

## AS FALÉSIAS CALCÁRIAS DA PENÍNSULA DE PENICHE (COSTA OCIDENTAL PORTUGUESA): INVENTARIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO

A. R. Rilo<sup>1,2</sup>, L. V. Duarte<sup>1,2</sup> e A. Tavares<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências da Terra, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Largo Marquês de Pombal, 3000-272 Coimbra, Portugal.  
ana.rilo@gmail.com, lduarte@dct.uc.pt, atavares@dct.uc.pt

<sup>2</sup> IMAR-Centro do Mar e Ambiente, Universidade de Coimbra, Portugal

<sup>3</sup> CES, Universidade de Coimbra, Portugal

**Resumo:** A península de Peniche localiza-se na costa oeste portuguesa, integrada numa belíssima paisagem dominada pelo oceano Atlântico. As falésias calcárias da península constituem um local único para observar e estudar a sucessão mais completa do Jurássico inferior de Portugal, cujos afloramentos são considerados de excelente qualidade. A excelência do registo geológico tem levado ao aparecimento de variados artigos científicos em diversos campos da geologia sedimentar, alguns dos quais com impacto internacional. Neste trabalho faremos uma descrição do património geológico fundamentada na literatura existente, no trabalho de campo e em algumas experiências educativas com estudantes e público em geral. Assim, apresentamos o inventário de seis locais da península que mostram especial interesse geológico com relevância nacional e internacional.

**Palavras-chave:** Falésias calcárias, inventário, património geológico, península de Peniche, Portugal.

*Los acantilados calcáreos de la península de Peniche (costa occidental portuguesa): inventario y caracterización del patrimonio geológico*

**Resumen:** La península de Peniche está localizada en la costa oeste de Portugal, en un hermoso paisaje dominado por el Océano Atlántico. Los acantilados calcáreos de la península de Peniche constituyen un lugar único para observar y estudiar la sucesión más completa del Jurásico Inferior en Portugal, cuyos afloramientos están considerados de excelente calidad. La excelencia del registro geológico ha conducido a la aparición de un gran número de artículos científicos en diversos campos de la geología sedimentaria, algunos de ellos con impacto internacional. En este trabajo presentamos una descripción del patrimonio geológico de esta área basada en la literatura previa, en el trabajo de campo y en algunas experiencias educativas con estudiantes y público general. En este contexto, mostramos un inventario de seis puntos en la península de Peniche que poseen un interés geológico especial, con relevancia nacional e internacional.

**Palabras clave:** Acantilados calcáreos, inventario, patrimonio geológico, península de Peniche, Portugal.

*Calcareous cliffs of Peniche peninsula (west coast of Portugal): geological heritage inventory and characterization*

**Abstract:** The Peniche peninsula is located in the western coast of Portugal, in a landscape dominated by the Atlantic Ocean. The calcareous cliffs of Peniche peninsula are a unique place to observe and study the most complete succession of the Lower Jurassic in Portugal, whose outcrops are considered of excellent quality. The excellence of the geological record led to a huge number of scientific papers referred to a variety of fields in sedimentary geology, some of them with international impact. In this work we present a description of the geological heritage of this area, based on previous literature, field work and some educational experiences involving students and the general public. In this context, we present the results of an inventory of six sites in the Peniche peninsula which show special geological interest with national and international relevance.

**Key words:** Calcareous cliffs, inventory, geological heritage, Peniche peninsula, Portugal.

## INTRODUÇÃO

A península de Peniche localiza-se na parte ocidental da costa portuguesa, a cerca de 100 km de Lisboa, no distrito de Leiria. A península, com cerca de 10 km de perímetro, tem o seu extremo ocidental no Cabo Carvoeiro, sendo a sua costa formada essencialmente por falésias calcárias de idade jurássica, pontuada localmente por pequenas praias em forma de enseada de pequenas dimensões. Ao largo desta península, encontra-se o arquipélago das Berlengas, actual candidato a Reserva da Biosfera da UNESCO (Queiroga *et al.*, 2008).

O perímetro da península é constituído por rochas sedimentares carbonatadas que materializam um registo contínuo de um período da história da Terra compreendendo grande parte do Jurássico Inferior (Duarte y Soares, 2002). Soma-se a este registo excepcional, a alta qualidade dos afloramentos, que exibem grande variedade litológica e paleontológica, bem como de estruturas sedimentares e de processos geológicos diversos, e um enquadramento paisagístico, social e cultural, singulares. Em termos de património geológico, destaca-se o actual candidato a GSSP do Toarciano (Elmi, 2006), um local com valor internacional. Mas a qualidade do registo não se limita a este facto, somando-se um dos mais belos miradouros sobre o Atlântico, e uma gruta cujo registo arqueológico possui enorme relevância para o estudo do Paleolítico português, constituindo-se actualmente como reserva arqueológica (Sacadura y Sacadura, 2008), entre outros locais de interesse.

No âmbito de um protocolo de colaboração entre a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e o Município de Peniche, que se tem mostrado interessado no conhecimento deste património, apresenta-se de seguida, a inventariação e caracterização dos Locais de Interesse Geológico (LIGs) da península de Peniche, como contributo de base para a implementação de uma futura estratégia de geoconservação municipal.

## BREVE ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO DA PENÍNSULA DE PENICHE

A península de Peniche integra-se na chamada Orla Meso-cenozóica Ocidental de Portugal e assenta sobre rochas carbonatadas do Jurássico Inferior, que correspondem ao testemunho da fase inicial de enchi-

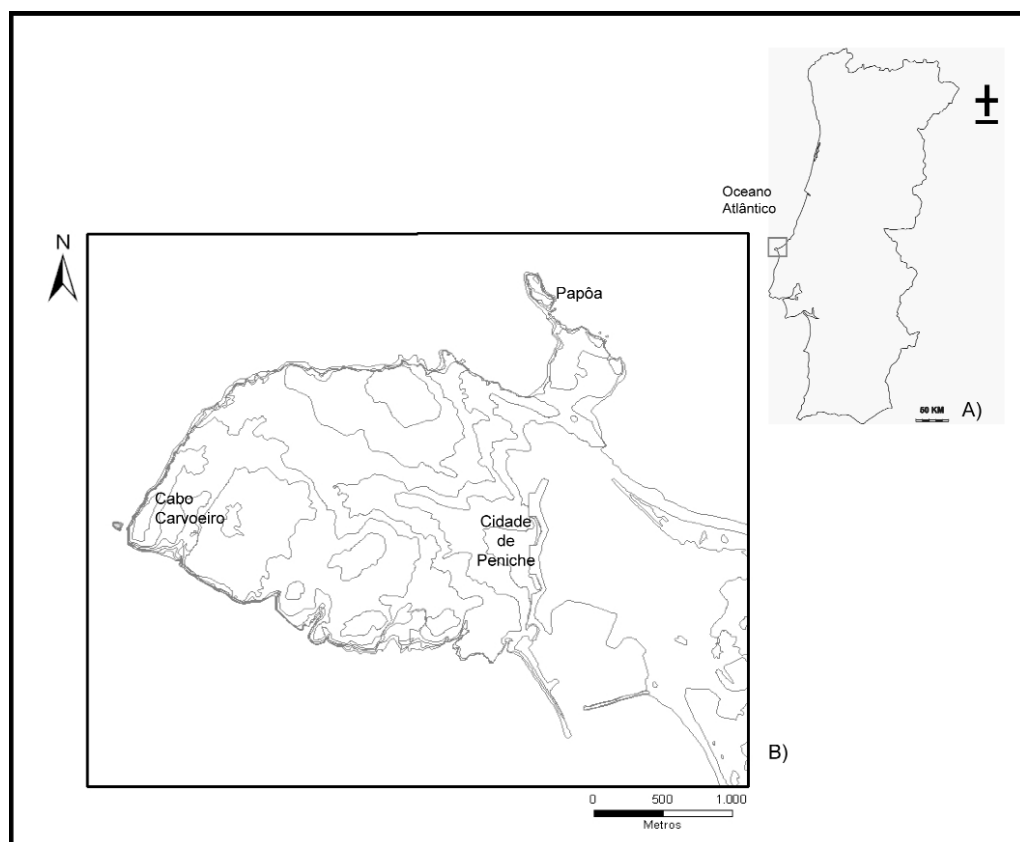


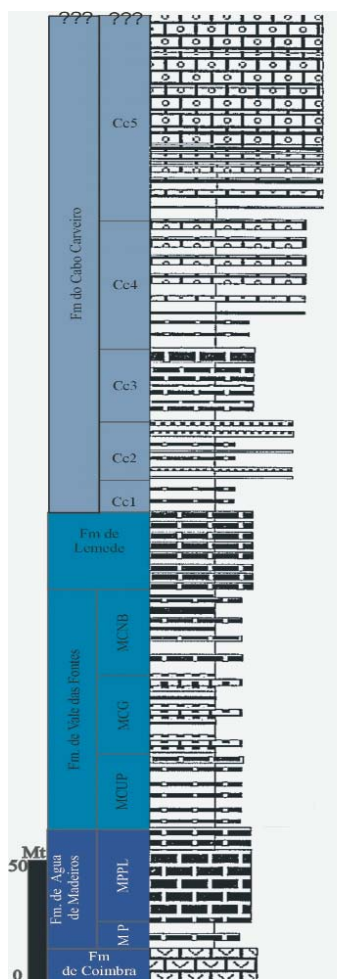
Figura 1. A, Localização da península de Peniche no contexto do território português. B, Pormenor da península de Peniche.

Figure 1. A, Location of the Peniche peninsula in Portugal. B, Detail of the Peniche peninsula.

mento da Bacia Lusitânica (Duarte y Soares, 2002). Para além da sucessão carbonatada, afloram ainda sedimentos siliciclásticos do Plistocénico e unidades arenosas holocénicas (ver França *et al.*, 1960). Ao longo das falésias carbonatadas de Peniche aflora uma sucessão com mais de 450 metros de espessura de rochas sedimentares carbonatadas, abrangendo o intervalo compreendido entre o Sinemuriano e a base do Jurássico Médio (Duarte *et al.*, 2004). De acordo com Duarte y Soares (2002) e Duarte *et al.* (2004), definem-se nesta península as formações de Coimbra, Água de Madeiros, Vale das Fontes, Lemede e Cabo Carvoeiro (Fig. 2).

## METODOLOGIA DE ANÁLISE DO PATRIMÓNIO GEOLÓGICO

Em termos de património geológico, a península de Peniche foi objecto de alguns trabalhos prévios, que ilustram, em termos genéricos, a sua relevância em contexto, quer nacional quer internacional (Duarte,



*Sucessão eminentemente calcária de fácies detritica, oolítica e bioclástica, excepção feita para os Membros Cc1 e Cc3 que mostram características mais margosas. É particularmente caracteristica a enorme presença faunistica no membro Cc5.*

*Sucessão eminentemente calcária, com fauna abundante. Um dos elementos que melhor identificam esta formação é presença massiva de belemnites.*

*Sucessão margo-calcária caracterizada por margas, margas calcárias decimétricas alternadas com calcário margo. É caracterizada por uma enorme diversidade paleontológica.*

*Sucessão margo-calcária observando-se uma transição gradual entre os dois membros.*

*Sucessão calco-dolomitica e bioclástica, com fósseis de bivalves e gastrópodes.*

Figura 2. Coluna estratigráfica esquemática adaptada de Duarte y Soares (2002) das formações que afloram na península de Peniche, com uma breve descrição geológica.

Figure 2. Schematic stratigraphic log adapted from Duarte y Soares (2002), with a brief explanation about the geological characteristics of each Formation.

2003, 2004, 2005a,b; Brilha *et al.*, 2005; entre outros). O presente trabalho resulta da necessidade de se proceder a uma análise aprofundada acerca do valor geológico de toda a península, em termos de património geológico. No que diz respeito à inventariação e análise do património geológico, e com base nos critérios e análise metodológica apresentados em Pena dos Reis y Henriques, M.H. (2009) (Ver ponto 4 da carta em anexo), Ramalho (2004) e Brilha (2005), (Ver ponto 5 da carta em anexo) foi realizado um trabalho exaustivo de reconhecimento geológico, de forma a seleccionar e caracterizar um conjunto de LIGs (Locais de Interesse Geológico ou geossítios). Como tal, foram considerados os seguintes critérios: 1 – Raridade da ocorrência; 2 – Relevância científica, atestada através do número de publicações da especia-

DATA	ACTIVIDADE	PÚBLICO-ALVO	REFERÊNCIAS/ PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS
18 e 19 Setembro 2004	"Early Jurassic carbonate evolution in the Lusitanian Basin: facies, sequence stratigraphy and cyclicity". Excursão no âmbito do 23rd International Association of Sedimentologists Meeting (Coimbra, Portugal)	Especialistas em Sedimentologia	Duarte <i>et al.</i> (2004)
23 Setembro 2004	"Mesozóico da Bacia Lusitânica – Foco petrolífero". Saída de campo a Peniche realizada para altos quadros da Petrobbras	Especialistas em Geologia do Petróleo	Brochura
3 Junho 2005	"Património geológico de Peniche. Elementos para a sua caracterização". Saída de campo no âmbito das I. Jornadas de Arqueologia e Património do Concelho de Peniche	Público em Geral	Duarte (2005a)
10 Junho de 2005	Toarcian Working Group Field Trip Meeting: "The Peniche Section (Portugal). Candidate to the Toarcian Global Stratotype Section and Point". ISJS-LUGS (Peniche)	Especialistas em Estratigrafia do Jurássico	Elmi <i>et al.</i> (2005) Rocha (2007)
31 Ago 2005, 23 Ago 2006, 18 Ago 2007, 27 Ago e 12 Set 2008, 5 Ago 2009	"Geologia à beira-mar". Histórias geológicas de Peniche". Programa Geologia no Verão. Projecto Ciência Viva (2005 a 2009).	Público em Geral	Folheto
8 a 11 Setembro 2005	"1 Curso de Geologia Sedimentar da Região de Peniche". Organização: DCT-FACTUC e pela Câmara Municipal de Peniche.	Estudantes de Pós-Graduação portugueses e espanhóis	Brochura
17 e 18 Setembro 2005	"Jurassic heritage and geoconservation in Portugal: Selected sites". Excursão no âmbito do IV International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage (Braga, Portugal)	Especialistas em Património Geológico	Duarte (2005 b)
4 Março 2006	"Histórias de mares e mariscos contadas pelas rochas do Cabo Carvoeiro". Palestra e saída de campo no âmbito da VIII Semana Cultural da Universidade de Coimbra de "Mar a Mar"	Público em Geral	Folheto
11 Março 2006	"Das rochas às reconstruções paleogeográficas. Exemplos da região de Peniche". Excursão no âmbito do XX Encontro Nacional de Professores de Geografia.	Professores do Ensino Básico e Secundário	Brochura
Junho 2006 Julho 2007 Maio 2009	Ação de Formação "O litoral entre S. Pedro de Moel e Peniche. Estratégias para o ensino das ciências da Terra". Saída de campo	Professores do Ensino Básico e Secundário. Ass. Portuguesa de Prof. Biologia e Geologia	Brochura
2 Nov 2006 14 Abr 2007	"As séries do Jurássico inferior carbonatado na Bacia Lusitânica. O perfil de Peniche". Excursão de campo para quadros técnicos da Petrobbras	Especialistas em Geologia do Petróleo	Duarte (2007) Oliveira <i>et al.</i> (2008)
19 e 20 Abril 2007	"Saída de campo a Peniche: Um mergulho nos mares do Jurássico". Escola Secundária Emídio Navarro, Viseu	Estudantes do Ensino Secundário (12º ano)	Brochura
5 Maio 2007	"Património geológico de Peniche". Percorso pedestre no âmbito do Seminário Nacional Coastwatch "Devir do Litoral".	Público em Geral	Folheto
8 Julho 2008	"O ciclo Trias-Jurássico Médio na Bacia Lusitânica (Portugal). Elementos para uma Estratigrafia de alta resolução". saída de campo para altos quadros da Universidade Petrobbras	Especialistas em Análise de Bacias Sedimentares	Brochura
15 e 16 Outubro 2008	"Os sistemas Atmosfera-Oceano-Biosfera a partir do registo geológico do Jurássico inferior de Portugal. Singularidades e Rupturas à Escala Global". Saída de campo no âmbito da Conferência Internacional "As Geociências no Desenvolvimento das Comunidades Lusófonas" (Coimbra, Portugal)	Estudantes Universitários	Brochura
9 Maio 2009	"O Jurássico inferior de Peniche. Singularidades e eventos à escala global". Saída de campo no âmbito do VII Encontro de Jovens Investigadores em Paleontologia (Torres Vedras, Portugal)	Paleontólogos Ibéricos	Duarte (2009)

Tabela 1. Atividades científicas e pedagógicas que tiveram lugar nos últimos seis anos na península de Peniche. (Ver ponto 7 da carta em anexo)  
Table 1. Scientific and educational activities that took place in the last six years in the Peniche peninsula.

lidade; 3 – Importância e qualidade pedagógica, sendo usados como representações de exemplos de processos e fenómenos geológicos para diferentes públicos; 4 – Terem associados valores culturais, turísticos, paisagísticos ou mesmo cénicos. Este conjunto de critérios, assim como o reconhecimento das imensas actividades científico-pedagógicas aqui realizadas ao longo dos últimos anos (tabela 1) (Ver ponto 6 da carta em anexo), permitiu seleccionar seis LIGs, representados na fig. 3, e a seguir descritos, de forma resumida, quanto ao seu valor patrimonial. São eles: LIG 1. Papôa – brecha vulcânica da Papôa; LIG 2. Papôa – limite estratigráfico entre a Fm de Coimbra e a Fm de Água de Madeiros; LIG 3. Praia do Portinho da Areia do Norte; LIG 4. Ponta do Trovão e Praia do Abalo; LIG 5. Do Cerro do Cão ao Cabo Carvoeiro; LIG 6. Gruta da Furninha. Após esta selecção, foi elaborada uma ficha de inventário individual para cada um deles. Esta teve como base a ficha de inventariação do património geológico publicada pela ProGeo-Portugal (Associação Europeia para a Conservação do Património Geológico – Grupo de Trabalho Português; *in* Brilha, 2005) (ver Rilo, 2009).

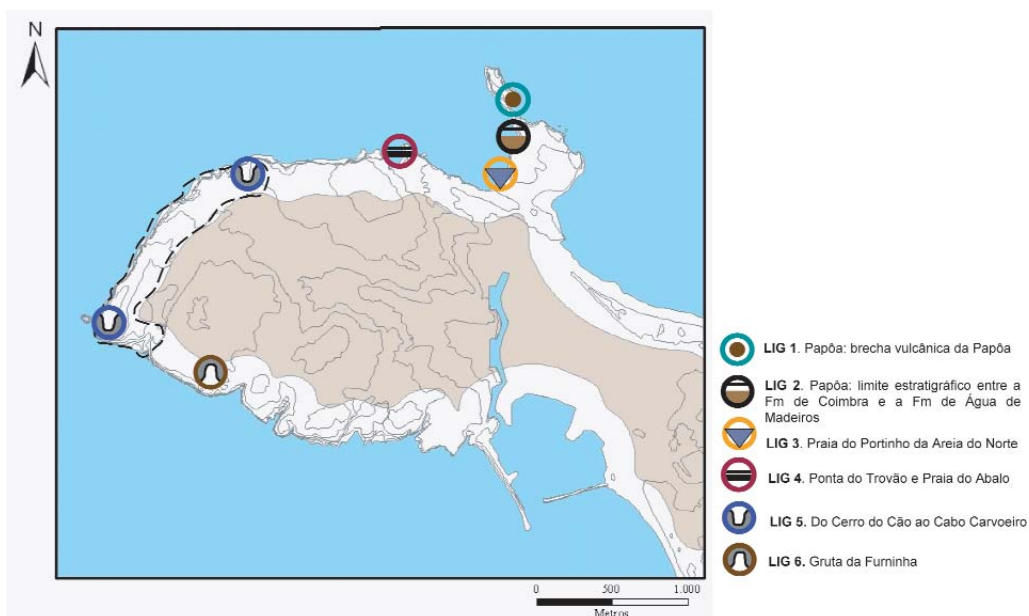


Figura 3. Localização dos Locais de Interesse Geológico (LIGs) da península de Peniche.  
 Figure 3. Location of the sites with special geological interest in the Peniche peninsula.

## OS LOCAIS DE INTERESSE GEOLÓGICO DA PENÍNSULA DE PENICHE

### LIG1 Papôa: Brecha Vulcânica da Papôa

A brecha vulcânica da Papôa é um corpo vulcânico bastante heterogéneo, constituído por um tufo-becha na designação dada por Andrade (1979). A importância deste local é justificada por constituir um registo singular de um episódio vulcânico na costa portuguesa, do qual não se conhecem mais exemplos

similares, pelo menos aflorantes ou emersos. A brecha vulcânica possui, entre outros elementos clásticos, dois litótipos (granitos e gnaisses) similares às litologias aflorantes hoje no arquipélago das Berlengas, o que confere a este local um alto valor didáctico, no que à interpretação da sua génese diz respeito. O seu carácter didáctico estende-se ainda ao facto de ser considerado, por alguns autores, um testemunho de um colapso de uma chaminé vulcânica (Andrade, 1937; França *et al.*, 1960; Romariz, 1963-1964; Andrade, 1979). O local é visitado por um grande número de pessoas, entre curiosos a estudantes do ensino básico e secundário, bem como estudantes de geologia e geólogos ainda intrigados quanto à génese desta estrutura. De registar, também, o facto deste local fazer parte da identidade da população de Peniche, através de actividades lúdicas como a pesca e o passeio.

Estes factos comprovam o elevado interesse que o local possui, não apenas para o cidadão comum, que é frequentemente encantado por testemunhos de actividade vulcânica (Fig. 4), como para a comunidade científica, que não respondeu ainda a muitas questões sobre a génese desta formação (Andrade, 1979), quer ainda para a própria população local.



Figura 4. Sessão de Geologia no Verão denominada “Geologia à beira-mar: histórias geológicas de Peniche”, em Agosto de 2008, junto à brecha vulcânica da Papôa. (Iniciativa promovida pela Ciência Viva – Agência Nacional para a Promoção da Cultura Científica e Tecnológica do Ministério da Ciência, Tecnologia e do Ensino Superior).

Figure 4. Session of geology in the summer called “Seaside geology: Peniche geological stories”, in August 2008, near the Papôa volcanic breccia. (Promoted by the National Agency for Scientific and Technological Culture of the Portuguese Ministry of Science, Technology and High Education).

## LIG 2 Papôa: limite estratigráfico entre a Formação de Coimbra e a Formação de Água de Madeiros

O local apresenta o limite entre a Formação (Fm) de Coimbra, de natureza calco-dolomítica, e a Fm de Água de Madeiros (Fig. 5), constituída por uma alternância de margas calcárias e laminadas com calcários margosos, micríticos e bioclásticos, numa sucessão bastante fossilífera (contendo fósseis de invertebrados marinhos bentónicos e nectónicos). Corresponde a uma das poucas posições na Bacia Lusitânica onde é possível observar este limite litostratigráfico. Facto importante no contexto da bacia é a ocorrência de amonóides (Echioceratídeos) na base da Fm de Água de Madeiros pois permite a datação desta unidade, e ainda balizar a idade dos terrenos mais antigos da península de Peniche

Acresce ainda a possibilidade de visualizar, em afloramento, o que em geologia nem sempre é possível: uma importante descontinuidade estratigráfica entre as duas formações, facto normalmente interpretável em perfis sísmicos (ver, por exemplo, Kullberg, 2000). No contexto evolutivo da Bacia Lusitânica, esta descontinuidade marca uma ruptura sedimentar importante, justificada por uma invasão marinha, em conformidade com todas as evidências sedimentológicas e paleontológicas (ver Duarte y Soares, 2002; Duarte *et al.*, 2004). É ainda importante referir que este afloramento é apontado por Duarte y Soares (2002) como um dos cortes alternativos principais ao perfil-tipo da Fm de Água de Madeiros.

Em suma, o afloramento reúne um conjunto de características que o tornam didáctico para a aprendizagem de conceitos como invasão marinha e ruptura sedimentar, para além do seu valor científico intrínseco (Fig. 5).



Figura 5. Limite estratigráfico entre a Formação de Coimbra e a Formação de Água de Madeiros. A linha a tracejado marca o limite entre as duas formações. Visita realizada no âmbito da Conferência Internacional "As geociências no desenvolvimento das comunidades lusófonas" (Outubro de 2008).

*Figure 5. Stratigraphic boundary between Coimbra Formation and Água de Madeiros Formation. The dashed line indicates the boundary between both formations. International Conference "The geosciences on the development of CPLP communities" field-trip visit (October, 2008).*



### LIG 3 Praia do Portinho da Areia do Norte

A praia do Portinho da Areia do Norte, forma uma bonita e abrigada enseada (Fig. 6A), que se destaca na paisagem e na fisiografia da península de Peniche. Nesta praia aflora a transição entre o Membro (Mb) margas e calcários grumosos e o Mb margo-calcários com níveis betuminosos da Fm de Vale das Fontes, assim como a passagem à Fm de Lemedede. Esta praia possui valor e interesse patrimonial, pois constitui a localidade-tipo destas duas formações (Duarte y Soares, 2002), dadas as condições excepcionais de observação. Para além da relevância científica, o local apresenta também potencial didáctico, em vários domínios da geologia sedimentar (ver Duarte, 2006)

Outra característica relevante deste LIG prende-se com a possibilidade de observar o Mb margas calcárias com níveis betuminosos, importante testemunho da possível génese de hidrocarbonetos da Bacia Lusitânica (Duarte *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2006, 2007), sendo deste modo, um afloramento que possui características geológicas exemplares para qualquer estudioso da área de geologia de petróleo. Este facto é, aliás, demonstrado pelas diversas visitas científicas realizadas por especialistas internacionais da área petrolífera (Oliveira *et al.*, 2006; Duarte, 2007) (Fig. 6B).



Figura 6. A, Vista geral da Praia do Portinho da Areia do Norte. B, Membro Margo-calcários com níveis betuminosos da Formação Vale das Fontes.

Figure 6. General view of Portinho da Areia do Norte beach. B, The Margo-calcários Member of the Vale das Fontes Formation.

### LIG 4 Ponta do Trovão e Praia do Abalo

A Ponta do Trovão e a Praia do Abalo localizam-se a cerca de 750 m para Oeste da Praia do Portinho da Areia do Norte (Fig. 3). Este local destaca-se na fisiografia da península, pois projecta-se através de uma “ponta” rochosa, ladeada por uma pequena enseada que forma uma praia em “U” (Fig. 7).

O local é aqui referenciado, pois apresenta um interesse patrimonial de valor científico excepcional no contexto nacional e internacional. Sobressai, em primeiro lugar, o valor internacional do limite Pliensbaquiano – Toarciano (Fig. 7), cujo estratotipo de limite (GSSP, *Global Stratotype Section and Point*) foi recentemente proposto à Subcomissão Internacional de Estratigrafia do Jurássico (Elmi, 2006; Rocha, 2007). Por outro lado, o registo sedimentar testemunha alterações da interacção atmosfera – oceano,

durante o Toarciano inferior (Hesselbo *et al.*, 2007), que terá dado origem a uma extinção em massa de algumas espécies marinhas (Little y Benton, 1995). Nos últimos anos, este local tem sido alvo de intensa actividade científica, tal como comprovam os trabalhos de Rocha (2007), Hesselbo *et al.* (2007), Suan *et al.* (2008a,b) e Mattioli *et al.* (2008), entre muitos outros.

Por seu turno, na Praia do Abalo, podem observar-se níveis siliciclásticos gresosos e microconglomerados de feldspato rosa, quartzo e micas, envolvidos por cimento carbonatado. Estas subarcoses testemunham uma deposição de natureza gravítica, tida como devida ao soerguimento das Berlengas (Wright y Wilson, 1984; Duarte, 1997; Duarte y Soares, 2002). Este facto confere ao local valor pedagógico, pois permite a percepção da interacção entre sistemas geológicos diferentes (ver, por exemplo, Duarte, 2006) A sua riqueza em fósseis, que vem sendo delapidada por colectores anónimos de fósseis, confere-lhe valor pedagógico acrescido.

Em termos de geoconservação, verifica-se que existe já uma boa percepção por parte das autoridades municipais, quanto à importância patrimonial da Ponta do Trovão, o que originou em 2007, a sua classificação como Sítio de Interesse Municipal (Acta da Reunião da Assembleia Municipal de Peniche em 30 de Abril de 2007, livro 17, folha 67). Actualmente, tem-se verificado que o interesse dos visitantes no âmbito das actividades de Geologia no Verão é crescente relativamente a este local.



Figura 7. Ponta do Trovão e Praia do Abalo. A linha a tracejado marca a posição da base do Toarciano, candidato a GSSP daquele andar.

Figure 7. Ponta do Trovão and Abalo beach. The dashed line represents the base of the Toarcian, the candidate to the Toarcian GSSP.

## LIG 5 Do Cerro do Cão ao Cabo Carvoeiro: paisagem cársica

Do miradouro dos Remédios ao Cabo Carvoeiro estende-se uma paisagem cársica de rara beleza, formada por lapiás de várias dimensões (Fig. 8A) e que, não raras vezes, é local de paragem para turistas ocasionais. O local que faz parte da identidade cultural da população de Peniche, que o representa artisticamente sob as mais variadas formas, sendo também uma imagem de marca em termos turísticos. (ver ponto 8 da carta em anexo). Esta porção de costa, com cerca de 1km de extensão, é aqui referenciada, pois considera-se que possui elevado valor patrimonial, nomeadamente alto valor cénico e geomorfológico (ver, por exemplo, Henriques, 1996), atribuído não só por especialistas como pelo cidadão comum que visita frequentemente o local (ver ponto 9 de carta em anexo). Representa um dos poucos locais da costa portuguesa com modelado cársico dominado por lapiás (Fig. 8A).

A sucessão sedimentar aqui aflorante está representada por sedimentos carbonatados calciclásticos e bioclásticos, correspondendo ao topo da Fm do Cabo Carvoeiro e às unidades mais recentes do Jurássico Inferior da península (Wright y Wilson, 1984; Duarte, 1997; Duarte y Soares, 2002; Duarte *et al.*, 2004). Acresce a este facto, o alto valor didáctico deste registo, quer do ponto de vista sedimentológico quer do ponto de vista paleontológico, o que permite interpretações paleoambientais de forma muito intuitiva (Duarte, 2005a,b, 2006). São notáveis a grande variedade de estruturas sedimentares presentes e a boa exposição e diversidade do seu conteúdo paleontológico, nomeadamente em fragmentos de corais, gastrópodes e crinóides. Realça-se aqui a espécie de crinóide *Pentacrinus penichensis* (Loriol, 1890) (Fig. 8B) cujo epíteto específico reflecte o local onde foi descrito (Peniche).



Figura 8. A, Vista do Cabo Carvoeiro. À esquerda observa-se a Nau dos Corvos e à direita um campo de lapiás (ver ponto 10 da carta em anexo). B, Detalhe da superfície de uma laje, no Miradouro dos Remédios, expondo fragmentos fósseis de *Pentacrinus penichensis*.

Figure 8. A, View from the Carvoeiro Cape. On the left one can see "Nau dos Corvos" rock and on the right a karstic feature. B, Detail of a surface at Miradouro dos Remédios exhibiting fossil fragments of *Pentacrinus penichensis*.

## LIG 6 Gruta da Furninha

A gruta da Furninha encontra-se num espaço dominado pelo mar (Fig. 9A), onde a paisagem possui relevantes formas cársicas (ver Henriques, 1996) e elevado valor cénico. É uma cavidade natural, localizada a meia encosta na zona sul da península de Peniche a algumas centenas de metros do Cabo Carvoeiro

(ver Fig. 3). A gruta é uma referência da antropologia portuguesa (Zilhão, 1997; Sacadura y Sacadura, 2008), estando associada aos estudos do Quaternário (Brueil y Zbyszewski, 1942). Constitui um testemunho das variações do nível do mar durante este intervalo recente da história da Terra (Henriques, 1996). Acresce ainda o facto de ser uma das mais conhecidas grutas com ocupações humanas paleolíticas e neolíticas do país (Raposo, 1995; Cardoso, 2006), importantes para a compreensão de diversos aspectos relacionados com a evolução dos modos de vida do Homem primitivo (Lubell *et al.*, 1994; Jackes *et al.*, 1997), bem como o facto de possuir importantes testemunhos fósseis de fauna quaternária (Lopes, 1987; Cardoso, 1996; Crespo, 2002).

A gruta, ampla e aberta para o exterior, possui, no seu interior, um poço que a liga ao nível de praia fóssil inferior, situado a uma altura de 6-8 m. Foi neste poço, preenchido com quase 9m de areias dunares, que Delgado (1884) efectuou as suas escavações e identificou sete momentos de ocupação, intercalados por areias estéreis que, segundo o mesmo autor, poderão indicar a presença esporádica do mar no local (Delgado, 1884; Diniz, 1993). A análise do enchimento da gruta foi feita com minúcia e com recurso a um pioneiro método stratigráfico (terminologia usada para designar a metodologia inovadora para a época, utilizada por Nery Delgado, ver Zilhão, 1993). Assim, Nery Delgado descreveu sete níveis ossíferos, onde observou, entre outros aspectos, restos de *Phoca monachus* Hermann, espécie identificada como rara (Delgado, 1884),

A importância da fauna quaternária aqui encontrada vem a comprovar-se com o trabalho de Lopes (1987), que identificou ainda pedaços de cerâmica, pontas de setas, machados e enxós, entre outros artefactos. A fauna quaternária ali encontrada foi posteriormente objecto dos trabalhos de Cardoso (1996) e mais recentemente de Crespo (2002).

Por todas estas razões o local encerra um enorme interesse científico nas áreas da arqueologia e geologia do Quaternário, sendo uma referência para o estudo do período pré-histórico na península ibérica. Deste modo, é demonstrado que o local constitui uma importante referência cultural, sendo prova disso uma peça (Fig. 9B) aqui encontrada ter sido seleccionada para a exposição "As primeiras 27 Maravilhas do Museu Geológico de Portugal" (LNEG, 2010).



Figure 9. A, Localização da gruta da Furninha no contexto da costa sul da península de Peniche. B, Vaso de suspensão, Neolítico antigo, Furninha. Acervo do Museu Geológico de Portugal.

Figure 9. A, Furninha cave location in the south coast of Peniche peninsula. B, Suspension pot. Old Neolithic age. Furninha Cave. Portuguese Geological Museum collection.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho de inventariação e caracterização exaustiva dos locais de interesse geológico da península de Peniche, é possível confirmar e ampliar os argumentos anteriormente apresentadas quanto à importância geológica de Peniche (ver Duarte, 2003, 2004, 2005a,b). Destacam-se, de seguida, em síntese, os principais aspectos relevantes de cada LIG.

O LIG 1 representa um local com o qual a população de Peniche se identifica. Destaca-se a sua singularidade e o seu alto valor didático, que suscita curiosidade ao cidadão comum, aos estudantes de todos os graus de ensino e a muitos geólogos, dado o potencial científico para investigações futuras. Merece destaque a sua diversidade sob o ponto de vista petrográfico, estratigráfico e estrutural.

O LIG 2 destaca-se pela sua singularidade geológica à escala nacional, bem como pelas suas características geológicas exemplares, susceptíveis de poderem fundamentar modelos de sedimentação à escala regional. Merece menção o seu valor didático, como representação de uma descontinuidade estratigráfica, resultante de uma variação do nível do mar, testemunhada pela fauna fóssil aflorante.

O LIG 3 destaca-se pela boa exposição do registo e da sucessão sedimentar, sendo reforçado por um elevado valor científico específico, devido ao seu potencial para o estudo de rochas geradoras de petróleo. O seu valor científico é ainda comprovado pela vasta literatura recentemente publicada de impacto supra-nacional.

Entre todos os LIGs, o LIG 4 destaca-se claramente pelo seu valor supra-nacional, devido à proposta de GSSP para o Toarciano. Este local, cuja importância é inegável, é actualmente Sítio de Interesse Municipal. A multiplicidade de trabalhos publicados e acima referidos atestam o seu valor científico e potencial didático. Merece igual destaque o seu valor cenográfico, estético e de legibilidade da paisagem.

O LIG 5 destaca-se pela sua singularidade geomorfológica e geológica, pela sua diversidade sob o ponto de vista geomorfológico, petrográfico e estrutural, e ainda pelo seu carácter didático potenciando aprendizagens de conceitos inerentes à sedimentologia, estratigrafia, tectónica e geodinâmica externa, coadjuvado pela boa exposição do afloramento. Acrescem a estes aspectos, o seu alto valor cenográfico e de legibilidade da paisagem, comprovado, aliás, pelo facto deste local possuir um papel importante na identidade da população de Peniche, que frequentemente o representa sob as mais variadas formas de arte, mostrando, assim, o seu elevado valor estético e imagético.

O LIG 6 constitui uma referência no panorama da história recente do Homem e da evolução recente da península. Destaca-se pelo seu carácter científico no âmbito da paleontologia (mamíferos do Quaternário), geomorfologia (morfologia endocársica) e antropologia pré-histórica. (testemunhos do Homem primitivo).

Em síntese, e em termos qualitativos, podemos analisar a importância patrimonial, através da avaliação relativa da relevância científica, pedagógica e turístico-cultural de cada LIG (tabela 2), tendo por base várias experiências de âmbito científico e pedagógico dirigidas a público especializado e a cidadãos comuns em acções de divulgação da geologia local (ver Rilo, 2009).

Da tabela 1 sobressai, desde logo, o LIG 4, onde a relevância científica e pedagógica é maior, logo seguido dos LIGs 1 e 5, com valores bastante equilibrados nos três tipos de relevância considerada, e onde é patente a sua relevância turística e preferência do grande público. O LIG 6 destaca-se pela sua relevância científica, enquanto o LIG 2 é aquele cuja relevância é menor.

A península de Peniche possui um património geológico singular que, no seu conjunto, é capaz de caracterizar grande parte da história geológica do Jurássico Inferior português, aliado a um enquadra-

mento paisagístico e cultural de grande riqueza. Tais aspectos devem ser tido em conta no âmbito de implementação de uma futura estratégia de geoconservação municipal.

Pensamos que este trabalho faz uma síntese inédita dos diferentes valores geológicos da península, bem como uma reflexão sobre o seu valor consoante o tipo de relevância de cada LIG, contribuindo para o conhecimento deste património.

Desta feita, parece-nos que assim estamos a caminhar para um efectivo processo de valorização e protecção do património geológico da área, podendo este trabalho constituir uma das bases da estratégia local de geoconservação.

LOCAL DE INTERESSE GEOLÓGICO	RELEVÂNCIA CIENTÍFICA	RELEVÂNCIA PEDAGÓGICA	RELEVÂNCIA TURÍSTICO / CULTURAL
LIG 1.Papôa: brecha vulcânica da Papôa	4	4	5
LIG 2.Papôa: limite estratigráfico entre a Fm de Coimbra e Fm de Água de Madeiros	3	3	2
LIG 3.Praia Portinho Areia do Norte	4	3	2
LIG 4.Ponta do Trovão e Abalo	5	5	3
LIG 5.Do Cerro do Cão ao Cabo Carvoeiro	4	4	5
LIG 6.Gruta da Furninha	5	2	2

Tabela 2. Avaliação qualitativa da relevância de cada LIG, sob o ponto de vista científico, pedagógico e turístico/cultural: 1, sem relevância; 2, pouco relevante; 3, relativamente relevante; 4, muito relevante; 5, muitíssimo relevante.

*Table 2. Qualitative assessment of each LIG relevance under the scientific, educational, touristic and cultural point of view: 1, irrelevant; 2, little relevant; 3, relatively relevant; 4, very relevant; 5, extremely relevant.*

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Professor Doutor Miguel Magalhães Ramalho, coordenador do Museu Geológico, pela autorização concedida no acesso ao acervo da gruta da Furninha. Os autores agradecem ao revisor anónimo do manuscrito os comentários e sugestões que muito contribuíram para a sua versão final.

## BIBLIOGRAFIA

- Andrade, F.C. 1937. *Os vales submarinos portugueses e o diastrofismo das Berlengas e da Estremadura*. Serviços Geológicos de Portugal, 236 pp.
- Andrade, M.M. 1979. O tufo-brecha da Papôa: resto dum cone vulcânico de piroclastos? *Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências do Porto*, XCI, 4ªsérie, 214-222.
- Brilha J. 2005. *Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage Editores, Viseu, 190 pp.
- Brilha, J., Andrade, C., Azerêdo, A., Barriga, F.J.A.S., Cachão, M., Couto, H., Cunha, P.P., Crispim, J.A., Dantas, P., Duarte, L.V., Freitas, M.C., Granja, M.H., Henriques, M.H., Henriques, P., Lopes, L., Madeira, J., Matos, J.M.X., Noronha, F.,

- Pais, J., Piçarra, J., Ramalho, M.M., Relvas, J.M.R.S., Ribeiro, A., Santos, A., Santos, V. & Terrinha P. 2005. Definition of the Portuguese frameworks with international relevance as an input for the European geological heritage characterisation. *Episodes*, 28 (3), 177-186.
- Bruehl, H. & Zbyszewsky, G. 1942. Contribution à l'étude des industries paléolithiques du Portugal et leur rapports avec la géologie du Quaternaire. Les principaux gisements des deux rives de l'ancien estuaire du Tage. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 23, 3-383.
- Cardoso, J.L. 1996. Les grands mammifères du Pléistocène supérieur du Portugal. Essai de synthèse. *Geobios*, 29 (2), 235-250.
- Cardoso, J.L. 2006. The Mousterian complex in Portugal. *Zephyrus*, 59, 21-50.
- Crespo, E.G. 2002. Paleoherpetafauna Portuguesa. *Revista Española de Herpetología*, Volumen especial, 17-45.
- Delgado, J.N. 1884. La grotte de Furninha à Peniche. *Congrès International d'Anthropologie et Archéologie Préhistoriques. Compte Rendu de la 9ème Session*. Lisboa, 207 – 278.
- Diniz, M. 1993. A gruta da Furninha, Peniche. En: J. Medina (Dir.), *História de Portugal*. Ediclube, Lisboa, 177-179.
- Duarte, L.V. 1997. Facies analysis and sequential evolution of the Toarcian Lower Aalenian séries in the Lusitanian Basin (Portugal). *Comunicações do Instituto Geológico e Mineralógico*, 83, 65-94.
- Duarte, L.V. 2003. Contribuição para a valorização do património da costa ocidental portuguesa. O interesse das falésias calcárias de S. Pedro de Moel e de Peniche. *Ciências da Terra (UNL)*, nº esp. V, 136-139.
- Duarte, L.V. 2004. The geological heritage of the lower jurassic of central Portugal: selected sites, inventory and main scientific arguments. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 110 (1), 381-388.
- Duarte, L.V. 2005a. Património geológico de Peniche: elementos para a sua caracterização. *Actas das 1ª Jornadas de Arqueologia e Património da Região de Peniche – apresentação de projectos e trabalhos em curso*, Peniche, Câmara Municipal de Peniche, 228-241.
- Duarte, L.V. 2005b. The Jurassic of the Peniche Peninsula (Central Portugal): an international reference point of great scientific value and educational interest. En: *Jurassic Heritage and geoconservation in Portugal: selected sites*. Henriques, M.H., Azeredo, M.H., Duarte L.V. & Ramalho, M.M. (eds). IV International Symposium ProGEO on the conservation of the Geological Heritage, Minho, Field Trip Guide Book, 23-31.
- Duarte, L.V. 2006. O jurássico da península de Peniche (Portugal). Uma contribuição para o ensino da geologia sedimentar. *Simpósio Ibérico do Ensino da Geologia*, Aveiro, 249-254.
- Duarte, L. V. 2007. Paragem 5ª – As séries do Jurássico inferior carbonatado na Bacia Lusitânica. O perfil de Peniche. En *Curso de Campo na Bacia Lusitânica (Portugal)*, Pena dos Reis, R., Pimentel, N., Garcia, A. & Bueno, G. (Org), Coimbra, 99-104
- Duarte, L. V. 2009. O Jurássico inferior de Peniche. Singularidades e eventos à escala global. *Actas do VII Encontro de Jovens Investigadores em Paleontologia*, Torres Vedras, Paleolusitana, 1, 451-457.
- Duarte, L.V. & Soares, A.F. 2002. Litostratigrafia das séries margo-calcárias do Jurássico inferior da Bacia Lusitânica (Portugal). *Comunicações do Instituto Geológico y Mineiro*, 89, 135-154.
- Duarte, L.V., Rodrigues, R.Oliveira, L.C.V. & Silva, F. 2005. Avaliação preliminar das variações de carbono orgânico total nos sedimentos margosos do jurássico inferior da Bacia Lusitânica (Portugal). *VIII Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*, Aveiro, 39-43.
- Duarte, L. V. (General Co-ordinator), Wright, V. P., Fernández Lopez, S., Elmi, S., Krautter, M., Azeredo, A. C., Henriques, M. H., Rodrigues R. & Perilli, N. 2004. Early Jurassic carbonate evolution in the Lusitanian Basin: facies, sequence stratigraphy and cyclicity. En: Duarte, L.V. & Henriques, M.H. (eds.), *Carboniferous and Jurassic Carbonate Platforms of Iberia*. 23<sup>rd</sup> IAS Meeting of Sedimentology, Field Trip Guide Book. Coimbra, I, 45-71.
- Elmi, S. 2006. Pliensbaquian/Toarcian boundary: the proposed GSSP of Peniche (Portugal). *Volumina Jurassica*, IV, 5-16.

- Elmi, S., Duarte, L.V., Mouterde, R., Rocha, R.B. & Soares, A.F. (scientific co-ordinators) 2005. The Peniche section (Portugal). Candidate to the Toarcian Global Stratotype Section and Point. Field trip guide of the Peniche Toarcian working group meeting, *International Subcommission on Jurassic Stratigraphy*, 1-51.
- França, J.C., Zbyszewski, G. & Moitinho de Almeida, F. 1960. *Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000. Notícia explicativa da Folha 26-C (Peniche)*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa. 36 pp.
- Henriques, M.V.F.J.R. 1996. *A faixa litoral entre Nazaré e Peniche; unidades geomorfológicas e dinâmica actual dos sistemas litorais*. Tese de Doutoramento. Universidade de Évora, Évora, 575 pp.
- Hesselbo, S.P., Jenkyns, H.C., Duarte, L.V. & Oliveira, L.C.V. 2007. Carbon-isotope record of the Early Jurassic (Toarcian) Oceanic Anoxic Event from fossil wood and marine carbonate (Lusitanian Basin, Portugal). *Earth and Planetary Science Letters*, 253, 455-470.
- Jackes, M., Lubell, D. & Meiklejohn, C. 1997. Healthy but mortal: Human biology and the first farmers of Western Europe. *Antiquity*, 71, 639-658.
- Kullberg, J.C. 2000. *Evolução tectónica mesozóica da Bacia Lusitana*. Tese Doutoramento. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 280 pp.
- LNEG (Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., Portugal), 10/02/2010, <http://www.ineti.pt/ExposicaoMuseuGeografico.aspx>
- Little, C.T.S. & Benton, M.J. 1995. Early Jurassic mass extinction: a global long-term event. *Geology*, 23, 495-498.
- Lopes, M.T.G.C. 1987. *Fauna de mamíferos (Mammalia) das grutas da Furninha e das Fontainhas: seu posicionamento nas faunas quaternárias da Europa*. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade do Minho, Braga, 19-24.
- Loriol, P. 1890 *Description de la faune jurassique du Portugal: embranchement des échinodermes*. Imprimerie de l'Académie Royale des Sciences, 175 pp.
- Lubell, D., Jackes, M., Schwartz, H., Knyf, M. & Meiklejohn, C. 1994. The Mesolithic–Neolithic transition in Portugal: isotopic and dental evidence of diet. *Journal of Archeological Science*, 21, 201-216.
- Mattioli, E., Pittet, B., Suan, G. & Mailliot, S. 2008. Calcareous nannoplankton changes across the early Toarcian oceanic anoxic event in the western Thetys. *Paleoceanography*, 23. doi: 10.1029/2007PA001435.
- Oliveira, L.C.V., Duarte, L.V., Lemos, V.B., Comas-Rengifo, M.J. & Perilli N. 2007. Bioestratigrafia de nanofósseis calcários e correlação com as zonas de amonites do Pliensbaquiano – Toarciano basal (jurássico inferior) de Peniche (Bacia Lusitânica – Portugal). In: Sousa Carvalho (Coord. Ed.). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Editora Interciência, 411-420.
- Oliveira, L.C.V., Rodrigues, R., Duarte L.V. & Lemos V.B. 2006. Avaliação do potencial gerador de petróleo e interpretação paleoambiental com base em biomarcadores e isótopos estáveis de carbono na secção Pliensbaquiano–Toarciano (Jurássico inferior) da região do Peniche (Bacia Lusitânica, Portugal). *Boletim de Geociências da Petrobras*, 14 (2), 207-234.
- Pena dos Reis, R. & Henriques, M.H. 2009. Approaching an integrated qualification and evaluation system of the geological heritage. *Geoheritage*, 1, 1-10.
- Queiroga, H., Leão, F. & Coutinho, M. (Coord.) 2008. *Candidatura das Berlengas a Reserva da Biosfera da UNESCO*. Versão para consulta pública. IDAD, Aveiro. 138 pp.
- Ramalho, M.M. 2004. Património geológico português–importância científica, pedagógica e socio-económica. *Geonovas*, 18, 5-12.
- Raposo, L. 1995. Ambientes, territorios y subsistencia en el Paleolítico Medio de Portugal. *Complutum*, 6, 57-77.
- Rilo, A.R. 2009. *A importância da geologia no ordenamento da orla costeira da península de Peniche*. Tese de mestrado, Universidade de Coimbra, Coimbra, 92 pp. + Volume anexo.



- Romariz C. 1963-1964. Notas petrográficas sobre rochas sedimentares portuguesas—a brecha vulcânica da Papôa (Peniche). *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 10 (1), 19-28.
- Rocha, R.B. (ed.) 2007. *The Peniche section (Portugal). Contributions to the definition of the Toarcian Stratotype Section and Point*. International Subcommission on Jurassic Stratigraphy, Lisboa, 66 pp.
- Sacadura, R.M.B. & Sacadura, M.J.A.A. 2008. *A gruta da Furninha—sua importância no contexto da arqueologia pré-histórica de Portugal e da Europa*. Câmara Municipal de Peniche, Peniche, 13 pp.
- Suan, G., Mattioli, E., Pittet, B., Mailliot, S. & Lécuyer C. 2008a. Evidence for major environmental perturbation prior to and during the Toarcian (Early Jurassic) oceanic anoxic event from the Lusitanian Basin, Portugal. *Paleoceanography*, 23, 1.
- Suan, G., Pittet, B., Bour, I., Mattioli E., Duarte, L.V. & Mailliot S. 2008b. Duration of the Early Toarcian carbon isotope excursion deduced from spectral analysis: consequence for its possible causes. *Earth and Planetary Science Letters*, 267, 666-679.
- Wright, V.P. & Wilson R.C.L. 1984. A carbonate sub-marine fan sequence from the Jurassic of Portugal. *Journal of Sedimentary Petrology*, 54, 394-412.
- Zilhão, J. 1993. As origens da arqueologia paleolítica em Portugal e a obra metodologicamente precursora de J. F. Nery Delgado. *Arqueologia e História*, X (III), 3-17.
- Zilhão, J. 1997. *O Paleolítico Superior da Estremadura Portuguesa*. Edições Colibri, Lisboa, 312 pp.

