

**ARRIBAS NA JURISDIÇÃO DO INSTITUTO PORTUÁRIO E DOS TRANSPORTES
MARÍTIMOS, I.P.: ESTUDO DA ZONA CENTRO**

Alexandre Santos Ferreira

Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P./ CICEGe-Faculdade de Ciência e
Tecnologia (FCT)-Univ. NOVA de Lisboa

asf1954@netcabo.pt

Elisabete Dias

Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P.

elisabete71@gmail.com

Nelson Oliveira

Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P.

nelson.oliveira@imarpor.pt

Cláudia Santos

Estagiária no Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P.

csns.mail@gmail.com

Liliana Ribeiro

Estagiária no Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P.

liliananinhosribeiro@gmail.com

Mónica Cabral

Estagiária no Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P.

mokinacabral@gmail.com

RESUMO: O Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P. procede à monitorização das arribas localizadas nas suas áreas de jurisdição portuária através de um trabalho de observação sistemática que culmina na identificação de zonas em perigo, caracterização do seu nível de risco e, conseqüentemente, na definição de prioridades de intervenção e medidas de mitigação.

Apresenta-se neste trabalho um estudo das arribas portuárias da zona centro, localizada numa faixa litoral compreendida entre Alcobaça e Mafra numa extensão de cerca de 142km, sendo caracterizada por uma fisiografia variada com arribas de alturas significativas.

A análise apresentada é respeitante às áreas portuárias de S. Martinho do Porto, Peniche e Ericeira, cujas arribas estão sujeitas a processos erosivos graves e que exigem uma especial atenção no que se refere à avaliação das suas condições de estabilidade, não só devido às suas características geológicas, mas também atendendo às atividades económicas e ocupação passíveis de ser afetadas.

Pretende-se assim, definir as principais problemáticas de instabilidade ocorrentes, bem como reunir os elementos geotécnicos necessários às intervenções de estabilização realizadas e a realizar.

Na avaliação das condições de estabilidade das arribas daqueles três portos é possível observar que, ao longo do tempo, por acção de vários factores, como ondulação, pluviosidade, circulação de águas, sismos, entre outros, as condições de estabilidade têm vindo a deteriorar-se consubstanciando-se com a queda de blocos, desprendimento de elementos de estabilização e abatimento do pavimento.

A ocorrência de situações de rotura, ou de pré-rotura, a par da proximidade com estradas de acesso e com edificações, quer no sopé quer no topo das arribas, exigem a avaliação permanente das condições existentes, bem como a análise técnica da evolução verificada nestas arribas de forma a equacionar os problemas de estabilidade, preconizando ações de estabilização adequadas, mitigando os riscos presentes.

1 INTRODUÇÃO

O Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, I.P. (IPTM) compreende na sua jurisdição da zona centro as áreas portuárias de São Martinho do Porto (concelho de Alcobaça), Peniche (concelho de Peniche) e Ericeira (concelho de Mafra), Figura 1. Estas áreas localizam-se ao longo de uma faixa litoral com cerca de 142km de extensão caracterizada por uma fisiografia variada com arribas de alturas significativas.

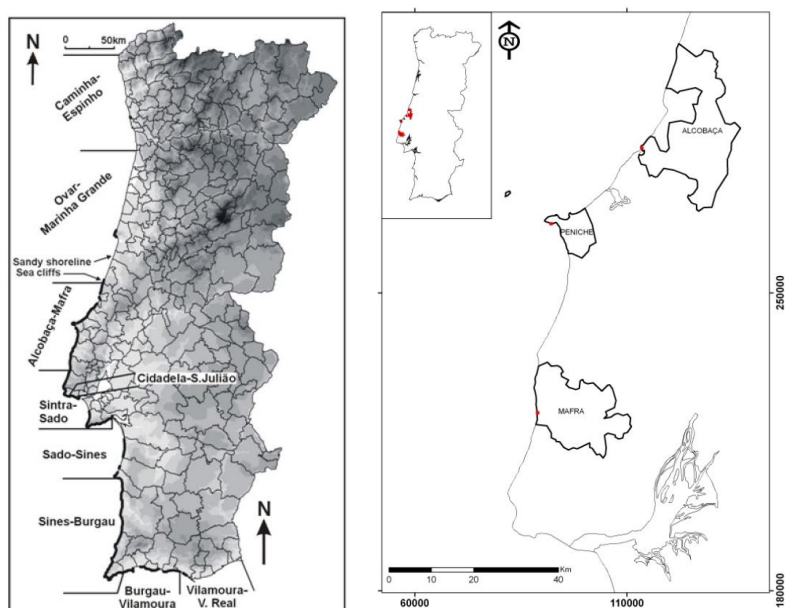


Figura 1 – Concelhos em que se situam as arribas analisadas; distribuição das arribas e planícies costeiras em Portugal (Marques, 2009). Localização dos concelhos onde se inserem as áreas portuárias (assinaladas a vermelho no mapa) da zona centro sob a jurisdição do IPTM, IP, que de norte para sul são respectivamente: Alcobaça, Peniche e Mafra.

O litoral português sofreu uma profunda alteração a partir da década de 1960 (Santos, P., 2012) e desde então que tem sido objeto de uma análise mais ou menos aprofundada, quer através de estudos históricos e etnográficos, quer através da análise científica de problemas e potencialidades locais. No que respeita a esta faixa costeira da zona centro, salienta-se que é constituída por litologias frágeis e significativamente ameaçada pela erosão, associada a uma crescente pressão urbana e demográfica que produz graves conflitos ao nível da sustentabilidade ambiental, social e económica (Santos, P., 2012).

As arribas ocorrentes nestas áreas portuárias estão sujeitas a processos erosivos graves, exigindo especial atenção no que se refere à avaliação das suas condições de estabilidade,

não só pelas características geológicas e geotécnicas que possuem, mas também devido às actividades económicas e ocupação passíveis de ser afectadas.

No presente trabalho definem-se as principais problemáticas de instabilidade que ocorrem em cada uma das áreas em estudo e são definidas as principais condições geotécnicas necessárias às intervenções de estabilização.

Destaca-se que na avaliação da estabilidade daquelas arribas é possível observar que, ao longo do tempo, por acção de vários factores como ondulação, pluviosidade, circulação de águas, sismos, entre outros, as condições de estabilidade se têm degradado, conduzindo a situações de desequilíbrio que culminam em estados de rotura, ou de pré-rotura, nomeadamente com a queda de blocos, desprendimento de elementos de estabilização e abatimento de pavimentos.

A ocorrência destas situações é devido a ser uma zona litoral sujeita a erosão significativa exige uma avaliação permanente das condições existentes, obrigando a uma análise técnica sistemática da evolução da estabilidade daquelas arribas de forma a serem equacionados os problemas de estabilidade que se verifiquem para que atempadamente sejam preconizadas ações de estabilização adequadas, visando a mitigação dos riscos presentes.

2 ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO DA ZONA EM ESTUDO

As áreas portuárias de jurisdição do IPTM da zona centro inserem-se nas unidades da Orla Mesocenoica Ocidental do Maciço Ibérico, Figura 2, e são constituídas por sedimentos de natureza detrítica e carbonatada, originalmente depositados na Bacia Lusitaniana (Kullberg et al., 2006), posteriormente remobilizados por actividade tectónica e atualmente expostos por erosão.

Durante o Mesozóico depositou-se na bordadura ocidental da Orla Mesocenoica Ocidental, uma bacia sedimentar, a Bacia Lusitânica, de forma alongada na direcção NNE-SSW, instalada numa estrutura do tipo graben, em cujo eixo os sedimentos apresentam espessura máxima, Figura 3.

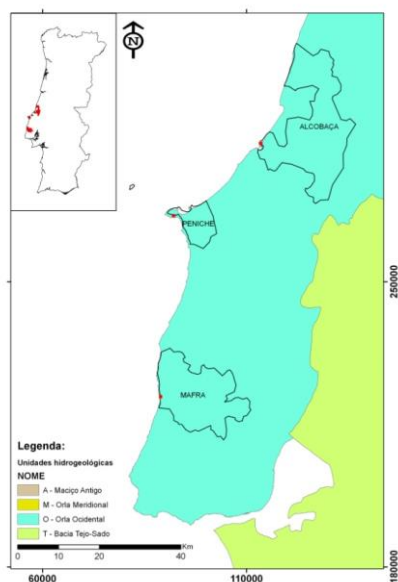


Figura 2 – Localização das áreas portuárias em estudo no Maciço Ibérico.

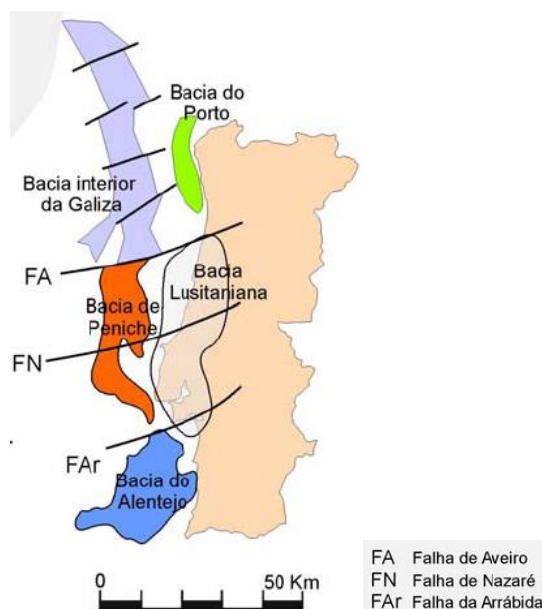


Figura 3 – Infografia com a localização da Bacia Lusitaniana (Kullberg et al., 2006).

Durante o Mesozóico depositou-se na bordadura ocidental da Orla Mesocenoica Ocidental, uma bacia sedimentar, a Bacia Lusitânica, de forma alongada na direcção NNE-SSW, instalada numa estrutura do tipo graben, em cujo eixo os sedimentos apresentam espessura máxima, Figura 3.

A Bacia Lusitaniana é uma bacia sedimentar intracratónica, interna, separada de uma zona externa por um relevo estrutural, o *horst* da Berlenga. Esta bacia desenvolveu-se na Margem Ocidental Ibérica (MOI) durante parte do Mesozóico, e a sua dinâmica enquadra-se no contexto da fragmentação da Pangeia, mais especificamente da abertura do Atlântico Norte. Caracteriza-se como uma bacia distensiva, pertencente a uma margem continental do tipo atlântico de rift não vulcânica, ocupando mais de 20 000 km² na parte central da MOI; cerca de 2/3 aflora na área continental emersa e a restante área, encontra-se imersa, na plataforma continental. Trata-se da única bacia das margens do Atlântico Norte com extensa exposição superficial (Kullberg et al., 2006).

A série mesozoica é discordante relativamente ao soco continental e inicia-se por uma série continental detrítica com conglomerados, arenitos e argilas, a que sucede uma série lagunar com argilas vermelhas, margas, gesso e sal-gema, de que decorre uma transgressão que originou uma série calcária fossilífera.

Uma grande parte dos sedimentos mesozóicos foram depositados em área litoral registando todas as oscilações do nível do mar e dando origem a sequências com alternância de sedimentos grosseiros e de sedimentos finos, e a bruscas variações laterais de fácies. Na Orla Mesocenozoica Ocidental podem distinguir-se três grandes séries, de acordo com a natureza do material, Figura 4: rochas predominantemente detríticas; alternância de rochas margosas e detríticas; rochas francamente calcárias.

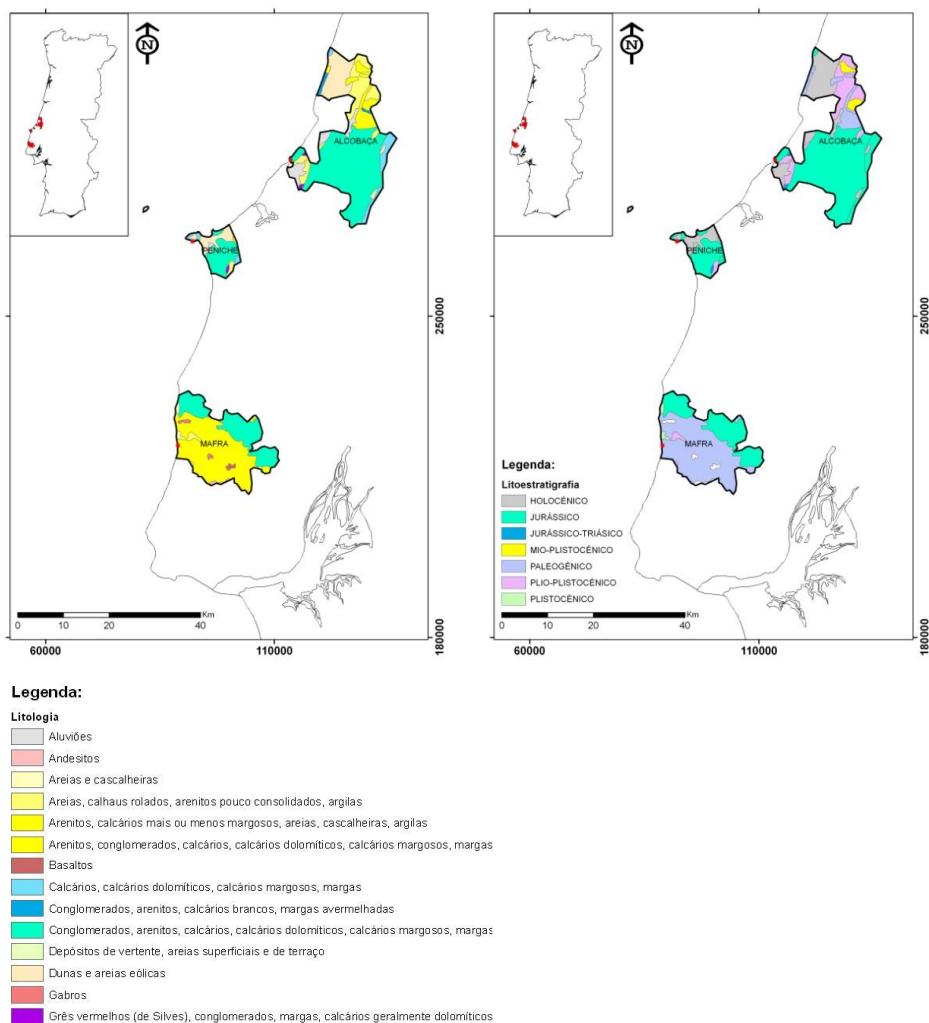


Figura 4 – Excerto da carta litológica de Portugal na escala 1/1.000.000, adaptado de Atlas do Ambiente (APA, 2013).

A Orla Ocidental é um domínio com geomorfologia suave, com colinas calcárias e vales amplos, pouco profundos e com aluvionamento significativo.

Nas áreas em estudo, inseridas numa faixa litoral caracterizada por arribas, observa-se que o relevo ocorrente é considerado como pertencente a uma planície costeira com uniformidade topográfica, cuja altitude não excede os 100m, Figura 5.

No que respeita à sismicidade das áreas em estudo observa-se que a distribuição espacial das intensidades sísmicas máximas segundo a escala internacional, se situam na zona de intensidade sísmica VII, Figura 6, onde a perigosidade sísmica é elevada devido, não só à proximidade de estruturas activas submarinas que marginam o território continental português a SW e a S, que têm o potencial de gerar os sismos máximos regionais (Grácia et al., 2003), mas também, à falha (ou zona de falhas) do vale inferior do Tejo (Carvalho et al., 2006).

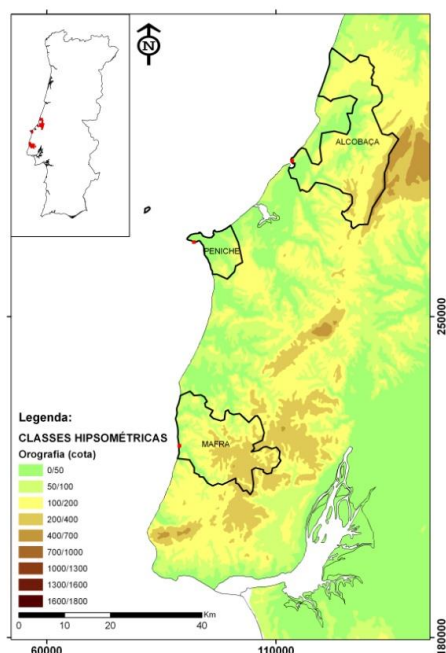


Figura 5 – Excerto da carta hipsométrica de Portugal na escala 1/1.000.000, adaptado de Atlas do Ambiente (APA, 2013).

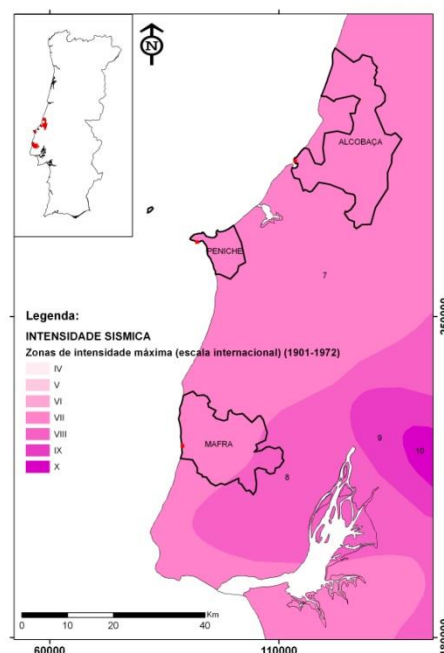


Figura 6 – Excerto da carta de intensidade sísmica (escala internacional) de Portugal na escala 1/1.000.000, adaptado de Atlas do Ambiente (APA, 2013).

3 SÃO MARTINHO DO PORTO

A concha de S. Martinho do Porto, pela sua estrutura e geometria, é um fenómeno único no mundo, tendo um interesse geológico e turístico da maior importância. A regularidade da forma, a simetria existente, e a inerente beleza natural devem-se a um dispositivo geológico singular, decorrente do diapirismo existente naquele local, com aquela disposição muito particular, sendo esta concha delimitada por esporões naturais.

Apesar de a zona de jurisdição portuária se estender a toda a concha, a área que apresenta instabilidade de arribas é o fecho da concha a norte do acesso para o mar. Esta arriba está em evolução natural, em geral erosão de camadas mais brandas, alternando com quedas de blocos das camadas mais rijas; esta evolução não é grave nem preocupante do lado do mar, mas pode ter consequências para pessoas e bens do lado interior da concha. Acresce à evolução natural fenómenos de instabilização pontual, provocados, aparentemente, por actividade humana inadequada.

Os referidos esporões, que delimitam a concha de São Martinho do Porto do lado do mar, são formados por alternâncias de calcários e margas do jurássico médio, que Zbyszewski e França (1963) denominaram de “Camadas de Montejunto”. Estes autores referem que para nordeste

no interior da zona de São Martinho do Porto, esta formação mantém uma composição litológica essencialmente calcária e margo-calcária mas, para sudoeste daquele local, a mesma vai-se tornando progressivamente mais detrítica, passando a ter uma composição essencialmente margo-arenítica, ganhando as camadas calcárias uma disposição do tipo lenticular. Aqueles esporões constituem o flanco noroeste do vale diapírico das Caldas da Rainha, delimitando interiormente a depressão do mesmo, e as acumulações recentes de areias de praia, de aluviões e os depósitos plio-pleistocénicos, estendem-se para o interior, cobrindo os terrenos margosos evaporíticos de idade hetangiana, também conhecidos por margas de Da Gorda.

Com base na Folha 26-B – Alcobaça da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50 000 editada pelos Serviços geológicos de Portugal em 1961, cujo extracto se apresenta na Figura 8, observa-se que na área em estudo ocorrem formações de idade Jurássica, que afloram na zona das arribas e, formações Plio-Quaternárias que afloram na zona da concha de São Martinho do Porto. Estas formações são afectadas por um grande acidente tectónico de direcção NE-SW, constituindo o flanco Noroeste de uma importante estrutura diapírica regional, tendo conduzido à supressão de formações do Jurássico Inferior a Médio.

No que respeita à tectónica local, observa-se um sistema complexo de falhas, que afecta as formações margo-carbonatadas Jurássicas em toda a extensão das arribas, de direcção predominante NW-SE, possivelmente associado ao grande acidente diapírico presente e visível no troço Norte da baía, junto à base da arriba na estrada de Vale do Guizo.

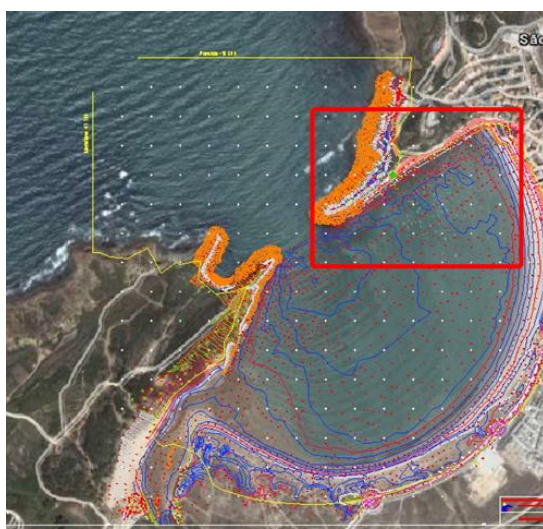


Figura 7 – A zona em estudo (caixa a vermelho), com os limites de jurisdição do IPTM, IP (limite de jurisdição traço amarelelo).

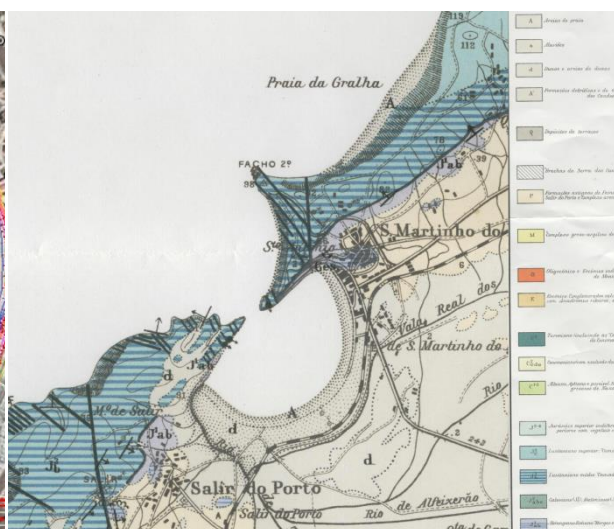


Figura 8 – Infografia com o extracto da Carta Geológica Folha 26-B.

Na generalidade as arribas apresentam grande instabilidade. Com efeito, um sistema de fracturação generalizado a todo o maciço, muito penetrativo, favoreceu o desenvolvimento de um profundo grau de alteração das rochas carbonatadas, colocando a arriba em perigo de desagregação e aluimento.

A fracturação ocorre de modo generalizado, apresentando indícios de prolongamento em profundidade por parte de várias famílias de fracturas. Este foi um facto a ser tido em conta aquando da selecção do método de consolidação a adoptar no âmbito da intervenção prevista.

Com base no reconhecimento geológico e geotécnico realizado, envolvendo, entre outros métodos, o levantamento detalhado do túnel existente, vários perfis de resistividade eléctrica, e reconhecimento geológico de superfície (Figura 9), foi possível identificar a zona mais em risco,

na qual toda a encosta está em fase de pré rotura, apresentando um desenvolvimento de instabilização por “creeping”, e impondo-se uma actuação a curto prazo, Figura 10 e Figura 11.

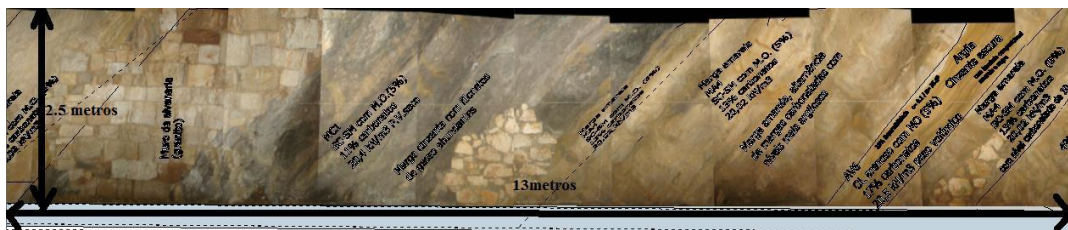
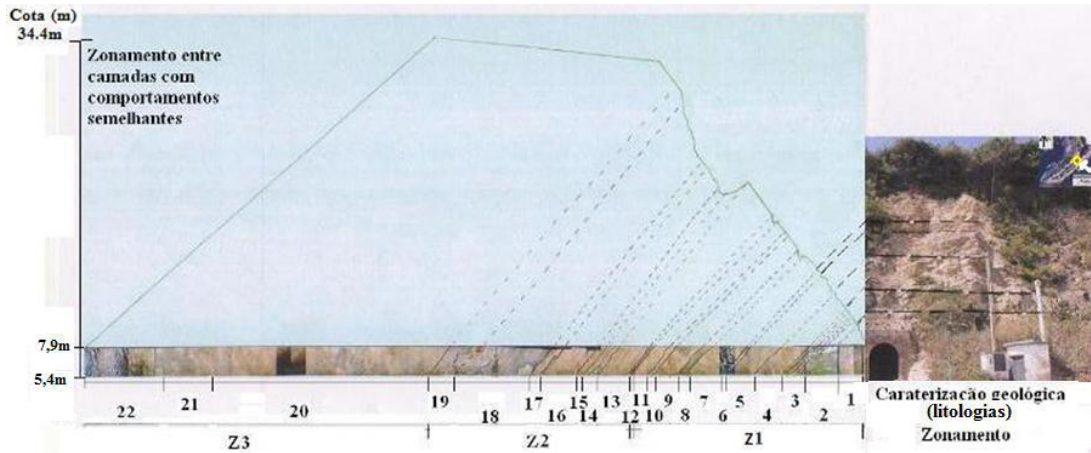


Figura 9 – esquema interpretativo da geologia do túnel e sua correlação com a encosta interior do esporão; Pormenor do levantamento do túnel (Santos, 2012).

O projecto da intervenção a adoptar está dependente da realização do levantamento topográfico de pormenor, bem como de uma campanha de prospecção geotécnica específica. No entanto, nesta encosta, dever-se-ão utilizar pelo menos duas soluções: Vigas ancoradas na encosta, e redes de protecção contra a queda de blocos na envolvente da entrada do túnel.



Figura 10 – Infografia onde se assinala o escorregamento incipiente.

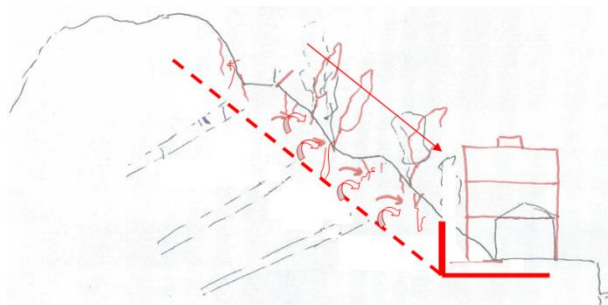


Figura 11 – Esquema representativo da situação antes da instabilização, e da acção que levou à instabilização, de acordo com a interpretação efectuada. O corte do pé da encosta terá desencadeado, ou acelerado, o fenómeno de “creeping”.

No que respeita à campanha de prospecção geotécnica foram realizados perfis de resistividade elétrica e ensaios laboratoriais (ensaio de alterabilidade, determinação da resistência à rotura em compressão uniaxial e obtenção do módulo de elasticidade, granulometrias, teor em água, determinação do teor em carbonatos, expansibilidade dos solos, resistência ao corte, etc.).

4 PENICHE

Peniche apresenta uma configuração morfológica particular estando ligada ao território continental por um istmo de dunas e areias de dunas. A península existente foi formada pela acumulação de areias transportadas por via marinha e fluvial (proximidade da foz do rio de S. Domingos). Este processo criou um extenso areal que a Norte confina com o Baleal e a Sul com a Consolação (Figura 12).

De acordo com a informação da Carta Geológica de Portugal, Folha 26-C Peniche, à escala 1/50.000, e respectiva notícia explicativa (França et al. 1960), esta zona está integrada na Orla Meso-Cenozóica Ocidental de Portugal e compreende uma série calcária-detrítica basal, relativamente espessa, datada do Aaleniano do Lias (Jurássico Inferior (Jh¹)).

Sobrejacentes, registam-se ocorrências de depósitos de antigas praias e de terraços plistocénicos (Q), constituídos por areias e cascalheiras, em geral, pouco consolidadas. As unidades geológicas mais recentes correspondem a areias de praia (A) e dunas e areias de dunas (d), observáveis ao longo do litoral, com pontos onde apresentam maior desenvolvimento.

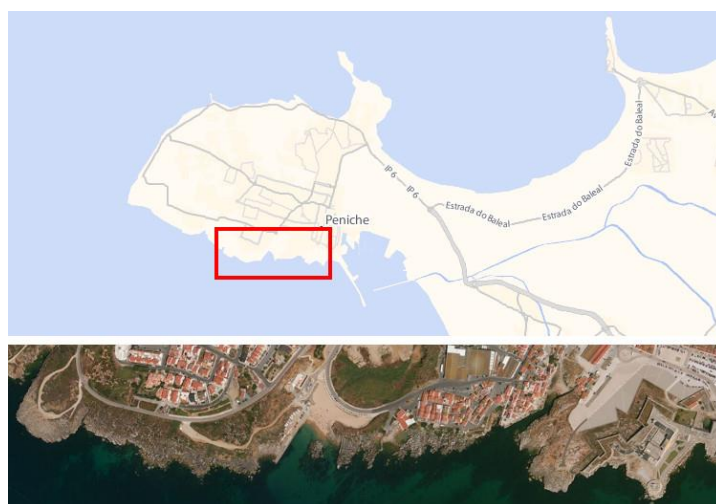


Figura 12 – Infografia com a localização da área de estudo (assinalada a vermelho no mapa), Portinho de Areia do Sul.

4.1 Enquadramento da zona em estudo

Na zona de Peniche foi efectuada uma análise de estabilidade da arriba do Portinho da Areia do Sul, localizada na costa meridional da Península de Peniche (Figura 12).

A área abrangida por esta análise corresponde a uma arriba com cerca de 70 metros de comprimento, constituída por uma série calcária-detrítica do Jurássico, meteorizada, encimada por depósitos de terra-rossa (produto residual da alteração dos calcários), Figura 13. O afloramento apresenta um declive muito acentuado, sub-vertical, que atinge os 15 metros de altura na sua base.



Figura 13 – Aspecto geral da arriba (alinhamento NE-SW).

A configuração actual da arriba deriva de diversos factores, designadamente, da intervenção humana directa dado que o local foi usado como pedreira aquando da construção do porto de Peniche. Na formação identificam-se fracturas, de atitudes variáveis, geradas pela acção dos explosivos utilizados nos trabalhos de desmonte a fogo.

A par destas fracturas e da estratificação, existem falhas e outras discontinuidades, em geral, sub-verticais. A intersecção dos planos das diferentes discontinuidades conjugada com a erosão cársica e erosão litoral têm vindo a conduzir ao dismantelamento mecânico dos materiais com a formação de blocos sem sustentação.

A combinação de factores como a pluviosidade, a circulação de águas, o vento, etc. deu origem à presente morfologia da formação. Reconhecem-se zonas de dissolução dos calcários, a existência de blocos soltos, de camadas em consola com origem tanto da erosão diferencial dos materiais como pela queda de blocos, etc. (Figura 14).



Figura 14 – Infografia exemplificativa da situação existente: camadas calcárias meteorizadas e material de alteração dos calcários, camadas calcárias em consola, blocos sem sustentação, falhas, discontinuidades e fracturas, vestígios dos furos para desmonte a fogo, etc. – fotografias de 06-12-2010.

Importa referir a existência de uma edificação, que funciona como restaurante, situada a cerca de dois metros do sopé e de uma via rodoviária no topo da arriba. Na parte da via rodoviária contígua à vertente não existe um passeio para circulação de peões, nem barreiras de acesso à arriba. Embora o espaço entre o limite da via rodoviária e o limite da arriba seja variável, em alguns trechos está reduzido a cerca de um metro. De notar a presença de sinalização vertical com alertas quanto ao perigo de quedas de blocos e com a indicação de interdição do acesso de pessoas aos locais em risco, tanto no topo como na base da arriba.

4.2 Análise dos fenómenos observados – gestão de risco

A realização de visitas técnicas permitiu não só caracterizar a situação presente e identificar as patologias mas também registar a evolução da arriba em termos de estabilidade. As condições observadas, a par da proximidade de estruturas edificadas e acessos, conduziram à necessidade de uma análise no âmbito da gestão de risco. Inclui-se nos objectivos desta análise, o auxílio à definição de medidas mitigadoras que garantam a segurança da arriba, face ao tipo de utilização da zona.

Assim, com base nos levantamentos realizados, foram cumpridas as cinco fases necessárias para uma gestão de risco adequada (ICB, 2006; NCB, 2008 *in* Santos Ferreira *et al*, 2011):

- Identificação das potenciais fontes de risco
- Avaliação do impacto individual dos riscos
- Determinação do impacto global
- Análise das medidas de redução dos riscos mais significativos
- Planear o controlo dos riscos

Apresentam-se, de seguida, as diferentes etapas do processo de análise referido e respectivas conclusões.

4.2.1 Identificação das potenciais fontes de risco

Em termos dos perigos potenciais, nas vistorias realizadas foram identificadas duas situações possíveis: a de queda de blocos e de queda de pessoas.

4.2.1.1 Determinação dos riscos

Após a identificação dos perigos potenciais, procedeu-se à sua qualificação e quantificação. Cada um dos perigos assinalados foi associado a uma probabilidade de ocorrência (p), bem como a uma quantificação das consequências possíveis (S), caso ocorra. Da multiplicação desses dois factores foi obtido o factor de risco (R), ou seja, $(R = p \times S)$.

Para esta análise, os níveis de probabilidade de ocorrência, classes de consequências e classes de risco, foram definidos de acordo com a metodologia proposta por Clayton, 2001 e sintetizados na Tabela 1 e na Tabela 2.

Tabela 1 - Níveis de probabilidade de ocorrência e classes de consequências.

Níveis de probabilidade de ocorrência		Classes de consequências	
Nível de probabilidade (p)	Descrição da probabilidade de ocorrência	Classe de consequência (S)	Descrição da probabilidade de ocorrência
1	Extremamente improvável	1	Insignificante
2	Improvável	2	Leve
3	Possível	3	Média
4	Provável	4	Grave
5	Quase certa	5	Devastadora

Tabela 2 – Classes de risco.

Classe de risco (R)	Intervalo de risco	Descrição da consequência do risco
I	1-5	Desprezável
II	6-10	Mínima
III	11-15	Significativa
IV	16-20	Grave
V	21-25	Não aceitável

4.2.1.2 Determinação do risco actual na arriba

Após atribuição do nível de probabilidade de ocorrência (p) e da classe de consequências (S) a cada tipo de perigo identificado, foi possível a determinação da classe de risco (R) existente, Tabela 3.

De referir que na quantificação, entenda-se atribuição de classe, das consequências dos perigos identificados seguiu-se um critério, no que respeita à eventual perda de vidas humanas, que consiste em atribuir a classe 4 (consequência grave) se a ocorrência do perigo tem a possibilidade de causar a perda de uma única vida humana, mas mesmo assim com pouca probabilidade de ocorrer essa perda. Se a probabilidade de perda de vida humana for elevada, ou houver possibilidade de perda de várias vidas humanas, considerou-se a classe 5 (consequência não aceitável), mesmo pelo facto de uma ocorrência desse tipo ser de natureza

desastrosa e implicar consequências dificilmente quantificáveis e aceitáveis para a entidade com jurisdição sobre a área em questão (IPTM, 2009).

Tabela 3 – Classes de risco actuais.

Tipo de Perigo	Nível da probabilidade da ocorrência (p)	Classe de consequências (S)	Factor de risco (R = p x S)	Classe de risco	
				Classe	Descrição
Queda de blocos	5	4	20	IV	Grave
Queda de pessoas ou animais	3	4	12	III	Significativa

4.2.2 Medidas de minimização dos riscos

Da descrição do processo para determinação da classe de risco percebe-se que a minimização dos riscos pode dar-se pela acção sobre o nível de probabilidade de ocorrência, sobre as classes de consequências, ou sobre ambos. As medidas propostas que actuam sobre o nível de probabilidade de ocorrência, descritas de seguida, requerem tempo para preparação e implementação. Assim, para a obtenção de uma redução imediata de classe de risco foi preconizada uma medida actuante na classe da consequência, designadamente, a interdição de acesso de pessoas aos locais.

Entre as medidas mitigadoras indicadas registaram-se a colocação de uma vedação no topo da arriba, limitando de modo eficaz o acesso a pessoas e animais; a análise detalhada da arriba concretizada num mapeamento da situação dos blocos instáveis e tomada de medidas como o desmonte daqueles que apresentam elevada probabilidade de queda e seriam difíceis de estabilizar ou pregagem de blocos individuais passíveis de estabilização; a projecção de betão reforçado com fibras para estabilização de zonas muito fracturadas e para reduzir os efeitos da erosão nas camadas mais alteradas; e a execução de uma malha de furos de drenagem.

De referir que na quantificação, entenda-se atribuição de classe, das consequências dos perigos identificados seguiu-se um critério, no que respeita à eventual perda de vidas humanas, que consiste em atribuir a classe 4 (consequência grave) se a ocorrência do perigo tem a possibilidade de causar a perda de uma única vida humana, mas mesmo assim com pouca probabilidade de ocorrer essa perda. Se a probabilidade de perda de vida humana for elevada, ou houver possibilidade de perda de várias vidas humanas, considerou-se a classe 5 (consequência não aceitável), mesmo pelo facto de uma ocorrência desse tipo ser de natureza desastrosa e implicar consequências dificilmente quantificáveis e aceitáveis para a entidade com jurisdição sobre a área em questão (IPTM, 2009).

Tabela 4 – Classes de risco. Situação após implementação de medidas mitigadoras (adaptado da Tabela 3).

Tipo de perigo	Nível da probabilidade da ocorrência (p)	Classe de consequências (S)	Factor de risco (R = p x S)	Classe de risco	
				Classe	Descrição
Queda de blocos	2	4	8	II	Mínima
Queda de pessoas ou animais	1	4	4	I	Desprezável

4.2.3 Análise de resultados e conclusões

Da análise da informação resumida na Tabela 4, verificou-se que a implementação das medidas mitigadoras conduz a um aumento da segurança como pretendido.

Considerando este método de análise de risco e comparando os resultados da Tabela 3 e Tabela 4, constata-se que no que respeita ao perigo de queda de blocos a classe de risco actual avaliada em “Grave”, seria reduzida para “Mínima” e o perigo de queda de pessoas ou animais com classe de risco actual avaliada em “Significativa”, passaria a “Desprezável”.

De notar, ainda, que a implementação de acções imediatas, nomeadamente, o impedimento do acesso de pessoas à zona até à conclusão dos trabalhos de estabilização propostos, reduziria a classe de consequência classe 4 (“Grave”) para 3 (“Significativa”), diminuindo o factor de risco. Em termos de classe de risco, esta medida não alteraria o resultando obtido, mantendo a classificação de “Desprezável”.

5 ERICEIRA

A Ericeira é uma vila piscatória, situada no concelho de Mafra, distante 35 km para nordeste de Lisboa. A área em estudo, situada no porto da Ericeira, é designada a nível local por Praia dos Pescadores, mas é também conhecida por Praia do Peixe (designação da Carta Geológica de Portugal, à escala 1:50 000), Figura 15. Com base na Notícia Explicativa da Folha 30C da Carta Geológica de Portugal, o porto da Ericeira, contém formações do Cretácico Superior (Albiano), como mostra a Figura 15, com a alternância de camadas duras (grés e calcários) e camadas brandas (margas e argilas), apresentando erosão diferencial, o que origina a morfologia característica deste tipo de unidades de relevo. Estas formações, visíveis nas arribas da Praia dos Pescadores, têm uma espessura de cerca de 25 metros.

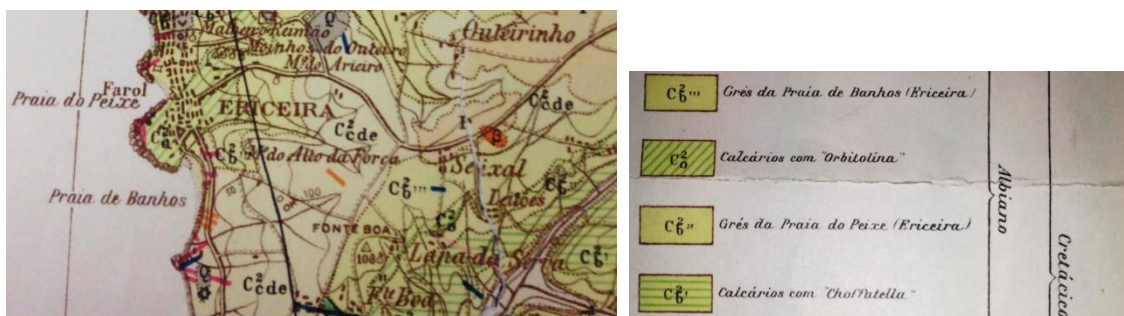


Figura 15 - Localização da área em estudo. Adaptada da Carta Geológica de Portugal Folha 30C, à escala 1:50 000 (Serviços Geológicos de Portugal, 1954).

Nesta zona a parte superior da arriba é constituída por camadas de grés calcário, em consola, que assentam sobre camadas de margas e níveis argilosos, onde a erosão actuou de forma mais intensa, devido à facilidade de desagregação destes materiais. Observa-se a desagregação e alteração das camadas menos resistentes (margas e argilas), uma forte percolação de água e intenso desenvolvimento da vegetação, que por sua vez, favorecem o potencial de erosão destes materiais e aceleram o processo de desagregação e abertura de fendas e diaclases existentes, que conduzem à formação de blocos sem sustentação, e que facilmente se desprendem do local.

Toda a arriba está sujeita à erosão, apresentando alteração, diaclasamento e percolação de água. Pela alternância das camadas brandas e duras, e pela erosão diferencial destes materiais, no que respeita à resistência, desagregação e permeabilidade, forma-se então uma arriba instável. É ainda de notar que toda a arriba está exposta à abrasão marinha e aos processos de meteorização.

O estudo da estabilidade das arribas da Ericeira tem sido uma preocupação do IPTM, IP, desde sempre, e aquelas arribas têm vindo a ser observadas e intervencionadas com maior regularidade desde 2005. O zonamento das arribas na área de jurisdição portuária realizado

em 2005, para efeito de análise das situações ocorrentes, identificou uma série de problemas e permitiu dividir o troço de arribas sob jurisdição portuária em oito zonas, Figura 16 e, posteriormente realizar observações sistemáticas anuais.

Decorrente do reconhecimento geológico e geotécnico de superfície foram definidas oito zonas com classes de estabilidade distintas, a saber (Figura 16):

- Zona 1 - Ponta de Santa Marta;
- Zona 2 - entre a Ponta de Santa Maria e o início da rampa Sul;
- Zona 3 - rampa Sul;
- Zona 4 - praia dos Pescadores;
- Zona 5 - troço de suporte da calçada entre a Capela de Sto. António e a praia dos Pescadores no extremo sul da rampa norte;
- Zona 6 - rampa Norte;
- Zona 7 - Clube Naval;
- Zona 8 - entre o Clube Naval e o limite norte da jurisdição portuária.

Com base naquele reconhecimento e para classificar o grau de risco, de um modo qualitativo, e conseqüentemente ser definido o faseamento de intervenções a efectuar, decidiu adoptar-se a seguinte classificação: risco baixo, risco moderado, risco elevado e risco muito elevado. Assim foram classificadas as zonas definidas na Figura 16 nos quatro graus de risco considerados, a saber:

- ZONA 1: risco baixo
- ZONA 2: risco baixo
- ZONA 3: risco elevado
- ZONA 4: risco moderado
- ZONA 5: risco muito elevado
- ZONA 6: risco moderado
- ZONA 7: risco muito elevado
- ZONA 8: risco elevado

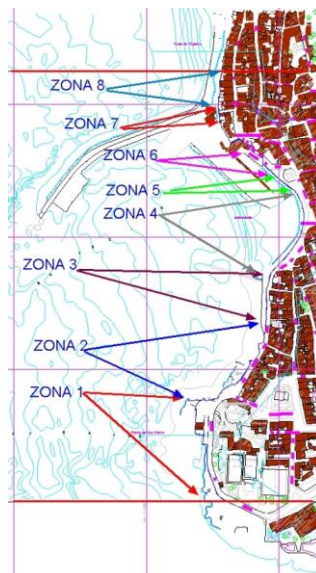


Figura 16 – Zonamento das arribas na área de jurisdição portuária, para efeito de análise das situações ocorrentes.

Decorrente da classificação de risco efectuada, e considerando algumas roturas que ocorreram em duas das zonas de risco mais elevado, e da iminência de rotura noutras duas zonas, foi necessária a intervenção urgente do IPTM, IP, em quatro das zonas, a zona 8, a zona 7, a zona 5 e a zona 3, de norte para sul respectivamente. Cronologicamente, executaram-se três intervenções: Primeiro sobre a zona 5, em seguida sobre as zonas 7 e 8, em conjunto, e por último sobre a zona 3.

5.1 Zona 5 - troço de suporte da calçada entre a Capela de Sto António e a praia dos Pescadores no extremo sul da rampa norte

O topo da arriba é suportado por um muro de alvenaria de pedra, datado de 1853, que se desenvolve ao longo de toda a sua extensão da praia do Peixe e, que nesta zona, se encontrava em início de rotura, com abertura de fendas verticais e horizontais, deslocamento e rotação, como se pode observar na Figura 17.

A instabilização deste troço do muro poderá, eventualmente, dever-se a trabalhos de renovação na rede de esgotos da Ericeira, que tenham originado naquele local alguma rotura e fuga de água. Como não era possível interromper a circulação no arruamento, a solução adoptada consistiu em executar, exteriormente ao muro, um muro em betão armado, sem fundações, devido às condições locais, muro esse estabilizado através de ancoragens com cerca de 22 a 25m, ancoradas no maciço rochoso. A Figura 18 mostra esse trecho, após estabilização.



Figura 17 – Aspecto do muro adjacente à Capela de Sto António, antes da intervenção. Note-se as fendas verticais nos limites do troço instabilizado, e respectivo deslocamento dos bordos.



Figura 18 – Aspecto do muro adjacente à Capela de Sto António, antes da intervenção.

5.2 Intervenção 2 - Zona 8 - entre o Clube Naval e o limite norte da jurisdição portuária, e Zona 7 - Clube Naval

Para além da erosão diferencial das camadas que constituem a arriba, a percolação de água e desenvolvimento de vegetação, induz a alguma instabilidade, bem como o próprio peso das casas e pela canalização de águas pluviais directamente para o meio da arriba. O facto de as casas no topo da arriba estarem muito próximo da crista, faz com que, sob algumas delas, as respectivas fundações estejam descalças, e existissem locas onde era possível o acesso de uma pessoa.

A erosão dos estratos margosos, deixando os estratos de arenitos calcários em consola, juntamente com o diaclasamento destes últimos estratos, potencia a queda de blocos.

Na zona 7 os problemas eram idênticos, tendo as instalações do Clube Naval da Ericeira sido danificadas pela queda de um bloco que se desprendeu da arriba, Figura 19. Observa-se

também que aquelas instalações, quase encostadas à arriba, são um alvo permanente para acidentes desta natureza, pois a parte da arriba que está mesmo por cima do clube naval, está também exposta à erosão, apresentando alteração, diaclasamento e percolação de água. Pela alternância das camadas brandas e duras, e pela erosão diferencial destes materiais, no que respeita à resistência, desagregação e permeabilidade, forma-se então uma arriba instável.

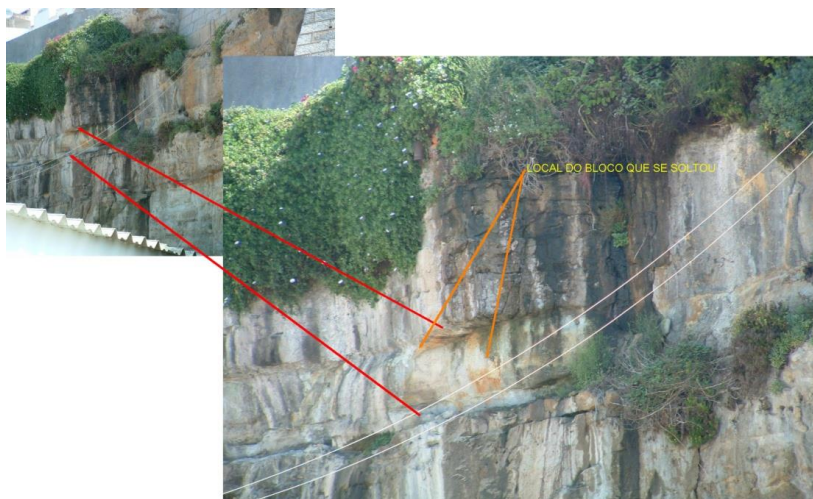


Figura 19 – Identificação do local de desprendimento do bloco que caiu no Clube Naval. Peso estimado do bloco, 700kgf.

Estas duas zonas, zona 8 e zona 7, foram intervencionadas conjuntamente conforme se apresenta nas Figura 20 e 21, esta última após a intervenção realizada.



Figura 20 – Troço de falésia correspondente às zonas 7 e 8, antes da intervenção



Figura 21 – Troço de falésia correspondente às zonas 7 e 8, dois anos após a intervenção

Nestas duas zonas a intervenção efectuada consistiu no seguinte:

- Desmonte de blocos instáveis, e que não era possível estabilizar;

- Pregagem dos blocos que podiam ser estabilizados;
- Revestimento com betão projectado dos estratos brandos, de modo a protege-los da erosão e, conseqüentemente, limitar o descalçamento de blocos mais duros;
- Introdução de drenagens nos contactos de margas e calcários;
- Execução de uma viga de betão armado, ancorada, para estabilização das fundações dos edifícios que apresentavam descalçamento de fundações.

5.3 Intervenção 3 - Zona 3 - rampa Sul

Observa-se nesta zona que, a parte superior da arriba é constituída por camadas de grés calcário, em consola, que assentam sobre camadas de margas e níveis argilosos, onde a erosão actuou de forma mais intensa, devido à facilidade de desagregação destes materiais.

Observa-se ainda uma intensa percolação de água, que muito contribui para a erosão da arriba, bem como para o desenvolvimento de vegetação, que por sua vez acelera o processo de desagregação e abertura de fendas e diaclasas existentes, que conduzem à formação de blocos sem sustentação, e que facilmente se desprendem do local.

Parte da arriba está coberta por revestimento, o qual se encontra muito degradado, estando continuamente a arriba e o revestimento sujeitos a fenómenos de erosão. A arriba natural exposta está sujeita a fenómenos de erosão diferencial, resultando na erosão das camadas margosas e argilosas, deixando os estratos calcários, mais resistentes, em consola. Estes estratos têm uma tendência natural para o diaclasamento, destacando-se muitos blocos individuais, com elevado perigo de queda, podendo atingir os transeuntes na rampa de acesso à praia (Figura 22).

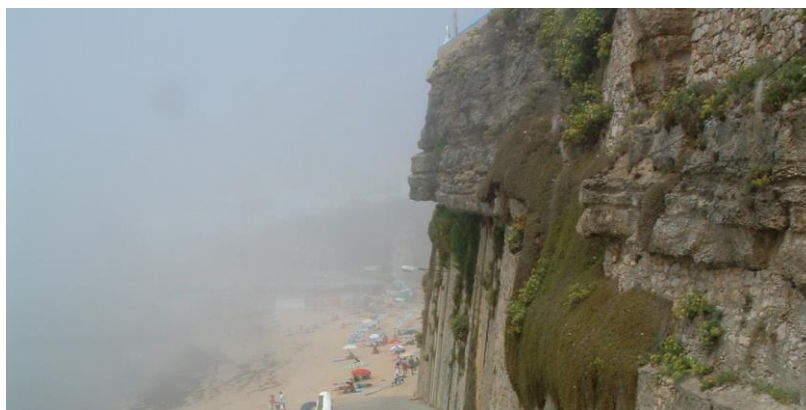


Figura 22 – Troço de falésia acima da rampa sul. A alternância de calcários e margas é visível, bem como a pequena espessura dos estratos

O estado do muro de suporte da rampa, construído no último quartel do século XIX, encontrava-se em mau estado de conservação, com inúmeras locas, queda de pedras do muro, queda de revestimento (Figura 23).



Figura 23 – Aspecto de muro de suporte da rampa entre 2005 e 2011.

A rotura de parte do muro de suporte, em Maio de 2012, permitiu verificar de modo mais correcto e aprofundado, o estado de degradação do muro, assim como as condições em que se encontrava a sua fundação, após remoção do amontoado de blocos que existia no seu pé. De notar que estes blocos, se por um lado protegiam a base do muro da acção directa das ondas, por outro lado impedia a observação directa das suas fundações, e do seu estado. O muro original foi executado com uma argamassa de origem carbonatada, argamassa essa que terá sido dissolvida pela água, encontrando-se o muro com uma argamassa residual arenizada.

A Figura 24 apresenta um aspecto geral do muro de suporte da rampa, após rotura. A Figura 25 mostra as fundações do muro, durante a intervenção, após limpeza dos blocos que, protegendo-o da acção das ondas, impediam igualmente a observação do estado real do muro.



Figura 24 – Aspecto de muro de suporte da rampa após a rotura do troço central, em Maio de 2012.

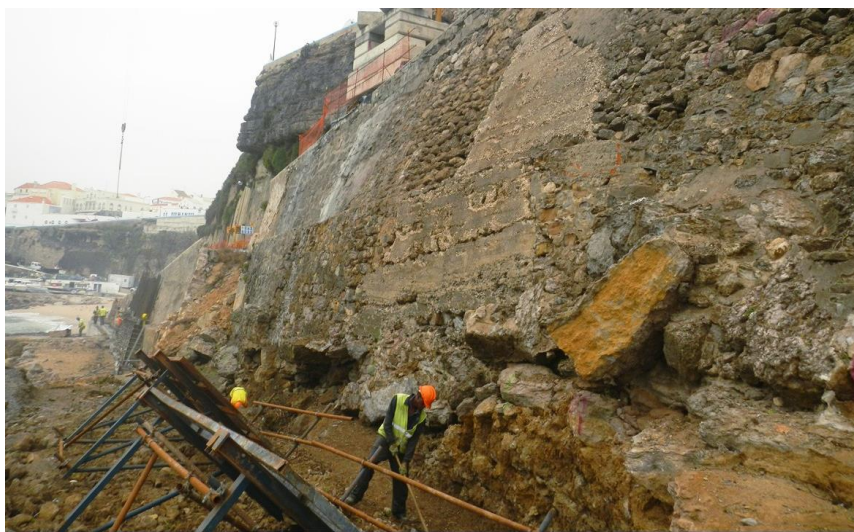


Figura 25 – Aspecto das fundações do muro de suporte da rampa, após limpeza e remoção dos blocos que protegiam o seu pé. Como se pode ver, partes importantes do muro não têm qualquer suporte.

5.3.1 Resumo da intervenção

A solução encontrada para garantir a segurança da arriba, muro, rampa e estruturas adjacentes consistiu na execução de um novo muro de contenção solidário com o muro original, ancorado ao maciço calcário são, já que não havia espaço para as fundações de um muro tradicional, fosse tipo gravidade, ou em betão armado. O aterro no tardo do muro foi refeito, no troço que rompeu, e as locas identificadas foram preenchidas com injeção de betão. A laje que revestia a rampa de acesso à praia foi recuperada, assim como o revestimento da arriba acima da rampa foi estabilizado através da remoção de blocos instáveis; previa-se, em fase de projecto, a pregagem de blocos que fossem passíveis de ser estabilizados; no entanto, a

pequena espessura das camadas aconselhou, durante a execução, a alteração da solução, tendo-se optado por envolver os estratos calcários que se destacam da arriba por uma rede metálica pregada ao maciço calcário, em zonas com espessura e com resistência adequada (Figura 26). Os estratos de marga, e as descontinuidades dos estratos calcários, foram protegidos da erosão através da projecção de betão com fibras plásticas.

Na arriba e no muro foram executadas malhas de drenagem para reduzir os impulsos.

Foram introduzidos dois inclinómetros para verificação de movimentos horizontais ao longo do aterro, assim como perfis de marcas topográficas para monitorização de deslocamentos horizontais e verticais ao longo de toda a arriba e muro de contenção.

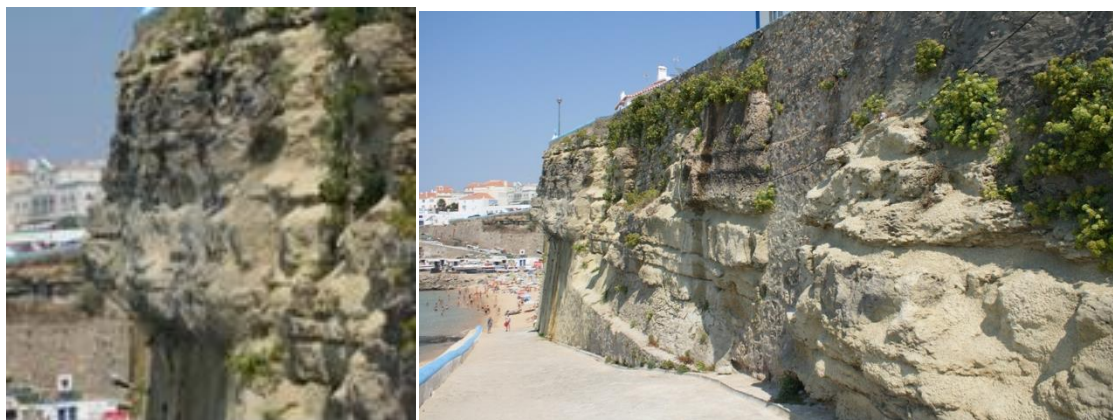


Figura 26 – Estabilização dos estratos em consola, acima da rampa, com rede metálica. Aspecto geral da arriba acima da rampa, após intervenção.

O muro de suporte ancorado que agora suporta toda a rampa sul, por questões estéticas, e para integração com as antigas obras de estabilização existentes, foi revestido parcialmente a pedra (Figura 27).



Figura 27 – Aspecto geral da rampa sul, após intervenção

5.4 Intervenções futuras - Zona 4 - Praia dos Pescadores

Tendo sido concluída a intervenção de emergência na rampa sul no início de 2013, iniciou-se de seguida a análise e estudo da zona 4, praia dos Pescadores, que será, das zonas sob jurisdição portuária, a que necessitará de intervenção mais célere.

De momento foram identificados os problemas ocorrentes, ainda não tendo sido decidido o tipo de intervenção a efectuar.

6 CONCLUSÕES

O IPTM, IP tem na sua área de jurisdição, diversas arribas, as quais estão, normalmente, sobranceiras a zonas onde se desenvolvem actividades portuárias ou outras ocupações ou utilizações relevantes.

Pelas suas características naturais, potenciadas pela forte exposição aos agentes erosivos, estes elementos geológicos exigem uma vigilância atenta, tanto mais que a ocorrência da sua instabilidade pode pôr em risco pessoas e bens, o que importa salvaguardar.

Nesse sentido, o IPTM, IP, desde sempre, tem desenvolvido estudos sobre as arribas com vista a identificar o seu grau de risco e conseqüente definição das estratégias de intervenção mais adequadas, do ponto de vista técnico e económico, resultando em soluções de projecto variáveis consoante o tipo de problemas a resolver e as características geológicas e geotécnicas das estruturas a intervencionar.

Foram apresentados os exemplos dos casos de São Martinho do Porto, Peniche e Ericeira.

Resultando destas acções, e dentro das disponibilidades financeiras atribuídas ao IPTM, IP, têm resultado intervenções faseadas consoante as prioridades definidas, atendendo aos graus de risco identificados, por forma a salvaguardar pessoas e bens.

Este trabalho é parte de uma estratégia mais vasta do IPTM, IP, no sentido do acompanhamento periódico das estruturas sob sua jurisdição, que incide também sobre os quebra-mares e pontes-cais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IPTM, IP., a autorização para utilizar os dados constantes neste artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APA, 2013. Atlas do Ambiente: Carta litológica de Portugal Continental na escala 1/1.000.000.

Carvalho, J.; Cabral, J.; Gonçalves, R.; Torres, L.; Mendes-Victor, L. (2006) – Geophysical methods applied to fault characterization and earthquake potential assessment in the Lower Tagus Valley, Portugal. *Tectonophysics*, 418, 277-297.

Carta Geológica de Portugal à escala 1:500 000, editada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1992.

Carta Geológica de Portugal Folha 30-C, à escala 1:50 000, editada pelos Serviços Geológicos de Portugal em 1954.

Grácia, E.; Donabeitia, J.; Vergés, J.; PARSIFAL Team (2003) – Mapping active faults offshore Portugal (36°N-38°N): Implications for seismic hazard assessment along the southwest Iberian margin. *Geology*, 31, 1: 83-86.

Kullberg, J. C., Rocha, R. B., Soares, A. F., Rey, J., Terrinha, P., Callapez, P., Martins, L., (2006) – A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica. In *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria* (R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha & J. C. Kullberg, Eds.). Univ. Évora, pp. 317-368.

IPTM, IP, 2005. Nota Técnica sobre as condições de estabilidade das arribas da Ericeira. Relatório interno.

IPTM, IP, 2007. Análise das condições de estabilidade das arribas de S. Martinho do Porto. Relatório Interno.

IPTM, IP, 2008. Nota Técnica. Revisão das condições de estabilidade das arribas da Ericeira. Relatório interno.

- IPTM, IP, 2010. Análise das condições de estabilidade das arribas de S. Martinho do Porto. Relatório Interno.
- Marques, F.M.S.F., 2009. Sea cliff instability hazard prevention and planning: examples of practice in Portugal. *Journal of Coastal Research*, SI 56 (Proceedings of the 10th International Coastal Symposium), 856-860. Lisboa, Portugal, ISSN 0749-0258.
- Santos, F.A.C., 2012. *Caracterização geotécnica na análise da estabilidade de taludes naturais – o caso de S. Martinho do Porto*. Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Geológica (Geotecnia) Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.
- Santos, P., 2012. *50 anos de ocupação do litoral oeste. O caso da freguesia de Pataias, Alcobaça*. Dissertação de Mestrado em Gestão do Território – Planeamento e Ordenamento do Território, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa.