microflore. *Paleobiol. Cont.*, X (2): 1-9.

Diniz, F. & Cachão, M. (1987). Le Pliocène de la région de Pombal, rapports bio-chronostratigraphie et paléoécologiques avec le bassin de Rio Maior (Portugal). *Resumés - Interim-Colloquium du Groupe de Travail Ecostratigraphie. R.C.A.N.S.*: 29-31.

Diniz, F. & Mörner, N-A. (1995). The Reuverian / Pretiglian transition in Rio Maior, Portugal. *XIV International Congress INQUA*, Schriften der Alfred-Wegner-Stiftung 2/95: 64.

Dowsett, H.J., Cronin, T.M., Poore, R.Z..Thompson. R.S.. Whatley. R.C. & Wood, A.M., (1992). Micropaleontological evidence for increased meridional heat transport in the North Atlantic Ocean during the Pliocene. *Science*, 258: 1133- 1134.

Dowsett, H.J.; Barron, J.A. & Poore, R.Z. (1996). Middle Pliocene sea surface temperatures: a global reconstitution. *Marine Micropaleontology*, 27: 13-25.

Eddy, A. (1988). *A Handbook of Malesian Mosses. Volume 1. Sphagnales to Dicranales*. UK: British Museum (Natural History), 202p.

Eder, J. K., Kvaček Z. & Meller, B. (2001). Comparing Early to Middle Miocene foras and probable vegetation types of Oberdorf N Voitsberg (Austria), Bohemia (Czech Republic), and Wackersdorf (Germany). *Rev. of Palaeob. and Palyn.* 114: 83-125.

Eyde, R.H. & Xiang, Q., (1990). Fossil mastixioid (Cornaceae) alive in eastern Asia. *Am. J. Bot.* 77: 689–692.

Erdtman, G. (1967). On the pollen morphology of Trigonobalanus (Fagaceae). *Botaniska Notiser*, 120: 324-333.

Erdtman, G. (1971). *Pollen Morphology and Plant Taxonomy. Angiosperms*. Hafner Publishing Company, New York, 553p.

Farjon, A. (1990). *Pinaceae, Drawings and descriptions of the genera*. Koeltz Scientific Books, Germany, 330 p.

Fauquette S., Quézel P., Guiot J. & Suc J.-P. (1998). Signification bioclimatique de taxons-guides du Pliocène Méditerranéen, *Géobios*, 31: 151-169.

Fauquette, S.; Suc, J. P.; Guiot, J.; Diniz, F.; Feddi, N.; Zheng, Z.; Bessais, E. & Drivaliari, A. (1999). Climate and biomes in the West Meditteranean area during the Pliocene. *Palaeog., Palaeoclim., Palaeoecol,* 152: 15-36.

Ferreira, A. B. (1991). Neotectonics in Northern portugal. A geomorpholigical approach. Z. *Geomorph*, v. Suppl. Bd. 82: 73-85.

Gadek, P.A., D.L. Alpers, M.M. Heslewood & C.J. Quinn. (2000). Relationships within Cupressaceae sensu lato: a combined morphological and molecular approach. *American Journal of Botany* 87(7):1044-1057.

Ge, Song; Hong, De-Yuan; Wang, Hai-Qun; Liu, Zheng-Yu; & Zhang, Can-Ming. (1998). Population genetic structure and conservation of an endangered conifer, *Cathaya argyrophylla* (Pinaceae). *International Journal of Plant Sciences* 159(2): 351-357.

Gonzales, N. (1980). Contribuición al studio de las esporas de helechos de Canarias.1 (Polypodiaceae, Davalliaceae). *Bot. Macaronésia,* 7: 53-66.

Heywood, V. H., Brummitt, R. K., Culham, A. & Seberg, O. (2007). *Flowering Plant Families of the World*. Firefly Books, Ontario, Canada, 424p.

Ishman, S. E. (1996). A benthic foraminiferal record of middle to late Pliocene (3.15-2.85 Ma) deep water change in the North Atlantic. *Marine Micropaleontology,* 27: 165-180.

Kapp, R. O.; Davis, O. K. & King, J. E. (2000). *Pollen and Spores (second edition)*. American Association of Stratigraphic Palynologists foundation Publication, 279 p.

Kremp, G. (1965). *Morphologic Encyclopedia of Palynology*. The University of Arizona Press, Tucson, 263p.

Kullberg, J. C., Terrinha P., Pais J., Reis R. P. & Legoinha P. Arrábida e Sintra: dois exemplos de tectónica pós-rifting da Bacia Lusitaniana - *In* R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha & J. C. Kullberg (Eds.) **(2006)**. *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*. Univ. Évora, 418 p.

Kvaček, Z. (2005). Early Miocène records of *Craigia* (Malvaceae s.l.) in the Most Basin, North Bohemia - whole plant approach. *J. Czech Geol. Soc*., 49: 161-171.

Kvaček, Z. (2007). Do extant nearest relatives of thermophile European Cenozoic plant elements reliably reflect climatic signal? *Palaeogeog., Palaeoclim., Palaeoecol.,* 253: 32–40.

Kvaček, Z. & Walther, H. (1988). Revision der mitteleuropäischen tertiären Fagaceen nach blattepidermalen Charakteristiken. II. Teil. Castanopsis (D.Don) Spach, Trigonobalanus Forman, Trigonobalanopsis Kvaček & Walther. *Feddes Repertorium,* 99: 395–418.

Kvaček Z., Bůžek Č. & Manchester S. R. (1991). Fossil fruits of *Pteleaecarpum* Weyland - tiliaceous, not sapindaceous. *Bot. Gaz.*, 152: 522-523.

Kvaček Z, Manchester R.S., Zetter R. & Pingen M. (2002). Fruits and seeds of *Craigia bronnii* (Malvaceae - Tilioideae) and associated flower buds from the late Miocene Inden Formation, Lower Rhine Basin, Germany. *Rev. Palaeob. Palynol.,* 119: 311-324.

Lautensach, H. (1945). Formaçao dos terraços interglaciários do norte de Portugal e suas relações com os problemas da época glaciária. *Publ. Soc. Geol. Portugal*, I, 39p.

Lauverjat, J; Gougerot, L & Poignant, A. (1983-85). Découvert de Pliocène marin dans la region d'Aveiro. *Bol. Soc. Geol. Portugal* : 229-235

Lefébure, P. (1938). Note sur un dépôt de diatomées d'eau douce à Rio Maior (Portugal). *Bull. Soc. Fr. Microscopie*, 7: 53-56.

Legoinha, P., Sousa, L., Pais, J., Ferreira, J. & Rita Amado, A. (2002). Miocene lithological, foraminiferal and palynological data from the Belverde borehole (Portugal). *XVIII Jornadas de la Sociedad española de Paleontología, II Congreso Ibérico de Paleontología, RCANS Interim-Colloquium*, Libro de resúmenes, Salamanca: 196-197.

Li, H. (1952). Floristic relationships between Eastern Asia and Eastern North America. *Transactions of the American Philosophical Society,* 42, 2: 371- 429.

Little, D.P. (2006). Evolution and circumscription of the true cypresses (Cupressaceae: *Cupressus*). *Systematic Botany* 31(3): 461-480.

Louwye, S., Head, M. J. & Schepper, S. (2004). Dinoflagellate cyst stratigraphy and palaeoecology of the Pliocene in northern Belgium, southern North Sea Basin. *Geol. Mag.*, 141 (3): 353-378.

Manchester, S.R., Zhiduan, C., Geng B. & Tao J. (in press). Middle Eocene flora of Huadian, Jilin Province, Northeastern China. *Acta Palaeobot.*

Manupella, G.; Zbyszewski, G. & Ferreira, O. Da Veiga (1978).*Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50.000*. Noticia explicativa da folha 23-A, Pombal, 62p.

Martín-Serrano, A. (2000). El paisagen del área fuente cenozoica, evolución y implicationes; correlación com el registro sedimentário de las cuencas. *Ciências da Terra*, v.14: 25-38.

Martín-Serrano, A. & Nozal Martín, F. (2008). Red Fluvial Rañas y Relieves Apalachianos del Macizo Ibérico. In *Contextos Geológicos Españoles. Una aproximación al património geológico español de relevancia internacional.* Publicaciones del instituto Geológico y Minero de España: 184-191.

Martinetto, E. (1996). Pliocene vegetation at the western margin of the Po Basin. *Allionia* 34: 349–355.

Martinetto E. (2001). Studies on some exotic elements of the Pliocene floras of Italy. *Palaeontographica,* Abteilung B, 259: 149-166.

Martinetto E., Bertini A., Bruch. A.A., Cilia A. & Kva_ek Z. (2007). Quantitative climatic evaluation of a rich Pliocene leaf, fruit and pollen assemblage from Fossano, NW Italy. *Mio/Pliocene climate in Eastern and Western Eurasia: Comparing data from Europe and China,* Abstract volume: 14.

Matthew, K. M. (1976). A revision of the genus *Mastixia* (Cornaceae). *Blumea* 23, 51–93.

Matthew, K. M. (1977). Cornaceae. In: van Steenis, C.G.G.J. (Ed.), *Flora Malesiana*, Ser. 1, 8 (2). Noordhoff: 85–97.

Médus, J. (1965). L'évolution biostratigraphique d'une lagune néogène de Galice (Espagne). *Pollen et Spores* , VII (2): 381-393.

Monegatti, P. & Raffi, S., (2001). Taxonomic diversity and stratigraphic distribution of Mediterranean Pliocene bivalves. *Palaeog., Palaeocl., Palaeoec.*, 165: 171-193.

Montuire, S. (1999). Mammalian faunas as indicators of environmental and climatic changes in Spain during the Pliocene-Quaternary transition. *Quaternary Research*, 52: 129-137.

Moore, P. D., Webb, J. A. & Collinson, M. E. (1991). *Pollen Analysis*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 216p.

Nikifirava, K. V. (1995). Foreward. In. J. A. Van Couvering Ed. *The Pleistocene Boundary and the beginning of the Quaternary*, Cambridge University Press, pp. xix-xxi.

Oliveira, J.T., Pereira, E., Ramalho, M., Antunes, M.T. & Monteiro, J.H. (1992). *Carta Geológica de Portugal na escala 1:500000*. Serv. Geol. Portugal.

Oms, O., Dinarès-Turell, J., Agustí, J. & Parés, J. M. (1999). Refinements of the European Mammal biochrnology from the magnetic polarity record of the Plio-Pleistocene Zújar Section, Guadix-Baza, SE Spain. *Quaternary Research*, 51: 94-103.

Otero, M. P. S., Suárez-Cervera, M. & Gracia, R. V. (1996). *Atlas de Polen de Galicia I*. Deputación de Ourense: 358p.

Pais, J. (1987). Macrorrestos de gimnospérmicas dos diatomitos de Rio Maior (Portugal). *Vol. Hom. O. Veiga Ferreira*. Ed. Delta: 51-66.

Pais, J. (1989). Evolução do coberto vegetal de Portugal no Neogénico e no Quaternário. *Comum. Serv. Geol. Portugal*, 75: 67-72.

Pais, J. (2004). The Neogene of the Lower Tagus Basin (Portugal). *Rev. Española Paleontologia*, Madrid, 19(2): 229-242.

Pais, J., Pais, C., Pereira, V. & Barbosa, B. (1999). Areias de Vale de Santarém. Estratigrafia e Palinologia. *Ciências da Terra*, 13: 23-34.

Pais, J., Gregor, H. & Pereira, D. (não publicado). Fossil plants from Barrocas (S. Pedro da Torre), North Portugal.

Pais, J.; Silva Lopes, C.; Legoinha, P.; Ramalho, E.; Ferreira, J.; Ribeiro, I.; Amado, A. R.; Sousa, L.; Torres, L.; Baptista, R. & Pena dos Reis, R. (2002). The Belverde borehole (Lower Tagus basin, Setúbal Península, Portugal). *In* Livro de Resúmenes de "Interium-Colloquim RCANS.", Salamanca, 198-199p.

Pais, J.; Silva Lopes, C.; Legoinha, P.; Ramalho, E.; Ferreira, J.; Ribeiro, I.; Amado, A. R:; Sousa, L.; Torres, L.; Baptista, R. & Pena dos Reis, R. (2003). Sondagem de Belverde (Bacia do Baixo Tejo, península de Setúbal, Portugal). *Ciências da Terra* (UNL), nº especial V: CDRom A99 - CDRom A102.

Pasini, G. & Colalongo, M. L. (1995). The Pliocene-Pleistocene boundary-stratotype at Vrica, Italy. *In.* J. A. Van Couvering (Ed.) *The Pleistocene Boundary and the beginning of the Quaternary*, Cambridge University Press: 15-45p.

Pena dos Reis, R.; Proença Cunha, P.; Barbosa, B.; Antunes, M. T. & Pais, J. (1992). Excursion B - Mainly continental Miocene and Pliocene deposits from Lower Tagus and Mondego Tertiary basins. *Ciências da Terra* (UNL), nº esp. II: 37-56.

Pereira, D. (1989). *Sedimentologia e estratigrafia dos depósitos quaternários do rio Minho (região de S. Pedro da Torre).* Provas A.P.C.C., Univ. Minho, 132p.

Pereira, D. (1991). Evolução quaternária do rio Minho na região entre S. Pedro da Torre e Valença. *Mem. Not. Pub. Mus. Lab. Min. Geol.* (Univ. Coimbra), 112 (B): 327-347.

Pereira, D. I., Alves, M. I. C., Araújo, M. A. & Cunha, P. P. (2000). Estratigrafia e interpretação paleogeográfica do Cenozóico continental a norte de Portugal. *Ciências da terra (UNL)*, 14: 61-70.

Pilger, R. (1926). Coniferae. *In* A. Engler and K. Prantl [eds.], *Die Naturlichen Pflanzenfamilien*, 13: 121–407.

Pimentel, N. L. (1997). *O Terceário da bacia do Sado, sedimentologia e análise tectono-sedimentar*. Tese de doutoramento, Univ. Lisboa, 281p.

Pingen M., Kvaček Z. & Manchester R.C. (2001). Früchte und Samen von *Craigia bronnii* aus dem Obermiozän von Hambach (Niederrheinisch Bucht - Deutschland) Vorläufige Mitteilung. *Documenta Naturae*, Bd. 138: 1-7.

Poças, E. (2004). *Contribuição da palinologia para a caracterização paleoecológica e paleoclimática do Cenozóico a norte do Douro.* Dissertação de Mestrado, Departamento de Ciências da Terra, Universidade do Minho, 116 p.

Poças, E., Pereira, D. & Pais, J. (2003). Análise palinológica preliminar da Formação de Vale Álvaro (Bragança, NE Portugal). *Ciencias da Terra* (UNL), vol. Esp. V: 17-18.

Pontini, M. R. & Bertini, A. (2000). Late Pliocene vegetation and climate in central Italy: high-resolution pollen analysis from the Fosso Bianco sucession (Tiberino Basin). *Geobios*, 33, 5: 519-526.

Poore, R. Z. & Sloan, L. C. (1996). Introduction Climates and Climate Variability of the Pliocene. *Marine Micropaleontology* 27: 1-2.

Punt, W., Hoen, P.P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Rev. of Palaeob. Palynolog.* 143: 1-81.

Rai, K. & Srinivasan, M. S. (2000). Deep sea benthic foraminiferal response to the Pliocene palaeoenvironments of the northern Indian Ocean. *Geobios*, v. 33: 301-308.

Ramos, A. & Cunha, P.P. (2004). Facies associations and palaeogeography of the zancleanpiacenzian marine incursion in the Mondego cape-Nazaré area (onshore of Central Portugal). *Abstracts book of the 23rd International Meeting of IAS*, 227p.

Raven, P. H.; Evert, R. F. & Eichhorn, S. E. (1999). *Biology of Plants* – sixth edition. W. H. Freeman and Company, Worth Publishers, 944 p.

Raymo, M. E.; Ruddiman, W. F.; Shackleton, N. J. & Oppo, D. W. (1990). Evolution of Atlantic-Pacific $\delta^{13}C$ gradients over the last 2,5 m.y. *Earth and Planetary Science Letters*, 97: 353-368.

Reille, M. (1999). *Pollen et Spores d' Europe et d'Afrique du nord* (seconde édition). Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, 535p.

Reis, R. P. & Cunha, P. P. (1989). Comparacion de los rellevos terciarios en dos regiones del borde occidental del Macizo Hespérico (Portugal Central). Stv. Geol. Salamanca, Paleogeografia de la Meseta Norte durante el Terciario. C. J. Dabrio (Ed.), Ediciones Universidad de Salamanca, vol. Esp. 5: 253-272.

Reis, R. P.; Cunha, P. M.; Barbosa, B.; Antunes, M. T. & Pais, J. (1992). Mainly continental Miocene and Pliocene deposits from lower Tagus and Mondego tertiary basins-Excursion B. Actas. 1º Congr. R.C.A.N.S., excursion B, 39-58p.

Ribeiro, A.; Antunes, M. T.; Ferreira, M.P.; Rocha, R.B.; Soares, A.F.; Zbyszewski, G.; Moitinho de Almeida, F.; Carvalho, D. de & Monteiro J.H. (1979). Introduction à la Géologie Générale du Portugal. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa. 114 pp.

Ribeiro, I., Ramalho, E., Torres, L. & Pais, J. (2003). Sondagem de Belverde (Cenozóico, Península de Setúbal, Portugal). Diagrafias. *Ciências da Terra (UNL)*, 15: 219-230.

Romariz, C. (1948). Nota Sobre a Análise Polínica do Diatomito de Óbidos. "*Las Ciencias*", ano 13, 2: 361-364.

Roiron, P. (1983). Nouvelle étude de la macroflore plio-pléistocene de Crespià (Catalogne, Espagne). *Geobios*, 16: 687-715.

Rowley, J. R., Dahl, A. O., Sungupta, S. & Rowley, J. S. (1981). A model of exine substructure based on dissection of pollen and spore exines. *Palynology*, 5: 107-152.

Sanz de Siria, A. (1987). Datos para el conocimiento de las floras pliocénicas de Cataluña. *Paleontol. Evol.,* 21: 295-303.

Silva, A. A. da (1946). Diatomáceas fósseis de Portugal. Jazigos de Rio Maior, Óbidos e Alpiarça. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, 6, 1-2, 166p.

Silva, C.M. (2001). *Gastrópodes pliocénicos Marinhos de Portugal. Sistemática, paleobiologia, paleoecologia e paleobiogeografia.* PhD, Fac. Ciências, Univ. Lisboa: 661-675.

Silva, C.M., Landau B. & Martinell, J. (2000). The Genus *Solariella* from the Pliocene of Vale do Freixo, Portugal: palaeobiogeographic and palaeoclimatic implications. *Contr. Terc. Quatern. Geol.* 37 (3-4): 57-65.

Simpson, M. G. (2006). *Plant Systematics*. Elsevier Academic Press, 590p.

Sitte, P.; Ziegler, H., Ehrendorfer, F. & Bresinsky, A. (1994). *Tratado de Botánica.* Ediciones Omega, S. A. 8ª edición castellana: 1068p.

Sivak, J. (1975). Les caractères de diagnose des grains de pollen à ballonnets. *Pollen et Spores,* 17 (3): 349-421.

Sivak, J. (1977). Les pollens de *Cathaya* et de *Tsuga* du gisement pliocène du lac Ichkeul (Tunisie). *Recherches françaises sur le Quaternaire, I.N.Q.U.A. Suppl. Bull* AFEQ, 1977-1, 50:81-85.

Solé de Porta, N. & Valle, M.F. (1986). Estudio palinológico del Plioceno de San Onofre (Tarragona). *Est. Geol.,* 42: 63-66.

Sousa, L., Rivas-Carballo, M. R., Pais, J. (1999). Dinoflagelados. Nomenclatura portuguesa. *Ciências da Terra* (UNL), 13: 35-57.

Sousa, L. & Pais, J., (2002). First data on palynology of the Belverde borehole (Lower Tagus Basin, Setúbal Peninsula, Portugal). *XIV Simposio APLE*, Salamanca, 144-146p.

Sousa, Lígia & Pais, J. (2003). Palinomorfos do Miocénico da sondagem de Belverde (Bacia do Baixo Tejo, Portugal) - resultados preliminares. VI Cong. Nac. Geologia, *Ciências da Terra (UNL)*, nº esp. V: 20, CDRom A158-A161.

Sousa, L. & Pais, J. (2004). Palynostratigraphic analysis of the Belverde borehole (Miocene), Lower Tagus Basin, Portugal. *Pollen,* Madrid, 14: 415-416.

Sousa, L.; Vieira, M. & Pais, J., (2007). Palynology of Miocene and Pliocene of the Belverde borehole, Lower Tagus Basin, Portugal. Abstract book 40th American Association of Stratigraphic Palynologists Annual Meeting, 21p.

Stefanovic, S., M. Jager, J. Deutsch, J. Broutin, &, Masselot, M. (1998). Phylogenetic relationships of conifers inferred from partial 28S rRNA gene sequences. *American Journal of Botany* 85: 688–697.

Stockey R. A., LePage B. A. & Pigg K. B. (1998). Permineralized fruits of *Diplopanax* (Cornaceae, Mastixioideae) from the middle Eocene Princeton chert of British Columbia. *Rev. of Palaeob. and Palynol.*, 103: 223–234.

Stuchlik, L., Ziembińska-Tworzydło, M., Kohlman-Adamka, A., Grabowska, I., Ważyńska, H. & Sadowska, A. (2001). *Atlas of Pollen and Spores of the Polish Neogene*, volume 1- Spores. L. Stuchlik, 158p.

Stuchlik, L., Ziembińska-Tworzydło, M., Kohlman-Adamka, A., Grabowska, I., Ważyńska, H. & Sadowska, A. (2002). *Atlas of Pollen and Spores of the Polish Neogene*. Vol. 2 - Gymnosperms. L. Stuchlik, 237p.

Subally D., Quézel, P. (2002). Glacial or interglacial: Artemisia, a plant indicator with dual responses. *Rev. of Palaeob. and Palynol.,* 120: 123-130.

Suc, J. P. (1984). Origin and evolution of the meditteranean vegetation and climate in Europe. *Nature*, 307: 429-432.

Suc, J.-P. & Cravatte, J. (1982). Étude palynologique du Pliocène de Catalogne (Nord-Est de l'Espagne). Apports à la connaissance de l'histoire climatique de la Méditerranée occidentale et implications chronostratigraphiques. *Paléobio. Cont.*, 13: 1-31.

Suc, J. P.; Diniz, F.; Leroy, S.; Poumot, C.; Bertini, A.; Clet, M.; Bessais, E. & Ferrier, J. (1995a). Zanclean (~Brussumian) to early Piacenzian (~ early-middle Reuverian) climate from 4° to 54° north latitude (West Africa, West Europe and West Mediterranean). *Mededelingen Rijks Geologish Dienst,* Netherlands, 52: 43-56.

Suc, J. P.; Bertini, A.; Combourieu-Nebout, N.; Diniz, F.; Leroy, S.; Russo-Ermolli, E.; Zheng, Z.; Bessais, E. & Ferrier, J. (1995b). Structure of West Mediterranean vegetation and climate since 5,3 ma. *Acta zool. Cracov.*, 38: 3-16.

Suc J.-P., Fauquette S., Bessedik M., Bertini A., Zheng Z., Clauzon G., Suballyova D., Diniz F., Quezel P., Feddi N., Clet M., Bessais E., Bachiri Taoufiq N., Méon H. & Combourieu-Nebout N. (1999). Neogene vegetation changes in West European and West circum-Mediterranean areas. *In* Agusti J., Rook L. & Andrews P. (eds.), Hominoid Evolution and Climatic change in Europe, Cambridge Univ. Press, 1: 378-388.

Syring, John, Ann Willyard, Richard Cronn and Aaron Liston. (2005). Evolutionary relationships among *Pinus* (Pinaceae) subsections inferred from multiple low-copy nuclear loci. *American Journal of Botany,* 92: 2086-2100.

Ševčík, J., Kvaček, Z. & Mai, D.H. (2007). A new mastixioid florula from tektite-bearing deposits in South Bohemia, Czech Republic (Middle Miocene, Vrábče Member). *Bulletin of Geosciences, 82(4),* Czech Geological Survey: 429–426.

Takhtajan, A. L. (1980). Outline of the classification of flowering plants (Magnoliophyta). *Bot. Rev.* 46: 225–359.

Teixeira, C. (1942a). Sobre uma forma portuguesa do género *Stratiotes*. *Ed. aut.* 6p. Porto.

Teixeira, C. (1942b). Présence du *Lygodium gaudini* HEER dans quelques formations tertiaires du Portugal. *Pub. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciên.*, 1ª serie, 25: 8p.

Teixeira, C. (1942c). Sobre a existência de palmeiras do género *Sabal* no Pliocénico português. *Bull. Soc. Port. Sc. Nat.*, 14, nº 28: 135-138.

Teixeira, C. (1944a). Pinheiro fóssil do Pliocénico de Rio Maior. *Boletim da Sociedade Broteriana*. 2ª série, 19: 201-209.

Teixeira, C. (1944b). A expansão do *Pinus sylvestris* L. no Sudoeste da Europa e a mudança climática dos fins do Pliocénico. Pub. *Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciên. Porto*, 2ª série, 35: 10p.

Teixeira, C. (1944c). O género *Smilax* na flora portuguesa. *An. Fac. Ciên. Porto*, XXIX: 96-101.

Teixeira, C. (1944d). Sequóia fóssil do Cenozóico português. *Pub. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciên. Porto*, 2ª série, 33: 8p.

Teixeira, C. (1944e). Tectónica Plio-pleistocénica do noroeste peninsular. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, IV (I-II): 19-40.

Teixeira, C. (1947). A flora pliocénica de Montijo. *Comun. Serv. Geol. Port.*, XXVIII: 213-216.

Teixeira, C. (1949). Flora fóssil do Pliocéncio do Alfeite. *Comun. Serv. Geol. Port.*, XXX: 43-58.

Teixeira, C. (1952). Flora fóssil do Pliocénico de Vale de Santarém. *Comun. Serv. Geol. Port.*, XXXIII: 51-64.

Teixeira, C. (1954). A palmeira anã, *Chamaerops humilis* L. no Pliocénico português. *Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. hom. F. Hernandez Pacheco, 650-652p.

Teixeira, C. (1973-1974). Sur la présence de Pittosporum dans le Pliocène du Portugal. *Ver. Fac. Ciênc.*, Lisboa. 2ª série, vol 17: 599-601.

Teixeira, C. (1979). Plio-Plistocénico de Portugal. *Com. Serv. Geol. Portugal*, 65: 35-46.

Teixeira, C. & Zbyszewski, G. (1951). Note sur le Pliocène de la Région à l'Ouest de Pombal. *Comun. Serv. Geol. Port.*, XXXII, parte 1: 295-302.

Teixeira, C. & Zwyszewski, G. (1954). Contribuition à l'étude du litoral Pliocène au Portugal. *Actas Gongres. Geol. International*, CR XIX, pp. 275-284.

Teixeira, C. & Pais, J. (1976). *Introdução à paleobotânica. As grandes fases da evolução dos vegetais*. Lisboa: 210 p.

Teixeira, C. & Zbyszewski, G. (1976). *Carta geológica de Portugal na escala 1/50000. Notícia explicativa da folha 16-A (Aveiro)*. Serviços Geológicos de Portugal, 39p.

Thompson, R.S. (1991). Pliocene environments and climates in the western United States. *Quat. Sci. Rev.*, 10: 115-132.

Thunell, R. C., Douglas, W., Tappa, E., Rio D. & Rafii, I. (1990). Pliocene-Pleistocene stable isotope record for ocean drilling program site 653, Tyrrhenian basin: implications for the paleoenvironmental history of the Mediterranean sea. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results,* 107: 387-399.

Traverse, A. (1988). *Paleopalynology*. Unwin Hyman, Boston, 600p.

Tryon, A. F. & Lugardon, B. (1990). *Spores of Pteridophyta*. Spinger-Verlag, 648p.

Tschudy, R. H., & Scott, R. A. (1969). *Aspects of Palynology. An introduction to plant microfossils intinae*. Wiley-Interscience. John Wiley & Sons Inc, 510p.

Valdes, B., Diez, M. J. & Fernandez, I. (1987). *Atlas Polinico de Andalucia Occidental*. Instituto de desarrollo regional nº43, Universidad de Sevilla. Excma. Diputacion de Cadiz, 450p.

Valle, M. F. (1982). *Estudio palinológico del Plioceno del NE de España*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, 204 p.

Valle, M.F. & Peñalba, M.C. (1987). Aspectos palinológicos en el Neógeno del Suroeste de España. *In*: *Paleontología del Neógeno de Huelva (W. cuenca del Guadalquivir)*, Dpto. de Paleontología de la Universidad de Salamanca (ed.), Ediciones de la Universidad de Salamanca, 153-158.

Van Campo, E. (1979). Flore pollinique et climat pliocenes au lac Ichkeul (Tunisie). *Mém. Trav. E.P.H.E., Inst. Montpellier*: 42p.

Vera, J. A. (editor) (2004). *Geologia de España*. SGE-IGME, 884p.

Vieira, M., Sousa, L., Pais, J. & Pereira, D. (2006a). Estudo Palinológico do Pliocénico de Vale do Freixo. Livro de Abstracts do VII Congresso Nacional de Geologia: 673-676.

Vieira, M., Sousa, L., Pais, J. & Pereira, D. (2006b). Palynological study of Vale do Freixo Pliocene (Pombal, Mondego Basin, Portugal). *Abstract book 7th european palaeobotany-palynology conference*, 151p.

Vieira, M., Pais, J. & Pereira, D. (2007). Pollen and spores from Anadia basin (west Portuguese costal margin) as stratigraphic and environmental indicator *Abstract book 40th American Association of Stratigraphic Palynologists Annual Meeting*, 67p.

Vieira, M., Pais, J. & Pereira, D. (2008). Palynological investigations in the Pliocene diatomites of Rio Maior (Tagus basin, Portugal), new data and interpretations. *Terra Nostra* IPC/ IOPC Abstract volume: 297-298.

Walther, H. & Zetter, R. (1993). Zur Entwicklung der paläogenen Fagaceae Mitteleuropas. *Palaeontographica*, Abteilung B, 239: 183-194.

Wang, C.W. (1961). *The Forest of China* (with a survey of grassland and desert vegetation). Maria Moors Cabot Fondation. Harvard University, 313 p.

Wang, Y., Fritsch, P, W., Shi, S., Almeda, F., Cruz, B. C. & Kelly L. M. (2004). Phylogeny and infrageneric classification of *Symplocos* (Symplocaceae) inferred from DNA sequence data. *American Journal of Botany* 91(11): 1901–1914.

Wang, Hong-Wei & Ge, Song. (2006). Phylogeography of the endangered *Cathaya argyrophylla* (Pinaceae) inferred from sequence variation of mitochondrial and nuclear DNA. *Molecular Ecology* 15(13): 4109-4122.

Wood, A., Whatley, R.C., Cronin, T.M. & Holtz, T. (1994). Pliocene paleotemperature reconstruction for the southern North Sea based on Ostracoda. *Quat. Sci. Rev.*, 12: 747-767.

Wrenn, J. H., Suc, J. P., Leroy, S. A. G. (1999). *The Pliocene: Time of Change*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, 161p.

Yu-Sheng Liu, C., Zetter, R., Ferguson, D., K., Mohr, B. A. R. (2007). Discriminating fossil evergreen and deciduous *Quercus* pollen:A case study from the Miocene of eastern China. *Rev. of Palaeob. and Palynol.* 145: 289–30.

Zagwijn, W. H. (1960). Aspects of the Pliocene and early Pleistocene vegetation in the Netherlands. *Meded. Geol. Schicht.*, ser. C, 3 (5), 78p.

Zetter, R. (1989). Methodik und Bedeutung einer routinemäßig kombinierten lichtmikroskopischen und rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung fossiler Mikrofloren. *Cour. Forch.-Inst. Senckenberg*, 109: 41-50.

Zetter, R., Hesse, M. & Huber, K. H. (2002). Combined LM, SEM and TEM studies of Late Cretaceous Pollen and Spores from Gmünd, Lower Austria. *Stapfia* 80: 201-230.

Zijderveld, J. D.; Hilgen, F. J.; Langereis, C. G.; Verhallen, P.J. & Zachariasse, W. J. (1991). Integrated magnetostratigraphy and biostratigraphy of the upper Pliocene-lower Plistocene from the Monte Singa and Crotone areas in Calabria, Italy. *Earth and Planetary Science Letters*, 107: 697-714.

Zbyszewski, G. (1943a). Éléments pour servir à l'étude du Pliocène marin au Sud du Tage: la faune dês couches supérieures d'Alfeite. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 24: 125p.

Zbyszewski, G. (1943b). Une reconnaissance géologique dans la region de Rio Maior: l'âge dês lignites du gisement de Espadanal. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 24: 3-21.

Zbyszewski, G (1949). Contribution à la conaissance du Pliocène Portugais. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 30: 59-79.

Zbyszewski, G. (1959). Étude Structurale de l'Aire Typhonique de Caldas da Rainha. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, 176p.

Zbyszewski, G. (1967). Estudo geológico da bacia dos lignitos de Rio Maior. Estudos Notas e Trabalhos do Serviço Fomento Mineiro, 17: 5-105.

Zbyszewski, G. & Almeida, F. M. (1943). Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000. Notícia explicativa da folha 26-D (Caldas da Rainha). Serv. Geol. Portugal, 56p.

Zbyszewski, G. & Matos, R. de (1959). Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000. Folha 26-D (Caldas da Rainha). *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa.

Zbyszewski, G. & Faria, J. (1967). Os jazigos de lignitos da região de Caldas da Rainha. Bol. Minas, 4 (1): 3-34.

Endereços da Internet

http://www.conifers.org

http://www.efloras.org/

http://linnaeus.nrm.se/flora/di/caprifolia/sambu/sambnig1.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.funghiitaliani.it/uploads/post-624-1109449844.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.mobot.org/gardeninghelp/images/low/A683-0901020.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.grownative.org/image/plantlib/DETA-264.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.dkimages.com/discover/previews/839/20056032.JPG
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://home.hiroshima-u.ac.jp/shoyaku/photo/Japan/Hiroshima/030921sansho.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://linnaeus.nrm.se/flora/di/aralia/heder/hedehel2.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.dkimages.com/discover/previews/827/50054077.JPG
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.plant-identification.co.uk/images/campanulaceae/campanula-rotundifolia-1.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://web.uconn.edu/mcbstaff/benson/Frankia/Alnus_fr.jpeg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://www.arbolesornamentales.com/Fagussylvatica.jpg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://www.kharlovka.com/flora/Betula_pubescens_l.jpg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://ichn.iec.cat/Bages/roureda/Imatges%20grans/Corylus.jpg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-G-O/Ostrya-carpinifolia-4.jpg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://biology.missouristate.edu/Herbarium/Plants%20of%20the%20Interior%20Highlands/Flowers/Carya%20texana%20-%202.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/18/Engelhardtia_spicata_Blanco2.387.jpg/250px-Engelhardtia_spicata_Blanco2.387.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.ruhr-unibochum.de/boga/html/Pterocarya.fraxinifolia.ja.JPG
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.aiapagoeta.com/uploads/especies/g_especie1383_2.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.fungoceva.it/erbe_ceb/image_erbe/rumex1.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.cirrusimage.com/Trees/weeping_katsura_2.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://i142.photobucket.com/albums/r111/pvaraujo/Myriophyllum-aquaticum-unidade.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://erick.dronnet.free.fr/belles_fleurs_de_france/images/halimium_lasianthum_alyssoides1.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.7c.gov.cn/color/contentimage/17773/157-158.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://striweb.si.edu/ctfs/webatlas/plant.photos/mortan.hofr3.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Cornus_sanguinea3.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.abnativeplants.com/_ccLib/image/plants/DETA-10.jpg

(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.duke.edu/~cwcook/trees/nysy2926.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.mythofleurs.com/images/jardins_botaniques/Jardin_Botanique_du_Montet/le_parc/convolvulus%20arvensis.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.nfmuseum.com/empetrum.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.jb.utad.pt/images/ReJBUTAD/Erica%20umbellata%2096.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://cache.eb.com/eb/image?id=9488&rendTypeId=4
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.cnr.vt.edu/dendro/dendrology/syllabus2/picts/Sideroxylon_lanuginosum_form.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.cnr.vt.edu/dendro/dendrology/syllabus2/picts/Sideroxylon_lanuginosum_leaf.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.fireflyforest.com/flowers/images/orange/orange_08/Anagallis_arven_400.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.fowlersnursery.com/_ccLib/image/plants/DETA-358.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.duke.edu/~cwcook/trees/syti4849.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.duke.edu/~cwcook/trees/syti0203.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/plants/magnoliophyta/magnoliophytina/magnoliopsida/euphorbiaceae/euphorbia/palustris-1.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://accipiter.hawk-conservancy.org/images/200612/Dog's%20Mercury.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.ogrodnik.net.pl/sklep/images/Ricinus.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://boga.unibe.ch/data/public/Website_ab_2005/Bilder_gross/Alpinum-Schweiz/Linum-alpinum.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.herbalextractsplus.com/images/herbs/astragalus-bsp.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.armetslandscape.com/Images/PlantPics/Genista%20aetnensis%20(broom).jpg

(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.floracyberia.net/spermatophyta/angiospermae/dicotyledoneae/fabaceae/lotus_creticus.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.gardenopus.com/GeraniumDipRingo2000DeepSalmon1.JPG
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.missouriplants.com/Pinkalt/Erodium_cicutarium_plant.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.floralimages.co.uk/images/centaurium_erythraea_ba6.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.quansettnurseries.com/galium%20odoratum%20woodruff.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.zum.de/stueber/lindman/127.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.rewild.info/fieldguide/images/0/0a/Plantago_lanceolata.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.robsplants.com/images/portrait/BoragoOfficinalis040616.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Borago-officinalis-1.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://cache.eb.com/eb/image?id=4345&rendTypeId=4
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://i82.photobucket.com/albums/j280/gardenplansireland/fraxinus-excelsior-european-ash-tre.jpg (consulta a 9 de Abril de 2008)

http://arquivonatural.naturlink.pt/Flora%5CRanunculusFluitansv2.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://www.simillimum.net/Bilder/Chelidonium-majus.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://bellquel.bo.cnr.it/scuole/serpieri/erbario/immagini%20erbacee%20spontanee/Buxacee/Buxus%20sempervirens%202.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://popgen.unimaas.nl/~jlindsey/commanster/Plants/Trees/Trees/Crataegus.monogyna2.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://popgen.unimaas.nl/~jlindsey/commanster/Plants/Trees/Trees/Crataegus.monogyna.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://www.calfloranursery.com/images/pics/p/parthenocissus_quinquefolia.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://botany.cz/foto/ochmetherb2.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/thome/band3/tafel_145_small.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://www.apsnet.org/online/Archive/1998/confr086.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://www.sourcepointherbs.org/nuphar.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://fichas.infojardin.com/foto-acuaticas/typha-latifolia-2.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://rbg-web2.rbge.org.uk/bbs/Resources/gallery/Riccia_cavernosa.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.nps.gov/archive/olym/crypto/photo/H_ANPU.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.arikah.net/commons/en/thumb/e/ee/250px-Anthoceros_levis.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.ubcbotanicalgarden.org/potd/sphagnum_squarrosum.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-G-O/Lycopodium-clavatum-mon-1.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.pendernursery.com/Images/Selaginella-braunii.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1162065855Dicranopteris_pectinata_pinnae.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.leserre.it/img/osmunda.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.missouriplants.com/Ferns/Adiantum_capillus-veneris_plant.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://delta-intkey.com/britfe/images/pteris01.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.josepmguasch.com/flora/polipodi.jpeg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.biologie.uniregensburg.de/Botanik/Schoenfelder/kanaren/images/Davallia%20canariensis.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.swcoloradowildflowers.com/Yellow%20Enlarged%20Photos/2epcu.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.botanypictures.com/plantimages/cathaya%20argyrophylla%2001%20xpo99km.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/BotanicalGarden/PICTs/sima-momi.jpeg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://popgen.unimaas.nl/~jlindsey/commanster/Plants/Trees/Trees/Picea.abies2.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://popgen.unimaas.nl/~jlindsey/commanster/Plants/Trees/Trees/Picea.abies3.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://essentialblend.com/images/spruce_tsuga_canadensi.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://faculty.etsu.edu/mcdowelt/Pictures%20Use/Tsuga%20canadensis%204.JPG
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/koehler/JUNIPERUS.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.funghiitaliani.it/Alberi/Ginepro%20comune/Juniperus%20communis1.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.netstate.com/states/symb/trees/images/ca_giant_sequoia.jpg
(consulta a 5 de Maio de 2008)

http://www.humeseeds.com/scabiosa2.jpg
http://linnaeus.nrm.se/flora/di/caprifolia/sambu/sambnig1.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.funghiitaliani.it/uploads/post-624-1109449844.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.mobot.org/gardeninghelp/images/low/A683-0901020.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.grownative.org/image/plantlib/DETA-264.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.dkimages.com/discover/previews/839/20056032.JPG
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://home.hiroshima-u.ac.jp/shoyaku/photo/Japan/Hiroshima/030921sansho.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://linnaeus.nrm.se/flora/di/aralia/heder/hedehel2.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.dkimages.com/discover/previews/827/50054077.JPG
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://www.plant-identification.co.uk/images/campanulaceae/campanula-rotundifolia-1.jpg
(consulta a 1 de Março de 2008)

http://web.uconn.edu/mcbstaff/benson/Frankia/Alnus_fr.jpeg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://www.arbolesornamentales.com/Fagussylvatica.jpg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://www.kharlovka.com/flora/Betula_pubescens_l.jpg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://ichn.iec.cat/Bages/roureda/Imatges%20grans/Corylus.jpg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-G-O/Ostrya-carpinifolia-4.jpg
(consulta a 1 de Abril de 2008)

http://biology.missouristate.edu/Herbarium/Plants%20of%20the%20Interior%20Highlands/Flowers/Carya%20texana%20-%202.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/18/Engelhardtia_spicata_Blanco2.387.jpg/250px-Engelhardtia_spicata_Blanco2.387.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.ruhr-unibochum.de/boga/html/Pterocarya.fraxinifolia.ja.JPG
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.aiapagoeta.com/uploads/especies/g_especie1383_2.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.fungoceva.it/erbe_ceb/image_erbe/rumex1.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.cirrusimage.com/Trees/weeping_katsura_2.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://i142.photobucket.com/albums/r111/pvaraujo/Myriophyllum-aquaticum-unidade.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://erick.dronnet.free.fr/belles_fleurs_de_france/images/halimium_lasianthum_alyssoides1.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.7c.gov.cn/color/contentimage/17773/157-158.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://striweb.si.edu/ctfs/webatlas/plant.photos/mortan.hofr3.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Cornus_sanguinea3.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.abnativeplants.com/_ccLib/image/plants/DETA-10.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.duke.edu/~cwcook/trees/nysy2926.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.mythofleurs.com/images/jardins_botaniques/Jardin_Botanique_du_Montet/le_parc/convolvulus%20arvensis.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.nfmuseum.com/empetrum.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.jb.utad.pt/images/ReJBUTAD/Erica%20umbellata%2096.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://cache.eb.com/eb/image?id=9488&rendTypeId=4
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.cnr.vt.edu/dendro/dendrology/syllabus2/picts/Sideroxylon_lanuginosum_form.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.cnr.vt.edu/dendro/dendrology/syllabus2/picts/Sideroxylon_lanuginosum_leaf.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.fireflyforest.com/flowers/images/orange/orange_08/Anagallis_arven_400.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.fowlersnursery.com/_ccLib/image/plants/DETA-358.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.duke.edu/~cwcook/trees/syti4849.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.duke.edu/~cwcook/trees/syti0203.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/plants/magnoliophyta/magnoliophytina/magnoliopsida/euphorbiaceae/euphorbia/palustris-1.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://accipiter.hawk-conservancy.org/images/200612/Dog's%20Mercury.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.ogrodnik.net.pl/sklep/images/Ricinus.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://boga.unibe.ch/data/public/Website_ab_2005/Bilder_gross/Alpinum-Schweiz/Linum-alpinum.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.herbalextractsplus.com/images/herbs/astragalus-bsp.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.armetslandscape.com/Images/PlantPics/Genista%20aetnensis%20(broom).jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.floracyberia.net/spermatophyta/angiospermae/dicotyledoneae/fabaceae/lotus_creticus.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.gardenopus.com/GeraniumDipRingo2000DeepSalmon1.JPG
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.missouriplants.com/Pinkalt/Erodium_cicutarium_plant.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.floralimages.co.uk/images/centaurium_erythraea_ba6.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.quansettnurseries.com/galium%20odoratum%20woodruff.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.ubcbotanicalgarden.org/potd/acca_sellowiana.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.zum.de/stueber/lindman/127.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.rewild.info/fieldguide/images/0/0a/Plantago_lanceolata.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://www.robsplants.com/images/portrait/BoragoOfficinalis040616.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://flora.nhm-wien.ac.at/Bilder-A-F/Borago-officinalis-1.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://cache.eb.com/eb/image?id=4345&rendTypeId=4
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://i82.photobucket.com/albums/j280/gardenplansireland/fraxinus-excelsior-european-ash-tre.jpg
(consulta a 9 de Abril de 2008)

http://arquivonatural.naturlink.pt/Flora%5CRanunculusFluitansv2.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://www.simillimum.net/Bilder/Chelidonium-majus.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://bellquel.bo.cnr.it/scuole/serpieri/erbario/immagini%20erbacee%20spontanee/Buxacee/Buxus%20sempervirens%202.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://popgen.unimaas.nl/~jlindsey/commanster/Plants/Trees/Trees/Crataegus.monogyna2.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://popgen.unimaas.nl/~jlindsey/commanster/Plants/Trees/Trees/Crataegus.monogyna.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://www.calfloranursery.com/images/pics/p/parthenocissus_quinquefolia.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://botany.cz/foto/ochmetherb2.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/thome/band3/tafel_145_small.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://www.apsnet.org/online/Archive/1998/confr086.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://www.sourcepointherbs.org/nuphar.jpg
(consulta a 21 de Abril de 2008)

http://fichas.infojardin.com/foto-acuaticas/typha-latifolia-2.jpg
(consulta a 20 de Setembro de 2008)

http://www.azorenflora.de/Myrica_faya_03.jpg
(consulta a 5 de Outubro de 2008)

www.igeo.pt/atlas/Images/Cap1/Cap1d_p50.gif
(consulta a 14 de Outubro de 2008)

http://www.meteo.pt/pt/areaeducativa/otempo.eoclima/clima.pt/index.html
(consulta a 14 de Outubro de 2008)

http://bryophytes.plant.siu.edu/images/Phaeoceros_cf.carolinianus.jpg
(consulta a 14 de Outubro de 2008)

http://www.nps.gov/wica/naturescience/images/Boxelder.jpg
(consulta a 20 de Outubro de 2008)

http://smallplants.com/images/carpinus%20colmnaris%20nana_leaf.jpg
(consulta a 20 de Outubro de 2008)

http://www.banwnursery.co.uk/images/Helianthemum%20Banwy%20Velvet.jpg
(consulta a 20 de Outubro de 2008)

http://www.fands.org.uk/FANDS_images/000641Psoralea-bituminosa.jpg
(consulta a 20 de Outubro de 2008)

http://www.plant-identification.co.uk/images/lythraceae/lythrum-salicaria-2.jpg
(consulta a 20 de Outubro de 2008)

http://i82.photobucket.com/albums/j280/gardenplansireland/Wych-Elm-Ulmus-glabra-Leamhn-sli-1.jpg
(consulta a 20 de Outubro de 2008)

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/60/Myrtus_communis9.jpg
(consulta a 20 de Novembro de 2008)

http://www.meteo.pt/pt/areaeducativa/otempo.eoclima/clima.pt/index.html
(consulta a 20 de Novembro de 2008)



ANEXO 1

Apresentam-se os quadros com as contagens numéricas dos locais estudados.

S. Pedro da Torre

		Taxones	SPT.1	SPT.2	SPT.3
Esporos		*Anthoceros* sp.	1	0	2
		Pheoceros sp.	1	0	1
		Riccia sp.	1	0	0
		Sphagnaceae	3	2	1
		Cyatheaceae	0	1	0
		Gleicheniaceae	2	0	1
		Osmunda sp.	1	1	1
		Polypodium sp.	13	5	9
		Pteridaceae	31	39	24
		Pteris sp.	2	9	8
		Selaginella sp.	1	3	4
Gimnospérmicas		*Cathaya* sp.	19	41	36
		Picea sp.	3	7	8
		Pinus sp.	293	333	376
		Tsuga sp.	0	1	0
		Cupressaceae	3	5	1
		Juniperus sp.	0	0	4
		Taxodiaceae	3	11	7
Angiospérmicas	Pólen arbóreo	*Acer* sp.	4	0	1
		Acer negundo	1	0	0
		Sambucus sp.	0	0	2
		Ilex sp.	4	2	6
		Alnus sp.	2	1	3
		Betula sp.	0	1	2
		Cercidiphyllum sp.	0	1	0
		Ericaceae	4	4	6
		Castanea sp.	22	28	40
		Quercus sp.	21	23	33
		Liquidambar sp.	109	113	125
		Carya sp.	4	1	3
		Engelhardia sp.	61	59	58
		Juglans sp.	11	31	11
		Platycarya sp.	0	0	5
		Pterocarya sp.	3	0	2
		Mastixiaceae	0	1	0
		Myrica sp.	4	9	9
		Nyssa sp.	3	7	1
		Oleaceae	4	1	3
		Rutaceae	2	1	2
		Citrus sp.	1	0	0
		Salix sp.	0	1	0
		Sapotaceae	3	1	0
		Symplocos sp.	9	16	9
		Tilia sp.	1	0	0
		Ulmus sp.	0	1	0

		Taxones	SPT.1	SPT.2	SPT.3
Angiospérmicas	Pólen não arbóreo	Amaranthaceae	0	2	0
		Apiaceae	2	1	0
		Hedera sp.	7	1	3
		Asteraceae	3	2	3
		Campanula sp.	1	0	0
		Caryophyllaceae	0	2	1
		Cistaceae	4	4	0
		Cistus sp.	1	0	0
		Convulvulaceae	0	0	1
		Dipsacaceae	0	1	0
		Euphorbiaceae	1	0	2
		Fabaceae	1	0	0
		Myriophyllum sp.	0	1	0
		Viscum sp.	0	1	0
		Nuphar sp.	1		2
		Onagraceae	0	1	0
		Plantago sp.	0	1	0
		Poaceae	2	3	0
		Polygalaceae	2	0	0
		Typha sp.	3	0	2
		Parthenocissus sp.	3	1	4
		Não identificados	9	12	8
		Total	690	793	830

Anadia Sondagem 7

	Taxones	AS7.1	AS7.2	AS7.3	AS7.4	AS7.5	AS7.6	AS7.7	AS7.8	AS7.9
Esporos	*Anthoceros* sp.	4	0	0	2	4	0	0	11	0
	Riccia sp.	1	0	0	0	1	0	9	0	0
	Sphagnum sp.	0	2	7	138	189	0	145	2	9
	Cyatheaceae	12	2	0	0	5	1	0	0	0
	Gleicheniaceae	5	0	0	0	3	0	2	6	0
	Osmunda sp.	0	2	1	0	3	0	1	2	0
	Polypodium sp.	2	2	1	1	5	1	1	193	3
	Pteris sp.	2	3	2	0	3	0	0	34	2
	Selaginella sp.	0	1	0	0	0	0	2	110	2
Gimnospérmicas	*Cathaya* sp.	3	8	0	4	3	2	5	8	0
	Keteleeria sp.	13	15	0	0	8	0	8	0	0
	Picea sp.	0	0	0	0	3	0	0	0	0
	Pinus sp.	358	423	47	92	527	27	195	279	19
	Tsuga sp.	11	1	0	0	9	1	2	5	1
	Cupressaceae	5	9	0	2	5	2	3	0	3
	Juniperus sp.	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	Taxodiaceae	1	2	1	0	2	0	4	0	0

		Taxones	AS7.1	AS7.2	AS7.3	AS7.4	AS7.5	AS7.6	AS7.7	AS7.8	AS7.9
Angiospérmicas	Pólen arbóreo	*Acer* sp.	0	0	1	0	0	0	3	0	0
		Ilex sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Alnus sp.	4	1	0	0	0	0	2	0	0
		Betula sp.	0	0	0	0	1	0	1	0	0
		Corylus sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Ericaceae	165	117	9	28	149	4	56	0	7
		Fagaceae	3	5	0	3	1	0	3	4	0
		Castanea sp.	0	1	0	0	0	1	1	0	0
		Quercus sp.	10	13	2	8	2	1	17	9	3
		Engelhardia sp.	6	6	0	1	5	0	3	1	0
		Pterocarya sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		Myrica sp.	2	9	3	3	17	5	20	17	5
		Myrtaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Oleaceae	1	0	0	0	0	0	1	0	0
		Rosaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Symplocos sp.	0	0	0	0	1	0	5	0	0
		Tilia sp.	1	1	0	0	0	0	1	1	0
	Pólen não arbóreo	Amaranthaceae	1	4	0	0	0	0	0	1	1
		Apiaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Hedera sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		Asteraceae	15	11	0	0	16	1	0	6	1
		Cistaceae	68	34	3	3	9	3	5	9	0
		Dipsacaeae	0	0	1	1	0	0	2	0	0
		Fabaceae	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		Liliaceae	0	9	0	0	0	0	0	1	0
		Nuphar sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		Plumbaginaceae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Poaceae	3	5	1	2	3	0	2	5	0
		Polygalaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Scrofulariaceae	2	0	0	0	1	0	1	0	0
		Vitaceae	2	0	0	1	0	0	0	0	0
		Não identificados	18	16	5	17	15	3	17	35	3
		Total	719	704	85	306	992	52	523	740	59

Anadia Sondagem 18

	Taxones	AS18.1	AS18.2	AS18.3	AS18.4	AS18.5	AS18.6
Esporos	*Anthoceros* sp.	3	0	1	0	1	0
	Phaeoceros sp.	2	0	0	0	1	0
	Riccia sp.	0	0	7	1	4	0
	Sphagnaceae	35	8	1	13	16	0
	Cyatheaceae	3	5	1	1	0	0

		Taxones	AS18.1	AS18.2	AS18.3	AS18.4	AS18.5	AS18.6
Esporos		Gleicheniaceae	3	31	0	6	3	0
		Osmunda sp.	612	0	15	11	24	0
		Polypodium sp.	12	88	7	11	9	0
		Pteris sp.	8	2	9	79	21	0
		Selaginella sp.	1	1	9	2	62	0
Gimnospérmicas		*Picea* sp.	0	0	1	0	0	0
		Cathaya sp.	17	12	4	2	7	0
		Keteleeria sp.	7	3	0	3	0	0
		Pinus sp.	548	58	65	179	332	166
		Tsuga sp.	12	0	0	0	0	0
		Cupressaceae	1	0	2	6	0	0
		Taxodiaceae	0	1	1	0	0	0
Angiospérmicas	Pólen arbóreo	*Ilex* sp.	0	0	0	0	4	0
		Alnus sp.	1	1	0	0	0	0
		Betula sp.	0	1	0	0	0	0
		Corylus sp.	4	1	1	0	0	0
		Ericaceae	218	4	16	39	9	16
		Castanea sp.	0	1	8	1	0	0
		Fagus sp.	0	0	0	2	0	0
		Quercus sp.	1	2	2	3	1	2
		Engelhardia sp.	5	38	1	3	1	0
		Pterocarya sp.	1	0	0	0	0	0
		Myrica sp.	5	27	0	2	0	1
		Oleaceae	0	0	1	0	0	1
		Symplocos sp.	0	10	0	0	1	0
		Tilia sp.	0	1	0	0	0	0
		Ulmus sp.	0	1	0	0	0	0
	Pólen não arbóreo	Amaranthaceae	5	0	0	3	1	0
		Apiaceae	0	0	2	0	1	0
		Asteraceae	2	0	2	3	2	0
		Cistaceae	11	2	3	9	4	0
		Dipsacaceae	0	0	0	2	0	0
		Onagraceae	0	0	1	0	0	0
		Plumbaginaceae	1	0	0	0	0	0
		Poaceae	3	1	0	1	0	0
		Scrofulariaceae	2	1	0	0	0	0
		Typha sp.	16	0	0	2	0	0
		Não identificados	21	14	23	13	33	0
		Total	1560	314	183	397	537	186

Vale do Freixo

	Taxones	VFR.1	VFR.2	VFR.3	VFR.4	VFR.5	VFR.6	VFR.7	VFR.8	VFR.9
Esporos	*Anthoceros* sp.	5	16	11	5	8	0	3	2	0
	Phaeoceros sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Riccia sp.	1	2	7	2	0	0	0	0	0

			Taxones	VFR.1	VFR.2	VFR.3	VFR.4	VFR.5	VFR.6	VFR.7	VFR.8	VFR.9
Esporos			*Sphagnum* sp.	0	4	5	0	2	1	0	0	0
			Cyatheaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Gleicheniaceae	6	3	5	0	5	0	0	0	0
			Polypodium sp.	1	2	3	2	2	0	0	0	0
			Pteridaceae	2	0	6	3	0	0	0	0	0
			Pteris sp.	0	5	6	9	2	0	0	1	0
			Selaginella sp.	2	1	3	0	0	0	0	0	0
Pólenes	Gimnospérmicass		*Cathaya* sp.	4	5	16	3	10	3	0	0	0
			Keteleeria sp.	0	5	7	0	4	0	0	0	0
			Picea sp.	1	0	3	0	0	2	0	0	0
			Pinus sp.	126	153	409	147	165	67	167	39	72
			Tsuga sp.	0	1	2	0	0	0	0	0	0
			Cupressaceae	2	7	4	3	2	0	0	0	1
			Juniperus sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
			Taxodiaceae	1	5	1	1	0	0	0	0	0
	Angiospérmicas	Pólen arbóreo	*Acer* sp.	0	3	2	0	0	0	0	0	0
			Ilex sp.	0	1	1	0	0	0	0	0	0
			Alnus sp.	0	0	0	0	0	1	4	0	8
			Betula sp.	0	0	0	0	2	0	0	0	0
			Ericaceae	5	13	50	20	16	4	1	4	97
			Fagaceae	7	10	10	5	1	1	0	1	0
			Castanea sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Quercus sp.	12	16	66	44	19	3	2	5	2
			Liquidambar sp.	1	0	2	0	0	0	0	0	0
			Engelhardia sp.	0	0	4	0	1	0	0	0	0
			Juglans sp.	0	0	4	0	0	0	0	0	0
			Pterocarya sp.	0	0	0	0	0	1	0	1	0
			Myrica sp.	0	0	3	0	1	0	0	1	0
			Myrtaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Nyssa sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
			Oleaceae	0	0	2	0	1	0	0	0	2
			Palmae	0	0	0	0	1	0	0	0	0
			Rosaceae	1	1	0	0	1	1	0	0	0
			Symplocos sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
			Tilia sp.	1	0	2	0	1	0	0	0	0
			Ulmus sp.	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		Pólen não arbóreo	Amaranthaceae	0	1	1	0	1	0	0	2	0
			Araliaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Asteraceae	3	6	28	6	8	0	0	1	0
			Caryophyllaceae	0	1	1	0	0	0	0	0	0
			Cistaceae	6	11	25	16	10	0	1	0	0
			Cyperaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Dipsacaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Euphorbiaceae	0	0	1	0	0	0	0	0	0
			Fabaceae	0	0	5	2	2	0	0	0	0
			Plantago sp.	0	0	2	3	0	1	0	3	0
			Plumbaginaceae	0	0	1	1	0	0	0	0	0
			Poaceae	0	1	2	1	2	0	0	0	0
			Rumex sp.	0	0	3	0	0	0	0	0	0
			Scrofulariaceae	1	1	1	0	1	0	0	0	0

		Taxones	VFR.1	VFR.2	VFR.3	VFR.4	VFR.5	VFR.6	VFR.7	VFR.8	VFR.9
Dinoflagelados	Peridinióides	*Selenopemphix armageddonensis*	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Goniaulacóides	*Lingulodinium machaerophorum*	22	27	149	139	162	19	2	2	0
		Lingulodinium sp.	4	5	12	26	18	0	0	0	0
		Nematosphaeropis sp.	0	0	2	0	0	0	0	0	0
		Operculodinium centrocarpum	13	16	26	13	37	177	79	0	0
		Operculodinium israelianum	2	3	9	5	4	14	3	0	0
		Operculodinium tegillatum	155	206	459	330	382	508	412	3	0
		Operculodinium sp.	67	97	487	162	210	161	216	4	1
		Polysphaeridium sp.	0	1	2	3	0	0	0	0	0
		Achomosphaera / Spiniferites	11	7	20	35	36	0	0	0	0
		Tectatodinium pellitum	9	12	7	13	5	5	0	0	0
		Não identificados	14	21	21	12	25	6	2	3	5
		Total	485	671	1904	1013	1149	975	892	72	188

Canto do Azeche – Praia da Victória

		Táxones	CAZ.1	CAZ.2	CAZ.3	CAZ.4	CAZ.5	CAZ.6	CAZ.7	CAZ.8	CAZ.9	CAZ.10
Esporos		*Anthoceros* sp.	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0
		Sphagnaceae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3
		Osmundaceae	0	0	1	1	3	46	124	1	0	0
		Polypodium sp.	0	1	2	3	8	11	11	0	0	1
		Pteris sp.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
		Selaginella sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gimnospérmicas		*Cathaya* sp.	0	0	0	0	2	12	10	0	0	1
		Keteleeria sp.	0	0	0	0	0	9	3	0	0	6
		Picea sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Pinus sp.	14	13	33	24	119	193	379	164	67	298
		Cupressaceae	0	8	1	2	4	5	6	1	0	4
		Taxodiaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Angiospérmicas	Pólen arbóreo	*Acer* sp.	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
		Ilex sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Alnus sp.	4	2	6	1	1	6	76	3	0	4
		Corylus sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Ericaceae	5	0	0	4	4	46	51	20	17	42
		Fagaceae	0	0	0	0	2	1	2	0	0	1
		Quercus sp.	6	12	5	4	0	8	5	4	7	15
		Juglans sp.	1	0	0	0	0	3	0	0	3	0
		Pterocarya sp.	0	0	0	0	0	1	4	1	0	3
		Myrica sp.	1	1	1	0	4	7	3	4	1	1
		Myrtaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Oleaceae	1	1	2	1	0	0	0	16	6	6
		Phillyrea sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Rosaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
		Salix sp.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
		Tilia sp.	0	0	0	0	0	2	59	0	0	0
		Ulmus sp.	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0

		Táxones	CAZ.1	CAZ.2	CAZ.3	CAZ.4	CAZ.5	CAZ.6	CAZ.7	CAZ.8	CAZ.9	CAZ.10
Angiospérmicas	Pólen não arbóreo	Amaranthaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
		Apiaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
		Hedera sp.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
		Asteraceae	0	0	0	2	0	9	2	4	36	3
		Caryophyllaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
		Cistaceae	1	0	1	0	2	9	7	1	0	0
		Cistus sp.	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
		Fabaceae	1	0	5	4	0	1	0	2	1	12
		Nuphar sp.	0	0	0	0	5	7	2	0	0	0
		Onagraceae	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
		Plantago sp.	0	0	1	0	0	0	2	0	1	0
		Poaceae	1	0	0	0	3	3	0	0	1	0
		Scrofulariaceae	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
		Thypa sp.	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0
		Não identificados	4	4	5	1	4	9	8	6	2	5
		Total	39	46	64	47	166	401	766	235	149	411

Belverde

		Taxones	P.25	P.26	P.27	P.31	P.32	P.33	P.35	P.37	P.40	P.42	P.44	P.52	P.55	P.56	P.68
Esporos		Anthocerotaceae	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sphagnum sp.	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Pteridaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gimnos		*Cathaya* sp.	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		Pinus sp.	77	81	24	171	145	152	166	36	91	9	61	52	29	74	89
		Cupressaceae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Angiospérmicas	Pólen arbóreo	*Acer* sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Alnus sp.	1	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
		Ericaceae	2	0	0	0	1	1	6	1	1	1	1	0	0	2	7
		Quercus sp.	3	2	1	4	4	8	6	0	4	2	0	1	2	5	7
		Liquidambar sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Engelhardia sp.	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
		Juglans sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
		Pterocarya sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Myrica sp.	2	0	0	2	4	7	16	0	2	0	1	2	0	9	9
		Oleaceae	1	0	0	1	1	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1
		Salix sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pólen não arbóreo	Amaranthaceae	3	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
		Apiaceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hedera sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Asteraceae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Cistaceae	6	6	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Fabaceae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Liliaceae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Linum sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Plantago sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Poaceae	1	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0

Taxones	P.25	P.26	P.27	P.31	P.32	P.33	P.35	P.37	P.40	P.42	P.44	P.52	P.55	P.56	P.68
Não identificados	3	0	0	2	5	9	2	0	0	0	0	0	1	1	4
Total	105	109	25	181	163	182	205	38	101	12	63	56	33	94	123

Apostiça

		Taxones	AP.1	AP.2	AP.3
Esporos		*Anthoceros* sp.	0	11	7
		Pheoceros sp.	0	0	1
		Riccia sp.	2	4	0
		Sphagnum sp.	0	12	12
		Gleicheniaceae	1	0	5
		Licopodium sp.	1	0	0
		Osmunda sp.	0	10	1
		Polypodium sp.	1	1	1
		Pteridaceae	3	24	9
Gimos		*Ephedra* sp.	0	0	1
		Cathaya sp.	2	5	18
		Pinus sp.	212	177	184
		Taxodiaceae	1	3	1
Angiospérmicas	**Pólen arbóreo**	*Acer* sp.	1	0	1
		Alnus sp.	0	1	0
		Ericaceae	5	5	8
		Castanea sp.	0	1	0
		Quercus sp.	2	7	4
		Liquidambar sp.	0	8	2
		Engelhardia sp.	0	2	1
		Juglans sp.	0	1	3
		Pterocarya sp.	0	0	1
		Myrica sp.	0	1	0
		Oleaceae	0	1	1
		Tilia sp.	1	0	0
	Pólen não arbóreo	Amaranthaceae	13	9	65
		Asteraceae	32	9	3
		Cistaceae	0	1	2
		Lonicera sp.	0	1	0
		Caryophyllaceae	0	0	1
		Convolvulaceae	2	0	0
		Euphorbia sp.	0	0	1
		Fabaceae	0	0	1
		Liliaceae	2	0	0
		Plantago sp.	0	1	0
		Poaceae	4	1	4
		Não identificados	4	3	5
		Total	289	299	343

Monsarros

| | Esporos | | | | | | | | | | | | Gimnospérmicas | | | | | | | | Angiospérmicas | | | | | | | | | | | |

Barracão

| | Esporos | | | | | | | | | Gimnospérmicas | | | | | | | | Angiospérmicas | | | | | | | | |

Óbidos

| | Esporos | | | | | | | | | | | | Gimnospérmicas | | | | | | | | Angiospérmicas | | | | | | | | | | | |

Rio Maior

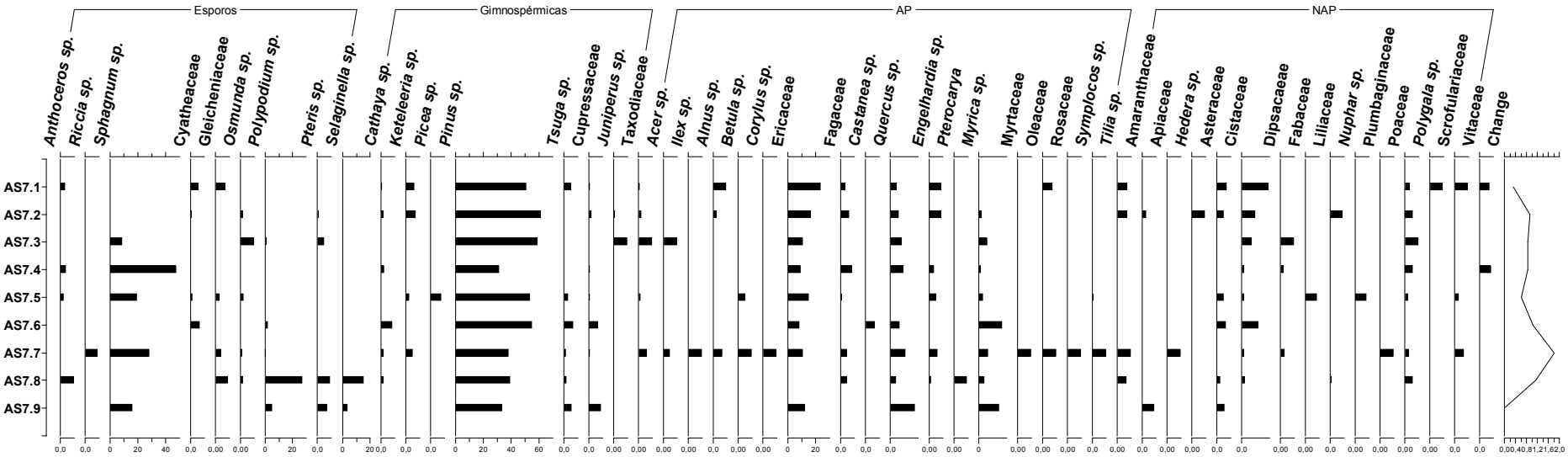
| | Esporos | | | | | | | | | | | | Gimnospémicas | | | | | | | | | Angiospérmicas | | | | | | | | | | | |

| | Angiospérmicas | | |

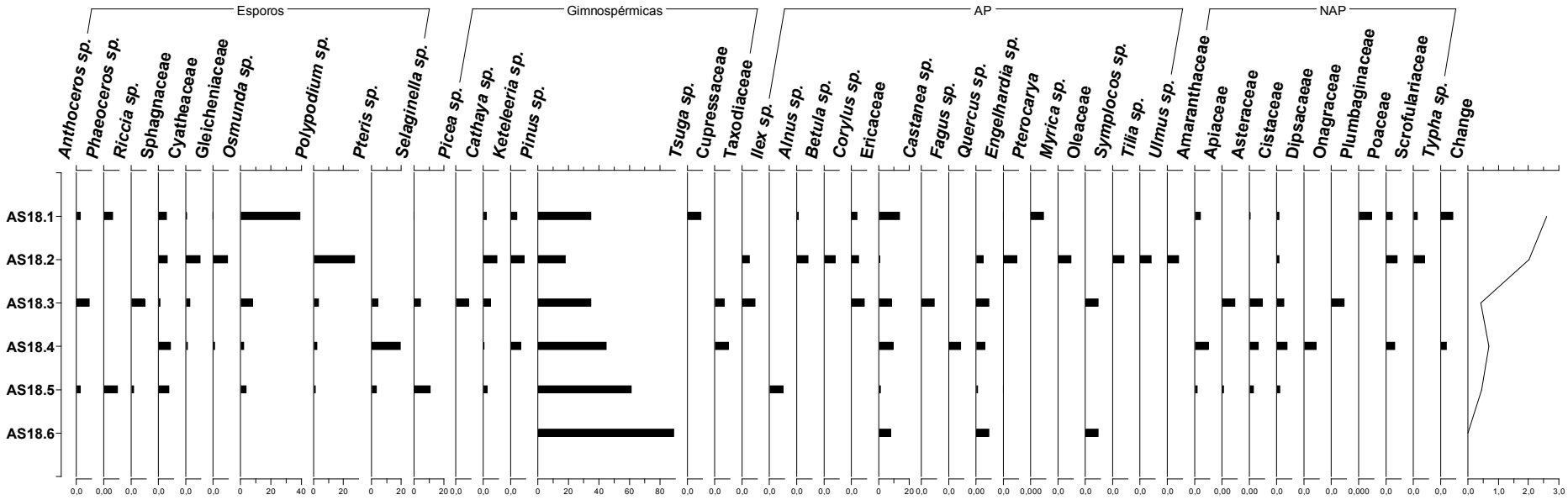


ANEXO 2

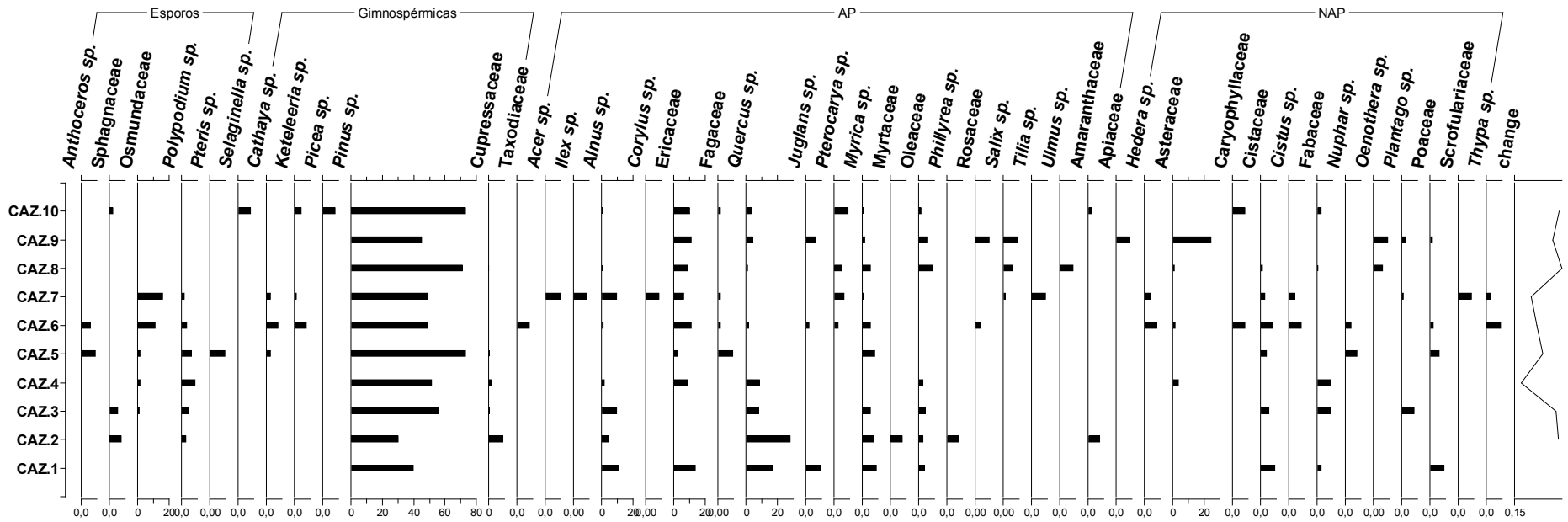
Anadia Sondagem 7



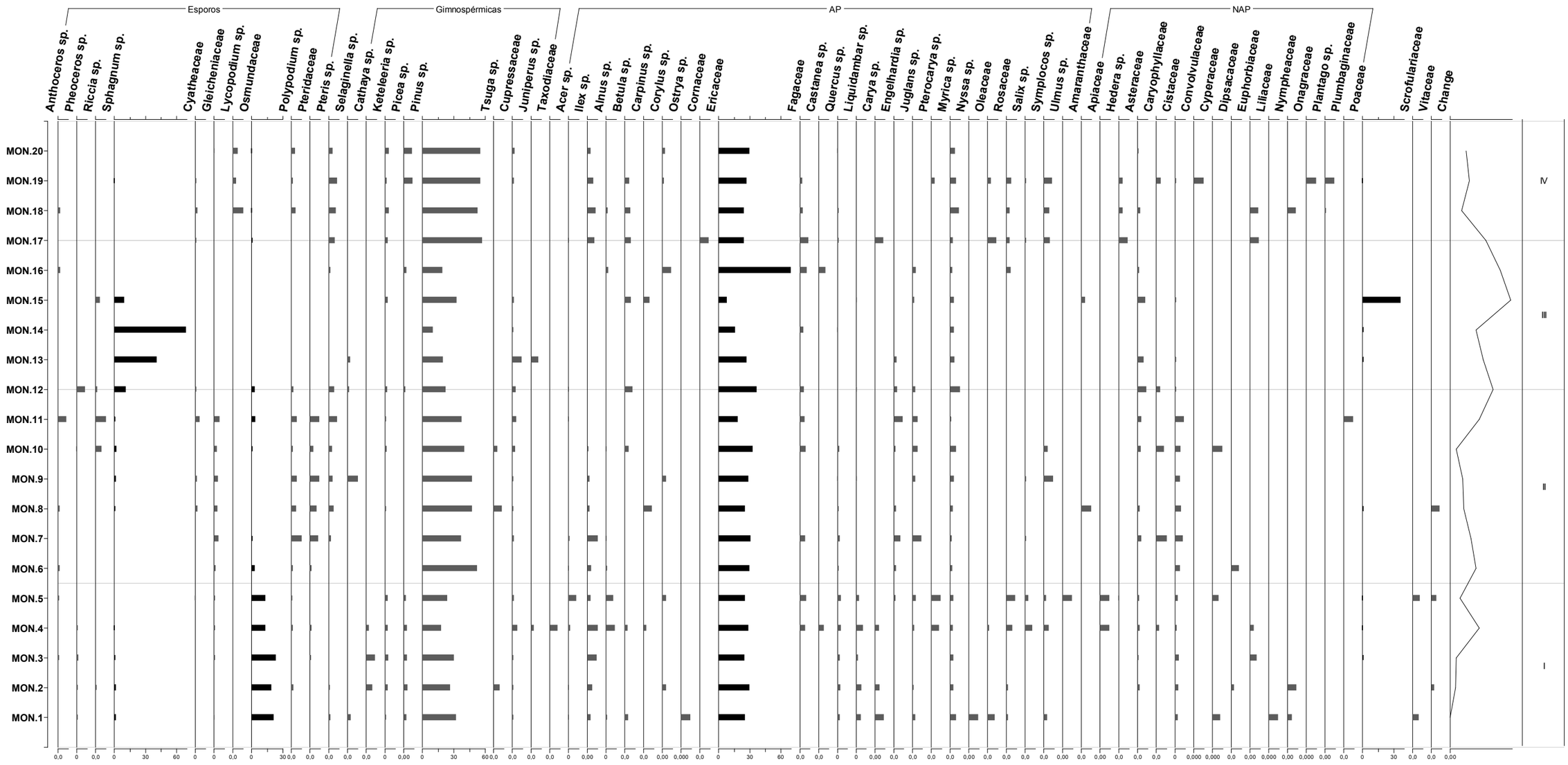
Anadia Sondagem 18



Praia da Vitória



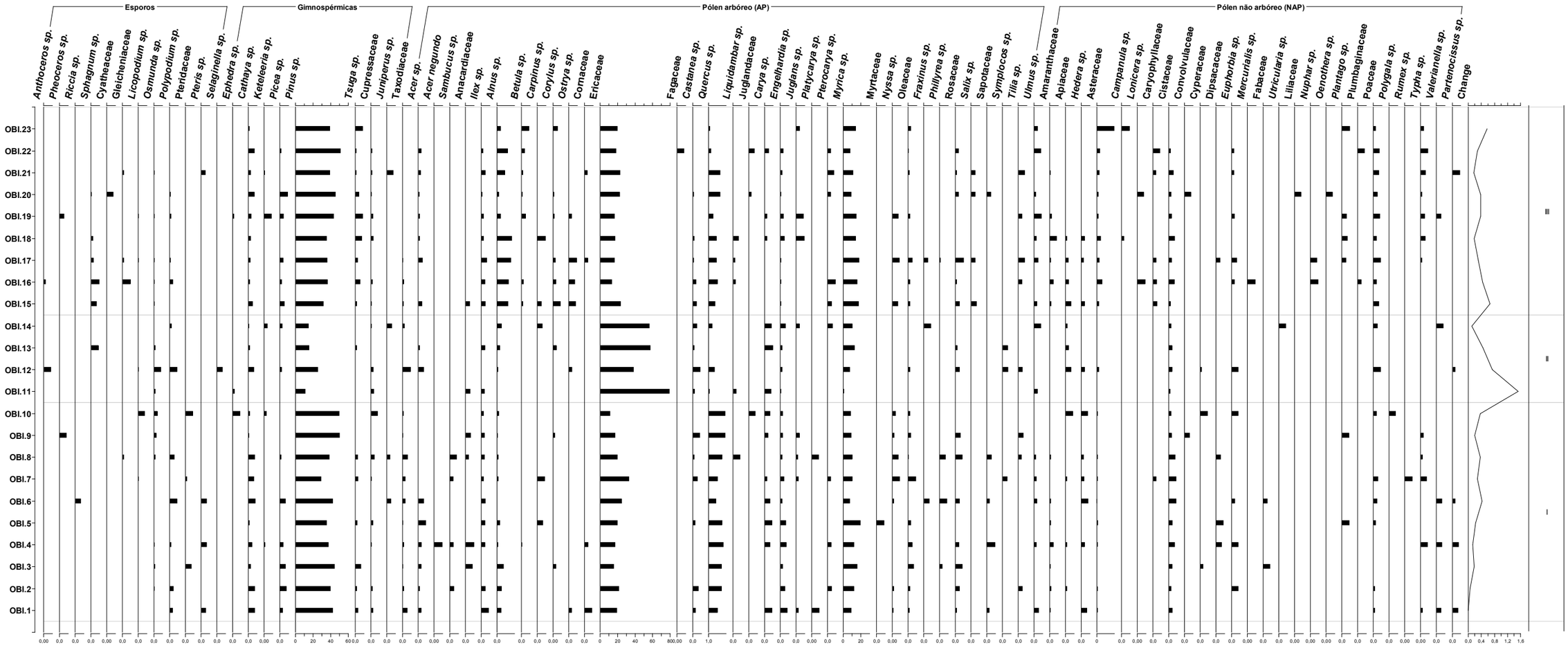
Monsarros


Esporos
Gimnospérmicas
AP
NAP
Anthoceros sp.
Pheoceros sp.
Riccia sp.
Sphagnum sp.
Cyatheaceae
Gleicheniaceae
Lycopodium sp.
Osmundaceae
Polypodium sp.
Pteridaceae
Pteris sp.
Selaginella sp.
Cathaya sp.
Keteleeria sp.
Picea sp.
Pinus sp.
Tsuga sp.
Cupressaceae
Juniperus sp.
Taxodiaceae
Acer sp.
Ilex sp.
Alnus sp.
Betula sp.
Carpinus sp.
Corylus sp.
Ostrya sp.
Cornaceae
Ericaceae
Fagaceae
Castanea sp.
Quercus sp.
Liquidambar sp.
Carya sp.
Engelhardia sp.
Juglans sp.
Pterocarya sp.
Myrica sp.
Nyssa sp.
Oleaceae
Rosaceae
Salix sp.
Symplocos sp.
Ulmus sp.
Amaranthaceae
Apiaceae
Hedera sp.
Asteraceae
Caryophyllaceae
Cistaceae
Convolvulaceae
Cyperaceae
Dipsacaceae
Euphorbiaceae
Liliaceae
Nymphaeaceae
Onagraceae
Plantago sp.
Plumbaginaceae
Poaceae
Scrofulariaceae
Vitaceae
Change
MON.20
MON.19
MON.18
MON.17
MON.16
MON.15
MON.14
MON.13
MON.12
MON.11
MON.10
MON.9
MON.8
MON.7
MON.6
MON.5
MON.4
MON.3
MON.2
MON.1
IV
III
II
I

Barracão


Esporos
Gimnospérmicas
AP
NAP
Anthoceros sp.
Riccia sp.
Sphagnaceae
Cyatheaceae
Gleicheniaceae
Lycopodium sp.
Osmunda sp.
Polypodium sp.
Pteridaceae
Pteris sp.
Cathaya sp.
Keteleeria sp.
Picea sp.
Pinus sp.
Tsuga sp.
Cupressaceae
Taxodiaceae
Ilex sp.
Alnus sp.
Betula sp.
Carpinus sp.
Corylus sp.
Ericaceae
Fagaceae
Castanea sp.
Quercus sp.
Carya sp.
Engelhardia sp.
Juglans sp.
Pterocarya sp.
Myrica sp.
Myrtaceae
Nyssa sp.
Oleaceae
Fraxinus sp.
Rosaceae
Salix sp.
Sapotaceae
Symplocos sp.
Tilia sp.
Ulmus sp.
Amaranthaceae
Apiaceae
Araliaceae
Asteraceae
Centaurea sp.
Campanula sp.
Lonicera sp.
Caryophyllaceae
Cistaceae
Convolvulaceae
Cyperaceae
Dipsacaceae
Euphorbiaceae
Fabaceae
Liliaceae
Nymphaeaceae
Plantago sp.
Poaceae
Primulaceae
Ranunculaceae
Scrofulariaceae
Parthenocissus sp.
Change
BR.32
BR.31
BR.30
BR.29
BR.28
BR.27
BR.25
BR.23
BR.22
BR.21
BR.20
BR.19
BR.18
BR.17
BR.16
BR.15
BR.14
BR.13
BR.12
BR.11
BR.10
BR.9
BR.8
BR.7
BR.6
BR.5
BR.4
BR.3
BR.2
BR.1
BRS.7
BRS.1
II
I

Óbidos


Esporos
Gimnospérmicas
Pólen arbóreo (AP)
Pólen não arbóreo (NAP)
Anthoceros sp.
Pheoceros sp.
Riccia sp.
Sphagnum sp.
Cyatheaceae
Gleicheniaceae
Licopodium sp.
Osmunda sp.
Polypodium sp.
Pteridaceae
Pteris sp.
Selaginella sp.
Ephedra sp.
Cathaya sp.
Keteleeria sp.
Picea sp.
Pinus sp.
Tsuga sp.
Cupressaceae
Juniperus sp.
Taxodiaceae
Acer sp.
Acer negundo
Sambucus sp.
Anacardiaceae
Ilex sp.
Alnus sp.
Betula sp.
Carpinus sp.
Corylus sp.
Ostrya sp.
Cornaceae
Ericaceae
Fagaceae
Castanea sp.
Quercus sp.
Liquidambar sp.
Juglandaceae
Carya sp.
Engelhardia sp.
Juglans sp.
Platycarya sp.
Pterocarya sp.
Myrica sp.
Myrtaceae
Nyssa sp.
Oleaceae
Fraxinus sp.
Phillyrea sp.
Rosaceae
Salix sp.
Sapotaceae
Symplocos sp.
Tilia sp.
Ulmus sp.
Amaranthaceae
Apiaceae
Hedera sp.
Asteraceae
Campanula sp.
Lonicera sp.
Caryophyllaceae
Cistaceae
Convolvulaceae
Cyperaceae
Dipsacaceae
Euphorbia sp.
Mercurialis sp.
Fabaceae
Utricularia sp.
Liliaceae
Nuphar sp.
Oenothera sp.
Plantago sp.
Plumbaginaceae
Poaceae
Polygala sp.
Rumex sp.
Typha sp.
Valerianella sp.
Partenocissus sp.
Change
OBI.23
OBI.22
OBI.21
OBI.20
OBI.19
OBI.18
OBI.17
OBI.16
OBI.15
OBI.14
OBI.13
OBI.12
OBI.11
OBI.10
OBI.9
OBI.8
OBI.7
OBI.6
OBI.5
OBI.4
OBI.3
OBI.2
OBI.1
III
II
I