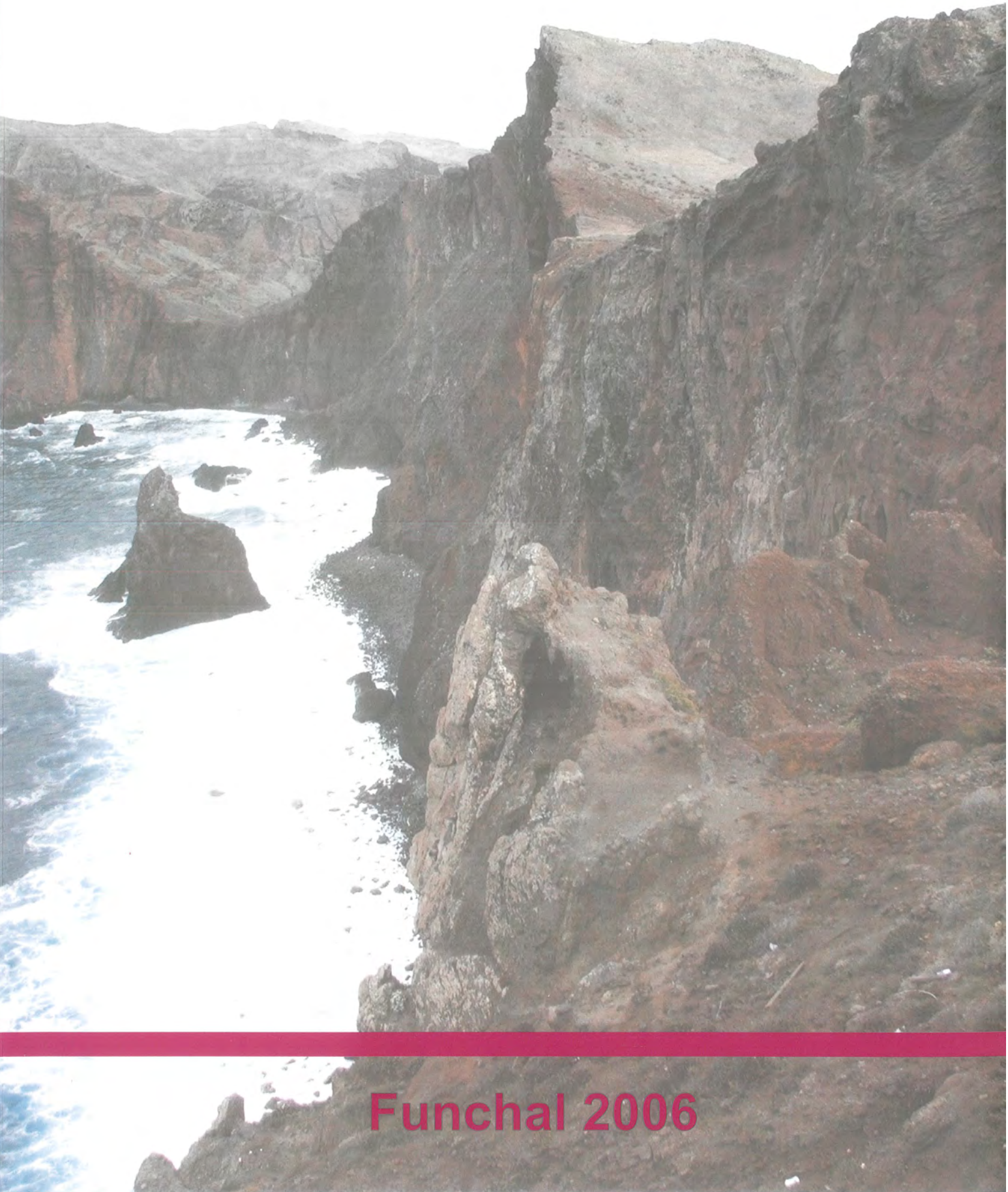


Dinâmicas geomorfológicas. Metodologias. Aplicação.



Funchal 2006

Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Volume V



Dinâmicas geomorfológicas.
Metodologias. Aplicação.

Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Lisboa, 2007

Título: Dinâmicas geomorfológicas. Metodologias. Aplicação.

Editor: Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Comissão Redactorial: Ana Ramos Pereira, Jorge Trindade, Ricardo Garcia, Sérgio Cruz de Oliveira, Raquel Paixão.

Capa (concepção): António Eanes

Fotografia da capa: Alexandre Trindade Nieuwendam

Tiragem: 300 exemplares.

ISBN: 978-972-636-175-6

Depósito Legal: 263141/07

Lisboa, Setembro de 2007

Associação Portuguesa de Geomorfólogos

Centro de Estudos Geográficos – Faculdade de Letras

Alameda da Universidade

1600-214 Lisboa – Portugal

Tel: 217940218, Fax: 217938690, Correio electrónico: ceg@mail.telepac.pt

3º Congresso de Geomorfologia – Dinâmicas geomorfológicas. Metodologias. Aplicação.

Comissão Científica: Suzanne Daveau, António Brum Ferreira, Lúcio Cunha, Ana Ramos Pereira, M. Assunção Araújo, P. Proença e Cunha, Catarina Ramos, Virgínia Henriques, J. L. Zêzere, M. Luísa Rodrigues, Diamantino Pereira, António Martins, Mário Neves, Gonçalo Vieira.

Comissão Organizadora: Ana Ramos Pereira, Jorge Trindade, Ricardo Garcia, Sérgio Cruz de Oliveira.

Apoios:

CEG – Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa

FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia

CEM – Centro de Estudos da Macaronésia

Caixa Geral de Depósitos

AIG – Associação Insular de Geografia

Agência Abreu

Pestana Hotels & Resorts

Governo Regional da Região Autónoma da Madeira

SRES – Secretaria Regional do Equipamento Social e Transportes

Câmara Municipal do Funchal

IAG – *International Association of Geomorphologists*

Dunas carbonatadas e depósitos correlativos na Estremadura (Portugal). Variações do nível do mar e neotectónica.

Carbonate dunes and related deposits in Estremadura (Portugal). Sea-level changes and neotectonics.

A. Ramos Pereira¹, M. Neves¹, J. Trindade², B. Borges³, D. E. Angelucci⁴, A. Monge Soares⁵

¹Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, anarp@fl.ul.pt, marneves@fl.ul.pt;

²Centro Estudos Geográficos da Univ. Lisboa & Universidade Aberta, jorgetrd@univ-ab.pt;

³Bolseiro – CarDune, Centro de Estudos Geográficos, Univ. Lisboa, b2@fl.ul.pt;

⁴Instituto Português de Arqueologia, diego@ipa.min-cultura.pt;

⁵Instituto Tecnológico Nuclear, amsoares@itn.pt.

Resumo: Dando continuidade a trabalhos anteriores, apresentam-se novos dados sobre as dunas carbonatadas e sua relação com variações do nível do mar e neotectónica, obtidos no âmbito do projecto CarDune¹. Seleccionaram-se três áreas de estudo na Estremadura: S. Julião, Magoito e Baralha (Arrábida), onde os eolianitos fossilizam plataformas rochosas, com ou sem depósito de praia, e paleoarribas. Complementa-se agora esta informação com levantamentos topográficos, através do uso de estação total e modelação dos dados em *ArcGis*.

Ainda com poucos dados cronológicos (nomeadamente OSL – *Optically Stimulated Luminescence*) para os depósitos de praia e eolianitos sobrejacentes, os resultados que se pretendem aqui discutir revelaram: (i) um nível de praia a 20-25 m, provavelmente correspondente ao OIS (*Oxygen Isotopic Stage*) 6 (?); (ii) um nível de praia a 8-10 m, provavelmente Eemiano (OIS 5e), presente em S. Julião, Magoito e, talvez Baralha, sobre o qual assentam dunas carbonatadas do Holocénico e do Plistocénico médio; (iii) a fossilização do nível Eemiano e do nível dos 20-25 m pela duna holocénica carbonatada, em Magoito.

Discutem-se também as principais incertezas relativas aos ambientes e à neotectónica quaternária.

Palavras-chave: Dunas carbonatadas; Quaternário, Eemiano; Neotectónica.

Abstract: Carbonate dunes in Portugal are quite well known. A first bibliographic review was produced in 1985 and two years after a geomorphologic synthesis on this subject showed the importance of these features, its diversity and significance to the understanding of the changes in the littoral landscape during the Middle Pleistocene to the Holocene. In the year 2004, a new state of the art was produced incorporating further research. Although the uncertainty's, five aeolian phases are recognized (one in Middle Pleistocene, OIS 6?; two during the Upper Pleistocene, the first one in the OIS 4-3 and the second OIS 2; two during the Holocene, one in the Boreal Atlantic and the last one circa 3000 years). Exception made to the last one, they are all related to low sea level and the carbonation related to a relative climatic amelioration, with xeric conditions.

In Estremadura, carbonate dunes cover beach deposits and archaeological layers or palaeosoils.

In the absence of other kind of data (namely OSL, not yet available) for the eolianites and the underlying beach deposits, the CarDune team¹, in order to give a contribution to the understanding of littoral Quaternary landscape evolution, is acquiring new accurate field data, namely the altitude of underlying beach layer as well as the eolianite covered area with Total Station. The field surveys data were modelled with *ArcGis*.

The selected sites are: S. Julião, Magoito (North of Serra de Sintra), and Baralha - Arrábida (Peninsula of Setúbal), where new outcrops were found.

The results of the research done so far showed: (i) a beach level at 20-25 m, represented more frequently by an erosional platform and sometimes also by beach deposits (most of them destroyed by anthropic procedures), probably OIS 7 (?); (ii) a beach level at 8-11 m, represented by an abrasion platform with or without beach deposit, present at S. Julião, Magoito and Baralha, underlying several

¹ Projecto Dunas Carbonatadas como Indicadores Paleoclimáticos no Litoral Português – CarDune – POCI/CTE-GEX/59643/2004, financiando pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) e pelo Programa Operacional Ciência e Inovação 2010 (POCI 2010), co-financiado pelo fundo comunitário europeu FEDER.

¹ Project Carbonate Dunes as Palaeoclimatic Records in the Littoral of Portugal – CarDune – POCI/CTE-GEX/59643/2004, financed by the Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) and Programa Operacional Ciência e Inovação 2010 (POCI 2010), co-financed by the european comunitary fund FEDER.

dune generations (Holocene and Middle Pleistocene carbonate dunes), probably Eemian (OIS 5e); (iii) that the Holocene carbonate dune of Magoito fossilized the Eemian level as well as the 20-25 m level. The methodology used will be discussed as well as the results, namely those related with neotectonic and Quaternary palaeoenvironment.

Keywords: Carbonate dunes; Quaternary; Eemian; Neotectonic.

1. INTRODUÇÃO

As dunas carbonatadas são há muito conhecidas em Portugal. Foram os trabalhos pioneiros de Breuil & Zbyszewski (1942), ou apenas deste último autor (Zbyszewski, 1940, 1942), de M. Feio (1949), de O. Ribeiro (1940) de Romariz & Galopim de Carvalho (1973), em Portugal continental, e de Ferreira Soares (1973), na Madeira e Porto Santo, que deram a conhecer estes elementos morfológicos e os depósitos que os originam.

Uma primeira revisão bibliográfica destes trabalhos surge em 1985 (Pereira & Correia, 1985) e, posteriormente, uma síntese geomorfológica realça a importância destas formas de relevo e depósitos constituintes, a sua diversidade e significado, bem como a sua relevância como indicadores das variações do nível do mar, dos ambientes e das modificações das paleopaisagens litorais (Pereira, 1987).

Pequenas monografias sobre ocorrências específicas foram divulgadas ao longo das décadas de 1980 e 1990, bem como um artigo sobre as formas e depósitos eólicos carbonatados da Madeira (Goodfriend *et al.*, 1996). Foi elaborada uma nova síntese dos dados disponíveis (Pereira & Angelucci, 2004) e foram propostas cinco fases de mobilização eólica no litoral português, durante o Plistocénico médio e o Holocénico (a primeira reconhecida poderá ser Plistocénico médio, OIS 6?; duas mobilizações durante o Plistocénico superior, a primeira no OIS 4-3 e a segunda no OIS 2; duas durante o Holocénico, uma no Boreal – Atlântico e a última há cerca de 3 000 anos). À excepção desta última, todas se relacionam com níveis do mar abaixo do actual e a carbonatação com uma relativa melhoria térmica, com condições xéricas.

Surgiu entretanto, na bibliografia de divulgação internacional, um “estado da arte” sobre esta temática, publicada na revista *Earth-Science Reviews* (Brooke, 2001).

2. OBJECTIVOS DA INVESTIGAÇÃO E LOCAIS ESCOLHIDOS

Esta contribuição insere-se no âmbito do Projecto *Carbonate Dunes as Palaeoclimatic Records in the Littoral of Portugal – CarDune* – POCI/CTE-GEX/59643/2004. Este projecto tem como objectivos (i) aprofundar o conhecimento sobre as dunas carbonatadas e os eolianitos portugueses; (ii) estabelecer a possível sincronidade da sua formação com outras regiões das latitudes médias; (iii) correlacionar os *proxy-data* paleoclimáticos com os episódios de formação das dunas carbonatadas; (iv) estabelecer a sequência cronológica dos episódios de mobilização eólica durante o Plistocénico e Holocénico. Divulgam-se as primeiras contribuições que se inserem principalmente em três das tarefas definidas no projecto para alcançar os objectivos anteriormente definidos, a saber: (i) a localização e dimensão precisas, bem como a sequência estratigráfica dos eolianitos; (ii) as datações (nomeadamente por ^{14}C , OSL, *Accelerator Mass Spectrometry* – AMS) como contributo para o estabelecimento de uma base de dados cronométrica, (iii) correlação da formação das dunas com as flutuações do nível do mar.

De entre os locais onde se identificaram dunas carbonatadas (Fig. 1), seleccionámos três na Estremadura, onde os eolianitos cobrem antigos depósitos de praia e plataformas rochosas correlativas, fossilizam níveis arqueológicos, sobre alguns dos quais possuímos já datações radiocronológicas. São eles S. Julião, onde parece existirem duas gerações de dunas carbonatas, definidas com base no grau de carsificação (Pereira & Correia, 1985), Magoito, onde o eolianito fossiliza um horizonte arqueológico e dois níveis com depósito de praia (Daveau *et al*, 1982, Soares, 2003), e Baralha, na Arrábida, onde a duna carbonatada fossiliza um antigo litoral rochoso, com escassos depósitos areno-conglomeráticos com conchas marinhas.

3. METODOLOGIA UTILIZADA

A equipa CarDune procedeu:

- (i) ao levantamento de campo, para caracterizar a posição morfológica e estratigráfica precisa das várias ocorrências de eolianitos e depósitos sub e supra jacentes;
- (ii) ao tratamento laboratorial, com vista à caracterização textural dos eolianitos e depósitos que com eles se relacionam;
- (iii) a datações por ^{14}C (já disponíveis);
- (iv) à interpretação dos resultados.

A Estremadura portuguesa é uma região onde a neotectónica é reconhecida, quer em torno da Serra de Sintra (Ferreira, 1984) quer na Arrábida (Pereira & Regnaud, 1994), razão por que o levantamento de campo não se resumiu à descrição sequencial dos depósitos e seu enquadramento geomorfológico, mas, para que os dados tivessem elevada precisão, foram referenciados com coordenadas X, Y e Z. Para tal recorreu-se a uma estação total (Nikon DTM-502). Para a determinação da altitude e posição dos depósitos e níveis, procedeu-se ao transporte de coordenadas Gauss – elipsóide internacional, Datum Lisboa, a partir dos vértices geodésicos mais próximos, referindo-se as altitudes medidas ao nível médio do mar. A precisão esperada em Z com o prisma fixo, para um intervalo de confiança de 95 %, é no máximo de 2,6 cm em medições até 530 m de distância (Trindade *et al*, 2007). Os valores de precisão obtidos permitem fazer projecções de taxas de levantamento em milhares de anos.

Os levantamentos de campo foram modelados em *ArcGis*.

O tratamento laboratorial consistiu na separação por calibres, para distinguir os diferentes ambientes deposicionais (de praia, eólicos, de vertente).

As datações de ^{14}C foram feitas essencialmente no ITN (ex. - ICEN) e o material datado foi carvão, em Magoito e S. Julião, e conchas de animais marinhos nos três locais. No caso da Baralha, onde foram datadas conchas, inteiras e fragmentadas, integrantes do depósito de praia aglutinado por um cimento carbonatado, apenas se consideraram como relevantes as amostras Baralha 1 (fracção interna) e Baralha 3 (Quadro 1), que após o pré-tratamento (limpeza mecânica e reacção com HCl diluído) se encontravam praticamente limpas, sem material aderente estranho, e, por isso, sem indícios de contaminação.

Utilizam-se no texto as datas calibradas. As datas convencionais para os concheiros de S. Julião e Magoito foram calibradas fazendo uso do programa CALIB Rev 5.0.1 (Stuiver & Reimer, 1993) e as curvas de calibração IntCal04 (Reimer *et al*, 2005) e Marine04 (Hughen *et al*, 2004), com $\Delta R = 0 \pm 0$ anos ^{14}C , para as amostras da biosfera terrestre e da biosfera marinha, respectivamente. Para as datas da Baralha

e da Figueira Brava, na Arrábida, utilizou-se a CalPal Library (2005), tendo-se subtraído 400 anos à data convencional (valor aproximado do efeito reservatório oceânico).

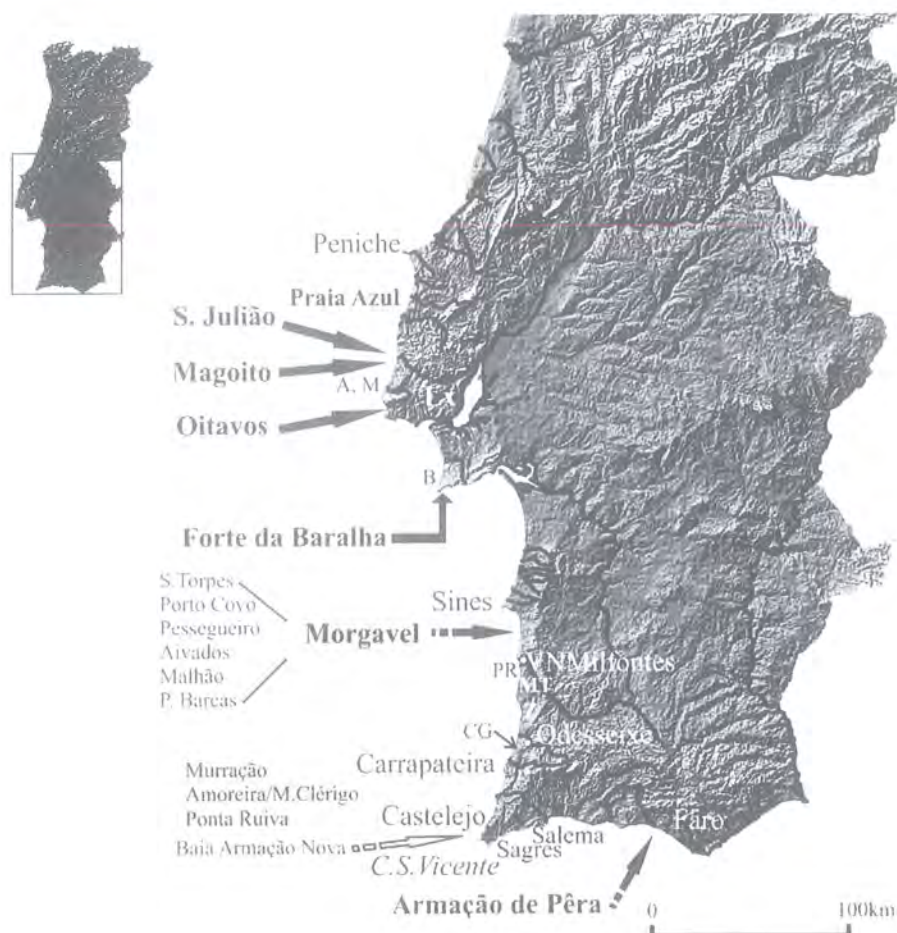


Figura 1 – Ocorrência de dunas carbonatadas em Portugal continental (extraído de Pereira & Angelucci, 2004, revisto).

Figure 1 – Distribution of carbonate dunes in mainland Portugal (after Pereira & Angelucci, 2004, modified).

3. OS PRINCIPAIS RESULTADOS

3.1. S. Julião

Os vestígios de dunas carbonatadas cobrem, ainda hoje, parte da arriba e da vertente setentrional do valeiro que desagua na praia de S. Julião. O corte mais interessante, que tem vindo a ser posto a descoberto em resultado de intervenções antrópicas e de desabamentos na arriba, está esquematizado na figura 2. É constituído por depósitos arenosos, de praia, que assentam no substrato (calcários e margas do Albiano – Cenomaniano Inferior e Médio) arrasado e carsificado, a 8,8 m acima do nível do mar. Este conjunto está coberto por 4,6 m de depósitos arenosos, com características diversas, quanto ao grau ou ausência de carbonatação, estrutura e abundância de restos vegetais e conchas. O arenito inferior (nível 3 na Fig. 2) abarranca o depósito de praia, tem uma estrutura que evidencia um fluxo areno-aquoso, com estratificação mal definida, mas que parece ser concordante com a vertente, com abundantes rizoconcreções, fragmentos de conchas de animais marinhos e terrestres. Este arenito, sem estratificação dunar, parece o resultado da sedimentação de areias provenientes da vertente que o

domina, trazidas por um fluxo aquoso, que retomou não só as areias que cobriam as vertentes, mas também um antigo depósito de praia existente num patamar a 20-30 m (Fig. 3; que se referirá posteriormente).

Uma camada pouco espessa de areia eólica não consolidada separa o anterior do arenito da duna carbonatada, com típica estrutura dunar, com estratificação entrecruzada, com 2,3 m de espessura, localmente carsificado.

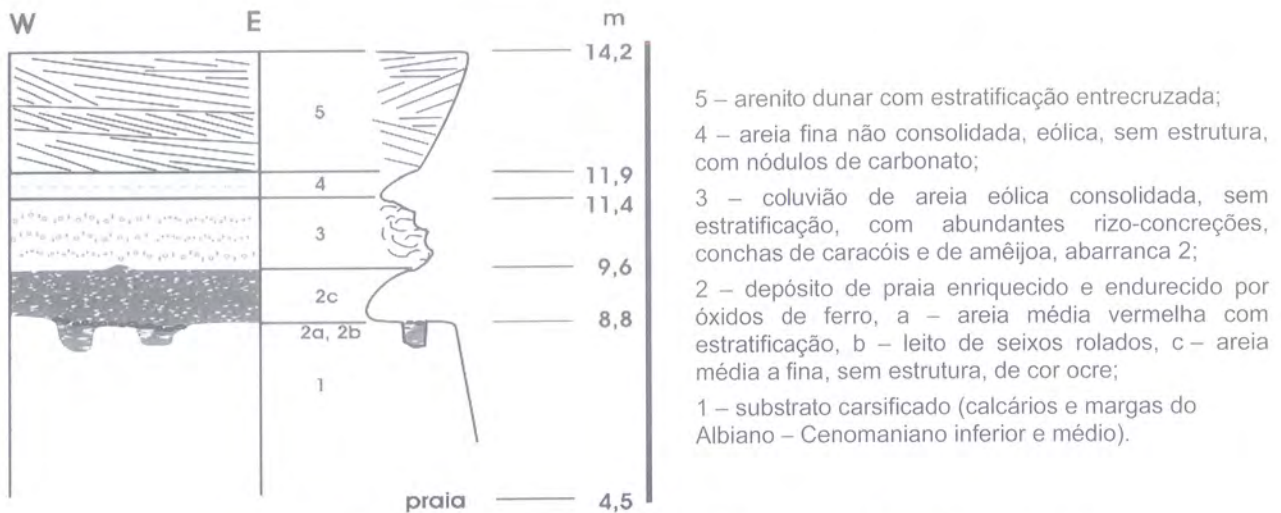


Figura 2 – Corte da arriba da praia de S. Julião (altitudes medidas com estação total).

Figure 2 – Cliff sequence at S. Julião beach (altitude measured by total station).

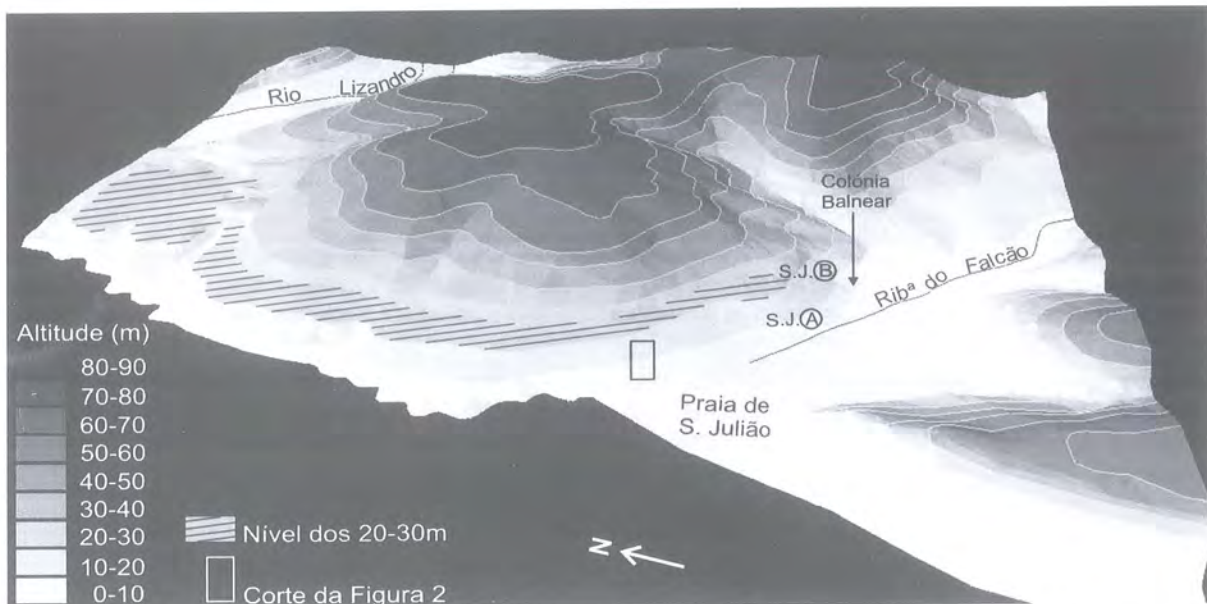


Figura 3 – Enquadramento do corte na arriba de S. Julião (descrito na Fig. 2) e do nível de praia de 20-30 m. Estão localizados os níveis arqueológicos S. Julião (A) e S. Julião (B), referidos no Quadro 1.

Figure 3 – Geomorphological framework of the cross-section along the cliff of S. Julião (mentioned in Fig. 2), the 20-30 m beach level and S. Julião (A) and S. Julião (B) archaeological layers, referred in Table 1.

3.2. Magoito

Em Magoito, os cortes que permitiram definir a posição estratigráfica relativa entre a duna carbonatada e os níveis arqueológicos não são visíveis actualmente. Porém, o seu registo bibliográfico e fotográfico mostra que o eolianito cobre um depósito de praia (areia ocre, referenciada em Pereira, 1983), sobre o qual assenta um horizonte arqueológico (Fig. 4). A reconstituição altimétrica mostra que este nível de praia ocorre a 8,5 m.

Por ocasião de muitas das numerosas intervenções antrópicas a que esta arriba talhada em eolianito tem vindo a ser submetida, dada a sua instabilidade natural, o ataque pelo mar a que é sujeita em episódios de temporal, e até da construção de um restaurante, foi posto a descoberto um corte, na parte superior de arriba que evidenciou a seguinte sequência, da base para o topo (Soares, 2003).

- um nível de praia – “areias avermelhadas com alguns calhaus rolados” (IV), sobre o substrato de calcário margoso albio – cenomaniano (V na Fig. 5), cuja reconstituição altitudinal mostra encontrar-se entre 24,4 e 27,4 m;
- concheiro epipaleolítico (III);
- areia solta esbranquiçada com *Helix* sp. (II);
- eolianito (I).

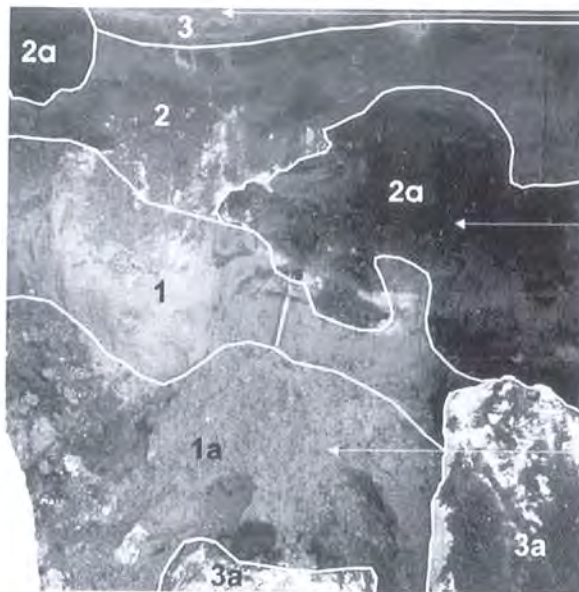


Figura 4 – Fundos de fogueira (2a) do horizonte arqueológico (2), entre as areias ocre (1) e o arenito dunar (3). Corte visível em 1982, Magoito. Na base do corte encontra-se material escorregado do nível das areias ocre (1a) e blocos desabados de arenito dunar (3a).

Figure 4 – Archaeological layer shell midden (2), orange beach sands (1) and the eolianite (3). Cross-section visible in 1982, Magoito. On the cross-section basis there is material slid from the orange beach sands layer (1a) and fallen eolianite blocks (3a).

3.3. Forte da Baralha (Arrábida)

Na fachada meridional da cadeia da Arrábida, entre Sesimbra e o Cabo Espichel, existe um patamar, testemunhado por um conjunto de retalhos em continuidade, que se desenvolvem entre 10 e 11 m, junto ao forte que lhe dá o nome, e cerca de 5 m junto ao Cabo Espichel (este retalho é inacessível, mesmo por

mar). A sua deformação já tinha sido reconhecida em Pereira & Regnaud (1994²), acompanhando a tendência geral de toda a cadeia, com maior levantamento para leste.

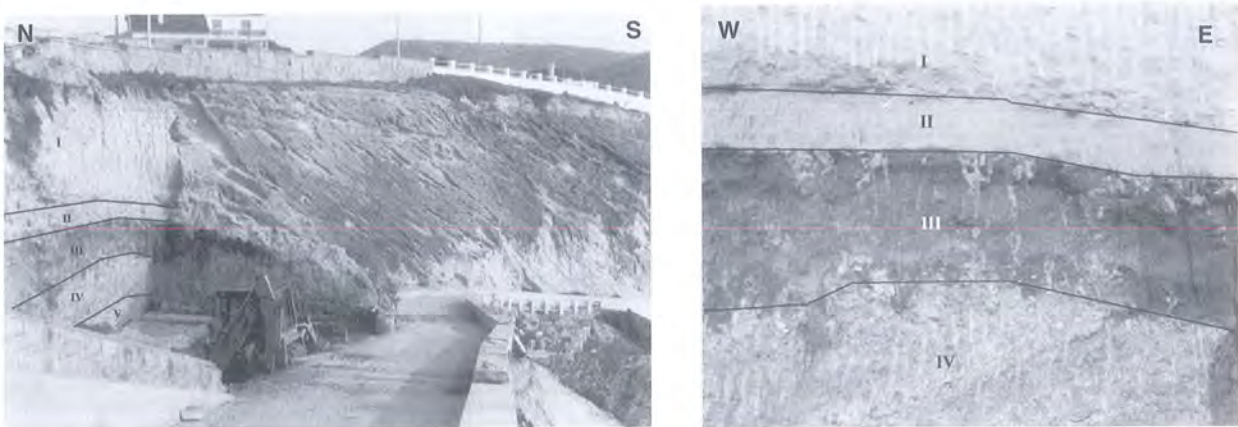


Figura 5 – Corte posto a descoberto na sequência dos trabalhos de construção de um restaurante na praia de Magoito (Soares, 2003). I – “Duna” consolidada com estratificação entrecruzada; II – areia solta esbranquiçada com *Helix* sp.; III – concheiro epipaleolítico; IV – nível de praia – “areias avermelhadas com alguns calhaus rolados”; V – substrato de calcário margoso albiano-cenomaniano.

Figure 5 – Cross-section made before the construction of a restaurant on Magoito beach (Soares, 2003). I – Cross-stratified eolianite; II – whitish sand with *Helix* sp.; III – epipaleolithic archaeological layer; IV – beach sand – “red sands layer with some pebbles”; V – bed-rock, Albian marly limestones.

Este litoral rochoso, hoje alcandorado, é testemunhado por uma paleoarriba, com sapa e visor bem individualizados, em vários locais fossilizado por um arenito dunar, que pode ou não cobrir um depósito conglomerático rolado, muito grosseiro, constituído por blocos de calcário (diâmetro médio de cerca de 60 cm) embalados em matriz arenosa, também ela muito grosseira (Fig. 6 e 7), ou acumulações esparsas e descontínuas de areia média, com cerca de 5° de inclinação para sul.

Localmente o conjunto pode estar fossilizado por um coluvião, também com cimento carbonatado. Este coluvião, espesso, pode estar na base interestratificado com o depósito de praia.



Figura 6 – Aspecto geral do nível da Baralha, junto ao forte (Arrábida).

Figure 6 – Panoramic view of Baralha level, close to the fort (Arrábida).

3.3. As datações ¹⁴C e as relações com os níveis arqueológicos

Em S. Julião, as datações foram feitas em material proveniente de níveis arqueológicos distintos (S. Julião A e S. Julião B, localizados na Fig. 3). Ambos se encontram na vertente norte, abrigada do vale da R^a do Falcão, o primeiro na proximidade do canal actual do rio (2 m acima dele), e o segundo a cerca de 7 m

² Este nível foi então designado nível +7 m.

acima do canal actual. O primeiro local foi utilizado mais cedo, *circa* 9 000 anos cal BP (Quadro 1), enquanto, no segundo, as datas calibradas estão compreendidas entre 8 800 e 8 080 cal BP.

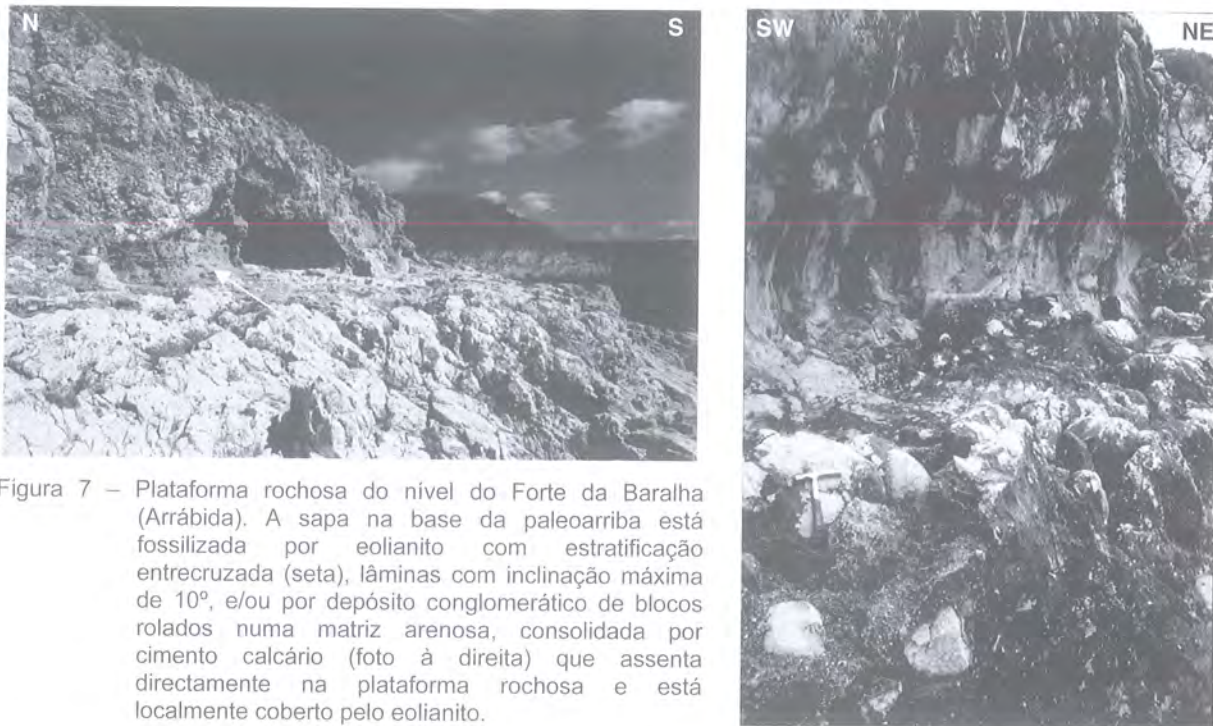


Figura 7 – Plataforma rochosa do nível do Forte da Baralha (Arrábida). A sapa na base da paleoarriba está fossilizada por eolianito com estratificação entrecruzada (seta), lâminas com inclinação máxima de 10°, e/ou por depósito conglomerático de blocos rolados numa matriz arenosa, consolidada por cimento calcário (foto à direita) que assenta directamente na plataforma rochosa e está localmente coberto pelo eolianito.

Figure 7 – Rocky platform of Forte da Baralha level (Arrábida). Paleocliff notch is fossilized by cross-stratified eolianite (arrow), with a maximum of inclination of 10°, and/or by conglomeratic deposit of pebbles in a sandy matrix consolidated by calcareous cement (right side foto) which overlays directly the rocky platform and can be overlaid by the eolianite.

Em Magoito (Magoito 1 no Quadro 1), as datações apresentadas são também dos dois locais da arriba, com vestígios arqueológicos anteriormente referidos, correspondentes a um concheiro epipaleolítico. As cinco primeiras (Quadro 1) provêm do horizonte encontrado no sopé da arriba (a 8,5 m) e a da amostra ICEN-577, obtida pela datação de conchas de *Mytilus* sp., do nível a 24,4-27,4 m. Este concheiro fossilizado pela duna carbonatada evidencia uma idade compreendida entre 10 440 e 11 110 cal BP.

As datações Magoito 2 (Quadro 1) provêm de concheiros neolíticos que ocorrem na vertente norte do vale do Rio da Mata e são claramente posteriores ao eolianito. Tem idades compreendidas entre 4 790 e 6 680 cal BP.

No que respeita à Baralha, só se consideram as amostras Baralha 1 e 3 (fracção interna), provenientes de conchas marinhas, pelas razões já apontadas. As idades obtidas são estatisticamente idênticas, respectivamente 36 220 cal BP e 36 869 cal BP.

A ocupação humana da Gruta da Figueira Brava (Antunes *et al*, 1989 e Antunes, 1990/91) foi datada com recurso a conchas de *Patella safiana* (camada interna). A idade obtida foi de 32 440-35 060 cal BP.

No Quadro 1, inclui-se uma datação obtida na Gruta da Figueira Brava, que se encontra a leste do Forte da Baralha e parece estar em continuidade morfológica com ele.

Quadro 1
 Datas de radiocarbono disponíveis para as áreas de estudo: S. Julião, Magoito e Baralha (Arrábida).

Table 1
 Available radiocarbon dating for the study sites: S. Julião, Magoito and Baralha (Arrábida).

Nº da amostra	Referência do Laboratório	Tipo	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	Data convencional BP	Data calibrada (2 σ) cal BP
S. Julião B	ICEN-179	madeira carbonizada	-24,74	8 120 ± 100	8 700-9 320
S. Julião B	ICEN-109	<i>Cerastoderma edule</i>	+5,70	8 550 ± 70	9 010-9 380
S. Julião B	ICEN-153	<i>Cerastoderma edule</i>	-1,75	8 340 ± 45	8 730-9 030
S. Julião A	ICEN-78	madeira carbonizada	-24,72	7 810 ± 90	8 410-8 800
S. Julião A	ICEN-151	<i>Cerastoderma edule</i>	-0,65	7 940 ± 140	8 080-8 780
S. Julião A	ICEN-73	madeira carbonizada	-23,42	7 610 ± 80	8 300-8 580
S. Julião A	ICEN-77	madeira carbonizada	-24,12	7 580 ± 70	8 290-8 540
S. Julião A	ICEN-107	<i>Cerastoderma edule</i>	-1,23	8 130 ± 50	8 450-8 780
Magoito 1	GrN-11229	madeira carbonizada	—	9 580 ± 100	10 660-11 200
Magoito 1	ICEN-52	madeira carbonizada	-24,56	9 490 ± 60	10 580-11 080
Magoito 1	ICEN-80	<i>Mytilus</i> sp.	+2,34	9 970 ± 70	10 680-11 130
Magoito 1	ICEN-81	<i>Patella</i> spp.	+2,75	9 790 ± 120	10 440-11 090
Magoito 1	ICEN-82	<i>Cerastoderma edule</i>	+1,33	9 910 ± 100	10 590-11 110
Magoito 1	ICEN-577	<i>Mytilus</i> sp.	+0,54	9 880 ± 80	10 580-11 080
Magoito 2 A	ICEN-425	<i>Patella</i> spp.	+3,71	6 030 ± 80	6 280-6 630
Magoito 2 A	ICEN-471	<i>Thais haemastoma</i>	+4,05	5 970 ± 120	6 150-6 680
Magoito 2 A	ICEN-427	<i>Mytilus</i> sp.	+2,13	4 690 ± 60	4 790-5 130
Magoito 2 A	ICEN-540	<i>Mytilus</i> sp.	+0,82	4 970 ± 45	5 210-5 450
Baralha 1 (fracção intermédia)	ICEN-1127	conchas marinhas de espécies diversas, muito fragmentadas e roladas	-0,52	25 250 + 3 990 - 2 650	intercepção: ca. 20 050
Baralha 1 (fracção interna)	ICEN-1128	conchas marinhas de espécies diversas, muito fragmentadas e roladas	-1,69	31 540 + 1 540 - 1 290	intercepção: ca. 36 220
Baralha 2	ICEN-1129	carbonato/cimento	-7,43	28 810 ± 290	27 741 ± 485
Baralha 2 (fracção interna)	ICEN-1130	conchas marinhas ≈ a 1 + cimento	-4,51	25 820 + 900 - 810	intercepção: ca. 29 395
Baralha 3 (fracção interna)	ICEN-1131	conchas marinhas de <i>Mytilus</i> sp., bem conservadas, inteiras ou pouco fragmentadas	-0,91	33 730 + 3 990 - 2 660	intercepção: ca. 36 869
Figueira Brava	ICEN-387	<i>Patella</i> sp.	+1,97	30 930 ± 700	32 440-35 060

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A figura 8 sintetiza os dados geomorfológicos para os três locais estudados.

4.1. Um nível do Plistocénico médio (325 ka BP?)

O nível desenvolvido entre 20-30 m está presente em S. Julião e em Magoito, no primeiro lugar testemunhado por uma rechã bem desenvolvida coberta por depósito de praia, (hoje quase completamente destruído por acção antrópica) e por um depósito conservado em Magoito, a 24-27 m, por detrás do restaurante. Na Arrábida existe também uma rechã, de forte declive entre 20 e 60 m, muito dissecada, coberta por depósitos colúvio-eólicos, cuja correlação com as anteriores é duvidosa. Para nenhum dos locais estudados se possui qualquer elemento de datação seguro, mas apenas o seu enquadramento geomorfológico.

4.2. O nível Eemiano (125 ka BP - OIS 5e?)

Acima do nível do mar actual, o primeiro patamar rochoso ocorre a diferentes altitudes ao Norte da Serra de Sintra e na Arrábida, com uma diferença de cerca de 2 m. A primeira questão a colocar é se serão contemporâneos. Esta suposição é legítima dada a sua posição geomorfológica. Atendendo a que o nível do mar acima do actual foi atingido no Eemiano, há cerca de 125 000 anos e que, de acordo com Cuffey & Marshall (2000), este nível poderia ter alcançado $5 \text{ m} \pm 0,5$, estaríamos na presença de uma taxa de levantamento diferenciada, de 3 mm por século em S. Julião e Magoito e 4 mm na Baralha.

As datações disponíveis até ao momento, claramente insuficientes, não datam directamente nem os depósitos de praia, nem os eolianitos, tão somente depósitos que com eles se relacionam, nomeadamente níveis arqueológicos. A excepção ocorre na Baralha.

4.3. O nível da Baralha (Arrábida)

No nível da Baralha, junto ao forte, foram efectuadas diversas datações em conchas embaladas em areia grosseira consolidada por cimento calcário, o qual foi também datado. A amostra Baralha 3 (Quadro 1) era constituída exclusivamente por valvas de *Mytilus* sp. roladas e inteiras.

Esta amostra e a de Baralha 1 (fracção interna) são as únicas que não evidenciam contaminação, como já se referiu, e são estatisticamente idênticas – *circa* 36 000 cal BP.

Esta idade levanta vários problemas. Como compreender a formação de um depósito de praia, hoje a 10-11 m, quando há cerca de 36 000 anos o nível do mar estaria muito abaixo do actual, a uma profundidade aproximadamente de -50 m? Foi colocada a hipótese de estas conchas terem sido trazidas para a praia por aves marinhas e, assim sendo, poderiam ser muito mais recentes do que o depósito em que se encontram. Hipótese que não podemos confirmar nem desmentir, embora nos pareça pouco provável. Outra hipótese se pode colocar: as conchas serem testemunho de um concheiro. Porém, o estado das conchas, inteiras, roladas e sem marcas de manipulação (ao contrário do que sucedia em Figueira Brava), leva-nos a considerar também esta hipótese pouco plausível. A oriente do Forte da Baralha, num retalho testemunho do mesmo nível, no interior da gruta da Figueira Brava, foi obtida a idade 32 440 - 35 060 cal BP (idade não calibrada ^{14}C – $30\,930 \pm 700$ BP; Antunes *et al*, 1989), proveniente da datação da fauna malacológica do conglomerado do "terraço marinho de 5-8 m" (designação atribuída ao nível da Baralha; Zbyszewski & Teixeira, 1949 e Zbyszewski, 1958). Aí os restos animais revelam claramente terem sido usados pelo *Homo neanderthalensis*.

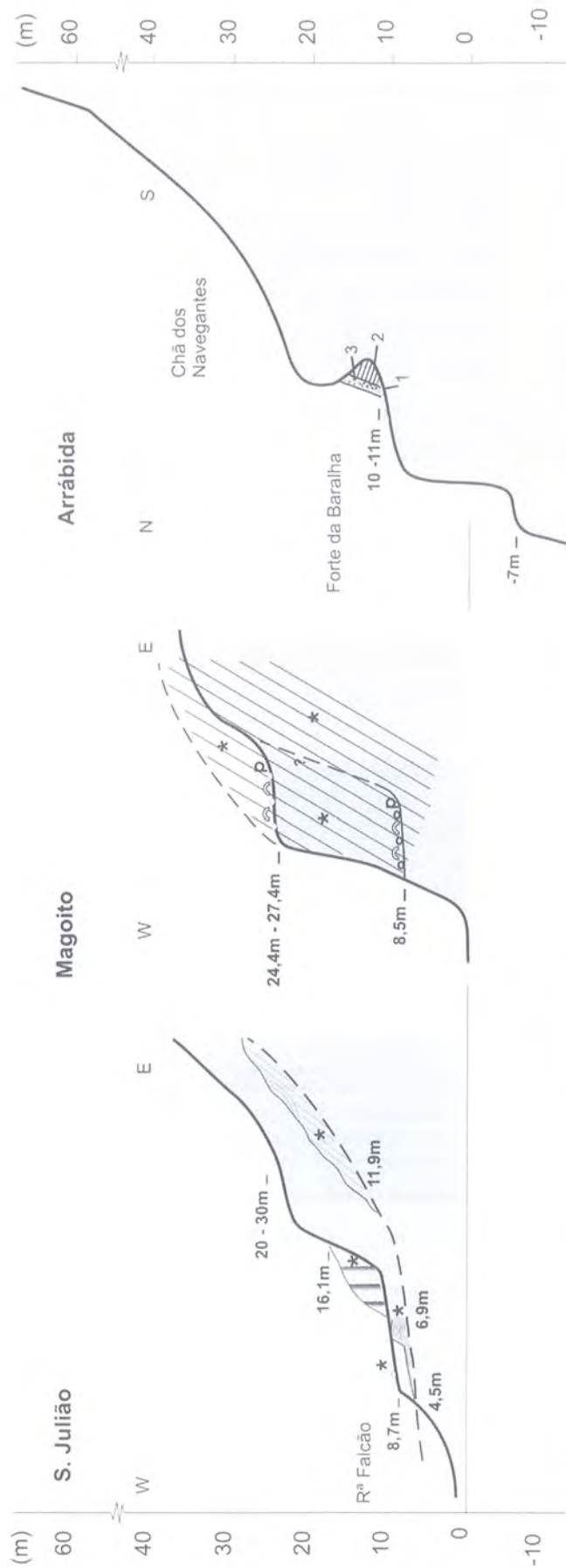


Figura 8 – Perfis esquemáticos dos três locais estudados. **S. Julião:** * – ocorrência de eolianitos; **Magoito:** p – depósitos de praia, ∞ – níveis epipaleolíticos, * – cobertura da paleoarriba por eolianito; **Arrábida (Baralha):** 1 – depósito conglomerático de praia, carbonatado, 2 – eolianito, 3 – colúvium.

Figure 8 – Geomorphological sketch integrating data from the three studied sites. **S. Julião:** * – eolianites; **Magoito:** p – beach deposits, ∞ – epipaleolithic layers, * – paleocliff fossilized by eolianite; **Arrábida (Baralha):** 1 – carbonate conglomeratic beach deposit, 2 – eolianite, 3 – colluvium.

Propomos, por isso, uma outra interpretação que não deixa de levantar também algumas dificuldades. Com efeito, não são conhecidas, no pormenor, no espaço e no tempo, as taxas de levantamento do continente. Com base nos dados disponíveis, Cabral (1993 e 1995) estranhava taxas de levantamento no litoral português da ordem de 0,1-0,2 mm/ano, por ser um valor elevado. Mas esta estimativa respeita ao conjunto do litoral português, onde certamente há diferenciação nos diversos compartimentos tectónicos, e numa janela temporal alargada (Quaternário).

Pouco se conhece sobre o nível do mar, na plataforma continental antes do último máximo glaciário, em que se terá situado a 120-130 m de profundidade. Admitindo um nível a cerca de -50 m há cerca de 36 000 anos, o mar situar-se-ia aproximadamente a 1,1 km a sul da linha de costa actual. A taxa de levantamento tectónico seria da ordem de 1,7 mm/ano, valor desconhecido em Portugal. Chamamos a atenção para a deformação longitudinal do nível da Baralha, já anteriormente reconhecido (Pereira & Regnaud, 1994; o nível da Baralha foi então descrito como o nível de +7 m) e para os vestígios “frescos” de neotectónica (Fig. 9).

Na área submersa, foram reconhecidos mais dois níveis, um a -20 m e outro a -7 m (Equipa ERLIDES, 1992), evidenciados por níveis rochosos, com arriba localmente com sapa e depósitos grosseiros. Estes testemunhos não parecem estar deformados o que implicaria uma deformação tectónica mais marcada, num período de tempo mais curto, inferior a 36 000 anos. Contudo, dada a posição dos retalhos submersos, esta observação não pode ser rigorosa.



Figura 9 – Plano de falha delimitando internamente um retalho do nível da Baralha (à esquerda) e um plano de desligamento visto de cima e que separa retalhos contíguos do mesmo nível não visíveis na foto (à direita).

Figure 9 – Thrust fault marking inland limit of Baralha level (left) and overview of a strike-slip plan creating two contiguous elements of the Baralha level (right).

NOTA FINAL

No caso do nível da Baralha, dada a ausência de contaminação nas conchas datadas, os dados disponíveis merecem uma atenção especial e a prossecução da investigação, por apontarem para uma

taxa de levantamento tectónico muito elevada para uma margem passiva, apesar de possuir vestígios de neotectónica.

No caso de S. Julião, as datações por ^{14}C e por OSL permitirão confirmar as conclusões apresentadas. No que respeita a Magoito, importa salientar que o nível arqueológico fossiliza dois níveis de praia, separados por quase 20 m de altura, ambos fossilizados pela duna carbonatada. Sabemos que esta é posterior a cerca de 10 000 anos e que sobre a duna carbonatada existem ocupações neolíticas com pelo menos 6 600 anos. Estes dados permitem concluir que a carbonatação da duna de Magoito se efectuou num período de tempo inferior a 3 400 anos.

BIBLIOGRAFIA

- Antunes, M. Telles (1990/91) – O Homem da Gruta da Figueira Brava (ca. 30 000 BP). Contexto ecológico, alimentação, canibalismo, *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa (Classe Ciências)*, 31: 487-536.
- Antunes, M. T.; Cabral, J. M. Peixoto; Cardoso, J. L.; Pais, J.; Soares, A. Monge (1989) – Paleolítico médio e superior em Portugal: datas ^{14}C , estado actual dos conhecimentos, síntese e discussão. *Ciências da Terra (UNL)*, 10: 127-138.
- Breuil, H. & Zbyszewski, G. (1942) – Contribution à l'étude des industries paléolithiques du Portugal et leurs rapports avec la géologie du Quaternaire. *Comunicações Serviços Geológicos de Portugal*, 23 (1).
- Brooke, B. (2001) – The distribution of carbonate eolianite. *Earth-Science Reviews*, 55 (1-2): 135-164.
- Cabral, J. M. L. C. (1993) – *Neotectónica de Portugal Continental*. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 435p.
- Cabral, J. M. L. C. (1995) – Neotectónica em Portugal Continental. *Memórias do Instituto Geológico e Mineiro*, 31.
- CalPal Library (2005) – <http://www.calpal-online.de>.
- Cuffey, Kurt M. & Marshall, Shawn J. (2000) – Substantial contribution to sea-level rise during the last interglacial from the Greenland ice sheet. *Nature*, 404: 591-594.
- Daveau, S.; Pereira, A. Ramos; Zbyszewski, G. (1982) – Datation au C^{14} du site archéologique de la plage de Magoito (Portugal) scellé par une dune consolidée. *CLIO – Revista de História da Faculdade de Letras*, 4: 133-136.
- Dias, J. M. Alveirinho; Rodrigues, A.; Magalhães, F. (1997) – Evolução da linha de costa, em Portugal, desde o último máximo glaciário até à actualidade: síntese dos conhecimentos. *Estudos do Quaternário*, 1: 53-66.
- Equipa ERLIDES (1992) – Découverte d'un niveau marin submergé le long de la chaîne de l'Arrábida. *Finisterra*, 53-54: 183-186.
- Feio, M. (1949) – O litoral ao norte do Cabo de S. Vicente. In *Notas Geomorfológicas*, III-V, Imprensa Moderna, Porto, p. 35-56.
- Ferreira, A. B. (1984) – Découverte d'un littoral a 250 mètres sur le piémont occidental de la Serra de Sintra. *Finisterra*, 37: 83-127.
- Goodfriend, G. A.; Cameron, R. A. D.; Cook, L. M.; Courty, M.-A.; Fedoroff, N.; Livett, E.; Tallis, J. (1996) – The Quaternary eolian sequence of Madeira: stratigraphy, chronology and paleoenvironmental interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 120 (2): 195-234.
- Hughen, K. A.; Baillie, M. G. L.; Bard, E.; Bayliss, A.; Beck, J. W.; Bertrand, C.; Blackwell, P. G.; Buck, C. E.; Burr, G.; Cutler, K. B.; Damon, P. E.; Edwards, R. L.; Fairbanks, R. G.; Friedrich, M.; Guilderson, T. P.; Kromer, B.; McCormac, F. G.; Manning, S.; Bronk Ramsey, C.; Reimer, P. J.; Reimer, R.W.; Remmele, S.; Southon, J. R.; Stuiver, M.; Talamo, S.; Taylor, F. W.; van der Plicht, J.; Weyhenmeyer, C. E. (2004) – *Radiocarbon*, 46 (3): 1059-1086.
- Pereira, A. Ramos (1983) – Enquadramento geomorfológico de um sítio datado por ^{14}C na praia de Magoito (concelho de Sintra). *Actas da IV Reunion do Grupo Español de Trabajo del Quaternário*, Galiza: 551-553 (também incluído em Aspectos da Evolução Geomorfológica Quaternária de Portugal. Centro de Estudos Geográficos, Linha de Acção de Geografia Física, 18: 35-47.
- Pereira, A. Ramos (1987) – *Acumulações arenosas eólicas consolidadas do Litoral do Alentejo e Algarve Ocidental*. Centro de Estudos Geográficos, Linha de Acção de Geografia Física, 27, Lisboa.

- Pereira, A. Ramos & Correia, E. Borges (1985) – *Dunas consolidadas de Portugal. Análise da bibliografia e algumas reflexões*. Centro de Estudos Geográficos, Linha de Acção de Geografia Física, 22, Lisboa.
- Pereira, A. Ramos & Regnaud, H. (1994) – Litorais quaternários (emersos e submerso) na extremidade sudoeste da Arrábida (Portugal). *Contribuições para a Geomorfologia e Dinâmicas Litorais em Portugal*. Centro de Estudos Geográficos, Linha de Acção de Geografia Física, 35: 55-73.
- Pereira, A. Ramos & Angelucci, D. E. (2004) – Formações dunares no litoral português, do final do Plistocénico e inícios do Holocénico, como indicadores paleoclimáticos e paleogeográficos. In Tavares, A. A.; Tavares, M. J. Ferro; Cardoso, J. (Eds) – *Evolução geohistórica do litoral português e fenómenos correlativos*. Univ. Aberta, Lisboa, p. 221-256.
- Psuty, N. P. & Moreira, M. E. (2000) – Holocene sedimentation and sea level rise in the Sado Estuary, Portugal. *Journal of Coastal Research*, 16 (1): 125-138.
- Reimer, P. J.; Baillie, M. G. L.; Bard, E.; Bayliss, A.; Beck, J. W.; Bertrand, C. J. H.; Blackwell, P. G.; Buck, C. E.; Burr, G. S.; Cutler, K. B.; Damon, P. E.; Edwards, R. L.; Fairbanks, R.; Friedrich, M.; Guilderson, T. P.; Hogg, A. G.; Hughen, K. A.; Kromer, B.; McCormac, G.; Manning, S.; Ramsey, C. B.; Reimer, R. W.; Remmele, S.; Southon, J. R.; Stuiver, M.; Talamo, S.; Taylor, F. W.; van der Plicht, J.; Weyhenmeyer, C. E. (2005) – IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, 46 (3): 1029-1058.
- Ribeiro, O. (1940) – Remarques sur la morphologie de la région de Sintra et Cascais. *Rev. Géog. des Pyrénées et du Sud-Ouest*, XI (3-4): 203-218.
- Romariz, C. & Galopim de Carvalho, A. M. (1973) – Dunas consolidadas da região de Sines-Porto Covo. *Finisterra*, 15: 109-112.
- Soares, A. F. (1973) – A formação eolianítica da Ilha de Porto Santo. *Memórias e Notícias*, 17: 47-88.
- Soares, A. Monge (2003) – A duna de Magoito revisitada. *Revista Portuguesa de Arqueologia*, 6 (1): 83-100.
- Stuiver, M. & Reimer, P. J. (1993) – Extended ¹⁴C Data Base and Revised CALIB 3.0 ¹⁴C Age Calibration. *Radiocarbon*, 35 (1): 215-230.
- Trindade, J.; Pereira, A. Ramos; Neves, M.; Borges, B.; Paixão, R. (em publicação) – Monitorização da morfodinâmica de praias com DGPS e Estação Total. Comparação de resultados. *Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos*, 5.
- Zbyszewski, G. (1940) – Contribution à l'étude du littoral quaternaire au Portugal. *Publicações Museu Laboratório Mineralogia Geologia Faculdade Ciências do Porto*, 15.
- Zbyszewski, G. (1942) – La classification du Paléolithique ancien et la chronologie du Quaternaire en Portugal. *Boletim Sociedade Geológica de Portugal*, 2: 1-111.
- Zbyszewski, G. (1958) – Le Quaternaire du Portugal. *Boletim Sociedade Geológica de Portugal*, 13 (1-2).
- Zbyszewski, G. & Teixeira, C. (1949) – Le niveau quaternaire marin de 5-8 mètres au Portugal. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, 8: 1-13.



FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



Associação Portuguesa de Geomorfólogos - Volume V

ISBN 972636175-3



9 789726 361756

