

# **CARTOGRAFIA E INSPECÇÃO DE ESPORÕES DA REGIÃO DE ESPINHO: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA NA PERSPECTIVA DA GEOTECNIA**

## **MAPPING AND ASSESSMENT OF GROINS FROM THE ESPINHO AREA: A METHODOLOGICAL PROPOSAL IN GEOTECHNICAL PERSPECTIVE**

Pires, Ana, *Dep. de Engenharia Geotécnica, ISEP, Universidade de Aveiro, anitapinky@sapo.pt*

Santiago Miranda, Fernando, *Administração dos Portos do Douro e Leixões (APDL), Leça da Palmeira, Portugal*

Gomes, Alberto, *Departamento de Geografia (GEDES), FLUP, Universidade do Porto, Portugal*

Chaminé, Helder I., *Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal; e Centro de Minerais Industriais e Argilas, Universidade de Aveiro hic@isep.ipp.pt*

### **RESUMO**

Este estudo apresenta uma proposta metodológica, num âmbito geotécnico, para a inspecção e cartografia de estruturas de protecção costeira (esporões) na região de Espinho. Foram seguidas as recomendações e a terminologia do manual do uso de rochas em engenharia costeira (CIRIA/CUR [1]) e a proposta de caracterização/avaliação geológico-geotécnica de materiais rochosos da ISRM ([2], [3]). Criou-se uma ficha geotécnica aplicada ao reconhecimento e inspecção visual do material-rocha da estrutura. Além disso, recorrendo a imagens aéreas georreferenciadas, foi realizada a cartografia de pormenor dos blocos rochosos. Esta originou mapas temáticos do esporão, que permitiram diferentes avaliações segundo parâmetros geológico-geotécnicos. Apresentam-se, por fim, sugestões úteis, tanto para o planeamento dos esporões, como para a caracterização do estado de conservação e evolução destas estruturas.

### **ABSTRACT**

This study presents a methodological proposal, on a geotechnical perspective, for the assessment and mapping of coastal protection structures (groins) from the Espinho area (NW Portugal). The recommendations and terminology pointed out by the manual of rock uses in coastal and shoreline engineering have been followed (CIRIA/CUR [1]), as well as, the geological and geotechnical proposal for the characterization of rock materials by ISRM ([2], [3]). A geotechnical data sheet was created for the recognition and visual assessment of the rock material. Based on georeferenced aerial images a detailed mapping of the rock mass blocks was then built. This approach originated groin thematic maps useful to evaluate different geological and geotechnical parameters. Finally, some suggestions are presented which may contribute for further planning and characterization of this kind of structures.

## 1. INTRODUÇÃO

A protecção da costa contra a erosão marítima é um problema complexo e, por isso, recorre-se a diferentes métodos e estruturas marítimas. Um dos processos mais generalizados de protecção costeira é por meio de esporões, assim classificados na designação de obras transversais de defesa, conjugados ou não com obras longitudinais aderentes e, em certos casos, com alimentação artificial. Os esporões são estruturas, geralmente, perpendiculares à costa, cuja função é reter o transporte litoral de areias, de modo a acumular, ou pelo menos, estabilizar uma praia que se encontra em erosão, chamando-a a participar na natural dissipação da energia das ondas (Gomes [4]). No presente trabalho pretende-se mostrar que para o dimensionamento de uma obra marítima, não são apenas importantes fundamentos de hidráulica, mas também conceitos de geologia e geomorfologia costeira e de geotecnia (e.g., CIRIA/CUR [1], USACE [5]). O objectivo da cartografia e inspecção sistemática da estrutura foi, numa perspectiva da geoengenharia, definir e caracterizar os blocos constituintes da estrutura (pedra natural e/ou blocos de betão), de modo a acompanhar a construção de um esporão desde a origem da exploração do material-rocha — pedreira — até à sua colocação em obra. Esse acompanhamento geológico-geotécnico do material desde a sua origem é extremamente importante porque poderá influenciar o comportamento, em termos de vida útil de um esporão.

## 2. O CASO PRÁTICO: OS ESPORÕES DA REGIÃO DE ESPINHO

### 2.1 Objectivos e enquadramento

O presente estudo apresenta uma metodologia desenvolvida para a monitorização sistemática aplicada a uma obra de protecção costeira (esporões) característica da região de Espinho. Trata-se de uma abordagem baseada na inspecção e no reconhecimento visual do material rochoso da estrutura, tendo como principais referências o “*manual of the use of rock in coastal and shoreline engineering*” (CIRIA/CUR [1]) e o “*coastal engineering manual*” (USACE [6]). Para o efeito, foram criados, a partir de uma fotografia aérea georreferenciada numa base cartográfica digital (C. M. E., [7]), mapas temáticos da estrutura de protecção costeira em termos, sobretudo, de litologia (destrinça dos tipos de material-rocha), de resistência (à compressão uniaxial) e de grau de alterabilidade. A cartografia dos distintos blocos de material-rocha constituiu a base para definir um esboço de zonamento numa perspectiva geotécnica dos materiais da estrutura. No estudo das obras de protecção costeira da região de Espinho foram realizadas inspecções visuais sistemáticas em quatro esporões, tendo incidido o trabalho de campo no denominado esporão de Paramos. Houve, igualmente, a preocupação de caracterizar “in situ” os materiais rochosos e os materiais de betão utilizados no revestimento das estruturas de protecção costeira. Assim, elaborou-se, por um lado, o estudo geológico-geotécnico de pormenor nas pedreiras (especialmente da pedreira de Malaposta da empresa Irmãos Cavaco, SA e do grupo SOMAGUE) que forneceram os materiais rochosos e, por outro lado, procedeu-se a um estudo minucioso de toda a documentação técnico-científica cedida pelas empresas supracitadas e em publicações científicas (e.g., Chaminé *et al.* [8], Pizarro *et al.* [9]). Uma versão preliminar desta metodologia, cujas investigações continuam em curso, encontra-se apresentado no trabalho de Pires ([10]).

O concelho de Espinho está situado na orla Atlântica, aproximadamente 50 km a Norte de Aveiro e 20 km a Sul do Porto. Com uma área de 21,42 km<sup>2</sup>, tem como limites administrativos, a Norte o município de Gaia, a Sul o concelho de Ovar, a Este o concelho da Feira e a Oeste o Oceano Atlântico. A costa de Espinho é protegida por um campo de cinco esporões e duas obras aderentes (Mota-Oliveira e Martins [11], Veloso-Gomes [12]). O quadro 1 apresenta uma síntese das principais características do campo de esporões da região de Espinho. A figura 1

representa a obra de protecção costeira em estudo — esporão de Paramos — e a área envolvente.

Quadro 1 – Síntese das características do campo de esporões da região de Espinho (adaptado de SOMAGUE [13] e Veloso-Gomes *et al.* [12])

Designação Segundo: SOMAGUE [13]/ Veloso-Gomes <i>et al.</i> [12]	Tipo de Estrutura	Localização	Ano de construção	Comprimento (m)	Esporões	
					Estudados	Presente estudo
Obra 1/1	Esporão	Espinho	1918 / 1981/83	350	X	
Obra 2/2	Esporão	Espinho	1981 / 83	400	X	
-	Obra aderente	Espinho	-	400		
Obra 3/3	Esporão	Espinho	1981 / 83	300	X	
Obra 4/4	Esporão	Paramos	1981 / 83	280		
-	Obra aderente	Paramos	-	100		
-/5	Esporão	Paramos	1985	280	X	X

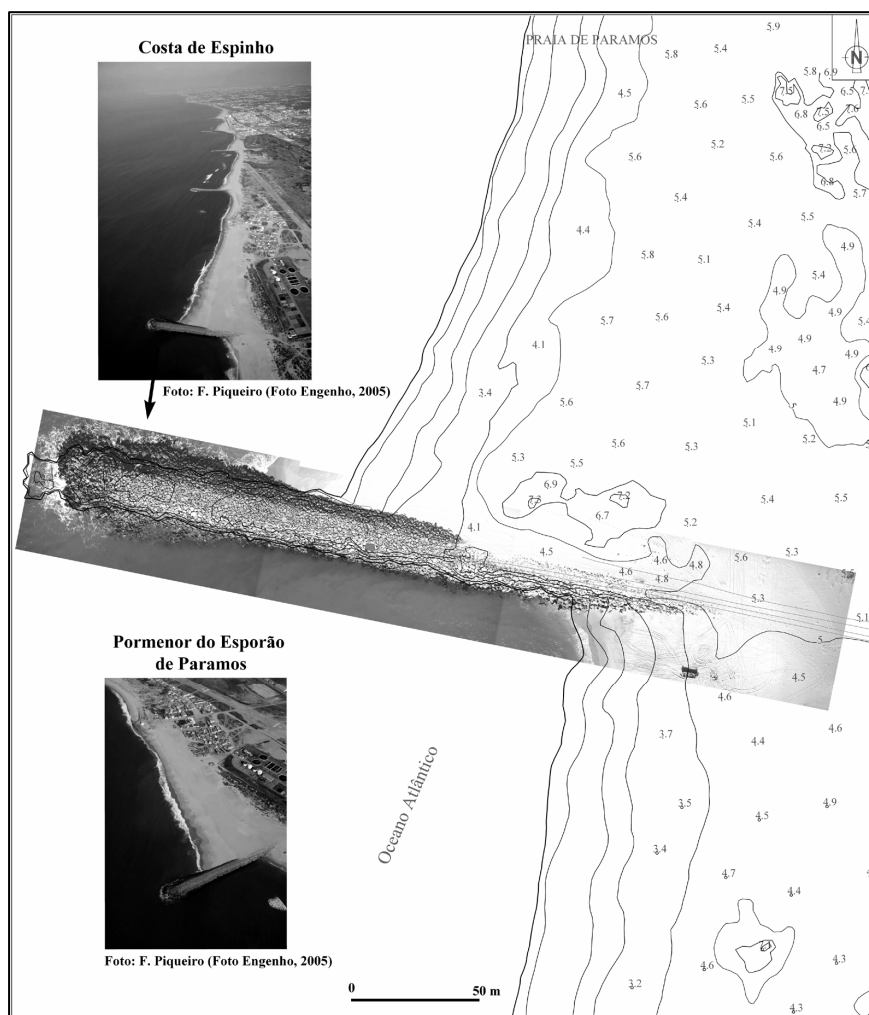


Figura 1 – Enquadramento da área de estudo, o esporão de Paramos (imagens aéreas cedidas gentilmente pelo Prof. F. Piqueiro, Fevereiro de 2005).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 O manual da CIRIA/CUR (1991)**

O “*manual of the use of rock in coastal and shoreline engineering*” (CIRIA/CUR [1]) é um guia prático sobre os procedimentos técnico-científicos para a aplicação do material-rocha em obras de engenharia costeira. Este manual assenta numa abordagem aos processos de planeamento e de dimensionamento, sendo, para isso, considerados uma série de procedimentos e parâmetros geológico-geotécnicos, ambientais e económicos aplicados à engenharia costeira (e.g., disponibilidade e durabilidade dos materiais; implicações ambientais; métodos de construção; estratégias futuras de procedimentos e factores económicos). Este manual pretende constituir um guia para a caracterização, o acompanhamento e o dimensionamento de uma estrutura marítima desde a origem da matéria-prima rochosa até à sua colocação em obra.

#### **3.2 Imagens aéreas**

A aquisição de imagens aéreas foi efectuada propositadamente para o presente estudo recorrendo-se, para o efeito, a um helicóptero. No decurso do voo a aquisição das imagens foi realizada a partir da zona da porta direita do helicóptero previamente retirada, colocando-se o operador ligeiramente projectado para o exterior de forma a poder aceder a uma visada, do modo mais vertical possível. A câmara digital é fixada manualmente pelo operador não havendo uma ligação rígida ao helicóptero (pormenores em Gonçalves e Piqueiro [14]). O voo realizado ao esporão de Paramos efectuou-se no dia 4 de Fevereiro de 2005, entre as 13:28 e 13:31 (GMT), cuja maré apresentava cerca de 2 metros de altura (I. H. [15]). Procedeu-se a uma montagem dos fotogramas orto-rectificados obtendo-se, assim, uma imagem global do esporão que serviu de base a este estudo.

#### **3.3 A técnica de amostragem linear**

Uma das metodologias usadas foi a designada técnica de amostragem linear (“scanline sampling technique”) aplicada à geologia aplicada/geotecnia (e.g., Lamas [16], Chaminé e Fernandes [17], Chaminé *et al.* [18]). Esta técnica está também contemplada no manual da CIRIA/CUR ([1]), mas numa perspectiva de caracterização geológico-geomecânica dos blocos naturais no seu local de extracção de origem. Neste estudo, a técnica de amostragem linear foi aplicada na própria estrutura de protecção costeira, servindo como um apoio cartográfico para referenciar os blocos intersectados pela linha de amostragem.

#### **3.4 A resistência do material-rocha: o esclerómetro portátil**

Para avaliar a resistência do material-rocha recorreu-se ao esclerómetro portátil (martelo de Schmidt) da marca PROCEQ, tipo L. Em função da dureza (ou seja, da resistência à compressão uniaxial do material-rocha) registada nos ensaios e da densidade média do material-rocha, procedeu-se à classificação da resistência à compressão uniaxial (ISRM [2], [3]).

#### **3.5 Inspeção visual e cartografia aplicada**

Esta técnica de observação directa, permite detectar modificações na estrutura, nomeadamente fracturas/fissuras nos blocos rochosos, mudanças de posição ou de orientação relativa dos blocos, e deteriorações do material dos blocos. Foi realizada uma inspeção visual a partir do coroamento do esporão e na parte superior dos blocos do manto resistente. O equipamento necessário para a recolha de informação e cartografia foi a bússola, a fita métrica, o esclerómetro portátil, a máquina fotográfica e a ficha de levantamento geotécnica de campo. A

ficha de campo apresentada na figura 2 resulta de uma abordagem geotécnica com o intuito de contribuir para uma correcta avaliação do estado da estrutura marítima. Foi igualmente criada uma ficha destinada à análise do estado da cabeça dos esporões, baseada na ficha geral de inspecção visual aplicada aos quebra-mares da costa portuguesa, proposta pelo LNEC e realizada pelo Grupo de Observação Sistemática de Obras Marítimas (Silva [19]).

Identificação do Esporão:				(continuação)			
Caracterização Geológica – 1ª Avaliação Geral ao Manto Resistente				Ensaio de resistência à compressão simples (Dureza de Schmidt)			
Cor				Trama nº		Troço (m)	
Grau de Alteração				Ensaio de resistência à compressão simples (Dureza de Schmidt)			
Textura/Estrutura				Estação nº	Resultados	Estação nº	Resultados
Descrição da rocha				Distância à origem (m)		Distância à origem (m)	
Identificação da(s) rocha(s) (marca, nº, etc)				Identificação da rocha		Identificação da rocha	
Observações				Grau de Alteração		Grau de Alteração	
				Estação nº	Resultados	Estação nº	Resultados
Cor				Distância à origem (m)		Distância à origem (m)	
Grau de Alteração				Identificação da rocha		Identificação da rocha	
Textura/Estrutura				Grau de Alteração		Grau de Alteração	
Descrição da rocha				Estação nº	Resultados	Estação nº	Resultados
Identificação da(s) rocha(s) (marca, nº, etc)				Distância à origem (m)		Distância à origem (m)	
Observações				Identificação da rocha		Identificação da rocha	
				Grau de Alteração		Grau de Alteração	
Direcção da "scanline":	Data:		Hora:	Estação nº	Resultados	Estação nº	Resultados
				Distância à origem (m)		Distância à origem (m)	
Esquema da "scanline"				Identificação da rocha		Identificação da rocha	
				Grau de Alteração		Grau de Alteração	
				Estação nº	Resultados	Estação nº	Resultados
				Distância à origem (m)		Distância à origem (m)	
				Identificação da rocha		Identificação da rocha	
				Grau de Alteração		Grau de Alteração	
				Estação nº	Resultados	Estação nº	Resultados
				Distância à origem (m)		Distância à origem (m)	
				Identificação da rocha		Identificação da rocha	
				Grau de Alteração		Grau de Alteração	

(continua)

Figura 2 - Ficha de levantamento geotécnico para o esporão em estudo: uma proposta.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Mapas temáticos

A metodologia desenvolvida e aplicada na estrutura de protecção costeira de Paramos (Espinho) baseou-se, por um lado, na criação de uma ficha geotécnica aplicada ao reconhecimento e inspecção visual do material-rocha da estrutura e, por outro lado, no recurso a imagens adquiridas a partir de helicóptero com uma câmara digital, as quais sofreram, posteriormente, rectificação e georreferenciação, permitindo uma cartografia de pormenor dos blocos rochosos constituintes da estrutura de protecção costeira. Assim, através da fotografia aérea georreferenciada e de uma forma expedita, foram criados mapas temáticos gerais e de pormenor da estrutura de protecção, com o objectivo de cartografar a estrutura em termos de blocos constituintes, criando e apresentando diferentes avaliações de alguns parâmetros geológico-geotécnicos do material-rocha dos blocos, tais como: tipo(s) de litologia(s), características geológico-geotécnicas (cor, grau de alteração, grau de fissuração, etc.) e características geomecânicas (resistência à compressão uniaxial através de ensaios esclerométricos). Nos levantamentos de pormenor recorreu-se à técnica de amostragem linear, a partir de perfis referenciados, o que permitiu de uma forma sistemática a recolha dos dados e o registo numa ficha de campo desenvolvida para o efeito.

Seguidamente apresentam-se uma série de mapas temáticos aplicados ao esporão de Espinho. O material-rocha identificado nos esporões é, em regra, do tipo granito e gnaiss (quadro 2).

Quadro 2 - Litologias e materiais identificados no Esporão de Paramos.

<b>BLOCOS NATURAIS</b>	<b>Cor</b>	<b>Azul-acinzentado</b>	<b>Rosa-avermelhado</b>	<b>Amarelo-esbranquiçado</b>
	<b>Grau de Alteração</b>	W <sub>1-2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>1-2</sub> / W <sub>3</sub>
	<b>Textura/estrutura</b>	Grão médio	Grão médio a fino	Grão médio a grosseiro
	<b>Descrição da rocha</b>	Granito biotítico	Granito biotítico	Gnaisse
	<b>Observações</b> (Chaminé et al [8])	Granito de Lavadores	Granito de Lavadores	Gnaisse de Lourosa (bandado gnáissico)
<b>BLOCOS DE BETÃO</b>	<b>Cor</b>	Cinza esbranquiçado	-	-
	<b>Descrição do material</b>	Betão + agregados	-	-
	<b>Observações</b>	Tampa de betão (mistura de agregados com quartzo + granito)		

A figura 3 corresponde ao mapa de litologias dos blocos naturais e materiais de betão constituintes do esporão de Paramos. Para a execução deste mapa de base procedeu-se à cartografia exaustiva de 5.131 blocos de material-rocha e de 4 blocos de betão, totalizando 5135 blocos. Para a execução deste mapa procedeu-se, numa primeira fase, à vectorização de todos os blocos que compõem a estrutura, com base na fotografia orto-rectificada de pormenor efectuada para o efeito e, numa fase subsequente, elaboraram-se minutas de terreno para se cartografar “in situ”, recorrendo à terminologia e procedimentos geológico-geotécnicos da ISRM ([2], [3]) e da cartografia geológica clássica.

Procedeu-se, ainda, para cada componente do esporão (aliando a sua maior ou menor susceptibilidade à alteração ao encontrar-se num meio marítimo tão adverso) à definição de zonas de maior ou menor grau de alterabilidade (figura 4). Quanto à caracterização geomecânica realizada no material-rocha da estrutura de protecção costeira foram efectuadas 116 estações geomecânicas ao longo de 16 perfis de amostragem linear, nos quais se efectuaram ensaios esclerométricos no material-rocha e se registaram numa ficha de campo vários parâmetros geológicos (litologia, coloração, textura/estrutura) e geotécnicos (grau de alteração, resistência). Assim, foram definidos intervalos de resistência à compressão uniaxial para três zonas distintas do esporão, i.e., coroamento, cabeça + risberma e tardez (quadro 3). Na figura 5, representa-se o mapa de resistência com base nos referidos ensaios esclerométricos, verificando-se que os valores registados se encontram em conformidade também com as litologias e materiais cartografados, bem como os seus valores médios de resistência. Efectuaram-se ensaios de resistência nos blocos de betão, obtendo-se valores de resistência média de 77 MPa.

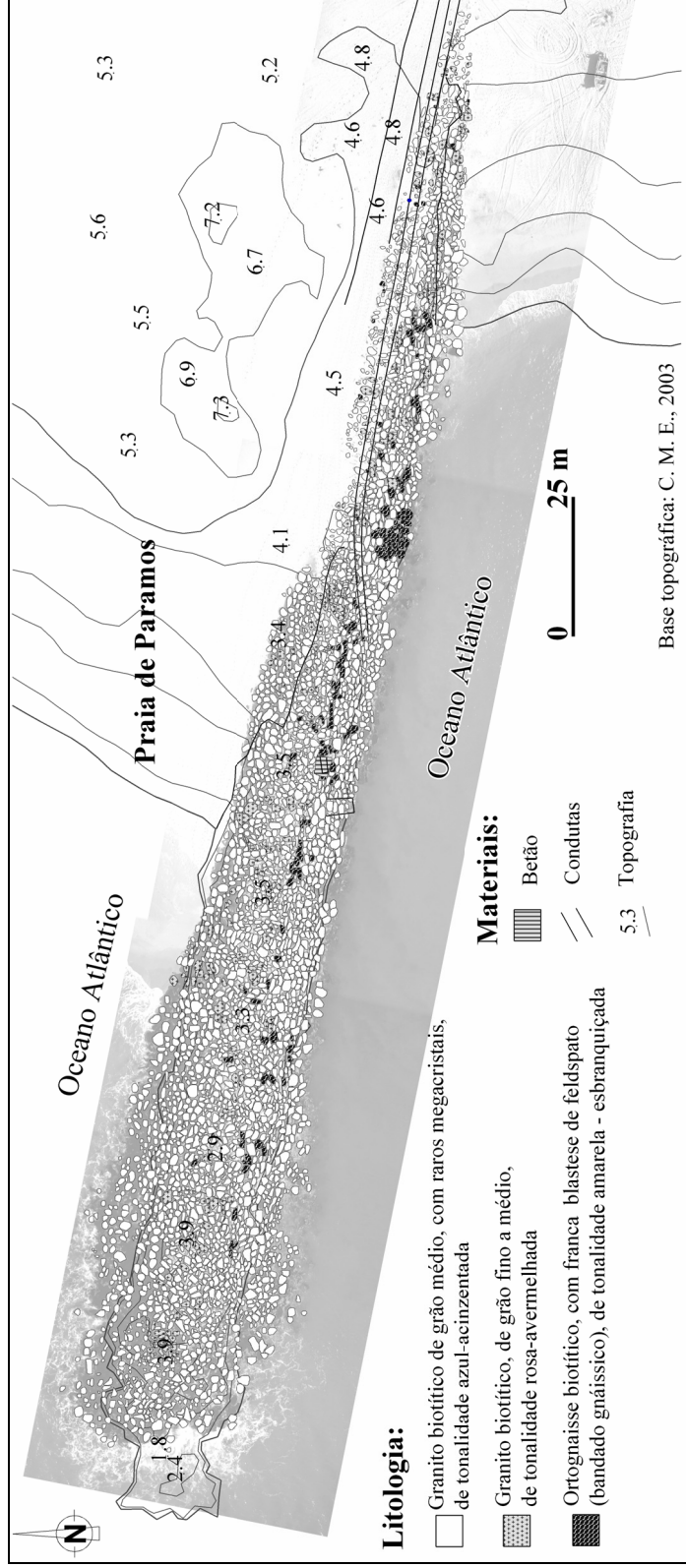


Figura 3 - Mapa de litologias dos blocos naturais e materiais constituintes do esporão de Paramos.

Quadro 3 - Ensaio de resistência à compressão uniaxial, valores obtidos baseados em 116 estações geomecânicas, segundo perfis de amostragem linear.

Designação	Litologias/Grau de Alteração (ISRM [3])	Resistência à Compressão Uniaxial (MPa)	Valor médio ( $\sigma_c$ , média, MPa)	Classificação (ISRM [3])
Coroamento	Predominância do granito rosa-avermelhado; $W_1$	195 - 250	222	S <sub>1</sub>
Cabeça + Risberma	Predominância do granito azul-acinzentado; $W_{1-2}$	150 - 195	172	S <sub>2</sub>
Tardoz	Predominância do gnaíse; $W_{1-2}$ e $W_3$	120 - 150	135	S <sub>2</sub>

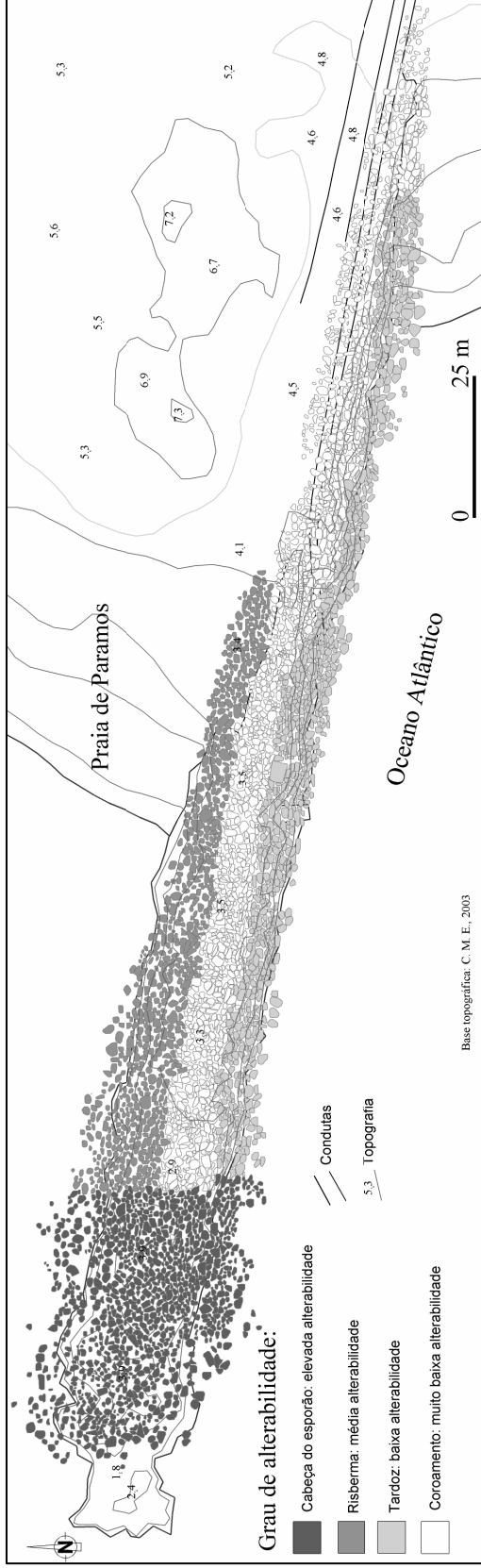


Figura 4 - Mapa do grau de alterabilidade (esporão de Paramos).

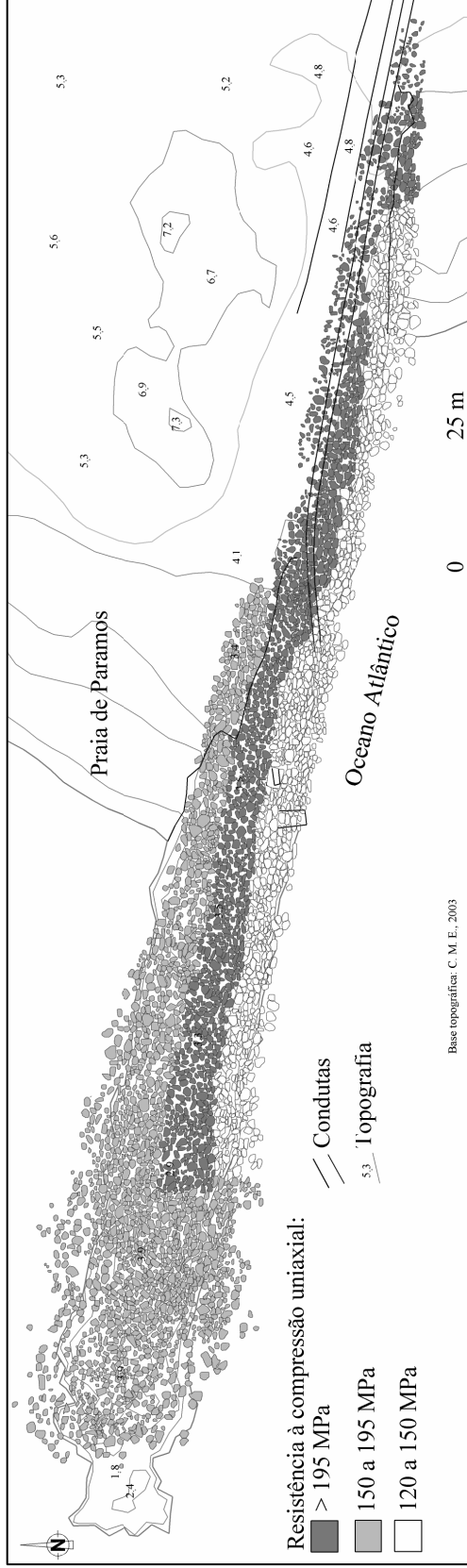


Figura 5 - Mapa de resistência com base nos ensaios esclerométricos (esporão de Paramos).



## 5. CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia esboçada anteriormente, permitiu uma avaliação do estado de conservação da estrutura, permitindo desta forma avaliar o estado dos blocos dos materiais constituintes da mesma. O reconhecimento visual e a elaboração de cartografia geológico-geotécnica temática, realizada a partir de uma base fotográfica orto-rectificada e georreferenciada a escala conveniente, permitiram tecer algumas interessantes considerações não só em termos de caracterização geológico-geotécnica dos materiais, bem como também do estado do grau de alterabilidade da estrutura. Assim, estes estudos proporcionaram a determinação de um zonamento do grau de alterabilidade na estrutura e, assim, definir áreas de distinta qualidade geotécnica dos blocos na estrutura. Logo, as zonas de maior solicitação, sujeitas a maiores cargas, apresentam uma menor resistência, comparativamente com as zonas de menor alterabilidade. Esta abordagem integradora permitiu a criação e a aplicação duma proposta de uma ficha de avaliação geotécnica aplicada à inspecção e monitorização de uma estrutura de protecção costeira. A ficha geotécnica e a cartografia aplicada realizadas tiveram em vista o enquadramento num projecto de engenharia costeira, quer ao nível dos estudos de concepção e dimensionamento quer ao nível de estudos de reparação e/ou conservação de uma super-estrutura de protecção com as características das existentes na região de Espinho. Com efeito, esta abordagem exploratória demonstrou, por certo, ser uma mais valia a ter em conta, especialmente, para o prolongamento de vida média de uma estrutura de protecção costeira. Com efeito, o presente estudo enfatiza a importância e a necessidade de se realizarem estudos geológico-geotécnicos rigorosos da matéria-prima rochosa para uma maior eficácia na colocação e revestimento da estrutura de protecção costeira. Por fim, pode-se tecer as seguintes considerações:

1. Alguns constrangimentos dificultaram a observação sistemática dos esporões, tais como, as condições climáticas e as condições da maré;
2. A metodologia desenvolvida foi eficaz nas inspecções e observações realizadas, concluindo-se que os denominados esporões da Marinha e de Espinho se encontram, de facto, muito degradados e a necessitar de uma intervenção a curto prazo;
3. Poderiam ser contabilizados alguns benefícios económicos resultantes desta previsão, em tempo útil, de irreparáveis estados de degradação de algumas das obras observadas;
4. Nem todos os estados de ruína total ou parcial podem ser eficazmente previstos pelos meios técnico-científicos postos à disposição, e bastará que uma dessas situações seja atempadamente identificada e rapidamente sofra intervenção para que um programa de inspecção visual se justifique;
5. Finalmente, um programa de observação sistemática de obras marítimas, independentemente da sua complexidade, e do seu custo, só poderá ser aproveitado quando as decisões de intervenção (em termos de obras de reparação, manutenção e realização de estudos de base) forem baseadas em aspectos técnico-económicos e de segurança.

## 6. AGRADECIMENTOS

São devidos agradecimentos à direcção da empresa Irmãos Cavacos, SA, em particular ao seu quadro técnico Eng<sup>o</sup> Araújo Lopes, Eng<sup>o</sup> Carlos Faria, Eng<sup>o</sup> Nuno Vieira, Eng<sup>o</sup> Carlos Castro, Eng<sup>o</sup> Paulo Miguel, por todas as informações partilhadas. Ao Eng<sup>o</sup> Artur Mota Freitas (SOMAGUE) pela cedência de importantes informações sobre o campo de esporões de Espinho. Ao Prof. Eng<sup>o</sup> Francisco Piqueiro (FEUP) pela aquisição da fotografia aérea que nos possibilitou inequivocamente a realização deste trabalho. Aos colegas do LNEC, em particular Dr. A. Santos, Eng<sup>o</sup> A. Fortunato e Eng<sup>o</sup> A. Covas, pelas preciosas indicações bibliográficas. Um agradecimento especial aos colegas Dr. José Teixeira (MIA-UA), Dr<sup>a</sup> Maria José Afonso (ISEP), Eng<sup>o</sup> A. Vega (ISEP) e Eng<sup>o</sup> E. Brogueira Dias (APDL/ISEP) na discussão de vários tópicos deste trabalho.

## 7. REFERÊNCIAS

- [1] CIRIA/CUR, Manual of the use of rock in coastal and shoreline engineering, Construction Industry Research and Information Association, Special Pub. 83, Ed. CIRIA/CUR, (1991) 607 pp.
- [2] I.S.R.M. - International Society of Rock Mechanics, Suggested methods for the quantitative description of discontinuities in rock masses Int. Journ. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr., 15 (6), (1978), pp. 319-368.
- [3] I.S.R.M. - International Society of Rock Mechanics, Basic geotechnical description of rock masses Int. Journ. Rock Mech. Min. Sci. & Geom. Abstr., 18, (1981), pp. 85-110.
- [4] Gomes, N., Tipos de Esporões e Aspectos Construtivos, Seminário sobre Obras de Protecção Costeira (Seminário 210), Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa (1977).
- [5] USACE - U. S. Army Coastal Engineering Research Center, Engineering and design: hydrographic surveying, EM 1110-2-1003, Dep. of the Army, U.S. Army Corps of Eng., (2002a).
- [6] USACE - U. S. Army Coastal Engineering Research Center, Coastal Engineering Manual, U. S. Army Corps of Engineers, (2002b).
- [7] C. M. E., Base Cartográfica Digital da Câmara Municipal de Espinho, (2003)
- [8] Chaminé, H. I., Fonseca, P. E., Pereira, E. e Ribeiro, A., Estruturas desenvolvidas em ortognaisses da Unidade de Lourosa induzidas pelo carreamento de S. João-de-Ver. Aspectos da deformação no autóctone (Sector Espinho-Albergaria, Zona de Ossa Morena). In: Resumos alargados da 2ª Conf. Anual do GGET, F. Ciências da Universidade de Lisboa, (1996), pp. 45-48.
- [9] Pizarro, S., Gomes, L., Dinis da Gama, C., Lopes, A. e Chaminé, H. I., Aplicação de sistemas ópticos na avaliação granulométrica de granitóides para produção de inertes: o caso da pedra de Malaposta (NW de Portugal). Cadernos Lab. Xeol. Laxe, A Coruña, 30, (2005).
- [10] Pires, A., Um programa de monitorização sistemática de obras marítimas numa perspectiva da geoengenharia: o caso dos esporões da região de Espinho. Dep. de Eng. Geotécnica, ISEP, Porto, Relatório de projecto de final de licenciatura, (2005), 202 pp, Vol. anexos: 174 pp.
- [11] Mota-Oliveira, I. B. e Martins, L. M., Obras de defesa e de reconstrução das praias de Espinho. Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 12 (1/2), (1991), pp. 71-88.
- [12] Veloso-Gomes, F., Taveira-Pinto, F., Barbosa, J., Neves, L. & Coelho, C., High risk situation in the NW Portuguese Coast: Douro River – Cape Mondego, Proceedings of the 6th International Symposium LITTORAL 2002 (Eurocoast-Portugal), (2002), pp. 411-421.
- [13] SOMAGUE, Obras de Defesa de Espinho: Ante-Projecto Memória Descritiva e Programa de Trabalhos, DGP - Direcção Geral de Portos, Relatório inédito, (1980).
- [14] Gonçalves, J. A. e Piqueiro, F., Geo-referenciação de imagens aéreas de uma câmara digital não métrica: Aplicação à Costa Oeste de Portugal Continental entre a Figueira da Foz a Nazaré, <http://www.igeo.pt>, (2004).
- [15] Instituto Hidrográfico, Tabela de Marés, consulta ao site em Fevereiro de 2005
- [16] Lamas, L. N., Estudo da compartimentação de maciços rochosos por uma técnica de amostragem linear e dos blocos formados pelas descontinuidades: Aplicação a uma galeria do Alto Lindoso. 3º Congresso Nacional Geotecnia, SPG, 3: C33-C44, (1989).
- [17] Chaminé, H. I. e Gaspar, A. F., Estudo da compartimentação de maciços rochosos pela técnica de amostragem linear: Aplicação a uma travessa da Mina de Carvão de Germunde. Estudos, Notas & Trabalhos Inst. Geol. Min., Porto, 37, (1995), pp. 97-111.
- [18] Chaminé, H. I., Dias, A. G. e Dinis da Gama, C., Estudo geológico e geomecânico do maciço granítico de Lamoso (Paços de Ferreira, NW de Portugal). Geociências Rev. Univ. Aveiro, 15, (2001), pp. 79-92.
- [19] Silva, L. G., Observação sistemática de quebra-mares de talude na costa portuguesa, Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos, 17 (1), (1996), pp.13-24.