

Estudo do litoral na área de intervenção da
APA, I.P. /ARH do Tejo

Estudo da adequabilidade das faixas de
risco/salvaguarda definidas no POOC em
vigor

Entregável 1.3.3.a

Junho 2013



Centro de
Geologia

INSTITUTO
DOM LUIZ

CRIAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO NO LITORAL ABRANGIDO PELA ÁREA DE JURISDIÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TEJO

Este relatório corresponde ao Entregável 1.3.3.a do projeto “Consultoria para a Criação e Implementação de um Sistema de Monitorização do Litoral abrangido pela área de Jurisdição da ARH do Tejo”, realizado pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), para a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. / Administração da Região Hidrográfica do Tejo (APA, I.P. / ARH do Tejo).

Fernando M.S.F. Marques ^{(1), (2)}

Nuno Penacho ⁽²⁾

Sónia Queiroz ⁽²⁾

Luís Gouveia ⁽¹⁾

Rita Matildes ^{(2), (3)}

Paula Redweik ^{(2), (3)}

⁽¹⁾ Departamento de Geologia (FCUL)

⁽²⁾ Centro de Geologia da Universidade de Lisboa

⁽³⁾ Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia (FCUL)



REGISTO DE ALTERAÇÕES		
Nº Ordem	Data	Designação
1	Junho de 2013	Versão inicial

Componentes do estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo

1 Estudo do litoral na área de intervenção da APA, I.P. /ARH do Tejo

1.1 Caracterização do forçamento meteorológico e oceanográfico

1.1.1 Vento

Entregável 1.1.1.a Caracterização do regime de ventos no litoral

1.1.2 Precipitação

Entregável 1.1.2.a Caracterização da precipitação na região hidrográfica do Tejo

Entregável 1.1.2.b Estimativas de descarga sólida fluvial potencial

1.1.3 Marés

Entregável 1.1.3.a Caracterização do regime de marés

1.1.4 Correntes

Entregável 1.1.4.a Caracterização das correntes costeiras

1.1.5 Sobre-elevação meteorológica

Entregável 1.1.5.a Caracterização da sobre-elevação meteorológica

Entregável 1.1.5.b Caracterização do regime de extremos do nível do mar

1.1.6 Nível médio do mar

Entregável 1.1.6.a Análise da evolução do nível médio do mar em Cascais

Entregável 1.1.6.b Cenários de evolução do nível médio do mar para 2100

1.1.7 Ondas

Entregável 1.1.7.a Caracterização do clima de agitação ao largo

Entregável 1.1.7.b Caracterização do clima de agitação junto à costa

Entregável 1.1.7.c Caracterização do clima de agitação na zona de rebentação nas praias-piloto

Entregável 1.1.7.d Avaliação da deriva litoral nas praias-piloto

1.2 Caracterização da margem terrestre na situação de referência

1.2.1 Caracterização das principais unidades geológicas e da organização geomorfológica da faixa costeira

Entregável 1.2.1.a Caracterização das principais unidades geológicas e da organização geomorfológica da faixa costeira

1.2.2 Estudo das tendências de evolução nos últimos 50-100 anos, em litoral de arriba e de acumulação

1.2.2.1 Litorais de arriba

Entregável 1.2.2.1.a Inventário de instabilidades nas arribas obtido por fotointerpretação

Entregável 1.2.2.1.b Inventário de instabilidades obtido por fotogrametria aérea digital multitemporal em sectores de arribas seleccionados

Entregável 1.2.2.1.c Monitorização da evolução de fachadas de arribas seleccionadas: técnicas e resultados

1.2.2.2 Litorais de acumulação

Entregável 1.2.2.2.a Análise da evolução da linha de costa em litoral baixo arenoso nos últimos 50 anos

Entregável 1.2.2.2.b Análise da evolução da linha de costa nos últimos 50 anos – caso especial da Costa da Caparica

Entregável 1.2.2.2.c Utilização de ortofotomapas e fotografias aéreas para a delimitação da linha de costa

1.2.3 Definição de uma série de áreas piloto (praias), representativas dos diferentes segmentos costeiros, para o estudo da variabilidade morfodinâmica sazonal na área de intervenção da APA, I.P./ARH do Tejo, com vista à sua monitorização periódica

Entregável 1.2.3.a Lista das praias-piloto representativas do litoral em estudo para teste e aplicação de ferramentas de monitorização e caracterização da variabilidade sazonal

Entregável 1.2.3.b Rede de pontos de apoio das praias-piloto

Entregável 1.2.3.c Metodologia e frequência espaço-temporal a aplicar para monitorização e caracterização da variabilidade sazonal nas praias-piloto e avaliação das ferramentas de monitorização adotadas

Entregável 1.2.3.d Dados em bruto resultantes dos trabalhos de campo nas praias-piloto

Entregável 1.2.3.e Caracterização da variabilidade morfodinâmica sazonal das praias-piloto representativas do litoral em estudo

Entregável 1.2.3.f Evolução morfodinâmica da região das Barras do Tejo

1.3 Avaliação da perigosidade associada à mobilidade da linha de costa

1.3.1 Determinação e cartografia da perigosidade associada à ocorrência de fenómenos de instabilidade em arribas, incluindo definição objetiva de zonas de elevada perigosidade e/ou risco

Entregável 1.3.1.a Determinação e cartografia da perigosidade associada à ocorrência de fenómenos de instabilidade em arribas à escala regional

1.3.2 Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico

Entregável 1.3.2.a Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico

1.3.3 Verificação da adequabilidade das faixas de risco/salvaguarda definidas no POOC em vigor e, se necessário, proceder à sua redefinição

Entregável 1.3.3.a Estudo da adequabilidade das faixas de risco/salvaguarda definidas no POOC em vigor

1.4 Enquadramento das soluções de intervenção

1.4.1 Em litoral de arriba

1.4.1.1 Definição de um quadro de referência objetivo e pormenorizado de especificações técnicas, restrições e recomendações a aplicar em projetos de intervenção nas arribas que se tornem necessários para reduzir riscos, preservar património ou assegurar a estabilidade e segurança de projetos de estruturas que envolvam o uso da orla costeira, assegurando simultaneamente a preservação paisagística e ambiental do litoral de arriba

Entregável 1.4.1.1.a Definição de um quadro de referência a aplicar em projetos de intervenção nas arribas

1.4.2 Em litoral arenoso e nas áreas piloto previamente identificadas

1.4.2.1 Caracterização da capacidade de ocupação de praias

Entregável 1.4.2.1.a Caracterização da capacidade de ocupação de praias

1.4.2.2 Definição e teste de critérios para delimitação da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais, como consagrado na Lei nº 54/2005 de 15 de novembro, na área de jurisdição da APA, I.P./ARH do Tejo

Entregável 1.4.2.2.a Estabelecimento de critérios e metodologias para a avaliação e verificação da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais

Entregável 1.4.2.2.b Dados em bruto resultantes do trabalho de campo para medição da cota da linha de máximo espraio das ondas

Entregável 1.4.2.2.c Estudo e parecer sobre a delimitação da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais na faixa costeira sob jurisdição da ARH Tejo

Índice

1	INTRODUÇÃO	9
2	AFERIÇÃO DA ADEQUABILIDADE DAS FAIXAS DE RISCO/ SALVAGUARDA DEFINIDAS NOS POOC EM VIGOR	12
2.1	Aferição da adequabilidade das faixas de risco adjacentes à crista das arribas nos POOC em vigor	13
2.1.1	Arribas abrangidas pelo POOC Ovar-Marinha Grande	16
2.1.2	Sector Água de Madeiros - Ponta da Polvoeira	17
2.1.3	Sector Ponta da Polvoeira-Vale de Paredes	19
2.1.4	Sector Vale de Paredes - Barranco do Marquês	19
2.1.5	Sector Barranco do Marquês - Águas Luxosas.....	19
2.1.6	Sector Águas Luxosas - Vale Fundo	21
2.1.7	Sector praia do Norte (Nazaré) - Guilhim- Nazaré.....	21
2.1.8	Sectores Salgados- Venda Nova, Venda Nova - Ponta da Serra de Mangues, Ponta da Serra de Mangues - Pico do Facho	22
2.1.9	Sector Pico do Facho- São Martinho do Porto	23
2.1.10	Sector do promontório que limita a sul embocadura da Concha de São Martinho do Porto ...	25
2.1.11	Sector Salir do Porto - Sul de Casais do Salir	25
2.1.12	Sul de Casais do Salir - Pedras da Aberta (Foz do Arelho)	25
2.1.13	Sector Pedras da Aberta (Foz do Arelho)	27
2.1.14	Sector Lagoa de Óbidos - Baleal	28
2.1.15	Sector Ínsua do Baleal e praia do Baleal Sul	31
2.1.16	Sector praia da Gamboa - praia do Abalo (Peniche).....	31
2.1.17	Sector praia do Abalo - Portinho da Areia Sul (Peniche)	33
2.1.18	Sector Portinho da Areia Sul - Peniche	34
2.1.19	Sector Consolação - São Bernardino	34
2.1.20	Sector São Bernardino - praia da Areia Branca	36
2.1.21	Sector praia da Areia Branca - Porto das Barcas	37
2.1.22	Sector Porto das Barcas - praia de Santa Rita Norte	37
2.1.23	Sector Foz ribeira do Sorraia - Foz do Sizandro	39
2.1.24	Sector Foz do Sizandro - Casais de São Lourenço	40
2.1.25	Sector Casais de São Lourenço - Foz do Lizandro	41
2.1.26	Sector Foz do Lizandro - praia de São Julião.....	42
2.1.27	Sector praia de São Julião - praia do Magoito e praia do Magoito - praia da Aguda	43
2.1.28	Sector praia da Aguda - Azenhas do Mar	44
2.1.29	Sector Azenhas do Mar - praia das Maçãs.....	45
2.1.30	Sector praia das Maçãs - praia Pequena.....	46
2.1.31	Sectores praia Grande - praia da Adraga e praia da Adraga - praia da Ursa	46
2.1.32	Sector praia da Ursa - ponta da Abelheira.....	47
2.1.33	Sector ponta da Abelheira - praia do Abano	47
2.1.34	Sector praia do Abano - praia da Cresmina	47
2.1.35	Sector praia da Cresmina - praia de Santa Marta.....	48

2.1.36	Sector Cidadela (Cascais) - Forte de São Julião da Barra	48
2.1.37	Sector praia da Fonte da Telha - praia da Lagoa de Albufeira	49
2.1.38	Sector praia da Lagoa de Albufeira - praia do Moinho de Baixo	50
2.1.39	Sector praia do Moinho de Baixo - praia das Bicas.....	50
2.1.40	Sector praia das Bicas - praia dos Lagosteiros.....	51
2.1.41	Sector praia dos Lagosteiros - Serra da Azoia.....	52
2.2	Aferição da adequabilidade das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas nos POOC em vigor	53
2.2.1	Análise global da eficiência das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas	54
2.2.2	Análise do alcance dos materiais deslocados por tipo de movimento.....	58
2.2.3	Propostas de alteração das faixas de risco adjacente ao sopé das arribas dos POOC em vigor	61
2.3	Aferição da adequabilidade das faixas de proteção adicional nos POOC em vigor	62
3	PROPOSTA DE REDEFINIÇÃO DE FAIXAS DE RISCO/SALVAGUARDA	63
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66

1 Introdução

Neste entregável aborda-se a problemática da adequação das faixas de risco e de proteção às arribas face ao disposto nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) que abrangem a área de intervenção, ou seja os POOC Ovar-Marinha Grande (Resolução do Conselho de Ministros nº 142/2000, de 20 de outubro de 2000), Alcobaça-Mafra (Resolução do Conselho de Ministros nº 11/2002, de 17 de janeiro de 2002) Sintra-Sado (Resolução do Conselho de Ministros nº 86/2003, de 25 de junho de 2003) e Cascais (Cidadela)-Forte de São Julião da Barra (Resolução do Conselho de Ministros nº 123/98, de 19 de outubro de 1998, alterada pela Resolução do Conselho de Ministros nº 82/2012, de 3 de outubro de 2012 e pela Declaração de Retificação nº 64/2012, de 14 de novembro de 2012). As faixas de risco ou salvaguarda relativas ao litoral baixo e arenoso são tratadas em outros entregáveis.

Da análise dos regulamentos dos POOCs em vigor conclui-se que, o tratamento das questões relacionadas com a prevenção dos riscos associados à evolução das arribas, nomeadamente dos que resultam da ocorrência de fenómenos de instabilidade de diferentes tipos (desabamentos, tombamentos, escorregamentos, fluxos de terras) e dimensões, que têm implicações diretas no uso e ocupação das fachadas expostas e das áreas adjacentes à crista e ao sopé das arribas, teve abordagens e níveis de pormenor muito diferenciados nos Planos em questão.

No Regulamento do POOC Cascais (Cidadela)-Forte de São Julião da Barra, o mais antigo, é feita a referência a uma cartografia de risco, não sendo porém conhecidos os critérios objetivos que conduziram à sua elaboração, mas não é efetuada a definição de quaisquer faixas de risco decorrentes da evolução das arribas.

O Regulamento do POOC Ovar-Marinha Grande, o 2º a ser publicado, é também omissivo no que respeita a disposições específicas relativas aos riscos decorrentes da evolução das arribas, não contemplando nos planos de praia a zona de arribas de S. Pedro de Moel, incluída na área de intervenção do presente projeto.

É no Regulamento do POOC Alcobaça-Mafra que são introduzidos os conceitos de faixas de risco relacionados com a evolução das arribas. Deste Regulamento consta que "A identificação de faixas de risco em arribas é efetuada por troço de costa, aplicando-se nos sectores de arribas com alturas superiores a 4 m." (Artigo 11º, nº 2). As faixas consideradas, que definem a faixa de proteção associada à arriba, são (Artigo 11º, nº 3):

- a) a faixa de risco adjacente ao sopé da arriba;
- b) a faixa de risco adjacente à crista da arriba;
- c) a faixa de proteção adicional.

"As dimensões das faixas de risco são definidas de acordo com as regras constantes no anexo I do presente Regulamento, variando de acordo com as características do troço e a altura da arriba, que poderá ser calculada pela média das alturas máxima e mínima num dado sector quando estas não variem mais de 10 %." (Artigo 11º, nº 4).

No Anexo I, são indicados os critérios objetivos para a cartografia das faixas de risco, resumidas na **Tabela 1**. O litoral abrangido pelo POOC Alcobaça-Mafra foi dividido em 38 troços, dos quais 29 correspondem a troços costeiros com arribas, sendo a largura das faixas definida por valor fixo, ou por uma relação com a altura da arriba com um valor mínimo associado.

É de salientar que, possivelmente por lapso na publicação do diploma, neste POOC não é feita qualquer menção ao trecho com arribas compreendido entre a For do Lizandro e a praia de S. Julião (ou foz do Falcão), mas que está incluído na sua área de intervenção.

Tabela 1. Critérios de cálculo das faixas de risco das arribas por troço (Anexo I, Resolução do Conselho de Ministros nº 11/2002, de 17 de janeiro de 2002).

Identificação do troço	Sopé		Crista		Adicional		Observações
	Critério (metros)	Mínimo	Critério (metros)	Mínimo	Critério (metros)	Mínimo	
1 — Água de Madeiros — Ponta da Polvoeira	$0,5 \times H$	5	$0,7 \times H$	10	$0,7 \times H$	10	
2 — Ponta da Polvoeira — Vale de Paredes	$0,5 \times H$		$1 \times H$		$1 \times H$		
3 — Vale de Paredes — Barranco do Marquês	$1 \times H$		$0,5 \times H$	25	$0,5 \times H$	25	
4 — Barranco do Marquês — Águas Luxosas	$0,8 \times H$			40		40	
5 — Águas Luxosas — Vale Fundo	$0,5 \times H$			20		20	
6 — Vale Fundo — praia do Norte (Nazaré)	(a)		(a)		(a)		(c)
7 — Praia do Norte (Nazaré) — Guilhim — Nazaré	$1 \times H$			20		20	
8 — Nazaré — porto de pesca (Nazaré)	(a)		(a)		(a)		
9 — Porto de pesca (Nazaré) — Salgados	(a)		(a)		(a)		(c)
10 — Escorregamento dos Salgados	(a)		(a)		(a)		(e)
11 — Salgados — Venda Nova		100		150		50	(b)
12 — Venda Nova — ponta da Serra de Mangues		100		120		40	(b)
13 — Ponta da Serra de Mangues — pico do Facho		50		30		30	(b)
14 — Pico do Facho — São Martinho do Porto		30	$0,4 \times H$	10	$0,4 \times H$	10	(b)
15 — Concha de São Martinho	(a)		(a)		(a)		
16 — Promontório que limita a sul a embocadura da con-							
cha de São Martinho do Porto	$0,5 \times H$			15		15	
17 — Salir do Porto — sul de Casais do Salir	$0,5 \times H$			40		40	
18 — Sul de Casais do Salir — Pedras da Aberta (Foz do							
Arelho)	$0,5 \times H$			40		40	
19 — Pedras da Aberta (Foz do Arelho)	$0,5 \times H$			20		20	
20 — Barreira arenosa que separa a lagoa de Óbidos do							
mar	(a)		(a)		(a)		
21 — Lagoa de Óbidos — Baleal	$1 \times H$		$0,5 \times H$	15	$0,5 \times H$	15	
22 — Insua do Baleal	$1 \times H$			10		10	
23 — Praia do Baleal Sul	$1 \times H$			20		20	
24 — Praia de Peniche de Cima — praia da Gamboa							(c)
25 — Praia da Gamboa — praia do Abalo (Peniche)	$1 \times H$			10		10	
26 — Praia do Abalo — Portinho da Areia Sul (Peniche)	$1 \times H$			15		15	
27 — Portinho da Areia Sul — Peniche	$1 \times H$			10		10	
28 — Peniche — Consolação							(c)
29 — Consolação — São Bernardino	$1 \times H$			10		10	(d)
30 — São Bernardino — praia da Areia Branca	$1 \times H$		$0,5 \times H$	20	$0,5 \times H$	20	(d)
31 — Praia da Areia Branca	(a)		(a)		(a)		(c)
32 — Praia da Areia Branca — Porto das Barcas	$0,5 \times H$			15		15	(d)
33 — Porto das Barcas — praia de Santa Rita Norte	$1 \times H$		$0,5 \times H$	6	$0,5 \times H$	6	(d)
34 — Praia de Santa Rita Norte — ribeira do Sorraia	(a)		(a)		(a)		(c)
35 — Foz da ribeira do Sorraia — foz do Sizandro	$1 \times H$		$0,5 \times H$	10	$0,5 \times H$	10	(b)
36 — Foz do Sizandro	(a)		(a)		(a)		(c)
37 — Foz do Sizandro — Casais de São Lourenço	$0,5 \times H$		$0,5 \times H$	30	$0,5 \times H$	30	
38 — Casais de São Lourenço — foz do Lizandro	$1 \times H$		$0,5 \times H$	15	$0,5 \times H$	15	

(a) Não aplicável.

(b) Valores provisórios até à realização dos estudos previstos.

(c) Eventuais limitações à ocupação, decorrentes da presença de dunas frontais de acordo com o n.º 3 do artigo 12.º

(d) As intervenções devem ser precedidas por reconhecimentos e acompanhadas por geólogos especialistas em paleontologia, de acordo com o n.º 9 do artigo 12.º

(e) Área de risco especial — regime de ocupação dependente da realização de estudos específicos.

No POOC Sintra-Sado, o último desta série a ser publicado, foram previstas as "faixas de salvaguarda em litoral de arriba" (Artigo 40º), com as mesmas categorias muito semelhantes às definidas no POOC Alcobaça-Mafra:

- faixa de risco adjacente ao sopé da arriba;
- faixa de risco adjacente à crista da arriba;
- faixa de proteção à arriba.

Neste POOC a definição das faixas foi organizada em dois níveis diferenciados, um de carácter mais geral, e outro correspondente a cartografia de pormenor incluída nos planos de praia.

Nos critérios gerais, a faixa de risco adjacente ao sopé da arriba, que é lançada em direcção ao mar a partir da base da arriba, a sua largura é igual a uma vez a altura média da arriba (Artigo 41º).

A largura das faixas de risco adjacentes à crista das arribas (Artigo 42º) e das faixas de proteção à arriba está prevista nos planos de praia e no anexo III do Regulamento (**Tabela 2**).

Tabela 2. Critérios para a aplicação de faixas de risco e de proteção do litoral com arribas em zonas não abrangidas por plano de praia (Anexo III, Resolução do Conselho de Ministros n.º 86/2003, de 25 de junho de 2003).

Número	Sector costeiro com arribas	Largura da faixa de risco adjacente à crista da arriba (metros)	Largura da faixa de proteção adicional (metros)
A1	Praia de São Julião — praia do Magoito	1,0×H, valor mínimo de 30 m	1,0×H, valor mínimo de 30 m.
A2	Praia do Magoito — praia da Aguda	1,0×H, valor mínimo de 50 m	1,0×H, valor mínimo de 50 m.
A3	Praia da Aguda — Azenhas do Mar	1,0×H, valor mínimo de 40 m	1,0×H, valor mínimo de 40 m.
A4	Azenhas do Mar — praia das Maças	1,0×H, valor mínimo de 20 m	1,0×H, valor mínimo de 20 m.
A5	Praia das Maças — praia Pequena	1,0×H, valor mínimo de 20 m	1,0×H, valor mínimo de 20 m.
A6	Praia Grande — praia da Adraga	0,7×H, valor mínimo de 35 m	0,7×H, valor mínimo de 35 m.
A7	Praia da Adraga — praia da Ursa	0,7×H, valor mínimo de 50 m	0,7×H, valor mínimo de 50 m.
A8	Praia da Ursa — Ponta da Abelheira	100 m	100 m.
A9	Ponta da Abelheira — praia do Abano	0,7×H, valor mínimo de 20 m	0,7×H, valor mínimo de 20 m.
A10	Praia da Cresmina — praia de Santa Marta	20 m	20 m.
A11	Praia da Fonte da Telha — praia da Lagoa de Albufeira	1,0×H, valor mínimo de 20 m	1,0×H, valor mínimo de 20 m.
A12	Praia da Lagoa de Albufeira — praia do Moinho de Baixo	30 m	30 m.
A13	Praia do Moinho de Baixo — praia das Bicas	50 m	50 m.
A14	Praia das Bicas — praia dos Lagosteiros	1,0×H, valor mínimo de 50 m	1,0×H, valor mínimo de 50 m.
A15	Praia dos Lagosteiros — serra da Azoia (coord. UTM MP: 8500 5350).	100 m	100 m.
A16	Serra da Azoia — Sesimbra	0,5×H, valor mínimo de 30 m	0,5×H, valor mínimo de 30 m.
A17	Praia da Califórnia — praia de Alpertuche	100 m	100 m.
A18	Praia de Alpertuche — Portinho da Arrábida	20 m	20 m.
A19	Galapos — Figueirinha	100 m	100 m.
A20	Figueirinha — Outão	100 m	100 m.

Os fundamentos para a definição das faixas de riscos incluídas nos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado foram descritos em Marques (2009), referindo-se aqui apenas os aspetos principais.

As faixas de risco adjacentes à crista das arribas foram definidas tendo em conta, em cada sector de arribas com comportamento razoavelmente homogéneo em termos da ocorrência de instabilidades, a dimensão máxima dos movimentos inventariados em estudos

comparativos de fotografias aéreas de 1947 (voo RAF¹, IGeoE²), ou na falta destas, de fotografias de 1958 (voo USAF³, IGeoE), com as mais recentes disponíveis à época da elaboração dos estudos para os POOCs, o voo INAG⁴ de 1996, mas também as características geomorfológicas e geológicas das arribas que condicionam a ocorrência de instabilidades.

Tendo decorrido já considerável período de tempo desde a época em que as faixas de risco foram elaboradas, importa verificar de forma objetiva a sua adequabilidade em termos de prevenção de riscos e, por outro lado, assegurar que a sua dimensão não é injustificada face aos perigos envolvidos. Por outro lado, e dando cumprimento ao disposto nas Orientações Estratégicas da Reserva Ecológica Nacional, a informação de base existente, nomeadamente os inventários de movimentos ocorridos nas arribas nas última 6 décadas foram utilizados para elaborar os critérios para definição das faixas de riscos nos sectores em que estas não estavam definidas.

2 Aferição da adequabilidade das faixas de risco/ salvaguarda definidas nos POOC em vigor

A aferição ou validação das faixas de risco definidas nos POOC em vigor deveria ser, efetuada utilizando os registos de instabilidades ocorridas após 1996, data das fotografias aéreas mais recentes utilizadas para a elaboração dos inventários de instabilidades utilizados na 1ª geração dos POOC. Porém, esta abordagem tem alguns inconvenientes que incluem:

- o período de tempo decorrido entre 1996 e 2010, a data das fotografias aéreas adquiridas para servirem de referência mais recente para o presente estudo, é muito reduzido para constituir janela temporal de amostragem representativa de fenómenos que são essencialmente pontuais e muito espaçados no tempo;
- as comparações de fotografias aéreas realizadas no âmbito do presente estudo utilizaram os voos mais antigos (dos anos 40 e 50) e o mais recente (2010), disponíveis, tendo sido utilizadas várias séries intermédias para constranger os períodos de ocorrência dos movimentos de massa ocorridos nas arribas. Porém, nem sempre foi possível utilizar o voo de 1996, pelo que a informação associada aos inventários de movimentos produzidos neste projeto e constantes do Entregável 1.2.2.1.a *Inventário de instabilidades nas arribas obtido por fotointerpretação*, não permitem a sua segmentação completa para o período posterior a 1996.

Nestas condições, e tendo em atenção o elevado grau de precaução que deve envolver a definição das faixas de risco, optou-se por utilizar critério muito mais exigente, comparando a

¹ Royal Air Force

² Instituto Geográfico do Exército

³ United States Air Force

⁴ Ex-Instituto da Água, atual APA.

eficiência das faixas de risco com a totalidade dos movimentos registados nas arribas desde os anos 40 do século passado, ou seja, em período de tempo da ordem de seis décadas.

Atendendo à diferente natureza dos três tipos de faixas de risco ou salvaguarda em vigor e, em consequência, as diferenças de processos e mecanismos envolvidos em cada tipo, a verificação da sua adequabilidade é realizada separadamente para cada uma delas.

2.1 Aferição da adequabilidade das faixas de risco adjacentes à crista das arribas nos POOC em vigor

Para efetuar aferição da eficiência e adequabilidade das faixas de risco adjacentes à crista das arribas utilizou-se a totalidade dos eventos de recuo inventariados por fotointerpretação no período compreendido entre os anos 40 e 2010 que implicaram recuo da crista das arribas, ou seja um total de 951 movimentos. Para além destes, e por se tratar de ocorrência excecional, incluiu-se o movimento ocorrido em 31/03/2013, cerca de 70 m a norte do acesso à praia de Valmitão, que afetou fundamentalmente aterros e pequena parte dos terrenos naturais subjacentes e provocou recuo da crista da arriba de cerca de 20 m.

Para efetuar análise quantitativa utilizaram-se os recuos máximos locais das cristas das arribas em cada movimento e, para cada um deles foi calculada, em função da altura da arriba e das definições das faixas de risco em vigor, contidas na **Tabela 1** e **Tabela 2**, a largura da faixa de risco adjacente à crista correspondente. Neste contexto, os movimentos ocorridos nas áreas dos POOC Ovar-Marinha Grande e Cidadela-S. Julião da Barra não foram considerados, por nestes POOC não estarem contempladas faixas de risco.

Os resultados obtidos estão expressos sob a forma de gráfico que relaciona o recuo local máximo com a largura da faixa de risco para a totalidade das ocorrências registadas na área de intervenção (**Figura 1**). Neste gráfico, verifica-se que, na sua grande maioria, os recuos da crista das arribas registados foram inferiores às correspondentes faixas de risco, sendo porém salientes 7 casos em que os recuos causados pelos movimentos excederam a largura das faixas de risco, e destes, dois com dimensão excecional. Estes casos particulares serão justificados e tratados pormenorizadamente, visto que correspondem a situações locais muito particulares.

Tendo em conta que as larguras das faixas de risco são muito variáveis de sector para sector de arribas e, para permitir análise mais pormenorizada dos resultados, calculou-se a razão entre o recuo local máximo de cada movimento registado e a correspondente largura da faixa de risco, projetando-se os resultados sob a forma de histograma de frequências simples e curva cumulativa (**Figura 2**). As divisões de classe de razão recuo/largura da faixa de risco foram definidos numericamente a partir de 1, que corresponde a recuo igual à largura da faixa de risco, dividindo sucessivamente por 1.5, para as classes de razões inferiores, e multiplicando por 1.5, para as classes de razões superiores. Desta operação resultaram intervalos de classe com igual largura em gráfico em escala logarítmica, a mais ajustada à grande variabilidade dimensional dos fenómenos em estudo.

No gráfico da **Figura 2** verifica-se que 97.8 % dos movimentos não implicaram recuos da crista superiores a 67 % da largura da faixa de risco, ou seja, que nestes casos foi respeitado o critério de majoração em 50 % do recuo máximo registado em cada sector costeiro, previsto nas Orientações Estratégicas da Reserva Ecológica Nacional (Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, Diário da República, 1.ª série, N.º 192, de 3 de outubro de 2012). Verifica-se ainda que as faixas de risco acomodaram 99.2 % dos movimentos registados e que apenas em 7 casos em 914 movimentos a largura das faixas de risco foi excedida pelo recuo local máximo registado. Verifica-se pois que, com exceção de 7 movimentos com maiores dimensões que serão abordados em pormenor adiante, o comportamento global das faixas de risco foi muito satisfatório na perspetiva de prevenção de riscos, sem impor limites excessivamente do lado da segurança que fossem suscetíveis de as descredibilizar.

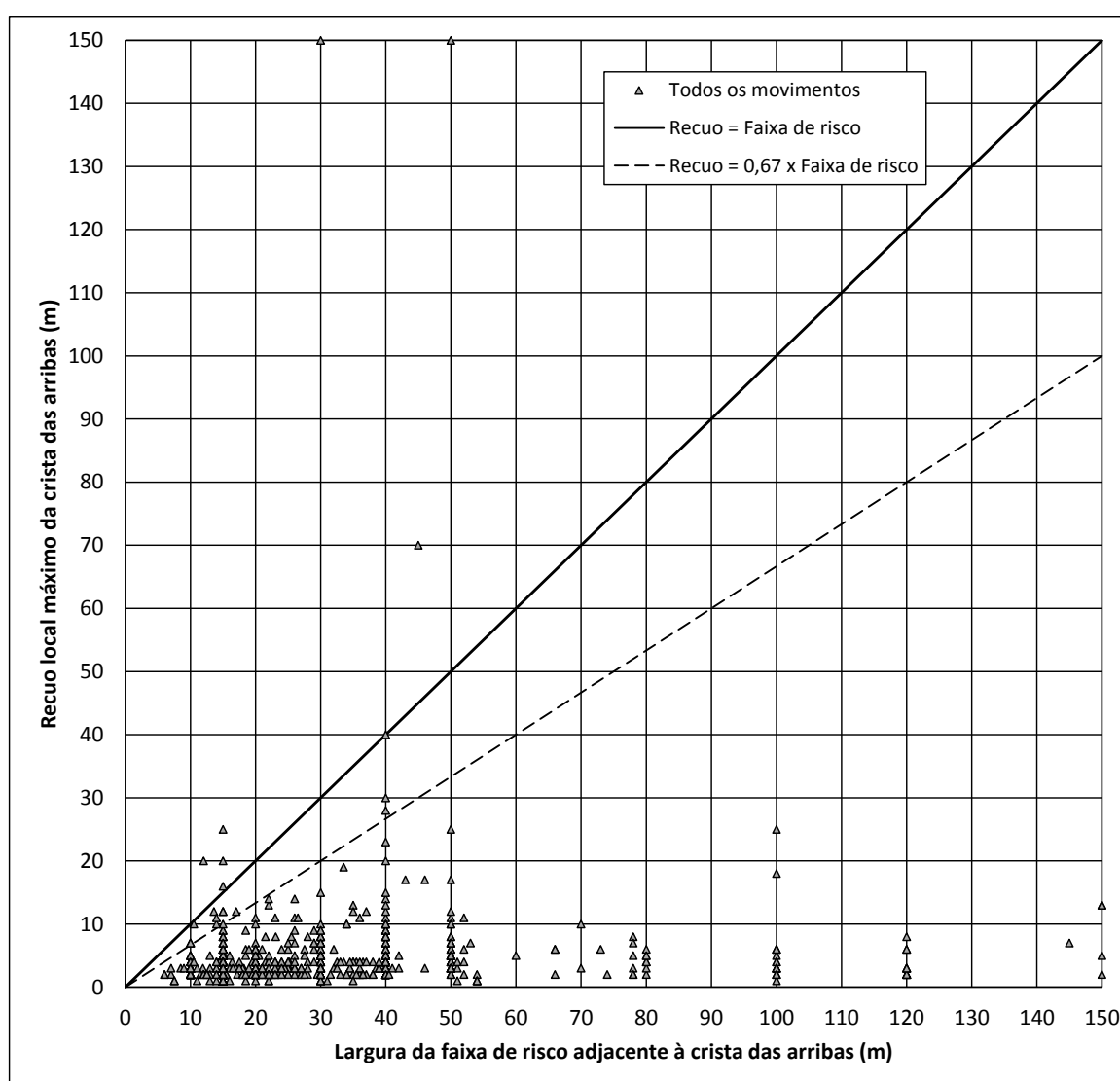


Figura 1. Relação entre a largura das faixas de risco adjacentes à crista das arribas em cada local onde foram registados movimentos no período compreendido entre 1942-1947 a 2010 e o movimento de Valmitão de 2013, nas áreas abrangidas pelos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado, e o recuo máximo da crista das arribas provocado por cada movimento.

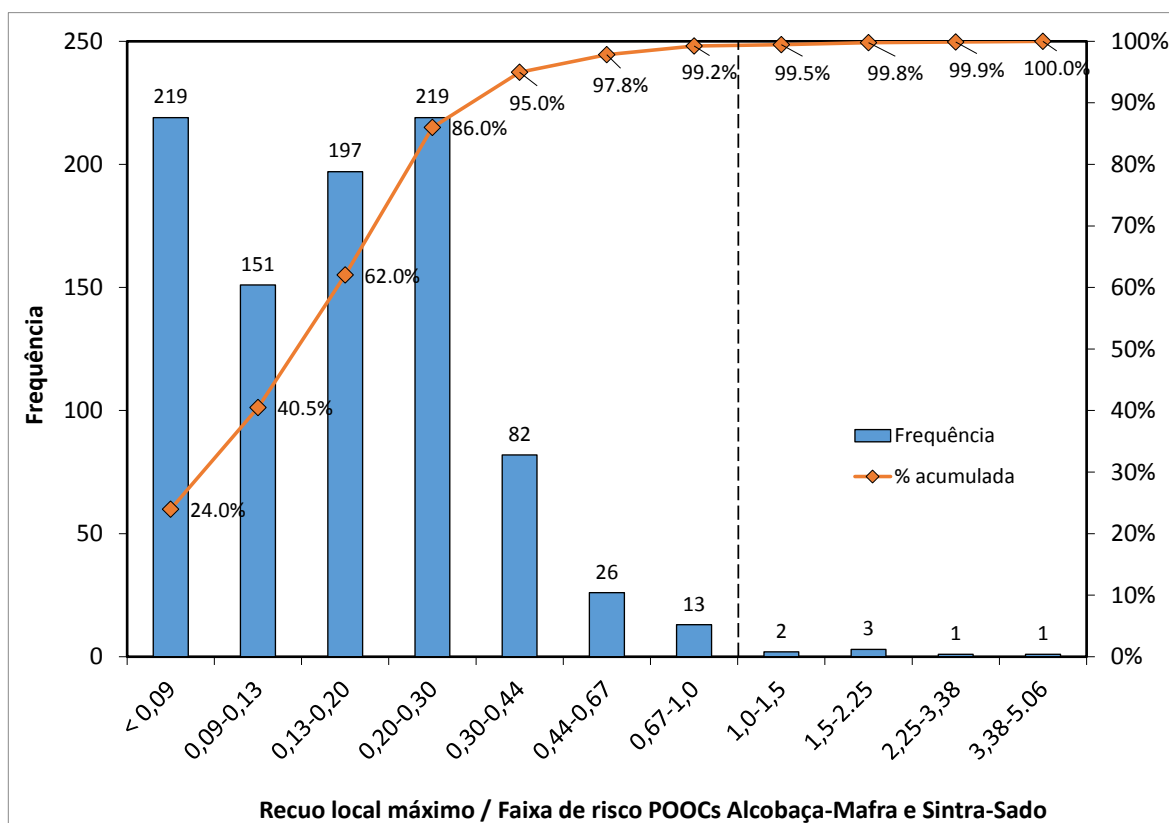


Figura 2. Histograma e curva cumulativa da razão entre os recuos máximos da crista das arribas, provocados pelos movimentos registados no período compreendido entre 1942-1947 a 2010 e pelo movimento de Valmitão de 2013, nas áreas abrangidas pelos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado, e a correspondente largura das faixas de risco adjacentes à crista das arribas.

Concluindo-se que o desempenho global das faixas de risco foi satisfatório e que os sectores costeiros considerados nos POOC em vigor foram definidos em análise muito pormenorizada das características geológicas e geomorfológicas das arribas, que não sofreram pois modificações sensíveis, realiza-se em seguida a análise pormenorizada da adequabilidade das faixas de risco para cada sector costeiro, propondo-se nos casos em que tal se revele necessário, as alterações que possibilitem cumprir o critério alternativo para a definição das faixas de risco constante das Orientações Estratégicas da Reserva Ecológica Nacional (Secção V, ponto 1).

De facto, a análise pormenorizada da informação disponível, nomeadamente dos inventários de instabilidades construídos para as últimas 6 décadas, mostrou que a adoção do critério principal das Orientações Estratégicas da Reserva Ecológica Nacional para a definição das faixas de risco adjacentes à crista das arribas levaria à criação, para cada sector costeiro, de faixas de risco com largura constante independente da altura das arribas. Este resultado conduziria à adoção de faixas de risco ajustadas às arribas mais altas no sector, aquelas onde as condições são mais favoráveis à ocorrência de movimentos de maiores dimensões, enquanto nas porções de arriba mais baixas, as faixas resultariam excessivamente largas, com

largura muito para além da que poderia ser afetada pela ocorrência de movimentos mesmo que nesses locais estivessem reunidas as condições geotécnicas mais desfavoráveis.

Nestas condições propõe-se manter linha de continuidade das faixas de risco em vigor, corrigindo apenas os sectores onde tal se revele recomendável, procurando-se manter uma perspetiva de equilíbrio, para que as faixas de risco sirvam de fato para a efetiva prevenção de acidentes mas sem imponham restrições que penalizem injustificadamente o uso do território.

Para a definição de faixas de risco nos sectores costeiros abrangidos pelos POOC Ovar-Marinha Grande e Cidadela-S. Julião da Barra, foram adotados os mesmos princípios metodológicos aplicados nos sectores abrangidos pelos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado. Os sectores costeiros definidos nos POOC em vigor onde não existem arribas não serão naturalmente abordados neste relatório.

2.1.1 Arribas abrangidas pelo POOC Ovar-Marinha Grande

Correspondem às arribas do sector compreendido entre a foz da ribeira de S. Pedro e Água de Madeiros, englobando as adjacentes a S. Pedro de Moel, fundamentalmente compostas por rochas carbonatadas de idade Jurássica superior.

A orientação das camadas condiciona em boa medida a ocorrência de movimentos neste sector costeiro. Em termos de estrutura geológica, a inclinação das camadas é menor a sul da praia de S. Pedro de Moel, o que justifica a ocorrência de movimentos de maiores dimensões neste subsector, fundamentalmente de tipo translacional desenvolvido ao longo de camadas de mais baixas características de resistência, o que é corroborado pela análise dos recuos máximos da crista registados nas últimas seis décadas. De facto, no sector compreendido entre a foz da ribeira de S. Pedro e a praia de S. Pedro de Moel, os recuos mais frequentes estão compreendidos entre 2 m e 7 m, com recuo maior de 9 m, enquanto para sul, os recuos registados foram claramente superiores, de 7 m, 9 m e 15 m (**Figura 3**).

Nestas condições propõe-se subdividir o sector em dois, com as seguintes recomendações para a determinação da faixa de risco adjacente à crista das arribas:

- Foz da ribeira de S. Pedro - praia de S. Pedro de Moel. Faixa de risco adjacente à crista igual a uma vez a altura da arriba, com valor mínimo de 15 m.
- Praia de S. Pedro de Moel - Água de Madeiros. Faixa de risco adjacente à crista igual a duas vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 15 m.

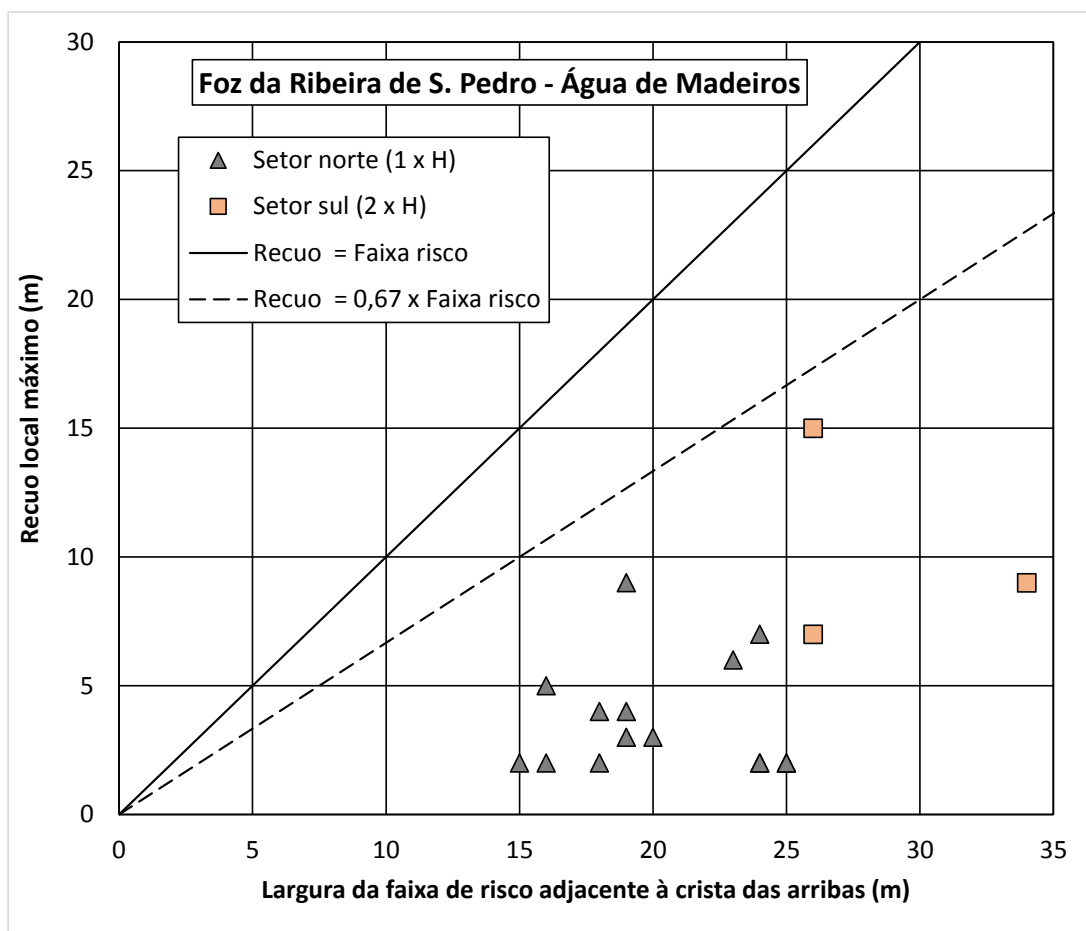


Figura 3. Relação entre a largura das faixas de risco adjacentes à crista das arribas e o recuo máximo da crista das arribas provocado por cada movimento nos sectores compreendidos entre a foz da ribeira de S. Pedro e Água de Madeiros.

2.1.2 Sector Água de Madeiros - Ponta da Polvoeira

Neste sector verifica-se que ocorreu apenas um movimento com dimensões próximas da largura da faixa de risco em vigor (**Figura 4**). Tendo em atenção o evento máximo registado no sector, que implicou recuo da crista de 10m, propõe para este sector que se mantenha a relação de 0.7 vezes a altura da arriba mas o valor mínimo passe de 10m para 15m (**Figura 5**), ou seja:

- Água de Madeiros - Ponta da Polvoeira. Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.7 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 15 m.

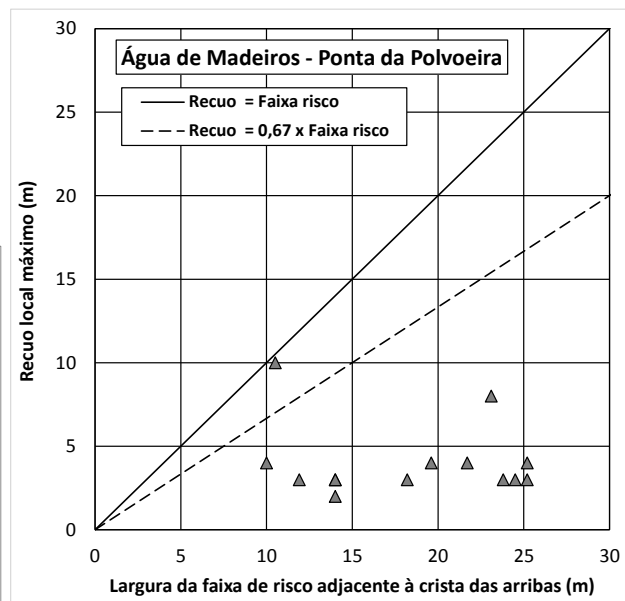
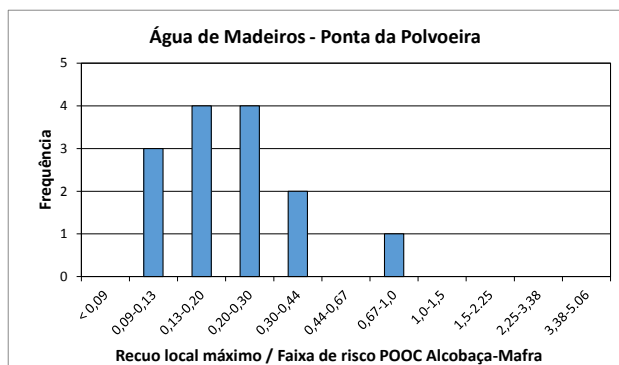


Figura 4. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

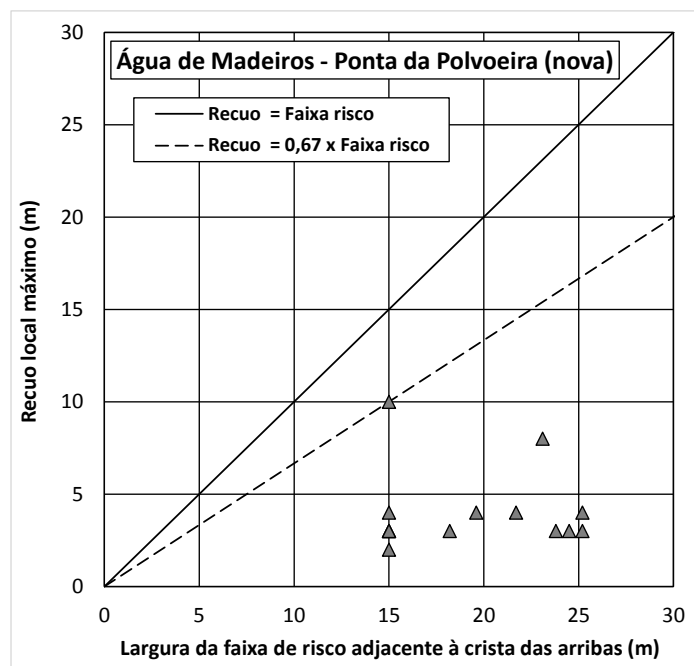


Figura 5. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

2.1.3 Sector Ponta da Polvoeira-Vale de Paredes

Trata-se de sector com muito baixa taxa de atividade, atestada pela cobertura vegetal praticamente contínua das fachadas das arribas, que se encontram em situação quase inativa. Em consequência não surpreende que não tenha sido registado qualquer movimento na análise das fotografias aéreas. Apesar destas observações, pela aplicação do princípio da precaução, propõe-se que a faixa de risco do POOC em vigor se mantenha, ou seja uma vez a altura da arriba.

2.1.4 Sector Vale de Paredes - Barranco do Marquês

Neste sector os recuos máximos da crista das arribas foram bem absorvidos pelas faixas de risco pelo que se propõe que os valores em vigor se mantenham (**Figura 6**).

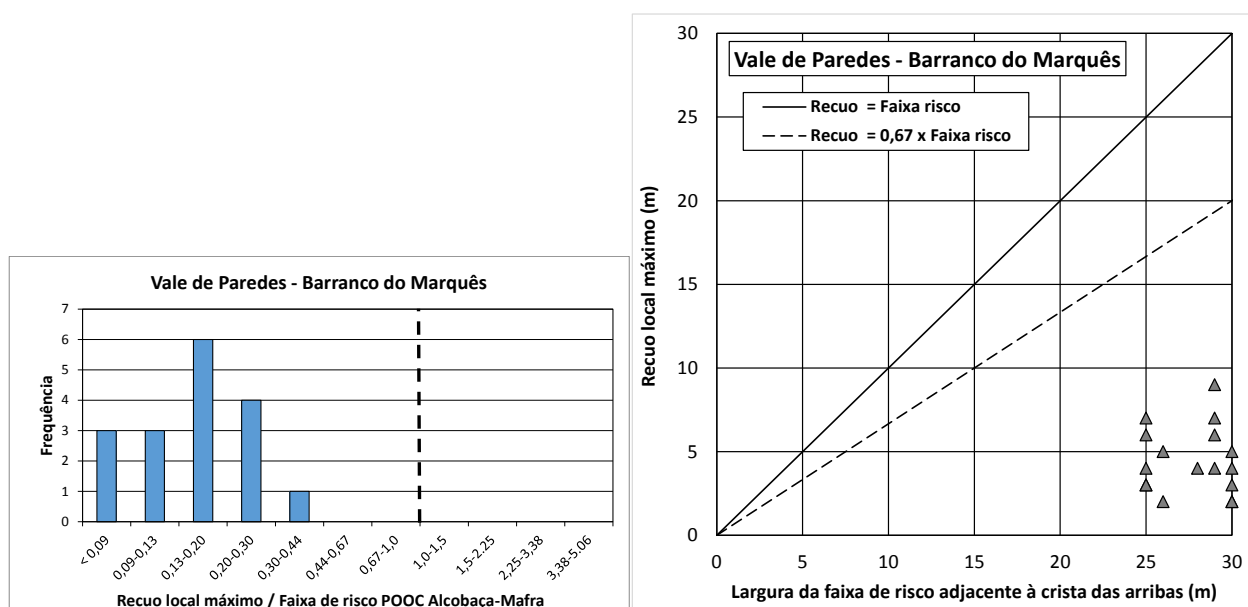


Figura 6. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.5 Sector Barranco do Marquês - Águas Luxosas

Neste Sector costeiro estava prevista uma faixa de risco adjacente à crista das arribas com largura única, de 40 m, tendo-se verificado que ocorreu um recuo da crista da mesma ordem de grandeza (**Figura 7**).

Nestas condições propõe-se a adoção do seguinte critério (**Figura 8**):

- Barranco do Marquês - Águas Luxosas. Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.9 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 20 m.

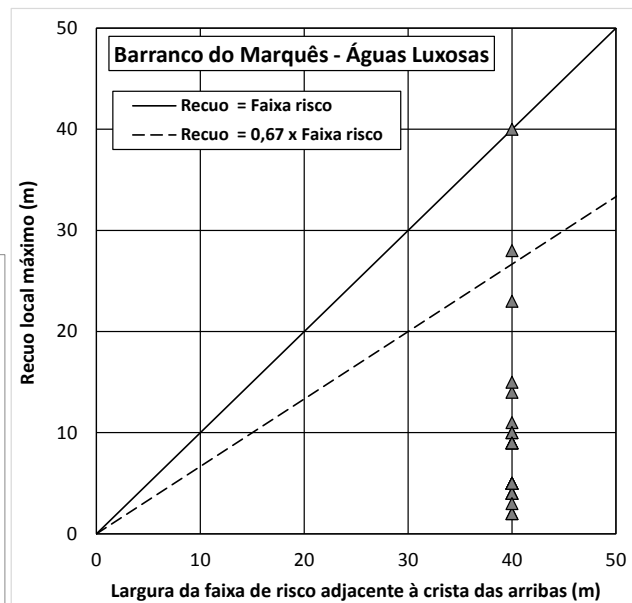
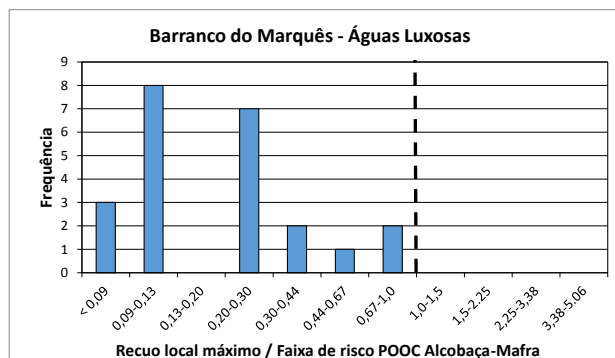


Figura 7. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

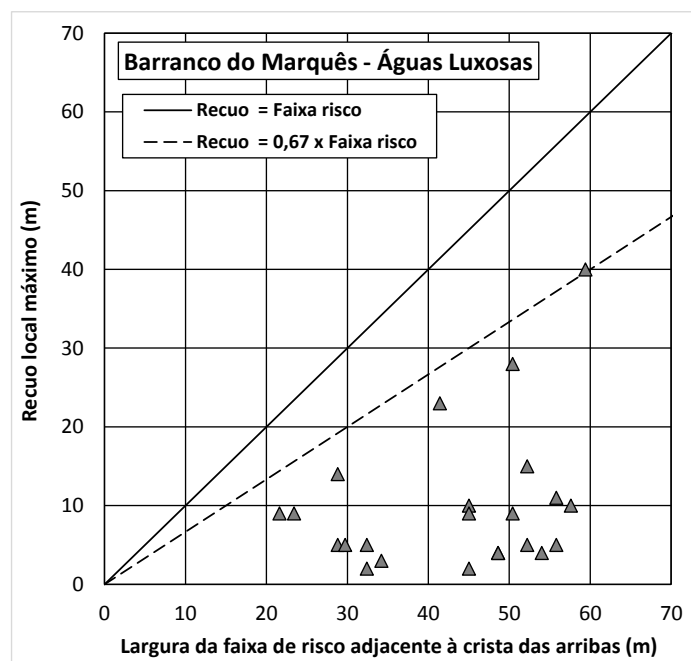


Figura 8. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

2.1.6 Sector Águas Luxosas - Vale Fundo

Neste sector não foram registados movimentos a afetar a crista das arribas, sendo porém de notar a ocorrência de escorregamento translacional nos aterros do acesso à praia da Légua, ou seja no contexto da fachada exposta das arribas. Pelo princípio da precaução e tendo em conta a quase nula ocupação por estruturas antrópicas na faixa de terreno adjacente à crista, propõe-se a manutenção dos critérios para a faixa de risco adjacente à crista das arribas do POOC em vigor, ou seja uma faixa de largura constante de 20 m.

2.1.7 Sector praia do Norte (Nazaré) - Guilhim- Nazaré

Neste sector os movimentos registados tiveram dimensões que não excederam 25 % da faixa de risco do POOC em vigor, com valor fixo de 20m (**Figura 9**). Porém, tendo em atenção a elevada altura das arribas, os muito elevados períodos de retorno espectáveis dos movimentos que afetem a crista e a existência de vários trechos em consola levam a recomendar que a faixa em vigor se mantenha.

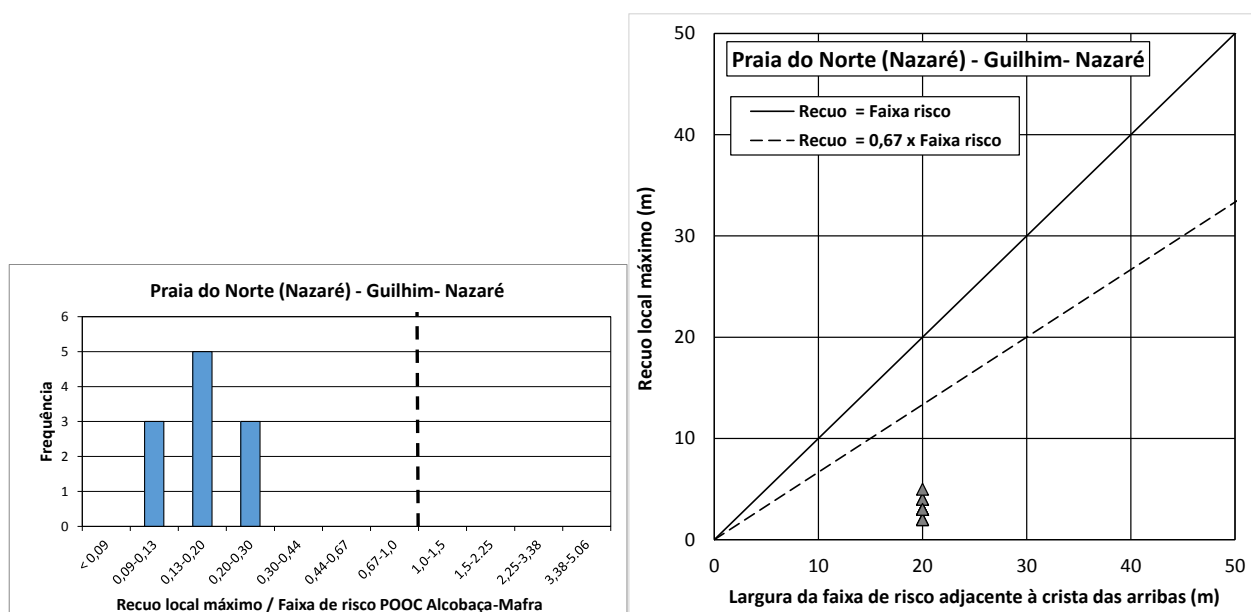


Figura 9. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.8 Sectores Salgados- Venda Nova, Venda Nova - Ponta da Serra de Mangues, Ponta da Serra de Mangues - Pico do Facho

Trata-se de sectores costeiros com características muito particulares, visto que estão em grande parte ocupados por depósitos de antigos escorregamentos, em particular dos tipos complexo e translacional, cuja taxa de atividade e possibilidade de reativação continuam a carecer de estudo aprofundado. Neste contexto, propõe-se a manutenção das faixas de risco adjacentes à crista em vigor, apesar de os movimentos registados serem, na sua grande maioria, de pequena dimensão relativamente a estas (**Figura 10**).

No extremo sul destes sectores, está registado um dos casos especiais já referidos na análise global da adequabilidade das faixas de risco adjacente à crista, que corresponde à sucessão de escorregamentos ocorridos no Pico do Facho, em pelo menos 3 episódios sucessivos, datados de 1954, 1980-82 e 1996, referidos em Marques, 1997 e descritos em pormenor em Neves, 2004. Trata-se de situação muito particular, com as camadas do Jurássico superior, fundamentalmente compostas por siltitos e níveis de arenitos intercalados, mas onde ocorrem delgadas camadas de argilitos de baixa resistência ao corte, com inclinações da ordem de 22º a 23º em direção ao mar numa arriba de altura da ordem de pelo menos 6 dezenas de metros e declive elevado. Trata-se pois de condições extraordinariamente desfavoráveis, que não ocorrem em qualquer outro local do sector costeiro pelo que não se considera existirem condições para movimentos de características e dimensões semelhantes possam a ocorrer no futuro.

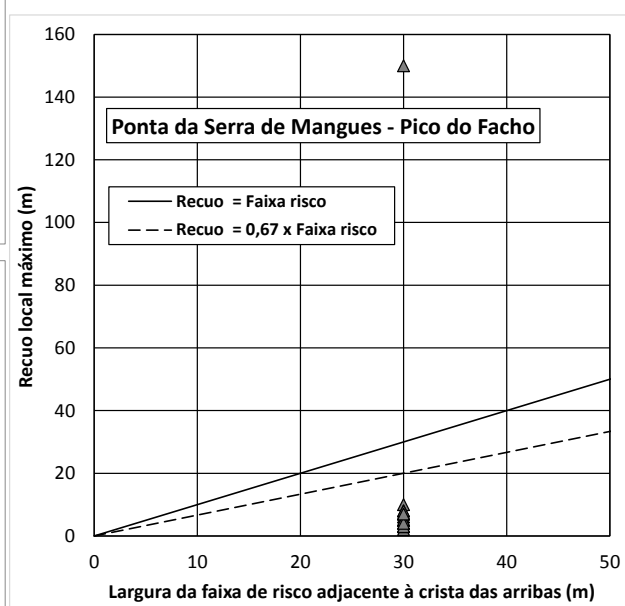
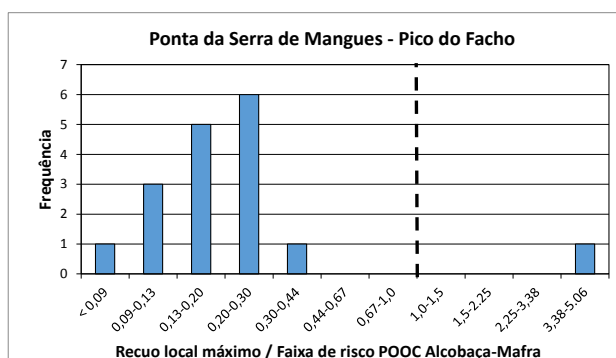
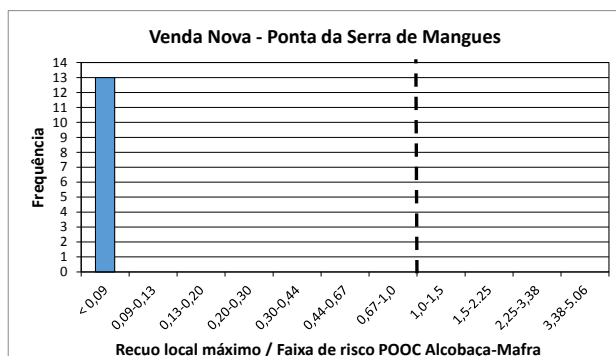
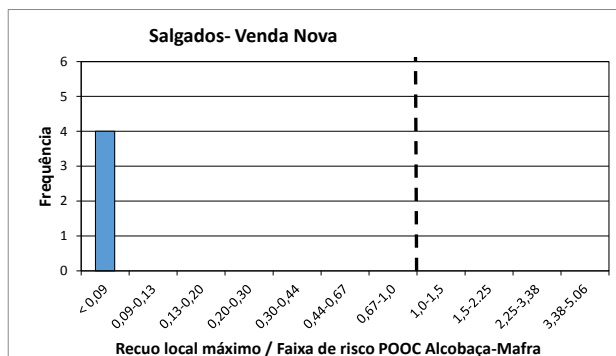


Figura 10. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.9 Sector Pico do Facho- São Martinho do Porto

Neste sector foram registados 3 movimentos nas arribas, com o maior recuo máximo de 12m, bastante próximo da largura da faixa de risco correspondente (**Figura 11**). Atendendo à dimensão máxima do recuo registado e à morfologia e altura das arribas propõe-se a alteração no critério para a determinação da faixa de risco (**Figura 12**):

- Pico do Facho- São Martinho do Porto. Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.6 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 10 m.

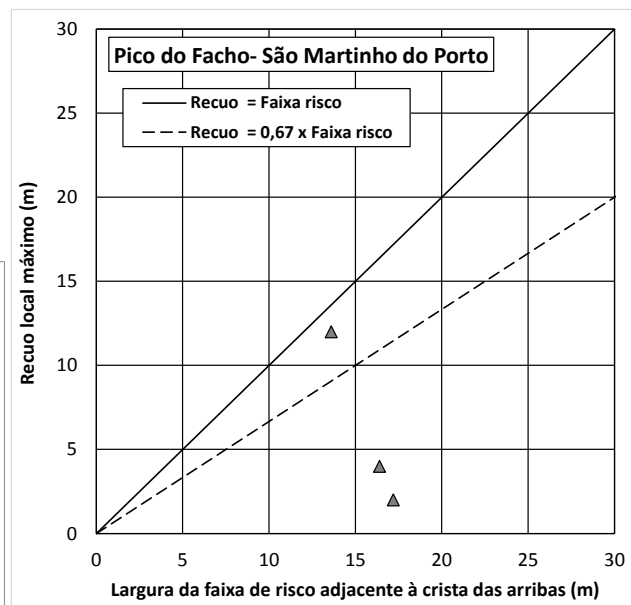
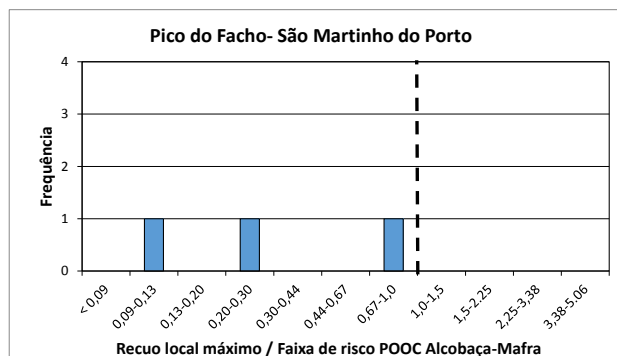


Figura 11. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

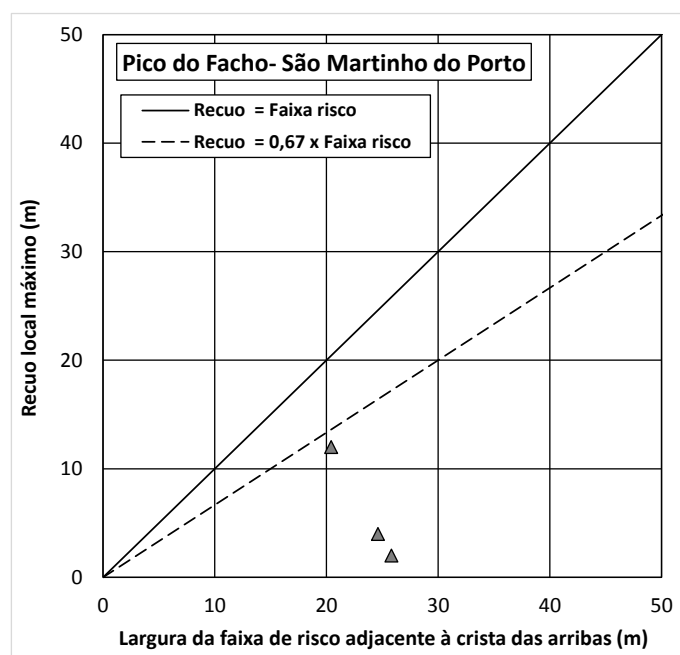


Figura 12. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

2.1.10 Sector do promontório que limita a sul embocadura da Concha de São Martinho do Porto

Neste sector os movimentos registados tiveram dimensões que não excederam um terço da faixa de risco do POOC em vigor (**Figura 13**), pelo que se recomenda que o critério para a definição da faixa de risco adjacente à crista da arriba em vigor se mantenha.

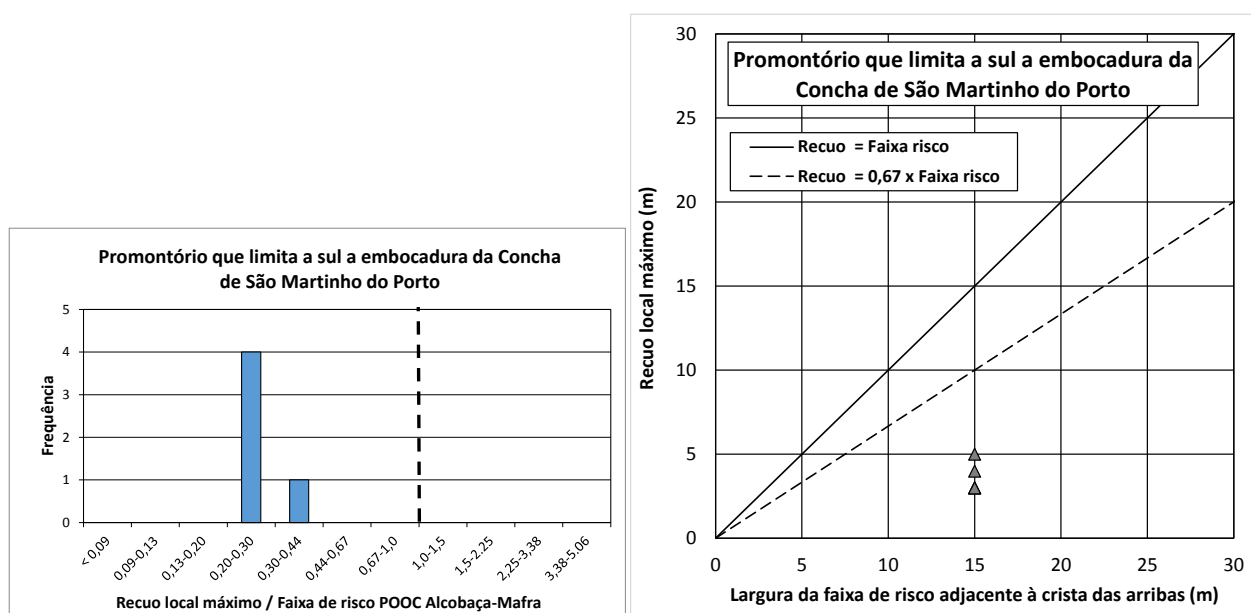


Figura 13. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.11 Sector Salir do Porto - Sul de Casais do Salir

Neste sector os movimentos registados tiveram dimensões que não excederam um quarto da faixa de risco (**Figura 14**). No entanto, dado que a estrutura geológica nesta zona é muito pouco favorável, com as camadas jurássicas a inclinarem em direção ao mar e onde há indícios da ocorrência de grandes movimentos translacionais no passado, parece recomendável que a faixa de risco em vigor, com largura fixa de 40 m se mantenha.

2.1.12 Sul de Casais do Salir - Pedras da Aberta (Foz do Arelho)

Dos 58 movimentos registados neste sector, apenas um excedeu o limite de 67 % da faixa de risco em vigor, de 40 m, tendo provocado recuo da crista de cerca de 30 m (**Figura 15**). Trata-se de movimento com carácter excecional, apesar de o contexto geológico da zona ser favorável à ocorrência de movimentos com dimensões idênticas. Tendo em atenção o critério

definido nas orientações estratégicas da REN propõe-se que o critério a adotar seja o seguinte (Figura 16):

- Salir do Porto - Sul de Casais do Salir. Faixa de risco adjacente à crista igual a 45 m.

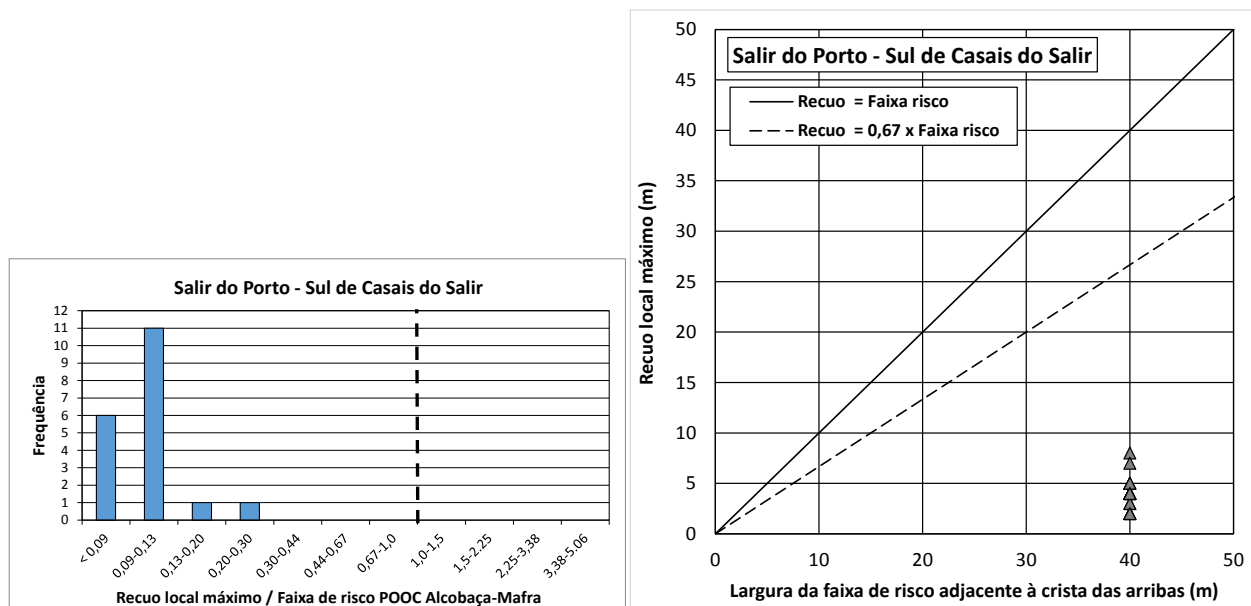


Figura 14. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

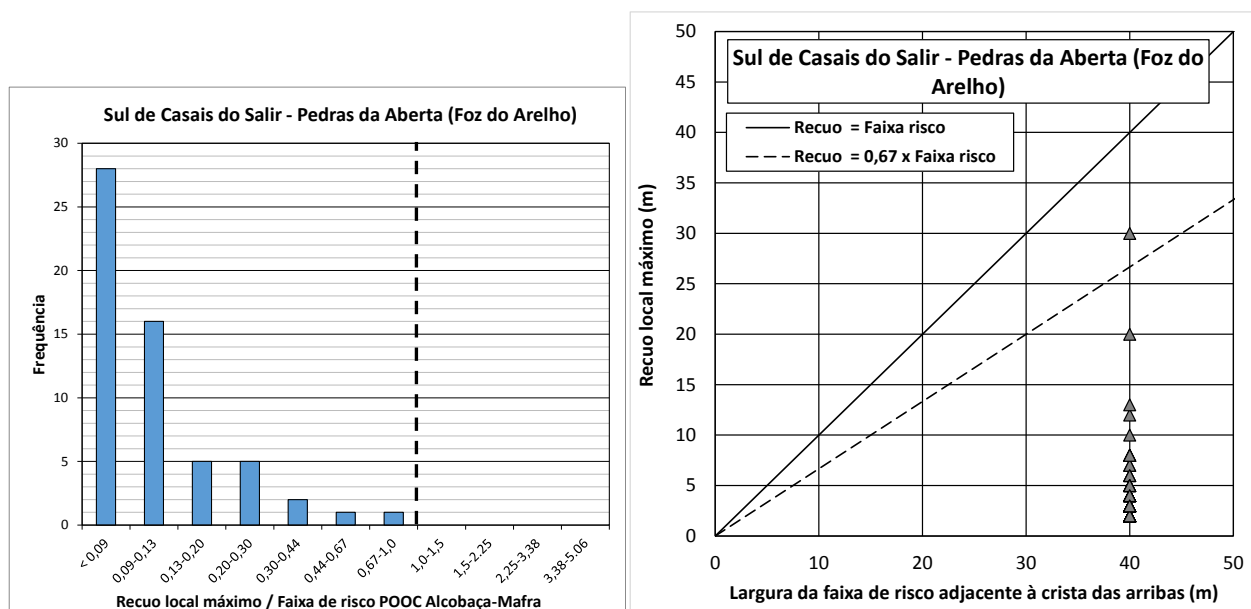


Figura 15. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

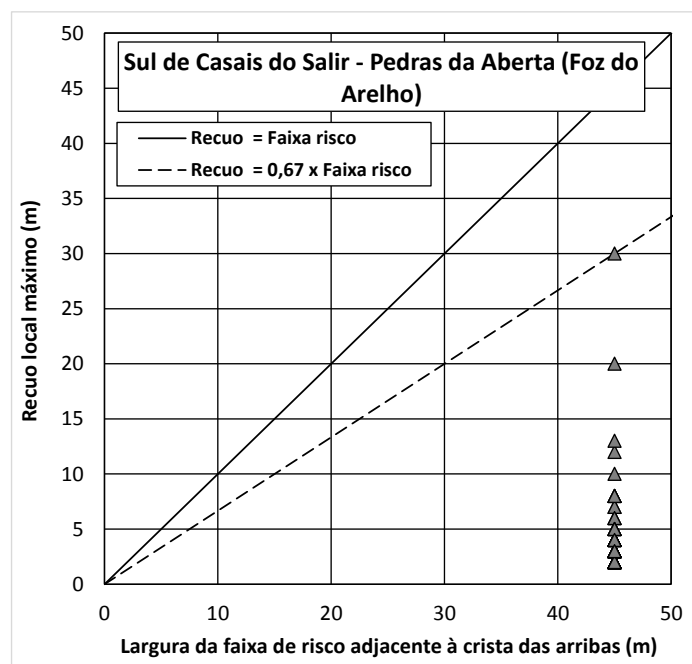


Figura 16. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

2.1.13 Sector Pedras da Aberta (Foz do Arelho)

Dos 5 movimentos registados neste sector o recuo local máximo foi de 11 m, ou seja bem abaixo do limite de 20 m da faixa de risco em vigor (**Figura 17**), pelo que parece recomendável que esta se mantenha.

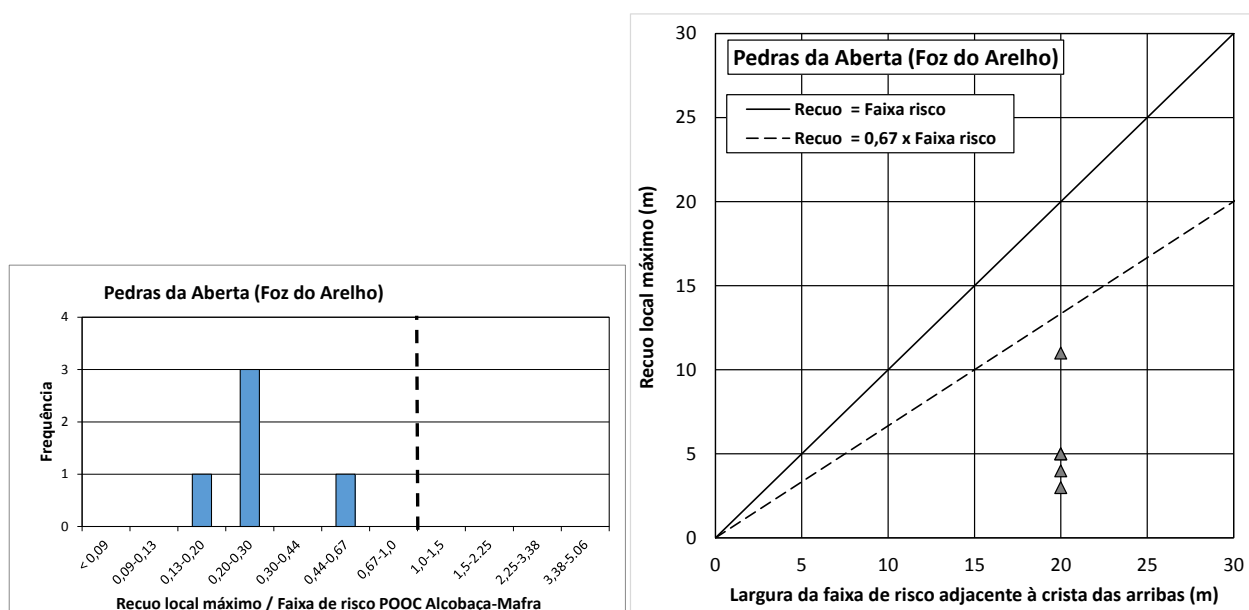


Figura 17. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.14 Sector Lagoa de Óbidos - Baleal

Trata-se de extenso sector costeiro com arribas onde se verifica marcado contraste entre a metade nordeste, desde a praia de D'el-Rei (Vale Bem Feito) até ao Gronho (Lagoa de Óbidos sul), com recuos das arribas muito significativos, enquanto a metade sudoeste, apesar da elevada atividade em termos de evolução das arribas, os recuos registados são substancialmente menores. Por outro lado, as arribas neste sector são compostas essencialmente por siltitos e arenitos jurássicos, entre o Baleal e Pico da Mota, enquanto para nordeste predominam os arenitos do Cretácico inferior.

Em termos dos recuos máximos da crista das arribas justifica-se plenamente a separação do sector a nordeste de Vale Bem Feito, em que os recuos máximos da crista das arribas excederam localmente a largura das faixas de risco em vigor (**Figura 18**).

Para sudeste de Vale Bem Feito, os recuos da crista das arribas foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor (**Figura 19**), pelo que não parece justificada a sua alteração.

Porém, tendo em atenção a tipologia dominante dos movimentos que ocorrem nas arribas nos arenitos do Cretácico inferior desta zona, fundamentalmente tombamentos, que implicam faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas substancialmente superiores aos característicos de outras tipologias de instabilidades, de ocorrência frequente nas arribas, propõe-se a subdivisão deste sector costeiro em três, com os seguintes critérios para a definição das faixas de risco adjacentes à crista das arribas:

- Lagoa de Óbidos - praia D'el-Rei (Vale Bem Feito): Faixa de risco adjacente à crista igual a 1.0 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 40 m (**Figura 20**).
- Praia D'el-Rei (Vale Bem Feito) - Pico da Mota: Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.5 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 15 m.
- Pico da Mota - Baleal: Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.5 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 15 m.

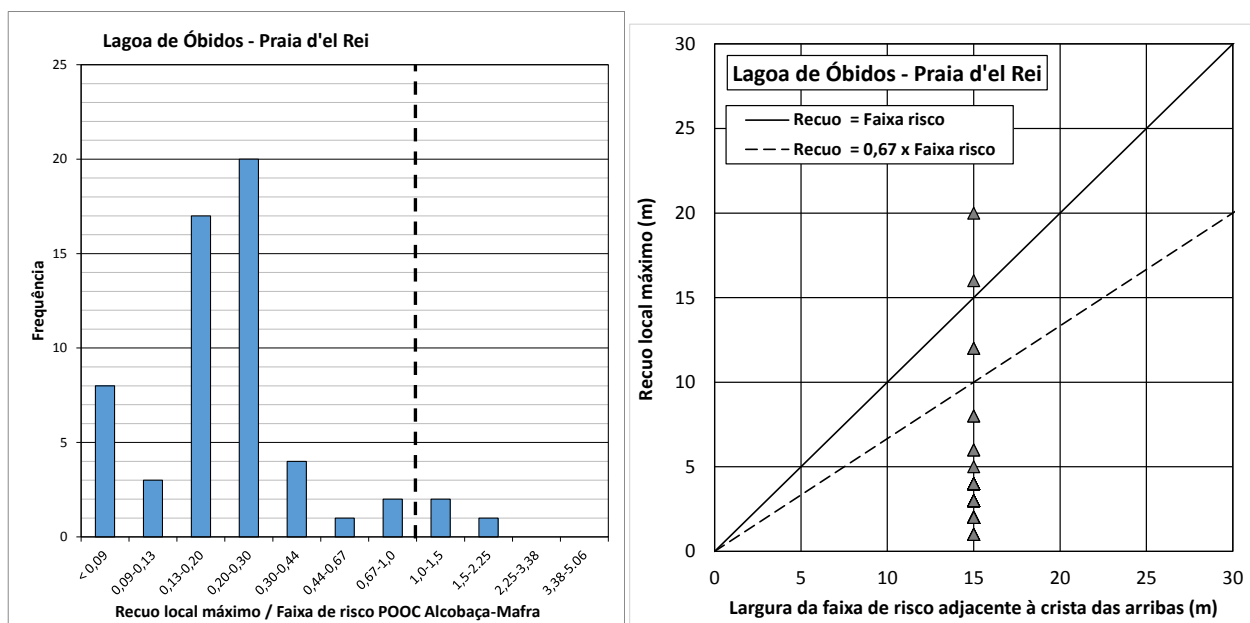


Figura 18. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

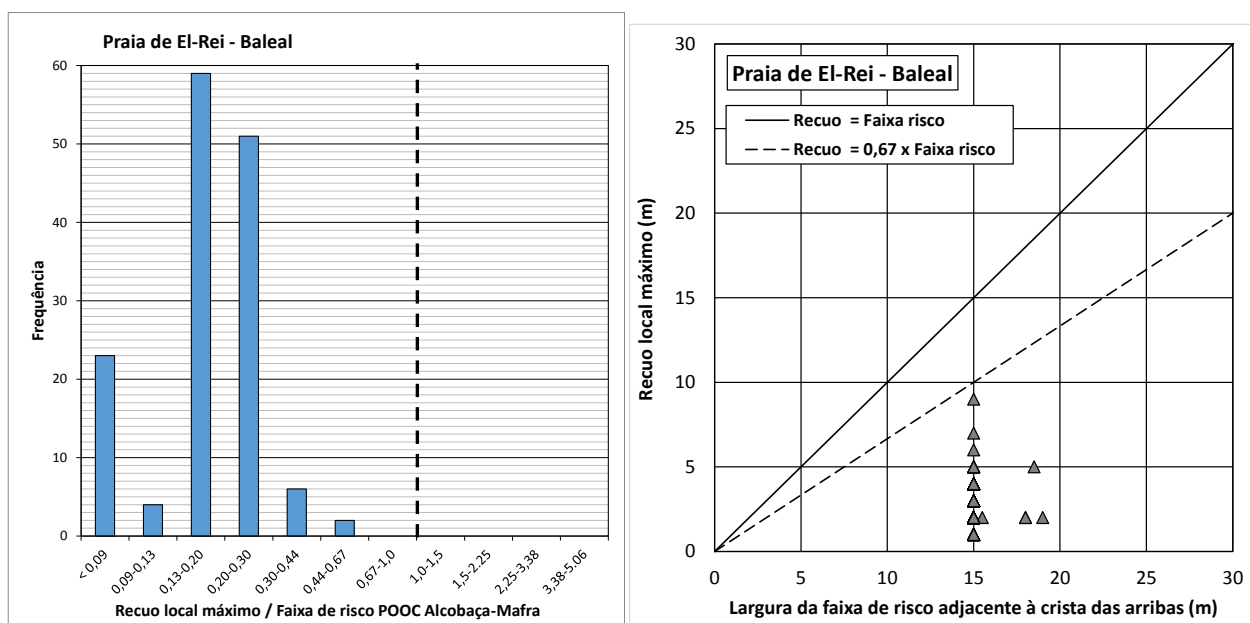


Figura 19. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

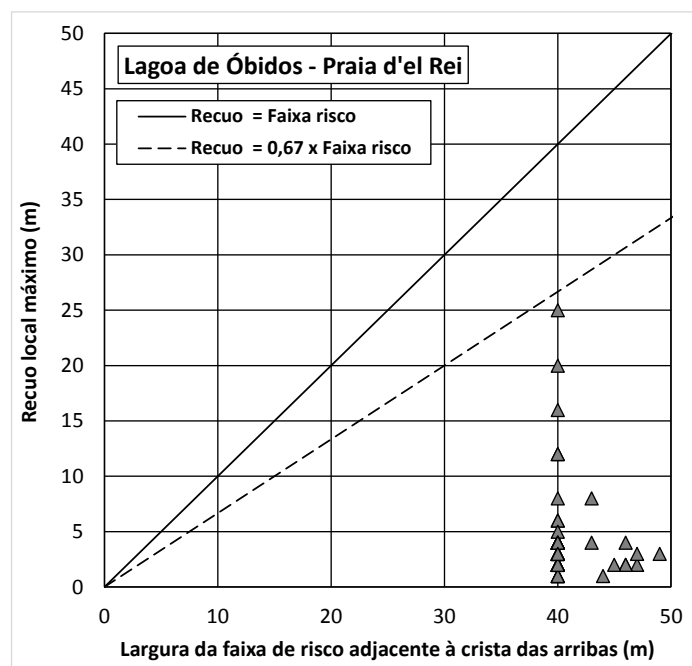


Figura 20. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

2.1.15 Sector Ínsua do Baleal e praia do Baleal Sul

Neste sector foram inventariados 9 movimentos que provocaram recuos da crista muito inferiores à dimensão das faixas de risco adjacentes à crista das arribas (**Figura 21**), pelo que se propõe que o critério para o seu cálculo se mantenha.

No caso das arribas da praia do Baleal Sul, apesar de não terem sido detetados recuos na fotointerpretação, a sensibilidade da zona aconselha a manutenção da faixa de risco em vigor, de 20m.

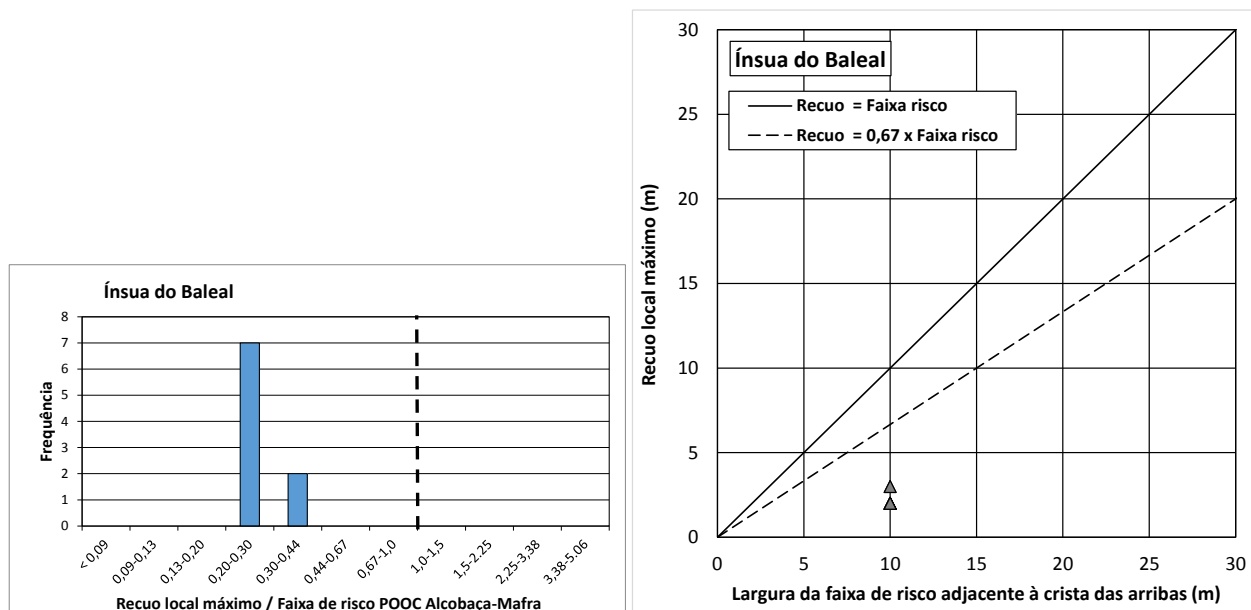


Figura 21. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.16 Sector praia da Gamboa - praia do Abalo (Peniche)

Neste sector foram identificados 21 movimentos nas arribas, que implicaram recuos máximos locais geralmente compreendidos entre 2 m e 5 m, mas com dois eventos máximos que implicaram recuos locais de 7m, já bastante próximos dos 10 m da faixa de risco única de 10 m em vigor (**Figura 22**). Nestas condições propõe-se alteração do critério de cálculo da faixa de risco de forma a dar cumprimento ao disposto nas Orientações estratégicas da REN (**Figura 23**):

- Praia da Gamboa - praia do Abalo (Peniche): Faixa de risco adjacente à crista igual a 1.0 vez a altura da arriba, com valor mínimo de 12 m.

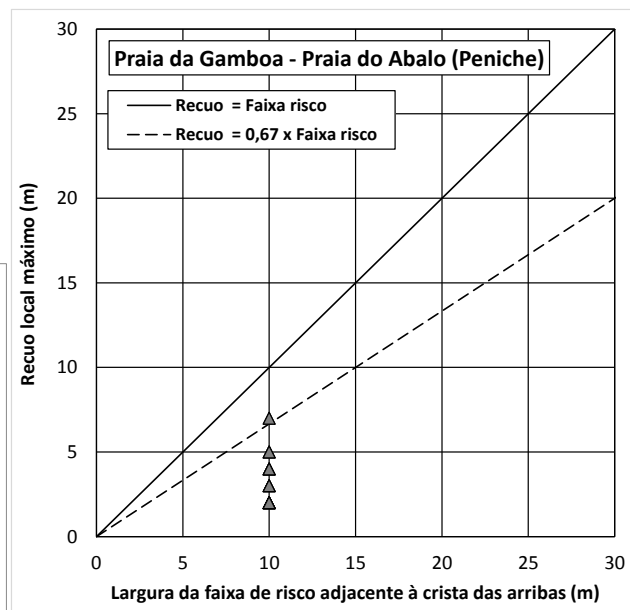
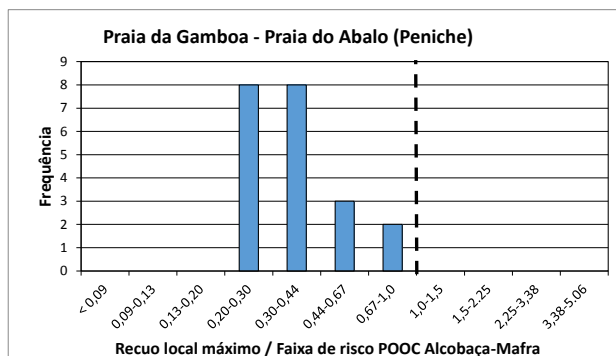


Figura 22. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

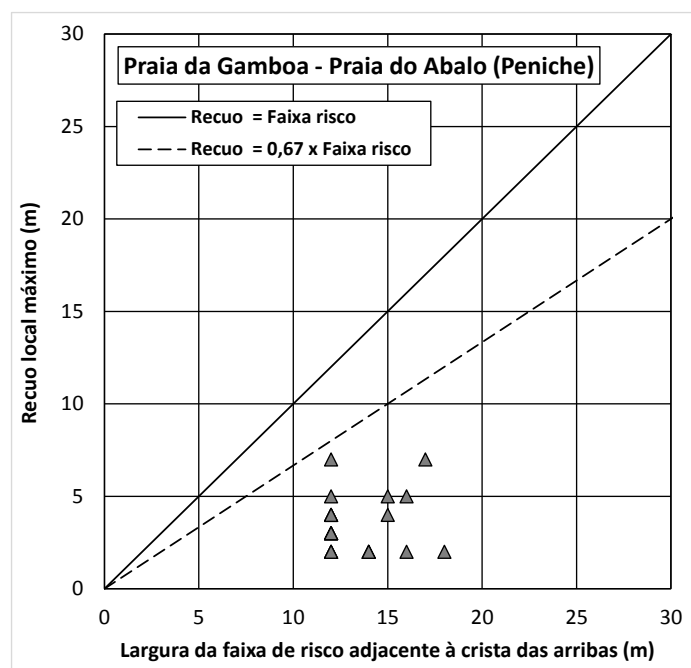


Figura 23. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

2.1.17 Sector praia do Abalo - Portinho da Areia Sul (Peniche)

Neste sector foram identificados 27 movimentos nas arribas, que implicaram recuos máximos locais geralmente compreendidos entre 2 m e 7 m, com um evento máximo que implicou recuo local de 10 m (**Figura 24**). Sendo a faixa de risco em vigor de 15 m, o recuo máximo registado está dentro dos parâmetros legais para a definição da faixa de risco pelo que se propõe a sua manutenção.

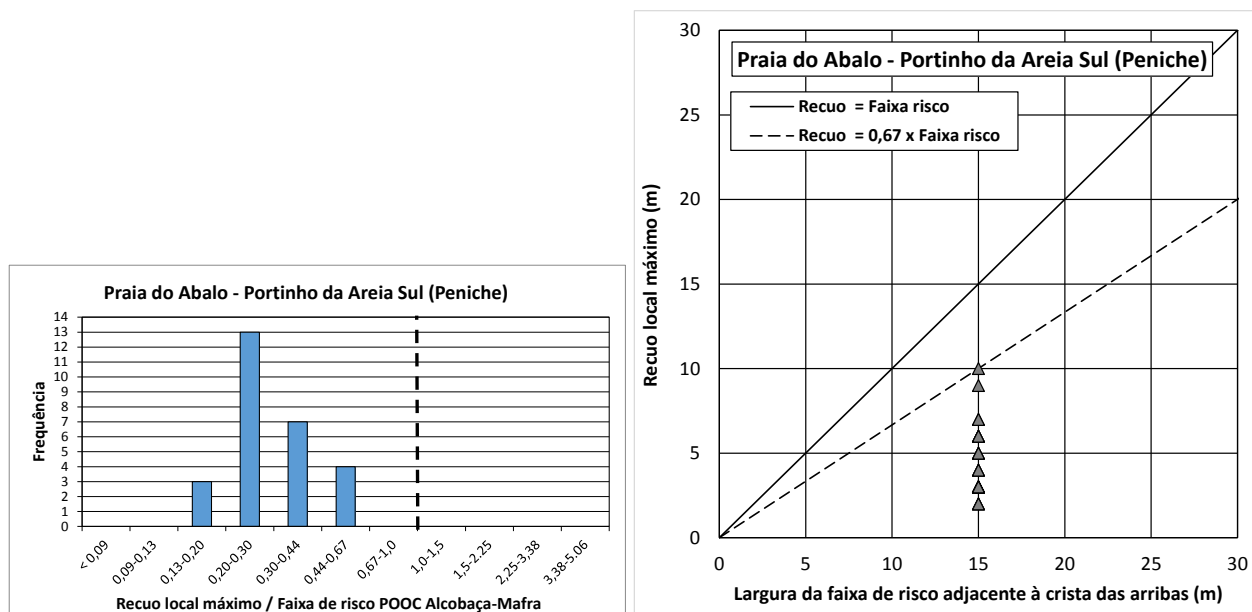


Figura 24. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.18 Sector Portinho da Areia Sul - Peniche

Neste sector foram apenas inventariados 4 movimentos nas arribas, que produziram recuos da crista de 2 m a 3 m, substancialmente inferiores à faixa de risco em vigor, correspondente a faixa única com largura de 10 m (**Figura 25**), pelo que propõe a manutenção do critério em vigor.

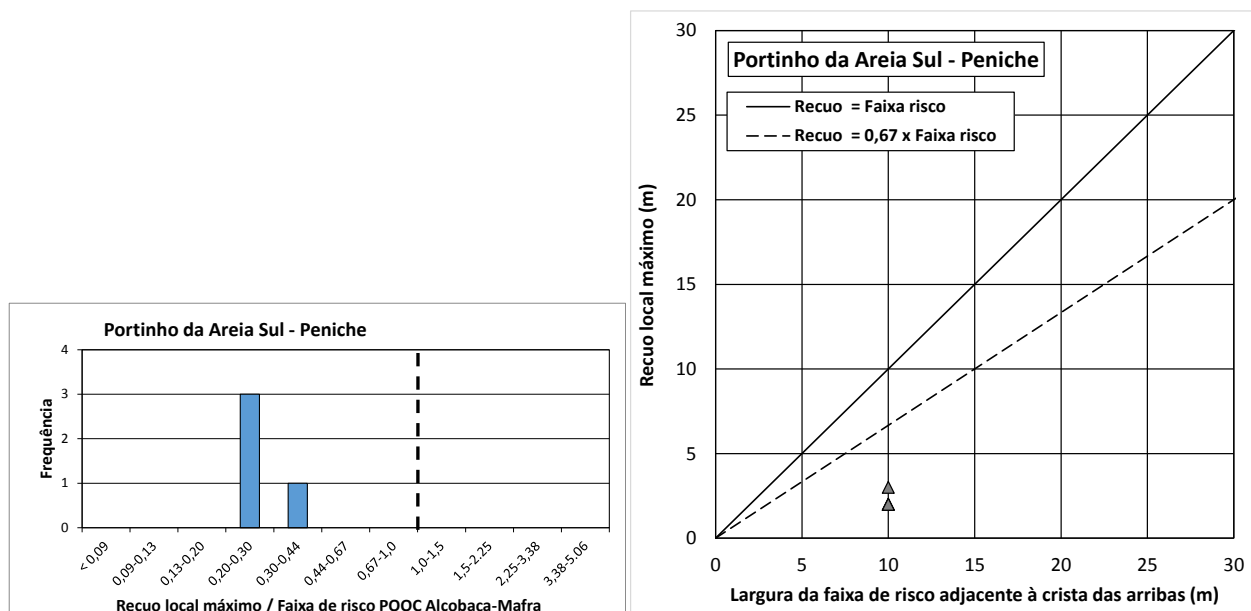


Figura 25. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.19 Sector Consolação - São Bernardino

Neste sector registaram-se 18 movimentos que causaram recuos da crista das arribas geralmente compreendidos entre 2 m e 5 m, com um evento máximo que provocou recuo de 7 m, que excede ligeiramente as disposições em vigor para a definição a faixa de risco, já que o valor desta em vigor é de faixa com largura única de 10 m (**Figura 26**). Em consequência propõe-se ligeira alteração ao critério em vigor (**Figura 27**) pela introdução de critério indexado à altura das arribas.

- Consolação - São Bernardino: Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.5 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 10 m.

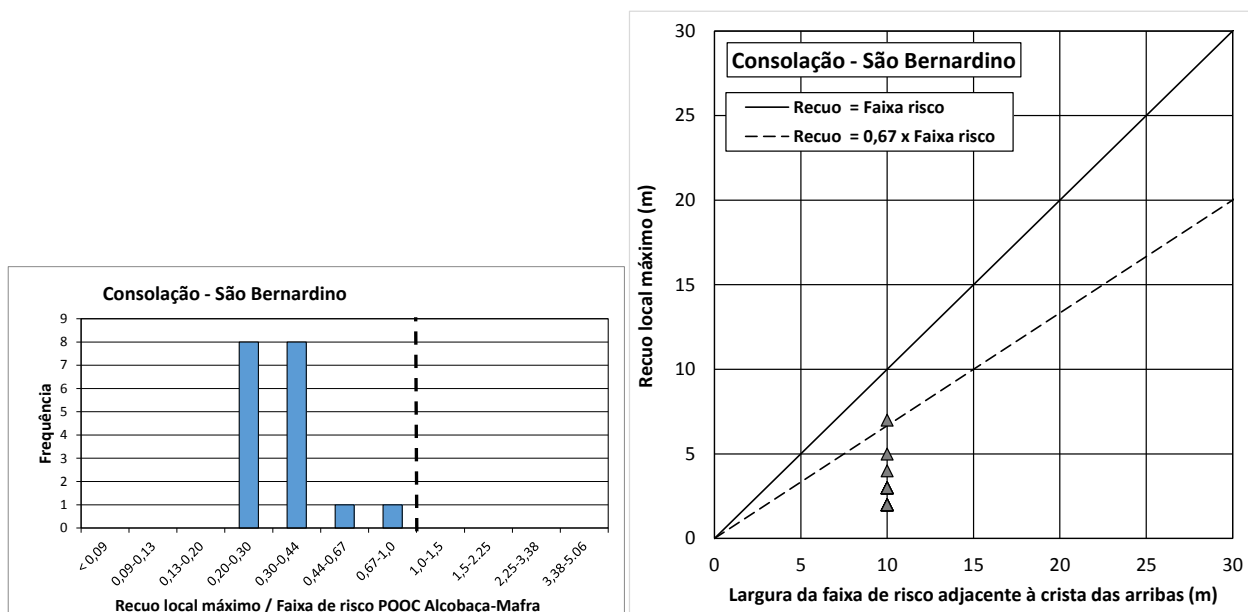


Figura 26. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

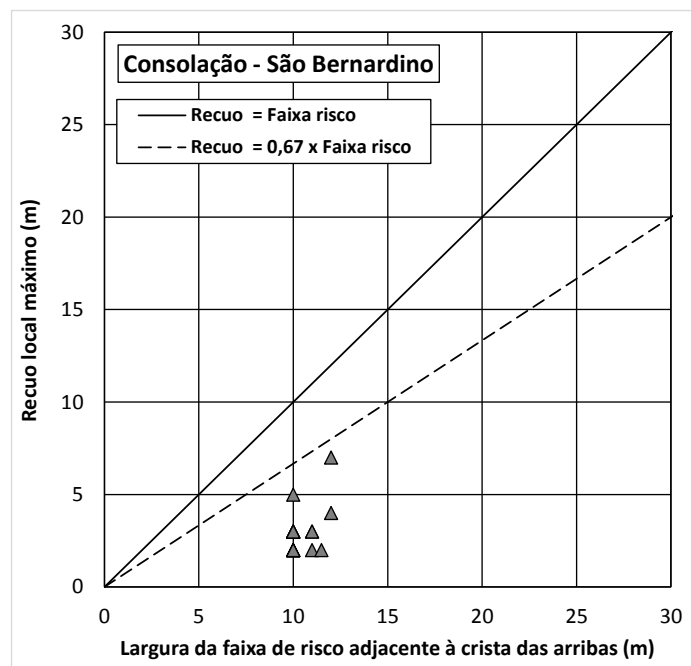


Figura 27. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

2.1.20 Sector São Bernardino - praia da Areia Branca

Ao longo deste troço costeiro foram inventariados 39 movimentos nas arribas, que causaram recuos da crista geralmente compreendidos entre 2 m e 5 m, com os maiores eventos a provocarem recuos de 10 m e 13 m (**Figura 28**). Os recuos registados foram adequadamente enquadrados pelas faixas de risco em vigor, pelo que se propõe a sua manutenção.

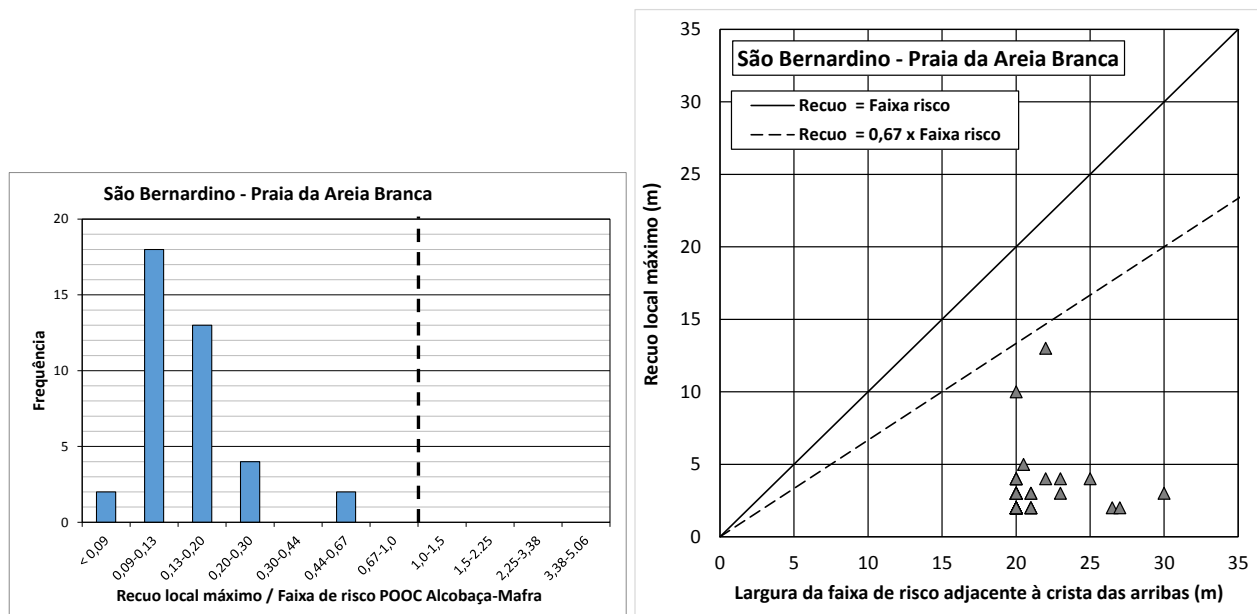


Figura 28. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.21 Sector praia da Areia Branca - Porto das Barcas

Neste troço costeiro foram inventariados 31 movimentos nas arribas, que causaram recuos da crista geralmente compreendidos entre 2 m e 6 m, com um evento maior a provocar recuo de 8 m (**Figura 29**). Os recuos registados foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor, pelo que se propõe a sua manutenção.

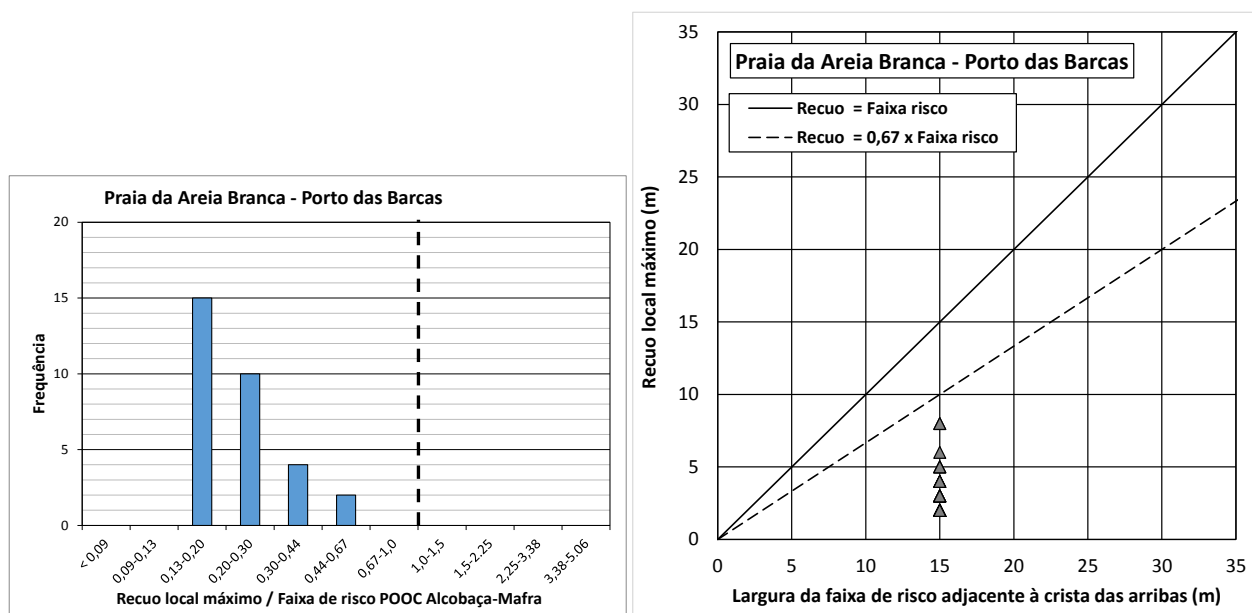


Figura 29. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.22 Sector Porto das Barcas - praia de Santa Rita Norte

Neste sector registaram-se 66 movimentos que causaram recuos da crista das arribas muito variados entre 1 m e 14 m, com um movimento a exceder ligeiramente 2/3 da faixa de risco em vigor e um movimento excecional, o ocorrido em Valmitão em 31/03/2013, cerca de 70 m a norte do acesso à praia, que afetou fundamentalmente aterros e pequena parte dos terrenos naturais subjacentes e provocou recuo da crista da arriba de cerca de 20 m (**Figura 30**). O carácter excecional deste movimento, que afetou fundamentalmente materiais de aterro, com características geotécnicas muito inferiores às dos materiais naturais e cujas condições de construção e controle são desconhecidas, não é passível de poder ser previsto pelas faixas de risco que são definidas em função dos terrenos naturais que formam as arribas em cada troço costeiro.

Tratando-se de um aterro, este não pode ser tratado como uma simples acumulação de terras, mas como uma obra de engenharia sujeita a projeto e controle de acordo com as regras da boa prática, que, sendo seguidas adequadamente, deverão ser suficientes para assegurar a estabilidade a longo prazo.

Neste contexto, propõe-se alteração pouco substancial do critério para a definição da faixa de risco, para que esta possa absorver as ocorrências de maiores dimensões resultantes da evolução das arribas por processos essencialmente naturais (**Figura 31**), não podendo naturalmente prever o resultado de intervenções artificiais deficientemente concebidas. O novo critério proposto é o seguinte:

- Porto das Barcas - praia de Santa Rita Norte: Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.6 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 10 m.

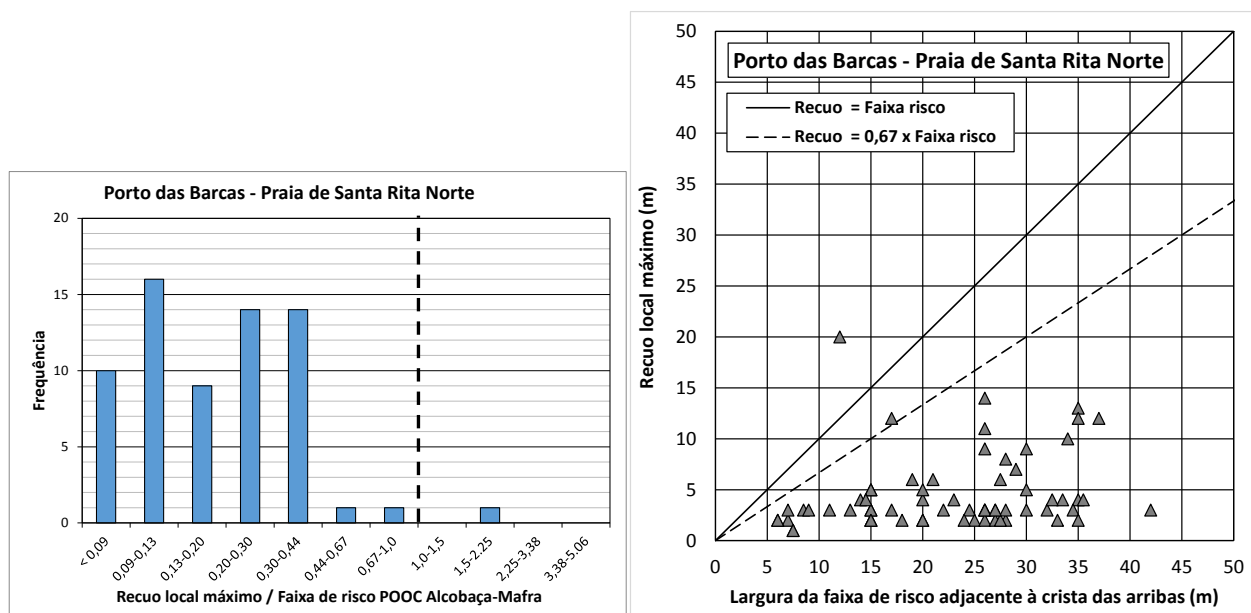


Figura 30. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

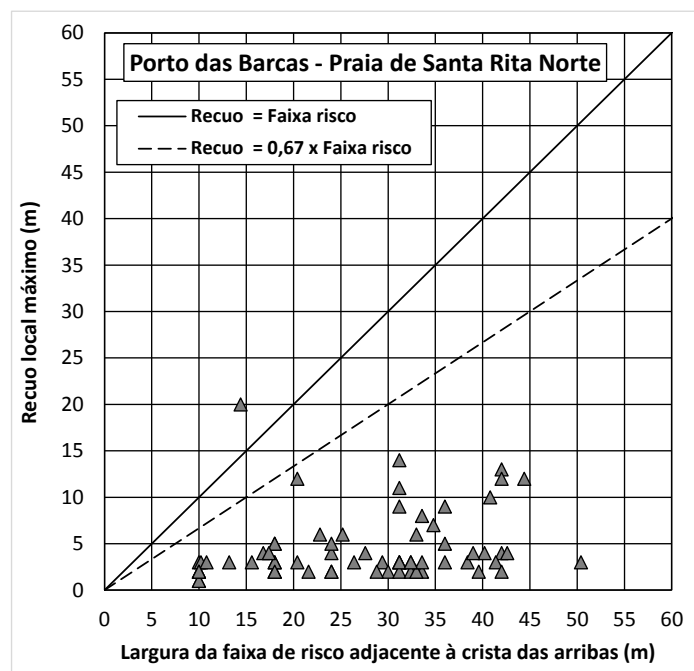


Figura 31. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta. O ponto que corresponde a recuo máximo de 20m é o do movimento de 2013 em Valmitão.

2.1.23 Sector Foz ribeira do Sorraia - Foz do Sizandro

Dos 41 movimentos nas arribas incluídos no inventário, apenas 2 excederam 2/3 da faixa de risco em vigor, sendo os recuos mais frequentes compreendidos entre 1 m e 5 m (**Figura 32**). Face a estes resultados propõe-se alteração pouco substancial ao critério para a definição da faixa de risco neste sector (**Figura 33**):

- Foz ribeira do Sorraia - Foz do Sizandro: Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.6 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 10 m.

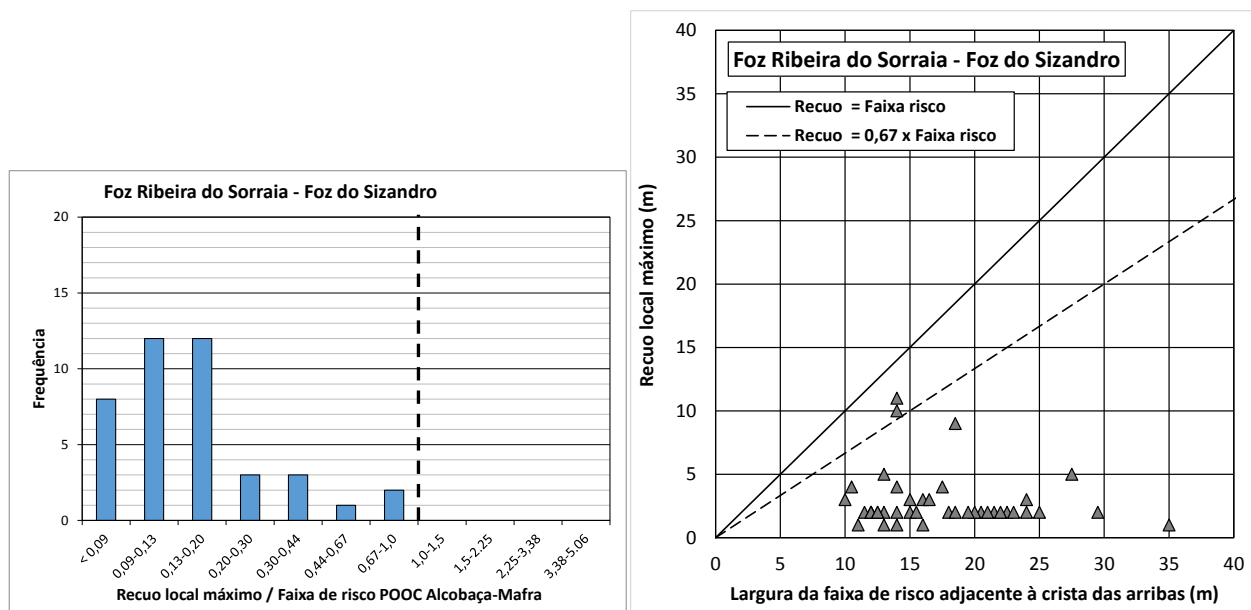


Figura 32. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

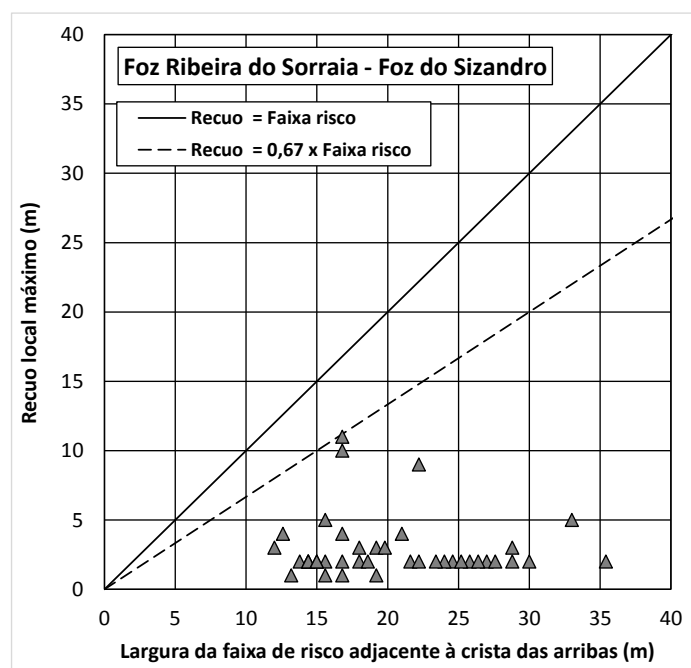


Figura 33. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

2.1.24 Sector Foz do Sizandro - Casais de São Lourenço

Neste troço costeiro foram inventariados 67 movimentos nas arribas, que causaram recuos da crista geralmente compreendidos entre 1 m e 8 m, com eventos maiores a provocarem recuos locais de 10 m, 15 m e 19 m (**Figura 34**). Apesar da elevada dimensão dos maiores recuos registados, estes foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor, pelo que se propõe a sua manutenção.

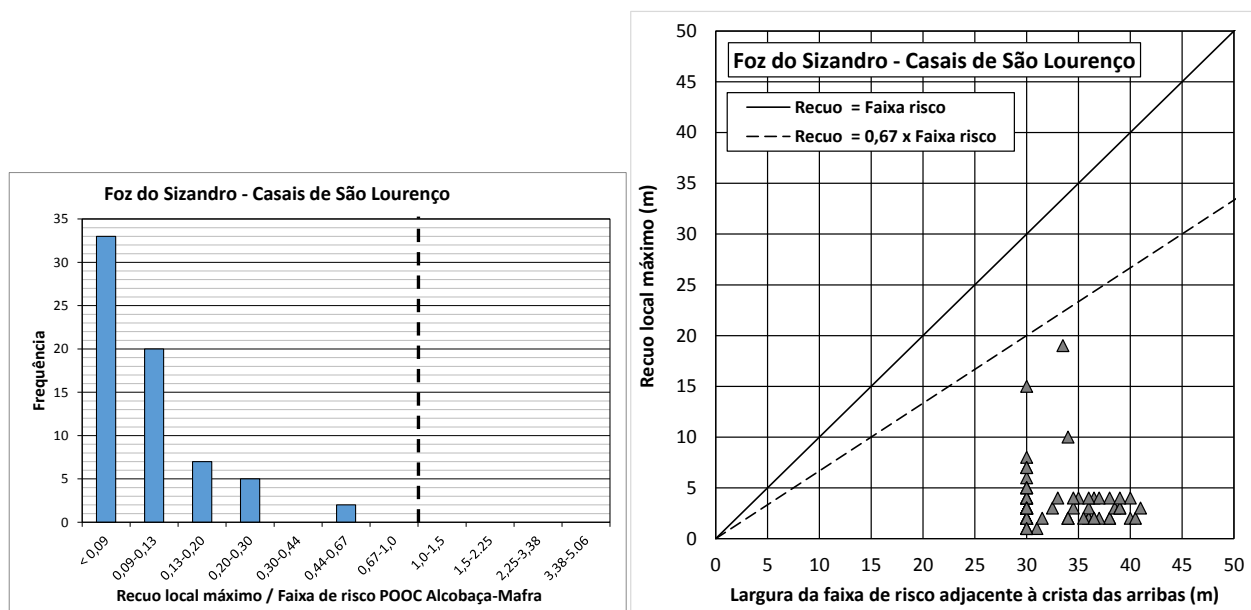


Figura 34. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.25 Sector Casais de São Lourenço - Foz do Lizandro

Neste sector foram inventariados 49 movimentos nas arribas, que causaram recuos da crista geralmente compreendidos entre 1 m e 5 m, com eventos maiores a provocarem recuos locais de 7 m, 8 m e 11 m (**Figura 35**). Os recuos registados foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor, pelo que se propõe a sua manutenção.

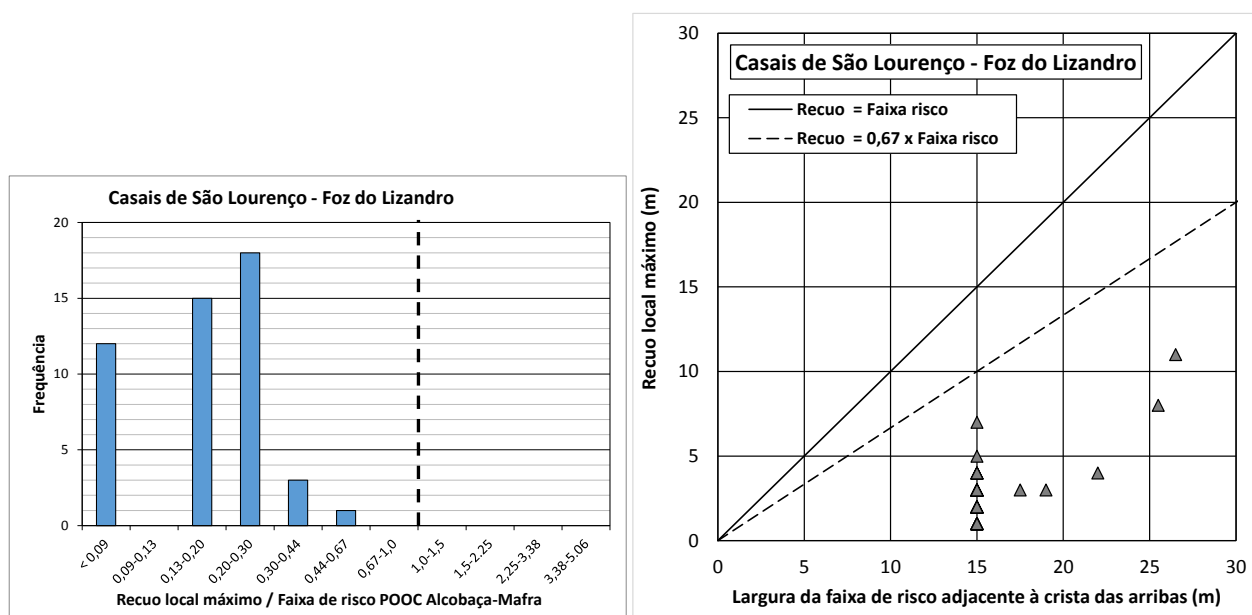


Figura 35. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.26 Sector Foz do Lizandro - praia de São Julião

Neste segmento costeiro, que não está referido nos critérios para a determinação das faixas de risco do POOC Alcobaça-Mafra, foram inventariados 6 movimentos nas arribas, que causaram recuos da crista compreendidos entre 1 m e 6 m (**Figura 36**). Tendo em conta os recuos registados e os indícios de terreno, que levam a admitir a possibilidade de ocorrência de movimentos nas arribas que provoquem recuos superiores aos registados nas últimas 6 décadas, propõe-se para este sector, o mesmo critério em vigor para o sector adjacente a norte:

-Foz do Lizandro - praia de São Julião: Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.5 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 15 m.

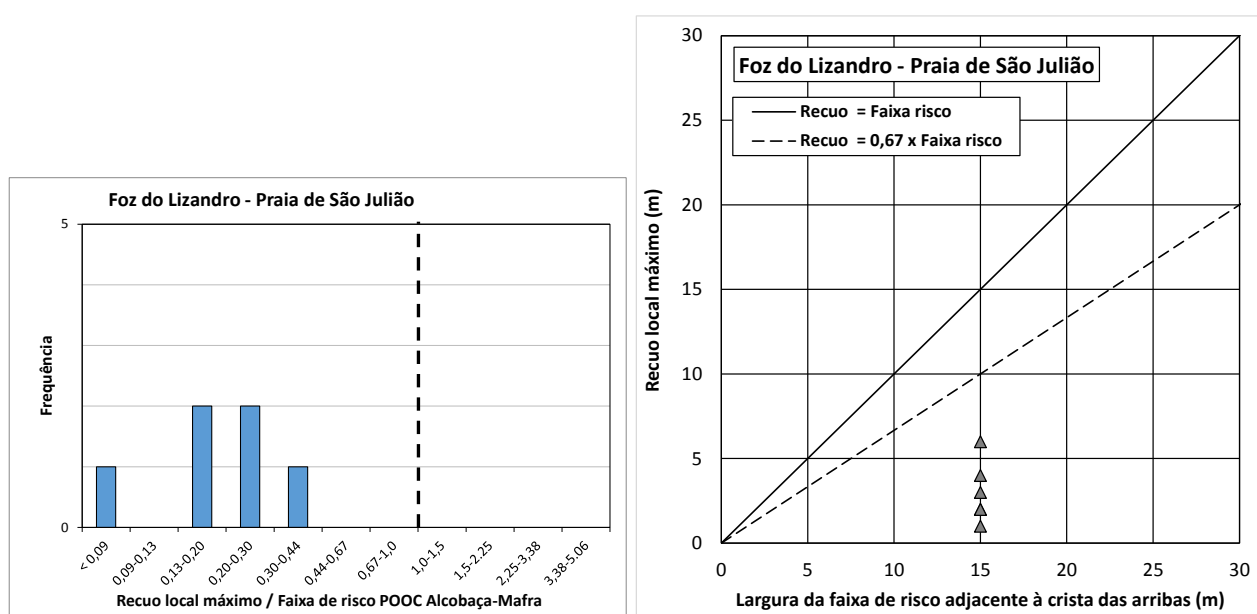


Figura 36. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.27 Sector praia de São Julião - praia do Magoito e praia do Magoito - praia da Aguda

Neste sector foram inventariados 32 movimentos nas arribas, que causaram recuos da crista geralmente compreendidos entre 2 m e 17 m, com um evento maior, excecional, que provocou recuo local de 70 m (**Figura 37**). O movimento maior correspondeu a uma situação excecional, pois ocorreu no único local onde, como resultado das perturbações da estrutura geológica, as camadas de alternâncias de calcários margosos e margas e argilas tem inclinação substancial em direção ao mar. Como não existe outro local no sector com características idênticas, não é plausível a ocorrência de instabilidades com dimensões semelhantes.

Como os restantes recuos registados foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor, propõe-se a sua manutenção.

No sector praia do Magoito - praia da Aguda não foram identificados movimentos maiores, porém, a grande sensibilidade das dunas consolidadas que cobrem grande parte do topo da arriba sugerem que as faixas em vigor sejam mantidas.

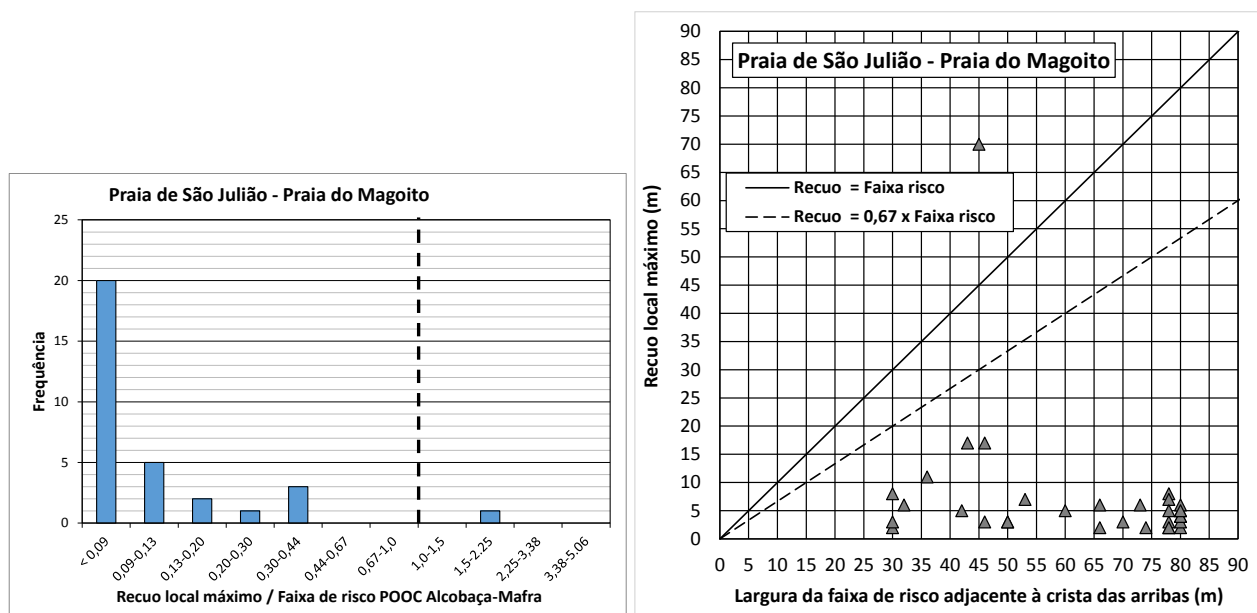


Figura 37.- Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.28 Sector praia da Aguda - Azenhas do Mar

Neste troço costeiro foram apenas inventariados 2 movimentos nas arribas, que causaram recuos da crista 8 m e 6 m (**Figura 38**). Os recuos registados foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor, pelo que se propõe a sua manutenção.

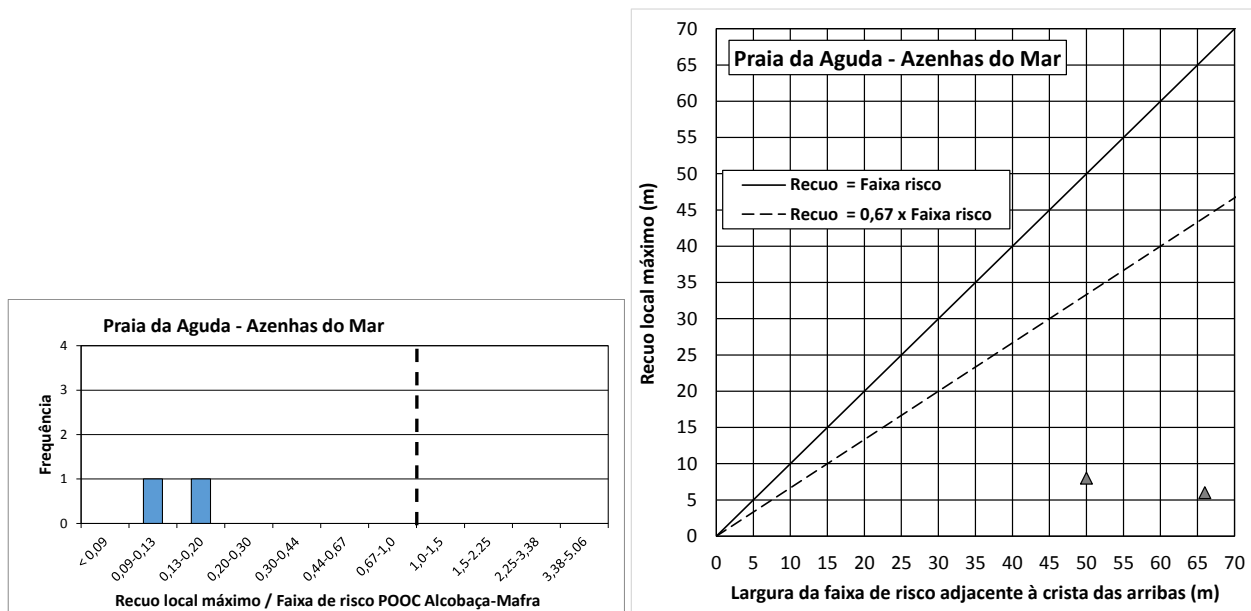


Figura 38. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.29 Sector Azenhas do Mar - praia das Mações

Neste sector foram inventariados 18 movimentos nas arribas, que causaram recuos da crista compreendidos entre 1 m e 7 m (**Figura 39**). Os recuos registados foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor, pelo que se propõe a sua manutenção.

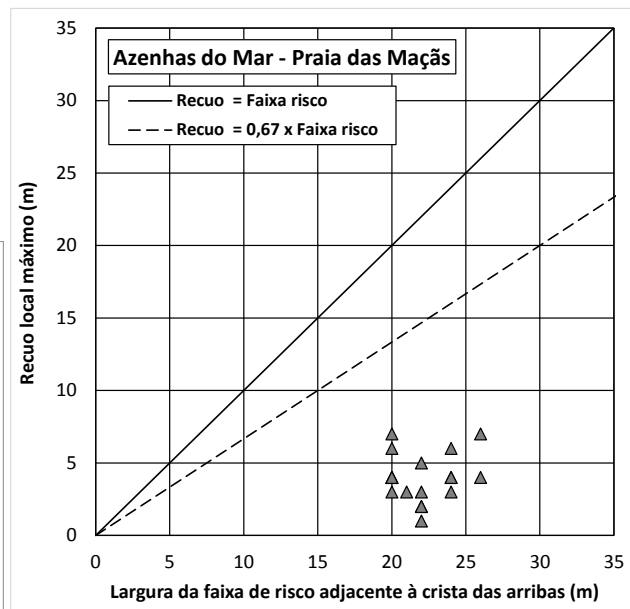
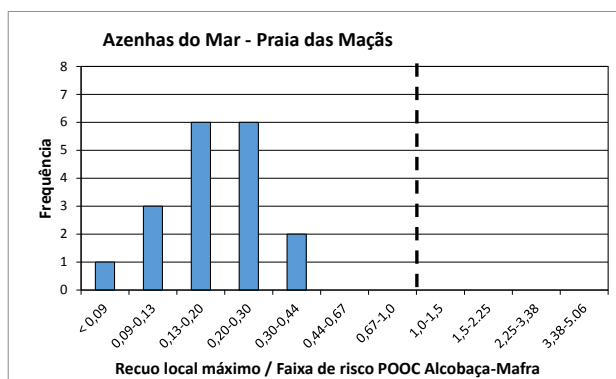


Figura 39. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.30 Sector praia das Maças - praia Pequena

Neste sector de arribas foram inventariados 4 movimentos, que causaram recuos da crista compreendidos entre 2 m e 14 m (**Figura 40**). Os recuos registados foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor, pelo que se propõe a sua manutenção.

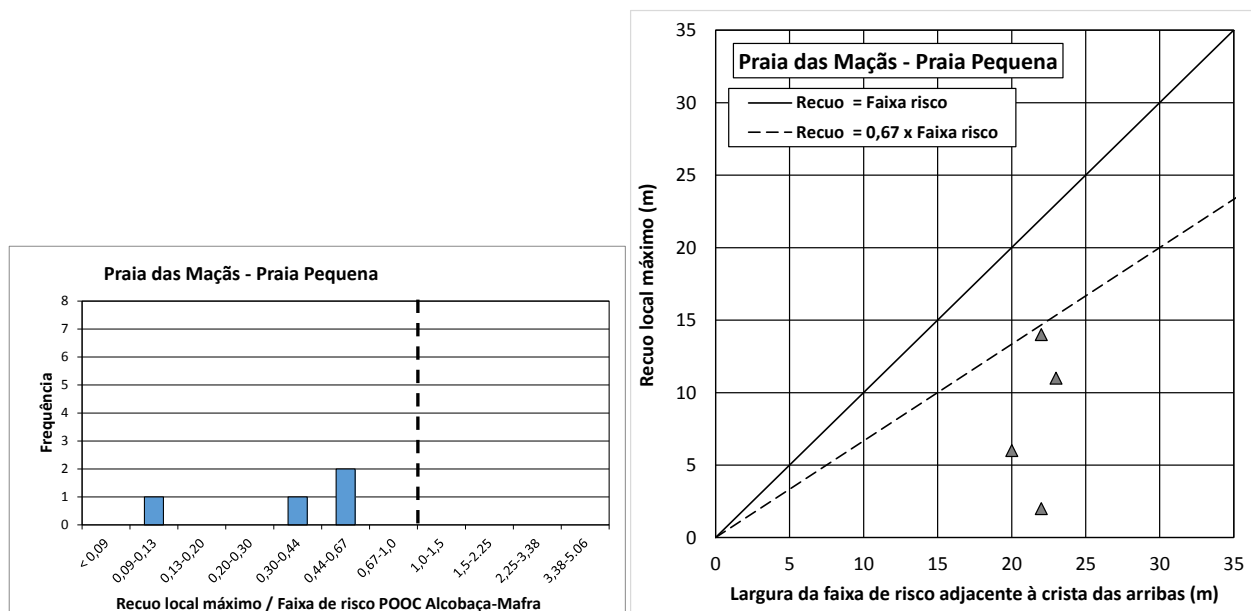


Figura 40. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.31 Sectores praia Grande - praia da Adraga e praia da Adraga - praia da Ursa

Nestes dois sectores costeiros ocorreu apenas um movimento nas arribas, no sector praia da Adraga - praia da Ursa, que provocou recuo da crista de 10 m, muito inferior à faixa de risco em vigor no local, com largura de 70 m. Tendo em atenção a geologia e geomorfologia da zona, que sugerem a possibilidade de ocorrência de movimentos de maiores dimensões, mas com periodicidade muito baixa, recomenda-se a manutenção das faixas de risco em vigor.

2.1.32 Sector praia da Ursa - ponta da Abelheira

Neste sector de arribas foram inventariados 10 movimentos, que causaram recuos da crista compreendidos entre 2 m e 6 m, com dois eventos maiores que causaram recuos da crista de 18 m e de 25 m (**Figura 41**). Os recuos registados foram adequadamente absorvidos pelas faixas de risco em vigor, pelo que se propõe a sua manutenção.

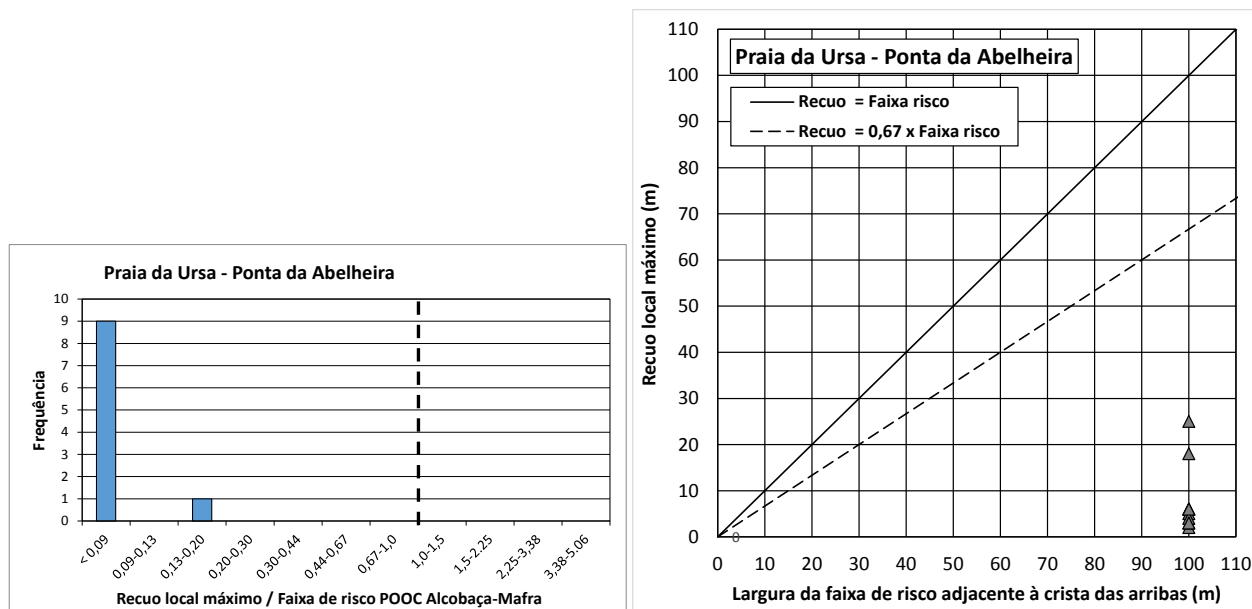


Figura 41. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.33 Sector ponta da Abelheira - praia do Abano

Neste sector costeiro ocorreu apenas um movimento nas arribas, que provocou recuo da crista de 6 m, muito inferior à faixa de risco em vigor no local, com largura de 20 m. Tendo em atenção a geologia e geomorfologia da zona, que sugerem a possibilidade de ocorrência de movimentos de maiores dimensões, mas com periodicidade muito baixa, recomenda-se a manutenção das faixas de risco em vigor.

2.1.34 Sector praia do Abano - praia da Cresmina

Neste sector de arribas relativamente baixas não foram identificados recuos no período de monitorização considerado. Atendendo às condições geológicas e geomorfológicas locais recomenda-se para estas arribas o seguinte critério para cálculo da faixa de risco:

- Praia do Abano - praia da Cresmina: Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.7 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 10 m.

2.1.35 Sector praia da Cresmina - praia de Santa Marta

Neste sector de arribas foram inventariados 12 movimentos, que causaram recuos da crista compreendidos entre 1 m e 6 m (**Figura 42**). Os recuos registados foram muito inferiores à largura da faixa de risco em vigor. Porém, as condições geomorfológicas das arribas tornam possível a ocorrência de eventos de recuo substancialmente maiores, pelo que se propõe a manutenção da faixa de risco em vigor, que corresponde a faixa de largura fixa de 20 m.

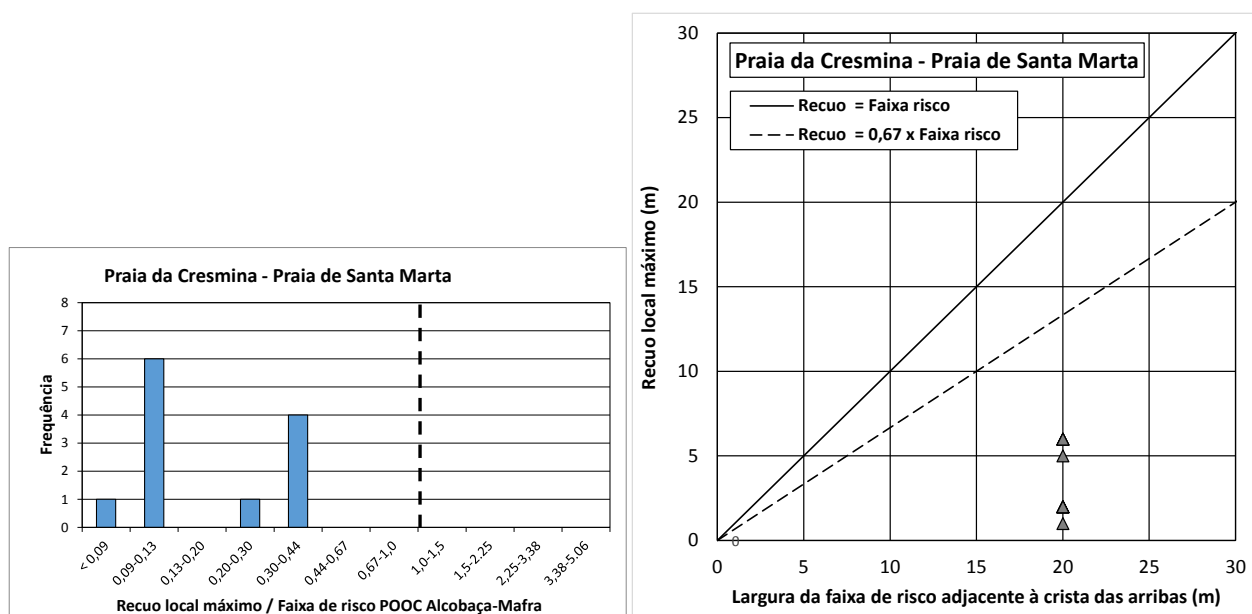


Figura 42. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.36 Sector Cidadela (Cascais) - Forte de São Julião da Barra

Neste sector de arribas, para o qual não estavam definidas faixas de risco no POOC com o mesmo nome, foram inventariados 20 movimentos, que causaram recuos da crista compreendidos entre 1 m e 7 m (**Figura 43**). Atendendo à dimensão do recuo máximo registado e às condições geomorfológicas do Sector costeiro propõe-se o seguinte critério para a definição da faixa de risco (**Figura 43, Figura 44**):

- Cidadela (Cascais) - Forte de São Julião da Barra: Faixa de risco adjacente à crista igual a 0.8 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 8 m.

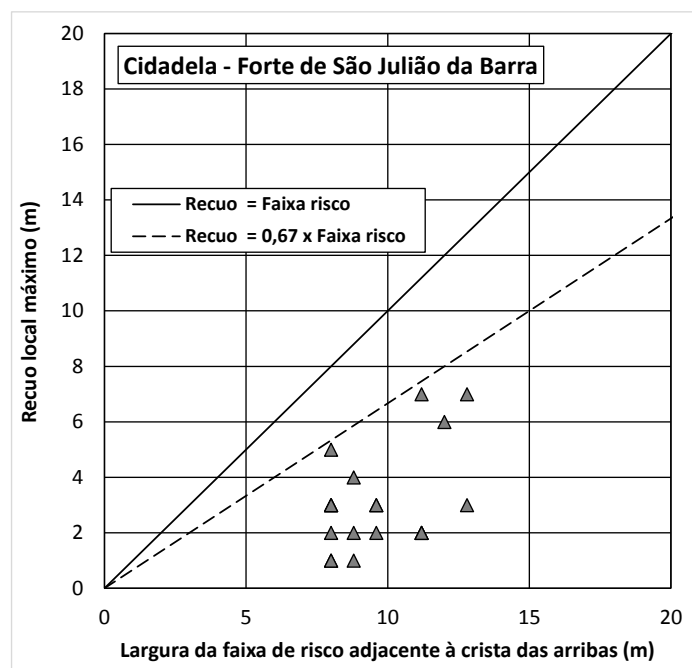


Figura 43. Relação entre a largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas e o recuo máximo da crista de acordo com a nova proposta.

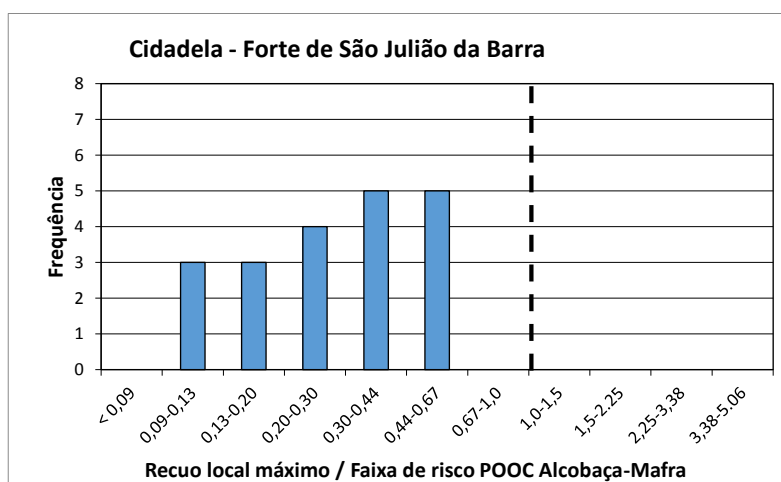


Figura 44. Histograma da razão entre os recuos máximos da crista das arribas, provocados pelos movimentos registados no período compreendido entre 1942-1947 a 2010, e a correspondente largura das faixas de risco adjacentes à crista das arribas de acordo o critério proposto neste trabalho.

2.1.37 Sector praia da Fonte da Telha - praia da Lagoa de Albufeira

Não foram identificados eventos de recuo, sendo apenas de registar indícios claros de erosão superficial e ravinamento. Atendendo às condições geomorfológicas locais e à escassa resistência dos terrenos, fundamentalmente areias silto-argilosas Plio-plistocénicas, recomenda-se a manutenção da faixa de risco em vigor, com largura fixa de 1.0 vezes a altura da arriba com valor mínimo de 20 m.

2.1.38 Sector praia da Lagoa de Albufeira - praia do Moinho de Baixo

Neste sector de arribas foram inventariados 6 conjuntos de movimentos, que causaram recuos da crista compreendidos entre 3 m e 9 m (**Figura 45**). Os recuos registados foram muito inferiores à largura da faixa de risco em vigor. Porém, as condições geomorfológicas das arribas tornam possível a ocorrência de eventos de recuo substancialmente maiores, pelas fracas características geotécnicas dos terrenos que as compõem, pelo que se propõe a manutenção da faixa de risco em vigor, que corresponde a faixa de largura fixa de 30 m.

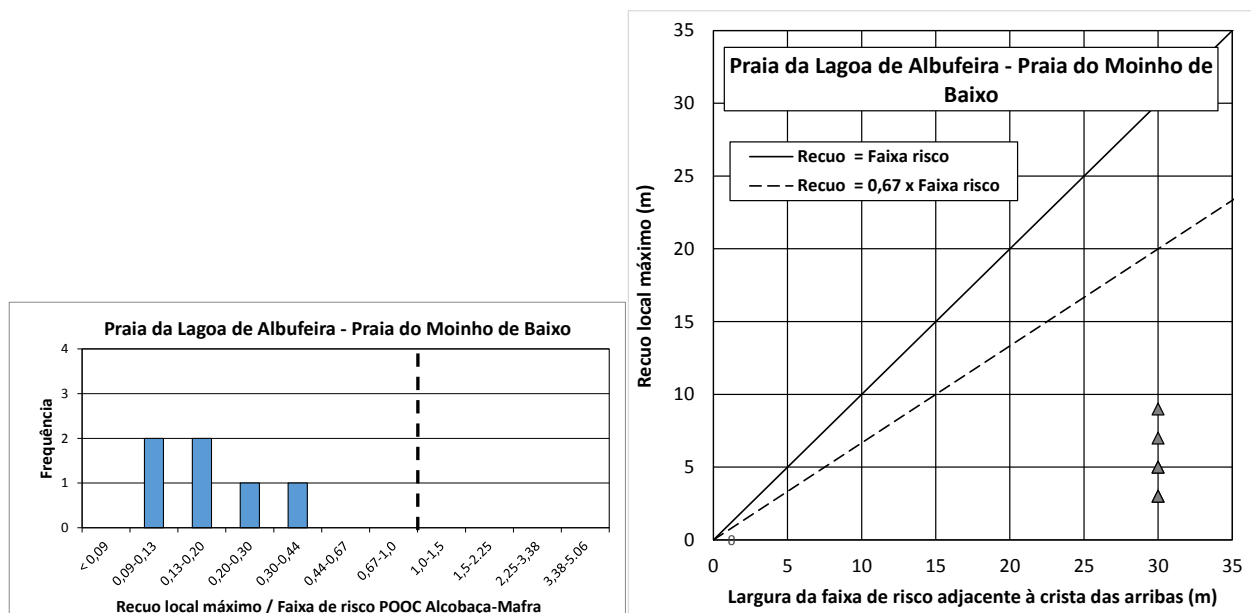


Figura 45. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.39 Sector praia do Moinho de Baixo - praia das Bicas

Neste sector de arribas foram inventariados 21 movimentos, que causaram recuos da crista maioritariamente compreendidos entre 3 m e 12 m, com ocorrências maiores de 17 m e 25 m, e uma ocorrência excecional de cerca de 150 m (**Figura 46**). Este recuo excecional situado nas proximidades do parque de campismo terá sido provocado pela rotura de canalização que causou um profundo ravinamento, não correspondendo pois a um recuo da arriba causado por processos naturais.

Como os restantes recuos registados foram bastante inferiores à largura da faixa de risco em vigor, mas as condições geomorfológicas das arribas tornam possível a ocorrência de eventos de recuo substancialmente maiores, pelas fracas características geotécnicas dos terrenos que as compõem, propõe a manutenção da faixa de risco em vigor, que corresponde a faixa de largura fixa de 50 m.

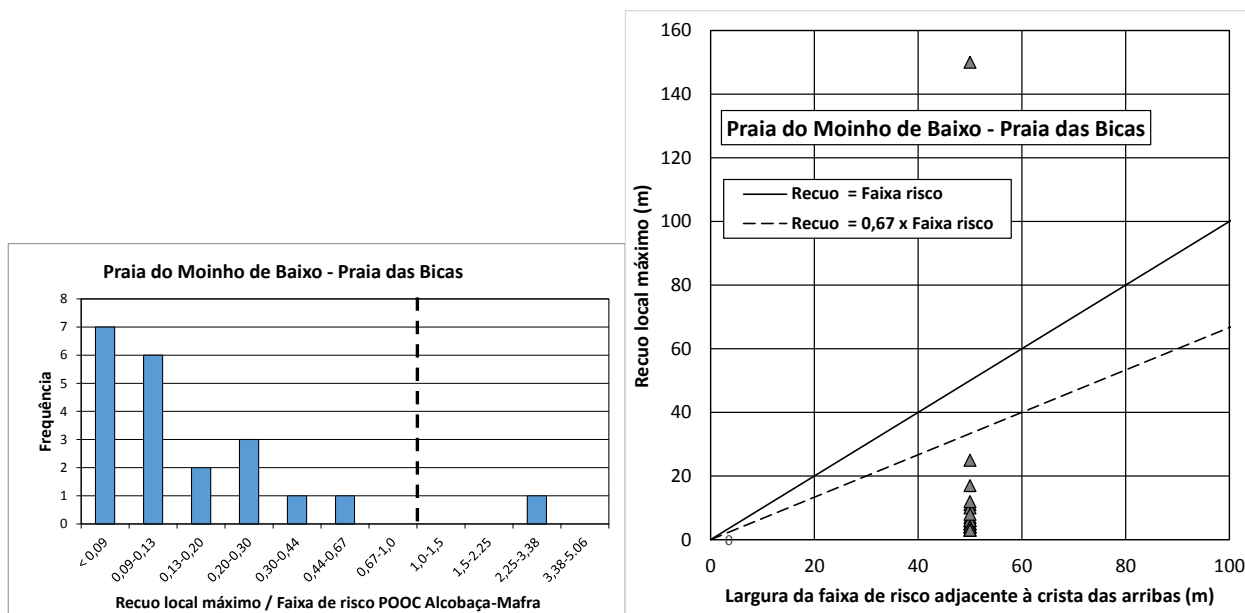


Figura 46. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.40 Sector praia das Bicas - praia dos Lagosteiros

Neste sector de arribas foram inventariados 30 movimentos, que causaram recuos da crista compreendidos entre 1 m e 11 m (**Figura 47**). Os recuos registados foram muito inferiores à largura da faixa de risco em vigor. Porém, as condições geomorfológicas das arribas tornam possível a ocorrência de eventos de recuo substancialmente maiores, pelo que se propõe a manutenção da faixa de risco em vigor, que corresponde a 1.0 vezes a altura da arriba, com valor mínimo de 50 m.

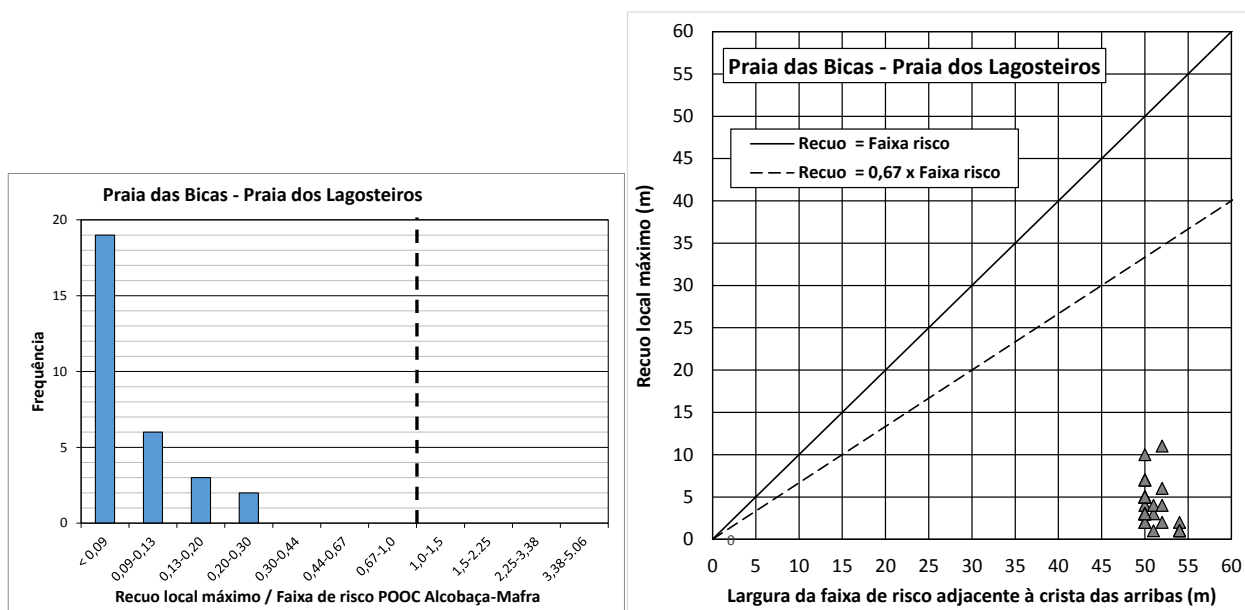


Figura 47. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.1.41 Sector praia dos Lagosteiros - Serra da Azoia

Neste sector de arribas foram inventariados 7 movimentos, que causaram recuos da crista compreendidos entre 1 m e 4 m (**Figura 48**). Os recuos registados foram muito inferiores à largura da faixa de risco em vigor. Porém, as condições geomorfológicas das arribas, nomeadamente a sua grande altura e elevado declive, tornam possível a ocorrência de eventos de recuo substancialmente maiores, pelo que se propõe a manutenção da faixa de risco em vigor, que corresponde a uma faixa com largura fixa de 100 m.

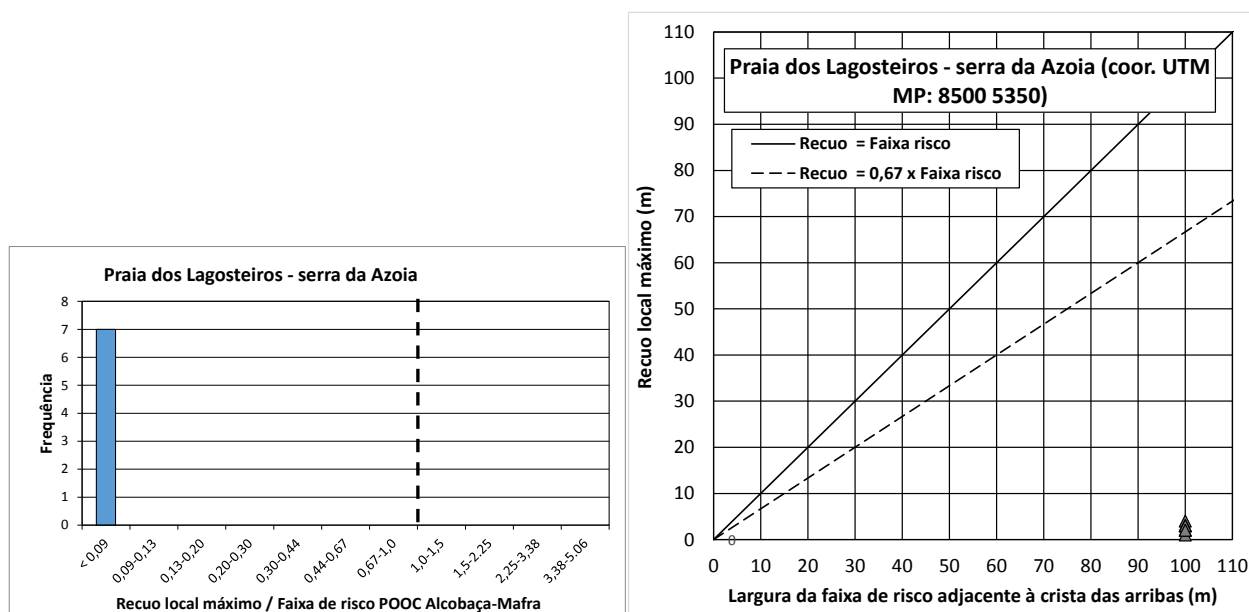


Figura 48. Relações entre os recuos máximos da crista das arribas e as correspondentes faixas de risco no POOC em vigor.

2.2 Aferição da adequabilidade das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas nos POOC em vigor

A aferição ou validação das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas definidas nos POOC em vigor é realizada, no presente estudo, por comparação direta entre os registos de instabilidades que incluam a medição da distância percorrida pelas massas de rochas ou solos deslocados, como resultado da ocorrência de movimentos ou instabilidades nas arribas, contada a partir da base da arriba em direção ao mar, também designado neste relatório como o alcance dos materiais mobilizados. Para este efeito não foi possível contar com os inventários obtidos por fotointerpretação, eficientes para caracterizar o recuo da crista das arribas, mas em que geralmente não é possível medir ou mesmo estimar o alcance dos materiais mobilizados por várias razões que incluem:

- Não é geralmente possível determinar nas fotografias aéreas a separação entre materiais mobilizados por um dado movimento ocorrido nas arribas durante o período de monitorização, de outros que já estavam depositados na mesma zona. Este aspeto é ainda agravado pelo facto de frequentemente a zona de sopé das arribas da costa ocidental de Portugal estar em zona de sombra, o que dificulta a observação.
- O intervalo de tempo entre a ocorrência de um dado movimento identificado por comparação de fotografias aéreas, e a data das fotos mais recentes utilizadas é muito variável pelo que, não é possível ter em conta a erosão dos materiais mobilizados pelo mar, que depende da morfologia da zona adjacente ao sopé, da intensidade das ações marinhas e da natureza, resistência e compartimentação dos materiais deslocados. Neste aspeto particular, salientam-se, como exemplos extremos, as arribas do setor compreendido entre a Lagoa de Óbidos e o Pico da Mota, e do setor costeiro compreendido entre a Lagoa de Albufeira e a praia das Bicas, compostas por arenitos brandos e areias, em que os materiais deslocados pelos movimentos são rapidamente desmantelados pelo mar, por vezes em períodos de tempo da ordem de meses ou semanas.
- A estimativa de distâncias contadas a partir do sopé da arriba, mesmo nas melhores condições de observação proporcionadas pelas fotografias aéreas está sujeita a erros de medição muito superiores aos inerentes às medições ao nível da crista, por estarem geralmente ausentes elementos imutáveis entre as fotografias das diferentes épocas na zona adjacente ao sopé.

Tendo em atenção este conjunto de limitações optou-se por utilizar a fonte de informação mais fiável, ou seja, o inventário de movimentos caracterizados diretamente no terreno, que tem sido construídos pelos técnicos da APA e por membros da equipa deste projeto. Deste inventário constam 156 movimentos que ocorreram desde 2006 até à atualidade. Destes movimentos selecionaram-se apenas aqueles relativamente aos quais foi possível medir ou estimar o alcance dos materiais deslocados a partir do sopé da arriba, ou seja 94 movimentos.

É evidente que se trata de um inventário muito menos robusto do que o que foi possível construir no âmbito deste projeto por fotointerpretação, que incluiu um total de 988 movimentos ou grupos de movimentos adjacentes que não foi possível separar pelos elevados intervalos de tempo que mediaram entre as séries de fotografias aéreas utilizadas no estudo.

2.2.1 Análise global da eficiência das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas

Para efetuar análise quantitativa da eficiência das faixas de risco, utilizaram-se os alcances máximos locais dos materiais mobilizados contados a partir do sopé das arribas em cada movimento e, para cada um deles foi calculada, em função da altura da arriba e das definições das faixas de risco em vigor, contidas na **Tabela 1** e **Tabela 2**, a largura da faixa de risco adjacente ao sopé correspondente. Neste contexto, os movimentos ocorridos nas áreas dos POOC Ovar-Marinha Grande e Cidadela-S. Julião da Barra não foram considerados, por nestes POOC não estarem contempladas faixas de risco.

Os resultados obtidos estão expressos sob a forma de gráfico que relaciona o alcance local máximo com a largura da faixa de risco para a totalidade das ocorrências registadas na área de intervenção (**Figura 49**), sem ter em atenção a tipologia dos movimentos.

Neste gráfico, verifica-se que, na sua grande maioria, os alcances máximos dos materiais mobilizados nos movimentos registados foram inferiores às correspondentes faixas de risco, sendo porém salientes 7 casos em que os recuos causados pelos movimentos iguallaram ou excederam a largura das faixas de risco.

Tendo em conta que as larguras das faixas de risco são muito variáveis de setor para setor de arribas e, para permitir análise mais pormenorizada dos resultados, calculou-se a razão entre o recuo local máximo de cada movimento registado e a correspondente largura da faixa de risco, projetando-se os resultados sob a forma de histograma de frequências simples e curva cumulativa (**Figura 50**). As divisões de classe de razão recuo/largura da faixa de risco foram definidos numericamente a partir de 1, que corresponde a recuo igual à largura da faixa de risco, dividindo sucessivamente por 1.2, para as classes de razões inferiores, e multiplicando por 1.2, para as classes de razões superiores. Desta operação resultaram intervalos de classe com igual largura em gráfico em escala logarítmica, a mais ajustada à grande variabilidade dimensional dos fenómenos em estudo.

No gráfico da **Figura 50** verifica-se que em 85.1 % dos movimentos o alcance dos materiais deslocados foi inferior a 58 % da largura da faixa de risco. Verifica-se também que as faixas de risco acomodaram 92.6 % dos movimentos registados e que apenas em 7 casos em 94 movimentos a largura das faixas de risco foi excedida pelo alcance local máximo registado. É porém de notar que destes 7 movimentos, em seis casos o alcance apenas excedeu 2 a 3 m a largura da faixa de risco, e só num caso a excedência observada atingiu cerca de 7 m.

Verifica-se pois que, com exceção de 7 movimentos com maiores dimensões, o comportamento global das faixas de risco foi razoavelmente satisfatório na perspetiva de prevenção de riscos, sem impor limites excessivamente do lado da segurança que fossem suscetíveis de as descredibilizar ou inviabilizar totalmente a instalação de equipamentos de apoio a praias ou de áreas concessionadas na maioria das praias com arribas.

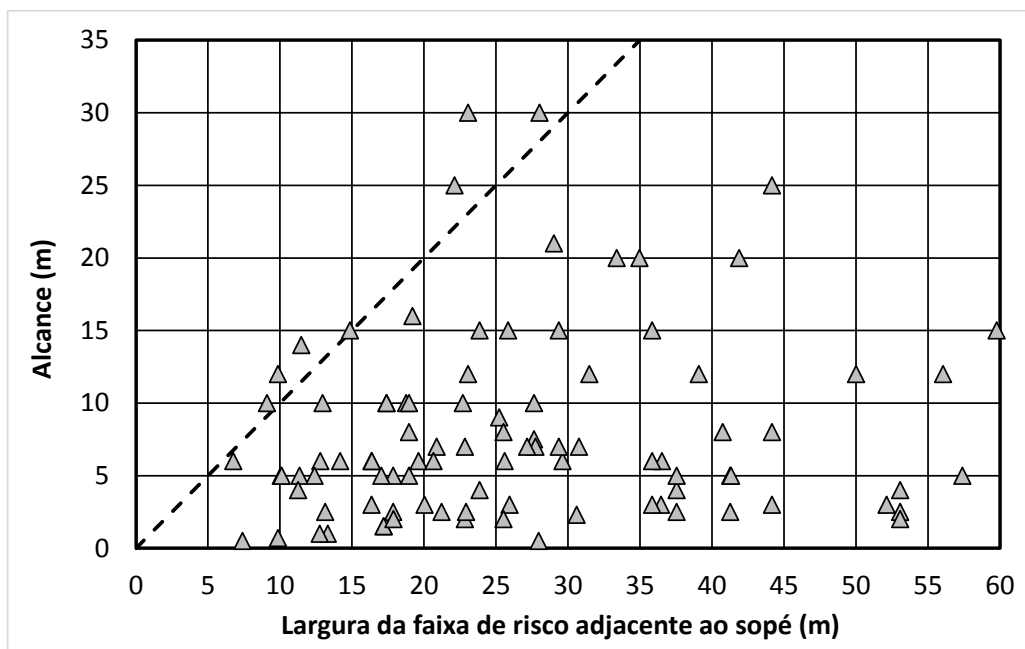


Figura 49. Relação entre a largura das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas em cada local onde foram registados movimentos no inventário de campo, que abrangeu o período compreendido entre 2006 e 2013 nas áreas abrangidas pelos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado, e o alcance máximo dos materiais mobilizados em cada movimento.

Tendo atenção que o inventário de movimentos caracterizados no terreno é muito recente, os resultados expressos na **Figura 49**, **Figura 50** e **Figura 51** sugerem que os critérios previstos nas Orientações Estratégicas da Reserva Ecológica Nacional (Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012, Diário da República, 1.ª série, N.º 192, de 3 de outubro de 2012), para a definição das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas terão sido estabelecidos, em geral, com alguma margem de segurança.

Com efeito, nas Orientações Estratégicas da REN refere-se que (secção V, ponto 1) "A delimitação das faixas de proteção de arribas a partir da base deve considerar a faixa que se ajuste à tipologia predominante das instabilidades e à natureza do maciço rochoso ou terroso que compõe as arribas, adotando-se a largura de faixa igual à altura da arriba adjacente para instabilidades do tipo escorregamento planar ou rotacional, 1.5 vezes a altura da arriba para desabamentos e 2 vezes a altura da arriba para tombamentos ou balançamentos."

Porém, no POOC Alcobaça-Mafra, com exceção dos sectores compreendidos entre Salgados e S. martinho do Porto, em que foram adotadas faixas de risco de largura constante, decorrentes das especificidades e muito elevada dimensão das instabilidades nas arribas e vertentes

adjacentes que foram identificadas, nos restantes sectores costeiros foram adotados critérios baseados na altura das arribas multiplicada por coeficientes que variaram entre 0.5 e 1.0.

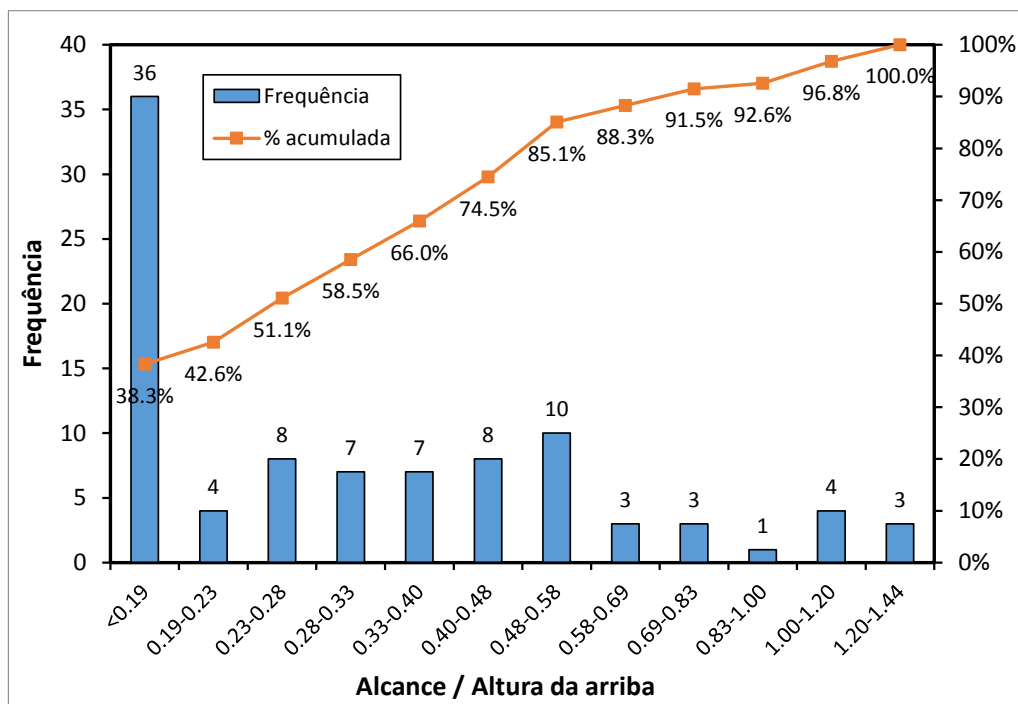


Figura 50. Histograma e curva cumulativa da razão entre os alcances máximos dos materiais deslocados pelos movimentos registados entre 2006 e 2013, nas áreas dos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado, e a correspondente largura das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas.

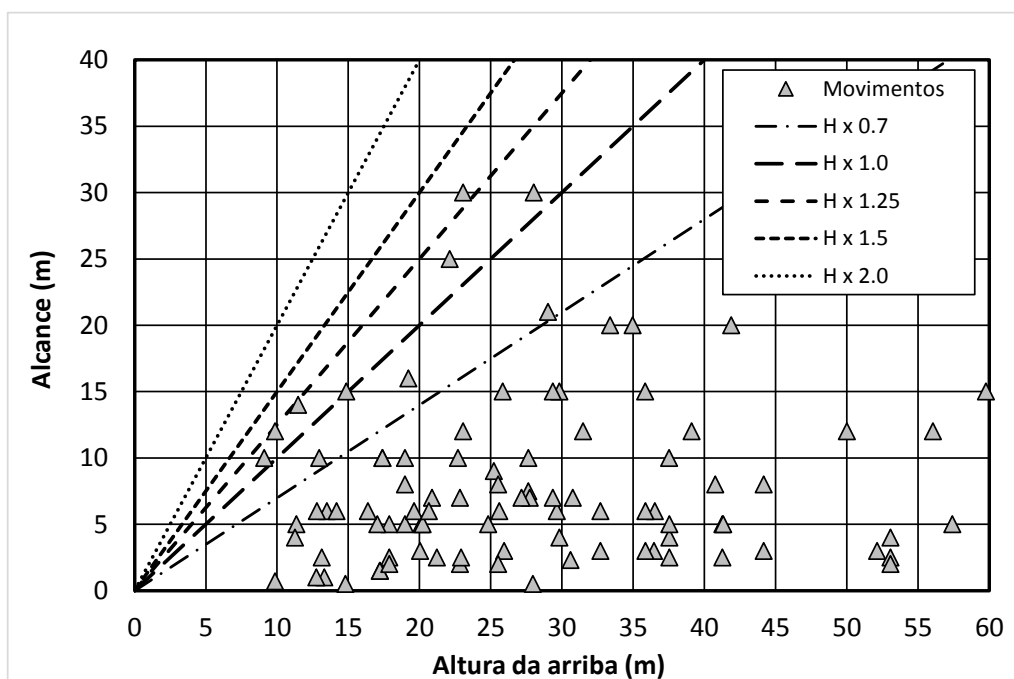


Figura 51. Relação entre a altura das arribas nos locais dos movimentos do inventário de campo (2006 a 2013) nas áreas dos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado, e o alcance máximo dos materiais mobilizados em cada movimento. As linhas a tracejado indicam relações de 0.7, 1.0, 1.25, 1.5 e 2.0 vezes a altura das arribas.

No POOC Sintra-Sado, a largura da faixa de risco adjacente ao sopé da arriba é igual a uma vez a altura média da arriba (Artigo 41º).

Tendo em conta que a altura da arriba é referencial incontornável, no estado atual dos conhecimentos, para a estimativa dos alcances dos materiais deslocados por fenómenos de instabilidade nas arribas, projetou-se a altura das arribas contra o alcance dos movimentos do inventário de campo (**Figura 51**). Neste, pode observar-se que em 88 % dos movimentos, a relação alcance/altura foi inferior a 0.7, em 92 % dos movimentos foi inferior a 1.0, e em 99 % dos movimentos inferior a 1.25.

As observações de campo sobre a extensão do percurso ou alcance dos materiais (rochas ou solos) deslocados pelos movimentos nas arribas, sugerem que a tipologia dos movimentos é condicionante principal, com contribuição que não é possível avaliar, no estado atual dos conhecimentos, de fatores que são geralmente muito difíceis de analisar à escala regional, como a natureza e declive da zona adjacente ao sopé das arribas, e que em arribas limitadas por praias de areia ou calhaus, estas tem variações sazonais de altimetria e declive que podem ser muito acentuadas. Para além destes aspetos gerais, o percurso dos materiais instabilizados depende também de outros fatores como a localização da área de geração na arriba, topografia da fachada e sua rugosidade, resistência dos materiais constituintes (coeficiente de restituição) e dimensões e forma dos blocos instabilizados, que são muito difíceis de estudar e prever mesmo à escala local.

Neste contexto, e atendendo à informação de base que foi possível obter, realiza-se a análise dos alcances dos materiais deslocados por tipologia de movimentos, considerando-se como categorias principais os tombamentos (*toppling*), os desabamentos ou quedas de blocos (*rock fall*), os escorregamentos planares e rotacionais e os fluxos ou escoadas (*flows*).

Deve porém notar-se que os resultados das análises efetuadas se baseiam em inventários com relativamente pequeno número de ocorrências, que não constituem amostras robustas das características dos processos ativos em escalas temporais e espaciais mais alargadas, pelo que é imprescindível investir na continuação dos estudos sobre esta problemática.

Acresce ainda que a identificação da tipologia dos movimentos, mesmo quando efetuada logo após a sua ocorrência está longe de ser tarefa fácil e isenta de dúvidas, podendo em muitos casos admitir-se que os movimentos podem corresponder a combinações dos tipos elementares acima referidos, os designados movimentos de tipo complexo e compósito (Varnes, 1978).

2.2.2 Análise do alcance dos materiais deslocados por tipo de movimento

Na análise dos resultados do alcance dos materiais deslocados relativamente à altura das arribas deve ser encarada com precaução, dado que, para além do reduzido número de movimentos no inventário e, em consequência, em cada tipo de movimento considerado, parte significativa das ocorrências inventariadas não afetou a totalidade da fachada da arriba, o que justifica os vários valores de alcance reduzido relativamente à altura das arribas.

Do inventário de movimentos caracterizados no terreno constam 17 movimentos do tipo tombamento ou balançamento (*toppling*), com três casos cujos alcances excederam uma vez a altura da arriba, sem todavia excederem uma relação de 1.25 vezes a altura das arribas (**Figura 52**).

Os casos mais instrutivos correspondem aos 3 movimentos com maior relação entre alcance e altura da arriba, superior a 1.0 mas que não excederam o valor de 1.25 vezes a altura. De acordo com estes resultados, a recomendação das Orientações Estratégicas da REN, ao propor uma relação de 2.0 vezes a altura das arribas parece algo conservadora, sugerindo a informação disponível, que se possa admitir a definição de um limite com alguma margem de prudência de 1.5 vezes a altura das arribas.

Relativamente à tipologia desabamento ou queda de blocos (*rockfall*), do inventário de movimentos caracterizados no terreno constam 39 ocorrências, das quais 38 apresentaram relação entre o alcance e a altura da arriba inferior a 0.7, com apenas um caso com valor desta relação de 1.1 (**Figura 53**), que implicou excedência da faixa de risco correspondente em vigor em cerca de 1 m.

De acordo com estes resultados, a recomendação das Orientações Estratégicas da REN, ao propor uma relação de 1.5 vezes a altura das arribas parece também algo conservadora, sugerindo a informação disponível, que se possa admitir a definição de um limite com alguma margem de prudência de 1.2 vezes a altura das arribas.

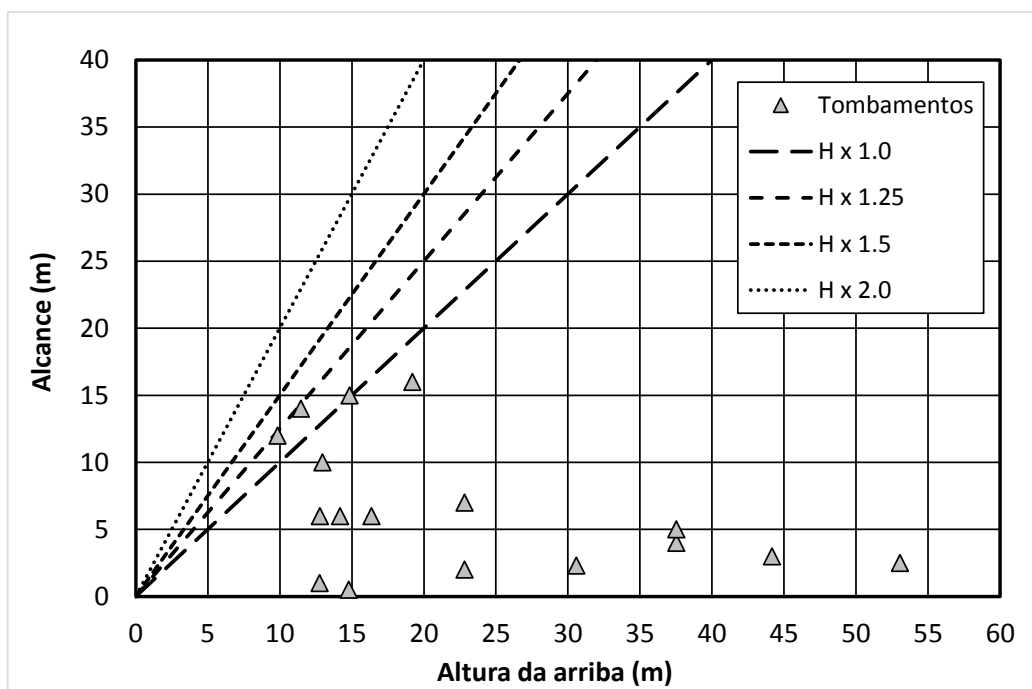


Figura 52. Relação entre a altura das arribas nos locais dos movimentos do tipo tombamento no inventário de campo (2006 e 2013) nas áreas dos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado, e o alcance máximo dos materiais mobilizados em cada movimento. As linhas a tracejado indicam relações de 1.0, 1.25, 1.5 e 2.0 vezes a altura das arribas.

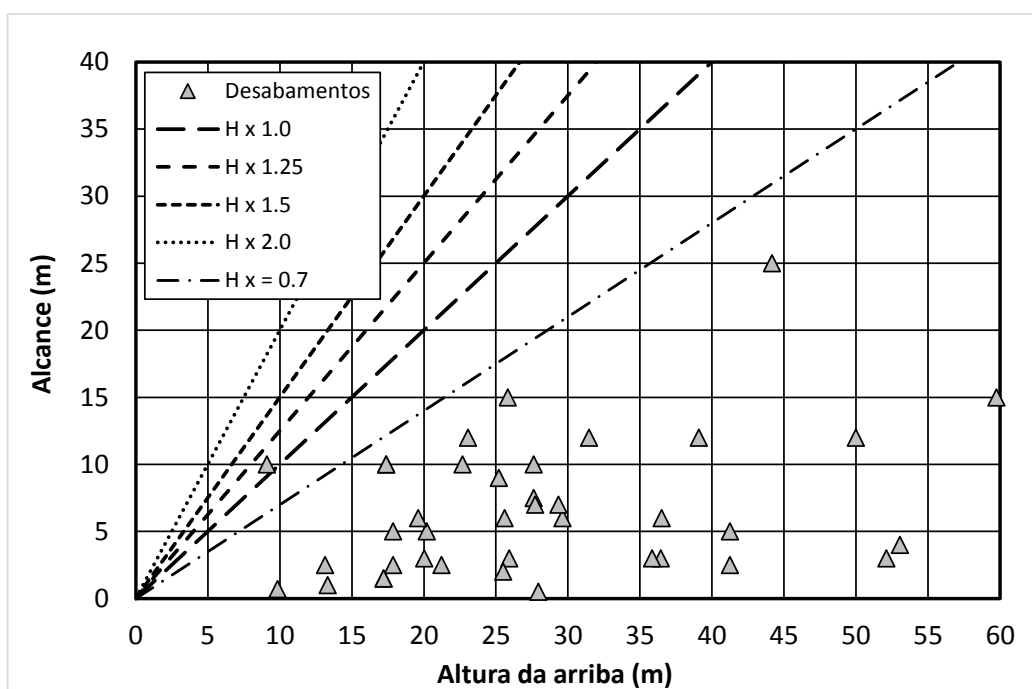


Figura 53. Relação entre a altura das arribas nos locais dos movimentos do tipo desabamento ou queda de blocos do inventário de campo (2006 e 2013) nas áreas dos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado, e o alcance máximo dos materiais mobilizados em cada movimento. As linhas a tracejado indicam relações de 0.7, 1.0, 1.25, 1.5 e 2.0 vezes a altura das arribas.

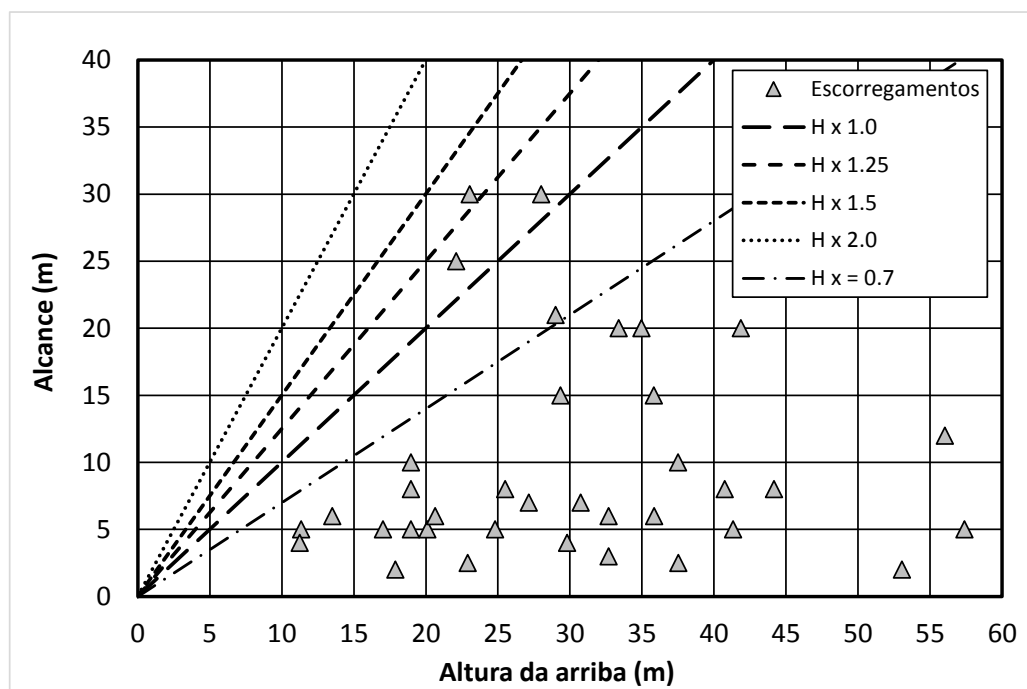


Figura 54. Relação entre a altura das arribas nos locais dos movimentos dos tipos escorregamento planar ou circular, ou fluxo de terras no inventário de campo (2006 a 2013) nas áreas dos POOC Alcobaça-Mafra e Sintra-Sado, e o alcance máximo dos materiais mobilizados em cada movimento. As linhas a tracejado indicam relações de 0.7, 1.0, 1.25, 1.5 e 2.0 vezes a altura das arribas.

Relativamente às tipologias escorregamento planar e rotacional, onde também se incluiu o movimento de Valmitão, de 2013, que evoluiu parcialmente para fluxo de terras (*earth flow*), do inventário de movimentos caracterizados no terreno constam 36 ocorrências, das quais 32 apresentaram relação entre o alcance e a altura da arriba inferior a 0.7, com um caso com valor ligeiramente acima desta relação, dois casos com relação alcance/altura de cerca de 1.1, que implicaram excedências de 2 m e 3 m das faixas de risco em vigor, e um caso extremo que atingiu valor de 1.3 da relação alcance/altura (**Figura 54**), que implicou excedência da faixa de risco correspondente em vigor em cerca de 7 m.

De acordo com estes resultados, a recomendação das Orientações Estratégicas da REN de uma relação de 1.0 vez a altura das arribas para escorregamentos foi ultrapassada em 3 ocorrências em 36 casos estudados (cerca de 8 %).

A análise dos alcances dos materiais deslocados por tipologia de movimento suscita os seguintes comentários:

- Não fica demonstrada uma relação inequívoca entre a tipologia dos movimentos e a relação entre o alcance máximo dos materiais deslocados e a altura das arribas, pelo que este assunto necessita urgentemente de estudos mais aprofundados;

- A aproximação simplificada proposta nas Orientações Estratégicas da REN não se revela muito eficiente face à informação real obtido no inventário de movimentos realizado por observação direta no terreno;
- O estabelecimento de relações entre o alcance e a altura das arribas corresponde sempre a critérios baseados em hipóteses muito simplificadoras, que podem localmente ser excedidos por combinação inesperada de fatores desfavoráveis, como por exemplo movimentação de blocos com forma próxima de esférica, com capacidade de rolamento excecional, ou a presença de bancadas ou plataformas rochosas que facilitem extraordinariamente o deslocamento de blocos instabilizados;
- O inventário de movimentos realizados por observação direta no terreno revelou-se auxiliar precioso para a melhoria do conhecimento destes fenómenos, cuja complexidade de estudo está bem patente na melhor literatura científica internacional. Em consequência, é indispensável que estes inventários continuem a ser construídos, de forma continuada e com carácter sistemático, para permitir não só o melhor conhecimento dos processos ativos mas, principalmente, para apoiar o uso mais seguro e eficiente das zonas próximas ao sopé das arribas, nomeadamente das praias, cuja importância económica e social é muito elevada.

2.2.3 Propostas de alteração das faixas de risco adjacente ao sopé das arribas dos POOC em vigor

Tendo em atenção os resultados da análise do inventário de movimentos construído por observação direta no terreno, nomeadamente no que respeita à adequabilidade das faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas em vigor, adotam-se os seguintes critérios gerais para a revisão das faixas de risco em vigor e para a criação de faixas nos sectores costeiros onde não estavam estabelecidas:

- Propõe-se a alteração dos critérios para o cálculo das faixas nos sectores onde tenha sido verificada a ocorrência de movimentos que excederam as faixas em vigor;
- Nos sectores do POOC Alcobaça-Mafra onde estão em vigor faixas de risco adjacentes ao sopé de 0.5 vezes a altura das arribas, propõe-se alteração do critério para 0.7 vezes a altura das arribas;
- Nos sectores onde não existiam faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas, abrangidos pelos POOC Ovar-Marinha Grande, Cidadela-Forte de São Julião da Barra e um sector do POOC Alcobaça-Mafra, propõe-se que estas passem a ser definidas por critério que corresponde a uma vez a altura das arribas ou 1.5 vezes a altura das arribas em função da tipologia e dimensões esperadas dos fenómenos de instabilidade;
- Nos sectores costeiros do POOC Alcobaça-Mafra com características especiais, no troço costeiro compreendido entre o Casal dos Salgados e o Pico do Facho, dado que os problemas identificados durante a elaboração dos estudos para o POOC não foram

clarificados, propõe-se que as faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas sejam mantidas.

As faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas propostas tem carácter geral e entende-se que podem sofrer ajustamentos locais, nomeadamente em sede de planos de praia, tendo em atenção as condições locais geológicas, geomorfológicas e geotécnicas, bem assim como a existência de intervenções destinadas a promover a estabilização das arribas (incluindo saneamentos, reperfilamentos, obras de estabilização), a segurança da zona adjacente ao sopé (redes de proteção contra a queda de blocos, barreiras dinâmicas, muros de espera e valas de retenção, entre outros), ou dispositivos de segurança de estruturas e instalações fixas.

As revisões propostas para as faixas de risco adjacentes ao sopé das arribas estão contidas na Tabela 3, conjuntamente com as propostas para as faixas de risco adjacentes à crista e as faixas de proteção adicional.

2.3 Aferição da adequabilidade das faixas de proteção adicional nos POOC em vigor

Com exceção dos sectores do troço costeiro compreendido entre o Casal dos Salgados e o Pico do Facho, incluídos no POOC Alcobaça-Mafra, com características especiais e em que as faixas de proteção adicional foram definidas de acordo com a análise das condições geológicas, geomorfológicas e dos indícios da ocorrência de instabilidades em vertentes e arribas com dimensões excecionalmente elevadas para o contexto da costa ocidental de Portugal, nos restantes sectores, estas faixas tem largura que é, por definição, igual à largura da faixa de risco adjacente à crista das arribas.

Mantendo-se o conceito subjacente à criação destas faixas de proteção adicional, propõe-se que estas sofram apenas alterações nos sectores de arribas em que foram propostas alterações às faixas de risco adjacentes à crista das arribas.

Os critérios propostos para a definição destas faixas de proteção adicional encontram-se na **Tabela 3**.

3 Proposta de redefinição de faixas de risco/salvaguarda

Na sequência do exposto e da fundamentação expressa nos capítulos anteriores deste entregável, apresenta-se o sumário das propostas de manutenção ou alteração das faixas de risco e salvaguarda, que se encontram reunidas na **Tabela 3**. Em anexo ao presente entregável constam os ficheiros em formato *shapefile*, com a cartografia das faixas de risco em vigor, com as propostas de alteração das faixas de risco e com as faixas de risco com inclusão das zonas especiais previstas nas Orientações Estratégicas da REN (secção V, ponto 1) nomeadamente as que dizem respeito às arribas em terrenos calcários com morfologia cársica e arribas onde ocorram ravinas.

Tabela 3. Proposta de manutenção ou alteração das faixas de risco e salvaguarda

Sector	POOC	Sopé (faixa de risco) (a)		Crista (faixa de risco)		Faixa adicional		Observações
		Critério (m)	Mínimo (m)	Critério (m)	Mínimo (m)	Critério (m)	Mínimo (m)	
Foz da Ribeira de S. Pedro - praia de S. Pedro de Moel	Ovar - Marinha Grande	1 x H		1 x H	15	1 x H	15	
Praia de S. Pedro de Moel - Água de Madeiros	Ovar - Marinha Grande	1 x H		2 x H	15	2 x H	15	
Água de Madeiros - Ponta da Polvoeira	Alcobaça - Mafra	0.7 x H	5	0.7 x H	15	0.7 x H	15	
Ponta da Polvoeira - Vale de Paredes	Alcobaça - Mafra	0.7 x H		1 x H		1 x H		
Vale de Paredes - Barranco do Marquês	Alcobaça - Mafra	1 x H		0.5 x H	25	0.5 x H	25	
Barranco do Marquês - Águas Luxosas	Alcobaça - Mafra	0.8 x H		0.9 x H	20	0.9 x H	20	
Águas Luxosas - Vale Fundo	Alcobaça - Mafra	0.7 x H			20		20	
Praia do Norte (Nazaré) - Guilhim-Nazaré	Alcobaça - Mafra	1 x H			20		20	
Salgados- Venda Nova	Alcobaça - Mafra		100		150		50	(b)
Venda Nova - Ponta da Serra de Mangues	Alcobaça - Mafra		100		120		40	(b)
Ponta da Serra de Mangues - Pico do Facho	Alcobaça - Mafra		50		30		30	(b)
Pico do Facho- São Martinho do Porto	Alcobaça - Mafra		30	0.6 x H	10	0.6 x H	10	

Sector	POOC	Sopé (faixa de risco) (a)		Crista (faixa de risco)		Faixa adicional		Observações
		Critério (m)	Mínimo (m)	Critério (m)	Mínimo (m)	Critério (m)	Mínimo (m)	
Promontório que limita a sul embocadura da Concha de São Martinho do Porto	Alcobaça - Mafra	0.7 x H			15		15	
Salir do Porto - Sul de Casais do Salir	Alcobaça - Mafra	0.7 x H			40		40	
Sul de Casais do Salir - Pedras da Aberta (Foz do Arelho)	Alcobaça - Mafra	0.7 x H			45		45	
Pedras da Aberta (Foz do Arelho)	Alcobaça - Mafra	0.7 x H			20		20	
Lagoa de Óbidos - praia D'el Rei (Vale Bem Feito)	Alcobaça - Mafra	1.5 x H		1 x H	40	1 x H	40	
Praia D'el Rei - Pico da Mota	Alcobaça - Mafra	1.5 x H		0.5 x H	15	0.5 x H	15	
Pico da Mota - Baleal	Alcobaça - Mafra	1 x H		0.5 x H	15	0.5 x H	15	
Ínsua do Baleal	Alcobaça - Mafra	1 x H			10		10	
Praia do Baleal Sul	Alcobaça - Mafra	1 x H			20		20	
Praia da Gamboa - Praia do Abalo (Peniche)	Alcobaça - Mafra	1.2 x H		1 x H	12	1 x H	12	
Praia do Abalo - Portinho da Areia Sul (Peniche)	Alcobaça - Mafra	1 x H			15		15	
Portinho da Areia Sul - Peniche	Alcobaça - Mafra	1 x H			10		10	
Consolação - São Benardino	Alcobaça - Mafra	1 x H		0.5 x H	10	0.5 x H	10	
São Benardino - Praia da Areia Branca	Alcobaça - Mafra	1 x H		0.5 x H	20	0.5 x H	20	
Praia da Areia Branca - Porto das Barcas	Alcobaça - Mafra	0.7 x H			15		15	
Porto das Barcas - praia de Santa Rita Norte	Alcobaça - Mafra	1.2 x H		0.6 x H	10	0.6 x H	10	
Foz Ribeira do Sorraia - foz do Sizandro	Alcobaça - Mafra	1.3 x H		0.6 x H	10	0.6 x H	10	
Foz do Sizandro - Casais de São Lourenço	Alcobaça - Mafra	0.7 x H		0.5 x H	30	0.5 x H	30	

Sector	POOC	Sopé (faixa de risco) (a)		Crista (faixa de risco)		Faixa adicional		Observações
		Critério (m)	Mínimo (m)	Critério (m)	Mínimo (m)	Critério (m)	Mínimo (m)	
Casais de São Lourenço - foz do Lizandro	Alcobaça - Mafra	1 x H		0.5 x H	15	0.5 x H	15	
Foz do Lizandro - praia de São Julião	Alcobaça - Mafra	1 x H		0.5 x H	15	0.5 x H	15	
Praia de São Julião - praia do Magoito	Sintra - Sado	1 x H		1 x H	30	1 x H	30	
Praia do Magoito - praia da Aguda	Sintra - Sado	1 x H		1 x H	50	1 x H	50	
Praia da Aguda - Azenhas do Mar	Sintra - Sado	1 x H		1 x H	40	1 x H	40	
Azenhas do Mar - Praia das Mações	Sintra - Sado	1 x H		1 x H	20	1 x H	20	
Praia das Mações - Praia Pequena	Sintra - Sado	1 x H		1 x H	20	1 x H	20	
Praia Grande - praia da Adraga	Sintra - Sado	1 x H		0.7 x H	35	0.7 x H	35	
Praia da Adraga - Praia da Ursa	Sintra - Sado	1 x H		0.7 x H	50	0.7 x H	50	
Praia da Ursa - Ponta da Abelheira	Sintra - Sado	1 x H			100		100	
Ponta da Abelheira - praia do Abano	Sintra - Sado	1 x H		0.7 x H	20	0.7 x H	20	
Praia do Abano - praia da Cresmina	Sintra - Sado	1 x H		0.7 x H	10	0.7 x H	10	
Praia da Cresmina - Praia de Santa Marta	Sintra - Sado	1 x H			20		20	
Cidadela - Forte de São Julião da Barra	Cidadela - Forte de São Julião da Barra	1.5 x H		0.8 x H	8	0.8 x H	8	
Praia da Fonte da Telha - praia da Lagoa de Albufeira	Sintra - Sado	1 x H		1 x H	20	1 x H	20	
Praia da Lagoa de Albufeira - Praia do Moinho de Baixo	Sintra - Sado	1 x H			30		30	
Praia do Moinho de Baixo - Praia das Bicas	Sintra - Sado	1.2 x H			50		50	
Praia das Bicas - Praia dos Lagosteiros	Sintra - Sado	1 x H		1 x H	50	1 x H	50	
Praia dos Lagosteiros - serra da Azoia	Sintra - Sado	1 x H			100		100	
(a) Critério ajustável à escala local, dependente da existência de intervenções de estabilização ou proteção (b) Valores provisórios até à realização dos estudos previstos no POOC Alcobaça-Mafra								

4 Referências bibliográficas

- Marques, F.M.S.F. 1997. Evolução de arribas litorais: Importância de estudos quantitativos na previsão de riscos e ordenamento da faixa costeira. "Colectânea de Ideias sobre a Zona Costeira de Portugal", pp. 67-86. Associação EUROCOAST-PORTUGAL, Porto.
- Marques, F.M.S.F. 2009. Sea cliff instability hazard prevention and planning: examples of practice in Portugal. *Journal of Coastal Research*, SI 56, 856-860.
- Neves, M. 2004. Evolução actual dos litorais rochosos da estremadura norte. Estudo de geomorfologia. Dissertação de Doutoramento, Universidade de Lisboa.
- Varnes, D.J. 1978. Slope movement types and processes. In: Schuster, R.L., Krizek, R.J. (eds) *Landslides, analysis and control*. Special report 176: Transportation research board, National Academy of Sciences, Washington, DC., pp. 11–33