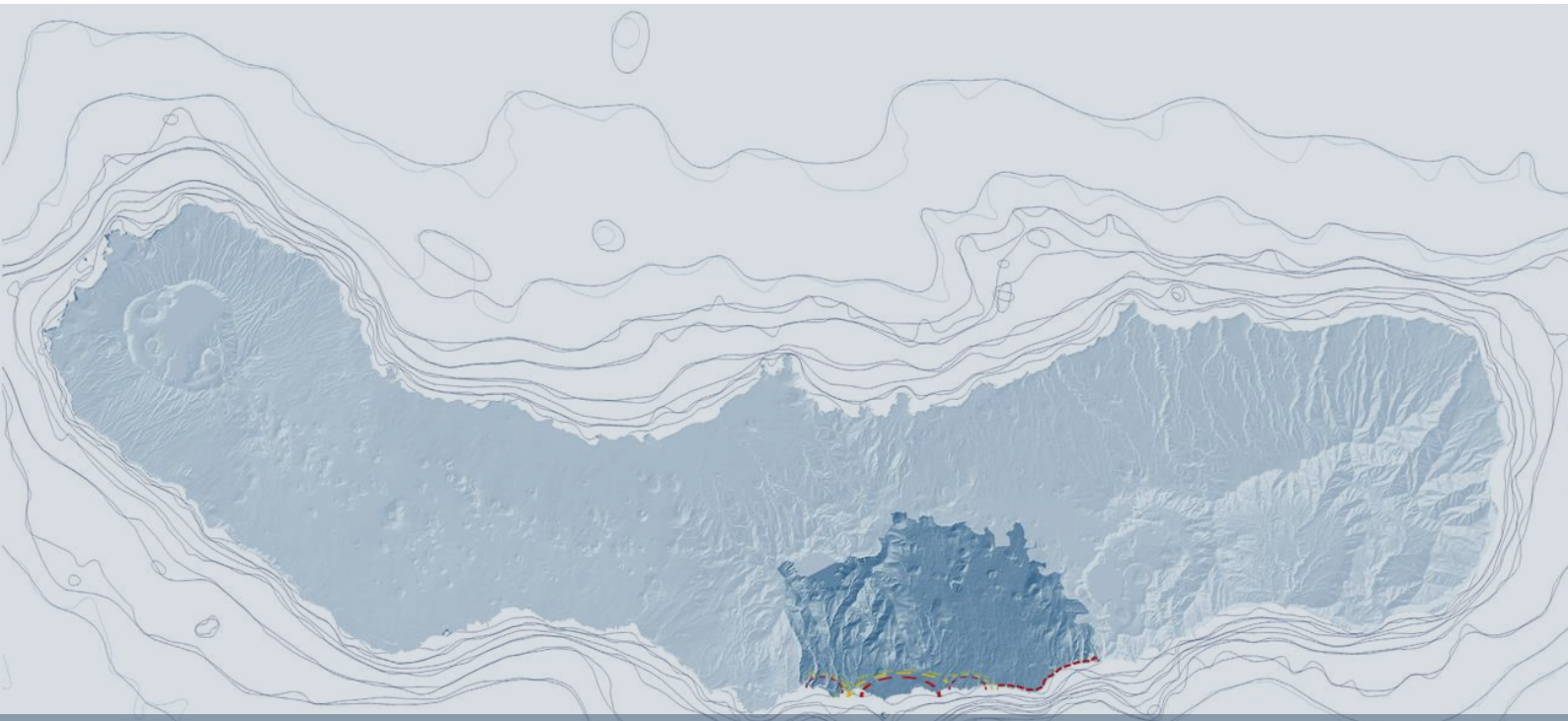
Câmara Municipal de Vila Franca do Campo



Cartografia de Pormenor de Risco de Inundações e Galgamentos Costeiros no âmbito da 2.ª Revisão do Plano Diretor Municipal de Vila Franca do Campo

Relatório de Determinação e avaliação de zonas/faixais costeiras suscetíveis de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras _Cartografia e Relatório Final Fase 4

simbiente Grupo

Dezembro 2021

simbiente açores
Engenharia e Gestão Ambiental

Ficha Técnica

Coordenação	Joaquim Barbosa Carla Melo
Equipa Técnica	Sérgio Costa | Ana Rita Valente | Filipe Martins
Projeto	Cartografia de Pormenor de Risco de Inundações e Galgamentos Costeiros no âmbito da 2.ª Revisão do Plano Diretor Municipal de Vila Franca do Campo
Descrição do Documento	Relatório de Determinação e avaliação de zonas/faixais costeiras suscetíveis de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras – Cartografia e Relatório Final - Fase 4
N.º de Páginas	34 + Anexos
Versão	Final
Data	Dezembro 2021

ÍNDICE

1 Enquadramento 5

2 Objetivos, Princípios Orientadores e Áreas de Estudo 6

3 Abordagem Metodológica 8

3.1 Determinação e avaliação de zonas/faixas costeiras com probabilidade de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras 8

3.1.1 Zonas/faixas de vulnerabilidade de galgamentos e inundações costeiras 10

3.1.2 Zonas/faixas de risco de galgamentos e inundações costeiras 13

3.2 Cenários de Risco 17

3.3 Cartografia e Relatório Finais 18

4 Zonas/faixas costeiras com probabilidade de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras no âmbito da Revisão do Plano Diretor Municipal do concelho de Vila Franca do Campo 19

4.1 Introdução 19

4.2 Cartografia 19

4.2.1 Geomorfologia 19

4.2.2 Estruturas de Defesa Costeiras 21

4.2.3 As infraestruturas portuárias 24

4.3 Cartografia 25

4.3.1 Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira 25

4.3.2 Carta de Risco de galgamento e inundação costeira 27

5 Conclusões e proposta de regulamentação e medidas 31

6 Referências Bibliográficas 33

ANEXO I – Cartografia de Vulnerabilidade 1: 2 000 35

ANEXO II – Cartografia de Risco 1: 2 000 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Área abrangida pelo projeto no concelho de Vila Franca do Campo (São Miguel): setor Água de Alto. 6
Figura 2.2. Área abrangida pelo projeto no concelho de Vila Franca do Campo (São Miguel): setor Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas. 7
Figura 4.1. Carta de Declives da ilha de São Miguel. 20
Figura 4.2. Esboço pedológico da ilha de São Miguel. 21
Figura 4.3. Localização das estruturas de defesa costeira no concelho de Vila Franca do Campo. 22
Figura 4.4. Estruturas de defesa costeira em frentes urbanas do concelho de Vila Franca do Campo. 23
Figura 4.5. Localização das infraestruturas portuárias no concelho de Vila Franca do Campo. 24
Figura 4.6 | Infraestruturas portuárias do concelho de Vila Franca do Campo. 25
Figura 4.7 | Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a zona costeira do Concelho de Vila Franca do Campo. 25
Figura 4.8 | Pormenor da carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para o setor de Água de Alto. 26
Figura 4.9 | Pormenor da carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para o setor da Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas. 26
Figura 4.10 | Carta de risco de galgamento e inundação costeira para a zona costeira do Concelho de Vila Franca do Campo, COSA18. 27
Figura 4.11 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o setor de Água de Alto, COSA18. 28
Figura 4.12 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o setor da Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas, COSA18. 28
Figura 4.13 | Carta de risco de galgamento e inundação costeira para a zona costeira do Concelho de Vila Franca do Campo, cartografia 1:2000 Vila Franca do Campo. 29
Figura 4.14 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o setor de Água de Alto, cartografia 1:2000 Vila Franca do Campo. 29
Figura 4.15 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o setor da Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas, cartografia 1:2000 Vila Franca do Campo. 30
Figura 4.16 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o compromisso Lombinha - Água de Alto, cartografia 1:2000 Vila Franca do Campo. 30

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1 | Parâmetros utilizados na determinação das faixas de inundação e galgamento 9
Tabela 3.2 | Rumos/Direção da agitação consideradas e respetiva ponderação, utilizadas na determinação de faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira. 11
Tabela 3.3 | *Run-up* calculado com base nas expressões Holman, 1986; Mase, 1989, Stockdon et al., 2006, Teixeira, 2009, utilizadas na determinação de faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira. 11
Tabela 3.4 | Grau de exposição para zonas costeira de arriba superiores a 20m. 15
Tabela 3.5 | Obtenção do grau de risco de galgamento e inundação costeira [(COS.A/2018 + Carta de Suscetibilidade) / 2]. 15
Tabela 5.1 | Proposta preliminar de medidas / orientações para adaptação e minimização do território ao grau de risco elevado para galgamentos e inundações costeiras. 32

[Página propositadamente deixada em branco]

1 Enquadramento

O presente documento consubstancia a **Fase 4 – Apresentação da Cartografia e Relatório Final da Determinação e avaliação de zonas/faixais costeiras suscetíveis de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras no âmbito da 2.ª Revisão do Plano Diretor Municipal do concelho de Vila Franca do Campo**, para a **Câmara Municipal de Vila Franca do Campo**, correspondendo ao quarto e último produto previsto no âmbito do respetivo contrato de prestação de serviços.

2 Objetivos, Princípios Orientadores e Áreas de Estudo

O presente documento tem como objetivo a determinação e avaliação de zonas/faixas costeiras suscetíveis de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras para a zona costeira do concelho de Vila Franca do Campo, em toda a linha de costa, mas com particular foco nos setores: Água de Alto e Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas, pelas suas especificidades geomorfológicas e de ocupação do solo (Figura 2.1 e Figura 2.2).

Estas áreas resultam das áreas identificadas no âmbito do Estudo "Reserva Ecológica Regional - Caracterização dos Perigos em termos de Recursos Naturais e delimitação das respetivas Áreas Vulneráveis a considerar no Ordenamento do Território da RAA" [E-RER, 2011], elaborado pela Direção Regional do Ambiente [DRA], como zonas ameaçadas pela subida do mar. As figuras seguintes apresentam as diferentes áreas alvo do estudo para os troços em análise.

Figura 2.1 | Área abrangida pelo projeto no concelho de Vila Franca do Campo (São Miguel): setor Água de Alto.

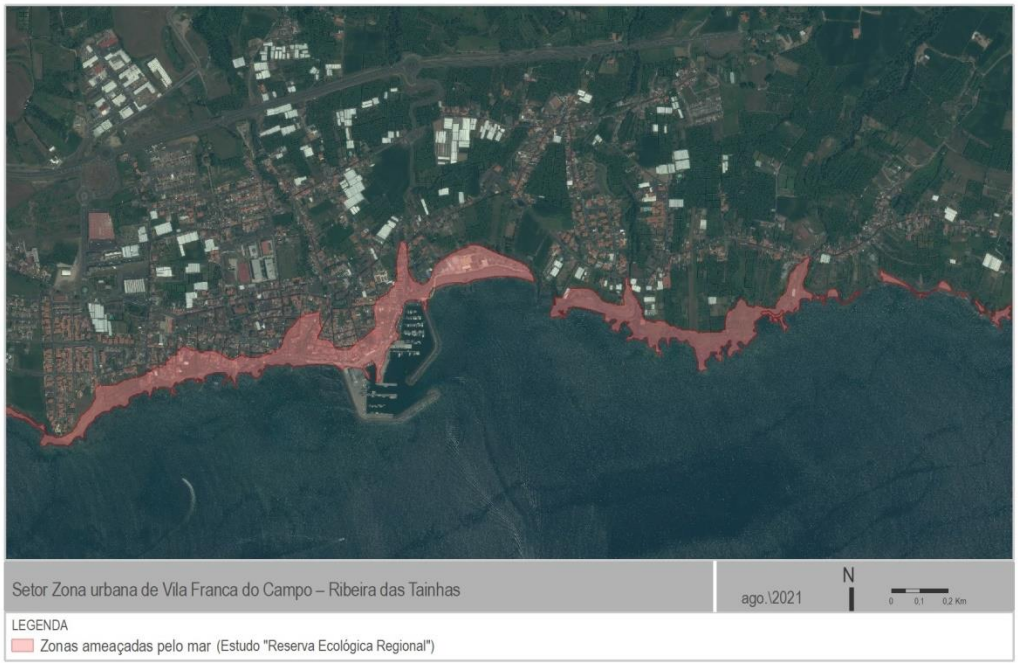


Figura 2.2 | Área abrangida pelo projeto no concelho de Vila Franca do Campo (São Miguel): setor Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas.

3 Abordagem Metodológica

De acordo com o Relatório Metodológico apresentado anteriormente, e de forma a garantir a coerência e a integridade do racional lógico estabelecido para a prestação dos serviços, a abordagem metodológica para a presente fase é apresentada neste capítulo seguindo a estrutura de tarefas previstas no plano de trabalhos, nomeadamente:

1. Programação e estruturação conjunta do desenvolvimento do programa de trabalhos;
2. Caracterização e diagnóstico;
3. Determinação e avaliação de zonas/faixais costeiras suscetíveis de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras nos troços em análise no concelho de Vila Franca do Campo;
4. **Apresentação de cartografia e relatório final.**

O presente relatório corresponde assim ao produto da Fase 4, ou seja, ao produto final do presente projeto.

Não obstante, e para efeitos de enquadramento neste relatório final do projeto, considera-se pertinente apresentar também a metodologia detalhada desenvolvida na fase anterior, para a determinação e avaliação de zonas/faixas costeiras com probabilidade de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras na zona costeira do concelho de Vila Franca do Campo, bem como as caracterizações territoriais de base

3.1 Determinação e avaliação de zonas/faixas costeiras com probabilidade de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras

De acordo com os modelos conceptuais do risco, a determinação depende da vulnerabilidade, da probabilidade de ocorrência/suscetibilidade e da exposição de pessoas e bens a um determinado fenómeno natural e antropogénico.

Neste estudo para a avaliação de zonas/faixas de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras, foi utilizado e determinado o parâmetro vulnerabilidade cruzando e tendo em consideração: [1] a espacialização da probabilidade de ocorrência de um determinado evento extremo numa dada área com base nos fatores condicionantes do terreno [suscetibilidade] e [2] a ocorrência de um evento extremo com uma determinada intensidade, associado a um grau de dano ou perda potencial de um elemento ou conjunto de elementos. De acordo com os dados consultados/disponíveis, foi considerado um evento extremo com um período de retorno de 100 anos, com uma altura significativa da onda de 9m, com períodos entre os 10-13s.

Neste contexto, para a definição da vulnerabilidade foi utilizada uma metodologia adaptada às condições locais baseada em Coelho [2005] [desenvolvida para a zona centro de Portugal Continental – Ria de Aveiro], em Borges *et al.* [2014] [testada na ilha do Pico e anteriormente aplicada com êxito noutros territórios [Palmer *et al.*, 2011 e Davies, 2012]], e em RISC-KIT [2015] [Projeto europeu Grant Agreement No. 603458]. Assim, numa fase inicial, foram considerados os seguintes parâmetros:

- Topografia;
- Geologia;

- Geomorfologia [Praias/Tipo de arribas/vertentes costeiras];
- Exposição à ondulação e tempestades;
- Altura de onda significativa;
- Amplitude de maré;
- *Run up* máximo [Cota máxima de espraiamento];
- Área de inundação/distância à linha de costa;
- Existência de estruturas de defesa costeiras e portuárias;
- Registo histórico de eventos de galgamento e inundação costeira e registo fotográfico;
- Registo histórico de eventos extremos [tempestades, agitação, etc.];
- Uso do solo.

Contudo, após análise dos dados fornecidos, ficou patente que a metodologia inicialmente prevista deveria ser ajustada/adaptada aos dados disponibilizados, devido à sua indisponibilidade [carta geomorfológica] ou ao seu formato disponível [carta geológica em formato não editável], ao curto período de séries temporais de agitação e aplicabilidade dos dados. Assim, com base nos dados fornecidos, os parâmetros utilizados na determinação da vulnerabilidade e do risco de inundação e galgamento são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 | Parâmetros utilizados na determinação das faixas de inundação e galgamento

Dados/informação fornecida	Parâmetros	Observação
Registo histórico de eventos de galgamento e inundação costeira recentes;	-	Análise da localização dos galgamentos, dano provocado e probabilidade de ocorrência. Os registos disponibilizados foram apresentados no Relatório de Caracterização de Diagnóstico, salientando-se a primeira ocorrência com registo de 2006, e a descrição dos danos e áreas afetadas nem sempre apresenta o detalhe adequado [identificação dos locais, características da tempestade, da agitação, danos, extensão da área de inundação].
Registo histórico de eventos extremos recentes [tempestades, agitação, etc.]	-	Análise das condições de agitação marítima [altura de onda, período e rumo], onde se registou a ocorrência de galgamento e inundação. Reduzido número de eventos extremos com pouco detalhe. Falta de um catálogo/série de eventos extremos.
Modelo Digital do Terreno	Topografia; Declive; Exposição da costa à agitação	Dados topográficos à escala 1:2000, cartografia homologada do concelho de Vila Franca do Campo, tendo sido gerado o Modelo Digital de Terreno com uma resolução da 0.5 m.
Batimetria local	Transformação da agitação	Dados batimétricos com resolução espacial reduzida não representando a realidade local, dificultando o estudo da aproximação da agitação à costa.
Cadastro de estruturas de defesa costeira e respetiva tipologia das obras	Estruturas de defesa e infraestruturas portuárias	Tipologia de obra e materiais utilizados. Informação sobre as infraestruturas de defesa costeira e portuária incompleta, em particular no que respeita aos aspetos construtivos como a implantação, inclinação de taludes, materiais utilizados nos taludes internos e externos destas infraestruturas, essencial para estimar o valor do *run-up*.
Carta de Ocupação do Solo dos Açores – COS.A/2018	-	Utilizada na determinação do risco. As classes do nível III da COS.A/2018, tendo em consideração o nível de detalhe do presente trabalho, são muito abrangentes, como por exemplo a subclasse "Rocha Nua" que inclui tanto zonas rochosas naturais ou construídas (infraestruturas de defesa), influenciando de modo significativo os resultados dos graus de risco obtidos, pelo que para o presente trabalho seria necessário um nível de detalhe das categorias da COS.A/2018 ainda mais pormenorizado do que o existente atualmente.

Dados/informação fornecida	Parâmetros	Observação
		Utilização da cartografia 1:2000 homologada do concelho, embora lacunas ao nível das infraestruturas viárias.
Registos de agitação	Análise da altura significativa da onda; Período máximo e rumo dominante da agitação; *Run-up*	Utilizados trabalhos académicos e dados de Copernicus Marine Services (https://marine.copernicus.eu/), Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS), 2012-2021. Falta de séries temporais de agitação com um período superior a 30 anos.
Registo de marés astronómicas e meteorológicas [*Storm Surge*]	Considerada amplitude de maré: 2m; Maré meteorológica: 0.5m	Não existe informação – Maré meteorológica.
Linha de Costa	Determinação da distância à linha de costa: 10m, 20m, 30m e 100m.	Linha de base utilizada: linha limite da cartografia 1:2000 homologada do concelho de Vila Franca do Campo, referenciada ao nível médio da água do mar.
Outra informação relevante		
Carta Geológica	-	Não disponível
Carta Geomorfológica	-	Não disponível

3.1.1 Zonas/faixas de vulnerabilidade de galgamentos e inundações costeiras

Para a determinação de vulnerabilidade de galgamentos e inundações costeiras, cada um dos parâmetros considerados na metodologia foi classificado numa escala que varia entre muito baixo [0] e muito alto [8], recorrendo a trabalho de campo, análise de imagens de satélite, análise de mapas de tipologia costeira e cartas topográficas, bem como geoprocessamento em aplicações de cartografia digital.

A topografia é uma das principais características na avaliação da vulnerabilidade da zona costeira. Neste trabalho foi adotada uma classificação de vulnerabilidade associada à altitude dividida em cinco categorias, variando entre:

- >25m – classificada como muito baixa [0];
- 25m-15m - classificada como baixa [2];
- 15m-10m - classificada como moderada [4];
- 10m-5m - classificada como alta [6];
- 5m – classificada como muito alta [8].

Quanto ao declive, um dos parâmetros importantes no que toca ao *run-up*, foi adotada uma classificação de vulnerabilidade associada aos declives [em graus] dividida em cinco categorias:

- >60º - classificado como muito baixo [0];
- Entre 60º – 40º - classificado como baixo [2];
- Entre 40º-20º - classificado como moderado [4];
- Entre 20º-10º - classificado como alto [6];

- <10º – classificado como muito alto [8].

O parâmetro relativo à exposição à ondulação dominante e às tempestades indica a vulnerabilidade aos eventos extremos. Borges *et al*. [2014] considera apenas a ondulação de Oeste [W] a Noroeste [NW] [315º] e as ondas de tempestade de Sudoeste [SW] [225º], uma vez que correspondem à orientação da ondulação dominante e dos eventos extremos [Borges, 2003; Andrade *et al.,* 2008; Ng, 2013; SGPA, 2015].

Contudo, para a área em estudo foram avaliados os rumos dominantes da agitação, tendo em consideração a relação ao rumo dominante, a orientação da zona costeira e a orientação batimétrica e, deste modo, atribuídos fatores de ponderação para cada uma das áreas de estudo de acordo com as orientações consideradas dominantes, com base nos dados disponíveis (Tabela 3.2). De referir que nesta componente, para cotas iguais ou superiores a 15m de altitude, o fator de ponderação foi classificado com muito baixo [0].

Tabela 3.2 | Rumos/Direção da agitação consideradas e respetiva ponderação, utilizadas na determinação de faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira.

Local	Rumo/ Direção [º]							
	N [337,5-22,5]	NE [22,5-67,5]	E [67.5-112.5]	SE [112.5-157.5]	S [157.5-202.5]	SW [202.5-247.5]	W [247.5-292.5]	NW [292.5-337.5]
Concelho VFC	0	0	6	8	8	6	6	0

Relativamente à altura de onda significativa e amplitude de maré [astronómica e meteorológica], foram analisados os registos históricos de agitação e de marés disponíveis e de ocorrência de eventos extremos, tendo por base dados de *Copernicus Marine Services* (https://marine.copernicus.eu/), *Copernicus Marine Environment Monitoring Service* (CMEMS), 2012-2021, e em trabalhos científicos.

Nesta medida, com base na informação analisada, para a determinação da vulnerabilidade de galgamentos e inundações costeiras, para a área em análise, considerou-se um período de retorno de 100 anos, conceito associado a uma probabilidade de ocorrência baixa mas a eventos extremos de elevada intensidade, com uma altura significativa da onda de 9m, obtida de acordo a distribuição de Gumbel e de Weibull, e período médio entre os 10-13s.

Assim, o cálculo do *run-up* máximo foi desenvolvido tendo em consideração os valores de altura significativa, 9m, com períodos entre os 10-13s, sendo utilizadas diferentes formulações, designadamente as de Holman [1986]; Mase [1989]; Stockdon *et al.* [2006] e Teixeira [2009].Tabela 3.3 | Run-up calculado com base nas expressões Holman [1986]; Mase [1989], Stockdon et al. [2006], Teixeira [2009], utilizadas na determinação de faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira.

Parâmetros de base				*Run-up* máximo				
T [s]	Hs [m]	Preia-Mar [m]	Sobrelevação [m]	Mase [1989] / [m]	Holman [1986] / [m] (agitação ao largo)	Stockdon *et al.*, [2006] / [m] ($\xi \geq 0.3$)	Teixeira (2009)	Média [m]
10	9	2	0,5	20,6	12,6	12,5	13,3	14,8

Parâmetros de base				*Run-up* máximo				
T [s]	Hs [m]	Preia-Mar [m]	Sobrelevação [m]	Mase [1989] / [m]	Holman [1986] / [m] (agitação ao largo)	Stockdon *et al.*, [2006] / [m] ($\xi \geq 0.3$)	Teixeira (2009)	Média [m]
11	9	2	0,5	21,9	13,5	13,5	14,4	15,8
12	9	2	0,5	23,1	14,3	14,5	15,5	16,9
13	9	2	0,5	24,3	15,1	15,5	16,6	17,9

Nota: ξ – número de Iribarren

Ao valor obtido foi adicionado o valor de preia-mar de águas-vivas, 2m, e a sobrelevação da maré meteorológica, 0,5m. Com base nos valores obtidos foi atribuída uma classificação ao *run-up* com base na cota máxima:

- >20m – classificada como muito baixa [0];
- Entre 20m – 15m – classificada como baixa [2];
- Entre 15m – 10m – classificada como moderada [4];
- Entre 10m – 5m – classificada como alta [6];
- ≤5 – classificada como muito alta [8].

No que toca à área inundada, o cálculo desta componente teve como ponto de partida a cota topográfica de 7m, condição considerada como valor de referência do *run-up* modal em eventos extremos [Borges e Andrade, 1999; Borges, 2003]. Neste contexto, e de acordo com Borges *et al.* [2014], a área de inundação foi determinada para uma faixa de 100m para terra, uma vez que este valor corresponde à distância modal de máxima penetração em terra para tempestades costeiras [Borges e Andrade, 1999]. Assim, neste trabalho foi atribuído um fator de ponderação relativamente à distância da linha de costa, designadamente:

- >100m – classificada como muito baixa [0];
- Entre 100m-30m – classificada como baixa [2];
- Entre 30m - 20m – classificada como moderada [4];
- Entre 20m-10m – classificada como alta [6];
- <10m – classificada como muito alta [8].

Em zonas de praia com cotas de reduzida altitude, dado que a capacidade de penetração da onda é superior, consideraram-se as seguintes distâncias à linha de costa e respetivas ponderações:

- >100m – classificada como muito baixa [0];
- Entre 100m-80m – classificada como baixa [2];
- Entre 80m - 60m – classificada como moderada [4];
- Entre 60m-30m – classificada como alta [6];
- <30m – classificada como muito alta [8].

No que diz respeito às estruturas de defesa costeiras, a sua função é a proteção da costa e, consequentemente, a redução da vulnerabilidade da faixa onde se encontram. Neste fator foram tidos em consideração a configuração

das estruturas de defesa costeira ou portuárias, nomeadamente perfil/declive, materiais de construção/rugosidade, largura da berma e direção da onda incidente [RISC-KIT, 2015]. Contudo a informação para a caracterização das estruturas de defesa costeiras carece de pormenorização, como referido anteriormente, tendo sido adotada uma simplificação da classificação, considerando os registos de eventos extremos, o posicionamento relativamente à linha de costa e o efeito de dissipação da energia da onda na faixa costeira adjacente (com 30 m de largura) à implantação da obra de defesa ou infraestrutura portuária, nomeadamente:

- Estruturas de defesa costeira de paramento vertical com berma em enrocamento ou infraestrutura portuária com taludes suaves, com manto em enrocamento/tetrápodes/antifer, localizadas em primeira linha de interação com a agitação marítima – classificada como **muito elevada [8]**;
- Estruturas de defesa costeira de paramento vertical com berma em enrocamento ou infraestrutura portuária com taludes suaves, com manto em enrocamento/tetrápodes/antifer, localizadas no interior de áreas portuárias ou faixas adjacentes às estruturas de defesa costeira em primeira linha – classificada **elevada [6]**;
- Faixas adjacentes às estruturas de defesa costeira e infraestruturas portuárias localizadas no interior de áreas portuárias – classificada **moderada [4]**;

De referir que as praias apresentam particular vulnerabilidade à energia da ação forçadora das ondas do mar, mas também podem constituir uma zona tampão de dissipação dessa energia.

As grelhas/matrizes obtidas foram reclassificadas sempre que necessário, de acordo com a metodologia definida. Utilizando estes dados grelha/matriciais [topografia, declive, exposição, *run-up*, infraestruturas de defesa costeiras e portuárias e distância à linha de costa] e recorrendo à análise matricial, foi efetuada a soma dos diversos parâmetros e dividida pelo número de grelhas/matrizes utilizados (6) – média ponderada.

A matriz obtida foi reclassificada em quatro níveis de vulnerabilidade, considerando-se:

- [0 - <1] – Nula;
- [1 - <3] – Baixa;
- [3 - <5] – Moderada;
- [> 5] – Elevada.

Estes quatro níveis de vulnerabilidade são apresentados cartograficamente no Capítulo 4.4 e Anexo I.

3.1.2 Zonas/faixas de risco de galgamentos e inundações costeiras

Para a determinação de zonas/faixas de risco de galgamentos e inundações costeiras, para a zona costeira do concelho de Vila Franca do Campo, foram considerados os parâmetros de exposição, considerando e adaptando a metodologia de Coelho [2005], tendo em consideração quatro grupos:

- Exposição humana – Quantificada em função da densidade populacional das áreas em estudo. Áreas de maior densidade populacional/tecido urbano contínuo e descontínuo terão maior risco. A sazonalidade da ocupação/exposição humana também é um fator importante a incorporar.
- Exposição económica – Quantificada em função das atividades e número de estabelecimentos afetos a atividades económicas [turismo, pesca, agricultura, zonas portuárias, serviços, entre outros].
- Exposição ambiental – O património ecológico deve ser mantido. As alterações das características das zonas costeiras devem ser avaliadas considerando os ecossistemas costeiros ameaçados ou não pela ocorrência de eventos extremos.
- Exposição patrimonial – À semelhança do património ecológico, o património cultural deve ser mantido, dado que representa a história e a cultura de uma região [faróis, fortificações de defesa, infraestruturas industriais, entre outros].

Para o efeito foi utilizado o ARCGIS, recorrendo às funções cálculo de álgebra matricial, obtendo faixas de risco para os cenários considerados, representação em mapas.

No que respeita à avaliação de risco, foram cruzadas as zonas/faixas de vulnerabilidade obtidas anteriormente [4 níveis] com a Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma dos Açores de 2018 [COS.A/2108] – abordagem 1, e a Cartografia homologada do concelho de Vila Franca do Campo – abordagem 2, obtendo-se as zonas/faixas de risco. Neste contexto, foram classificadas as tipologias de ocupação do solo em 5 níveis, tendo em consideração a possível exposição a danos [humanos, económicos, ambientais ou patrimoniais].

Como referido anteriormente, foi usada a COS.A/2018 – abordagem 1 numa faixa de 100 metros para terra. Assim, foi atribuída uma ponderação de acordo com o grau de exposição e morfologia da costa.

Neste contexto, para zonas costeiras sem arriba e com elevação inferior a 20 m:

- Zonas de rocha nua [sem infraestruturas ou tecido urbano na envolvente] **- Exposição nula [0]**;
- Florestas, vegetação esparsa e matos - **Exposição baixa [2]**;
- Galerias ripícolas, zonas agrícolas, terras aráveis, culturas permanentes, prados/pastagens, áreas agrícolas heterogéneas - **Exposição moderada [4]**;
- Zonas com equipamentos desportivos, culturais e de lazer, praias (naturais) - **Exposição elevada [6]**;
- Rocha nua [com infraestruturas ou tecido urbano na envolvente], Indústria, comércio, atividades extrativas, tecido urbano (continuo e descontinuo), infraestruturas costeiras, infraestruturas portuárias, aeroportos, áreas em construção, praias (urbanas infraestruturas), zonas com equipamentos turísticos - **Exposição muito elevada [8]**.

Para zonas costeiras de arriba com elevação superior a 20m foram consideradas três faixas (20m, 30m e 50m) para terra, tendo como base a curva de nível de 20m, considerando-se um decaimento do grau de exposição de acordo com o definido na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 | Grau de exposição para zonas costeira de arriba superiores a 20m.

COS.A/2018	Grau de Exposição		
	Faixa 20m	Faixa 30m	Faixa 50m
Zonas de rocha nua (sem infraestruturas ou tecido urbano na envolvente)	0	0	0
Florestas, vegetação esparsa, matos	2	0	0
Galerias ripícolas, zonas agrícolas, terras aráveis, culturas permanentes, prados/pastagens, áreas agrícolas heterogéneas	4	2	0
Zonas com equipamentos desportivos, culturais e de lazer	6	3	0
Rocha nua (com infraestruturas ou tecido urbano na envolvente)], Indústria, comércio, atividades extrativas, tecido urbano (contínuo e descontínuo), infraestruturas costeiras, infraestruturas portuárias, aeroportos, áreas em construção, zonas com equipamentos turísticos	8	4	0

Por sua vez, em conformidade com o princípio metodológico apresentado para a determinação do risco, foi efetuada uma análise matricial somando a COS.A/2108, com a Carta de Vulnerabilidade obtida, dividida pelo número de grelhas/matrizes utilizadas [2] – média ponderada. Seguidamente, foi realizada uma reclassificação da grelha/matriz resultante, obtendo-se, assim, as faixas de risco de galgamento e inundação costeira estruturadas em 4 níveis: Nulo; Baixo; Moderado; Elevado (Tabela 3.5). Estes quatro níveis de risco são apresentados cartograficamente no Capítulo 4.4 e Anexo II.

Tabela 3.5 | Obtenção do grau de risco de galgamento e inundação costeira [(COS.A/2018 + Carta de Suscetibilidade) / 2].

		Ponderação	Suscetibilidade			
			Nula	Baixa	Moderada	Elevada
			1	2	3	4
Ocupação solo (COS.A/2018)	Zonas de rocha nua (sem infraestruturas ou tecido urbano na envolvente) foram consideradas com exposição nula	0	0.5	1	1.5	2
	Florestas e vegetação, vegetação herbácea, com exposição baixa	2	1.5	2	2.5	3
	Galerias ripícolas, zonas agrícolas, terras aráveis, com exposição moderada	4	2.5	3	3.5	4
	Equipamentos desportivos, culturais, turísticos e de lazer, com exposição elevada	6	3.5	4	4.5	5
	Rocha nua [com infraestruturas ou tecido urbano na envolvente], Indústria, comércio, atividades extrativas, tecido urbano (continuo e descontinuo), infraestruturas costeiras, infraestruturas portuárias, aeroportos, áreas em construção, com exposição muito elevada	8	4.5	5	5.5	6

Grau de Risco	
0 - <1	Nulo
1 - <3	Baixo
3 - <5	Moderado
> 5	Elevado

Paralelamente foi realizada uma avaliação do risco de galgamento e inundação tendo em consideração as classes de ocupação do solo definidas na cartografia 1:2000 homologada do concelho de Vila Franca do Campo – abordagem 2. Para o efeito foi realizada uma reclassificação/correspondência entre a ocupação do solo, tendo em consideração as classes da COS.A/2018, nível 3 da Região Autónoma dos Açores e a cartografia homologada, (Tabela 3.6), para que os resultados obtidos sejam comparáveis.

Tabela 3.6 | Reclassificação/correspondência entre a ocupação do solo tendo em consideração as classes da COS.A/2018, nível 3 da Região Autónoma dos Açores

Cartografia 1:2000	Cosa18
Gasômetro	Indústria
Hotel	Infraestrutura turística
Cais marítimo (plataforma)	Infraestruturas portuárias
Estaleiro	
Porto marítimo	
Rochas	
Mata	Matos
Mato	
Areias	Praias
Rochas	Rocha nua
Arrecadação / anexo	Tecido urbano
Barraca c/ rep	
Câmara municipal, secretaria regional	
Capela c/ rep	
Construções em geral	
Deposito de água elevado	
Edifício em construção	
Edifício EM ruínas	
Escadas	
Esquadra PSP	
Estátua C/ REP	
Farol	
Forte	

Garagem	
Lar da terceira idade	
Painel solar	
Paragem autocarro	
Parque aquático	
Parques de estacionamento	
Pátio interior / logradouro	
Piscina	
Posto de transformação	
Prédio	
Tanque	
Telheiro	
Vivenda, casa	
Canavial	Vegetação Esparsa
Estufa agrícola	Zonas agrícolas
Olival	
Pomar	
Regadio / horta	
Vinha	
Área agrícola e florestal em geral	Zonas agrícolas e florestais
Áreas verdes em geral	Zonas de Lazer
Lago de jardim	
Parques e jardins em geral	

Foi também realizada a avaliação e determinação de faixas de risco tendo em consideração os compromissos assumidos pela Câmara Municipal de Vila Franca do Campo, constatando-se que apenas o compromisso "Lombinha-Água de Alto" se encontra na área em estudo, apresentando-se o resultado desta avaliação no ponto 4.2.2.

3.2 Cenários de Risco

De salientar que para a elaboração destas cartas foram considerados cenários de modo a responder ao passo metodológico proposto que se destina a integrar os cenários climáticos do Programa Regional para as Alterações Climáticas dos Açores (PRAC), publicado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 30/2019/A, de 28 de novembro, e outros considerados relevantes, dando uma visão global e a descrever uma possível progressão de acontecimentos com potencial para gerar danos.

De acordo com a Medida OTZC7 do PRAC "*Reforçar as restrições ao uso e ocupação do solo nos troços costeiros com maior suscetibilidade ao galgamento e inundação*" com grau de prioridade alto, os cenários climáticos apontam

para o aumento da probabilidade na ocorrência de eventos climáticos extremos na RAA. Os impactes dos eventos climáticos ocorridos neste século tornam evidente que este tipo de eventos climáticos são geradores de consequências danosas nas áreas com maior suscetibilidade ao galgamento e inundação costeira.

Refere ainda na Medida OTZC9 "*Reforçar a monitorização da orla costeira na RAA*", que os impactes resultantes das Alterações Climáticas, designadamente a subida do Nível Médio do Mar, a modificação do regime de agitação marítima, a sobre-elevação meteorológica, o agravamento das situações de concentração de precipitação e a ocorrência de eventos climáticos extremos poderão originar alterações na ocorrência, na intensidade e no padrão espacial desses diversos fenómenos, agravando, ainda mais, a exposição de pessoas e bens a situações de risco, o que exige um maior conhecimento da evolução a curto, médio e longo prazo dos sistemas litorais.

Assim, para a determinação de zonas/faixas de risco de galgamentos e inundações costeiras foram utilizadas as cartas de vulnerabilidade obtidas para toda a zona costeira do concelho de Vila Franca do Campo, que consideraram um evento com um período de retorno de 100 anos, uma altura de onda significativa de 9m e períodos entre os 10-13s.

3.3 Cartografia e Relatório Finais

Esta etapa (fase atual) referente à produção da cartografia e relatório final resultou, precisamente, da análise e ponderação de toda a informação e cartografia produzida e analisada na Fase 3 conjuntamente com a Câmara Municipal de Vila Franca do Campo, bem como da análise das medidas de ordenamento e intervenção para áreas com grau de risco elevado [Capítulo 5] e medidas de mitigação e adaptação às alterações climáticas no âmbito desta tipologia de risco, e de aplicação no âmbito dos Instrumentos de Gestão Territorial [IGT].

4 Zonas/faixas costeiras com probabilidade de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras no âmbito da Revisão do Plano Diretor Municipal do concelho de Vila Franca do Campo

4.1 Introdução

Em conformidade com a metodologia e parâmetros descritos nos capítulos anteriores, foi elaborada cartografia, à escala 1:2000, com a delimitação do risco de galgamentos e/ou inundações costeiras para a zona costeira do concelho de Vila Franca do Campo, para toda a linha de costa do concelho de Vila Franca do Campo, com particular atenção nos setores: Água de Alto e Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas, tendo sido também desenvolvida a avaliação de possíveis impactes nas faixas de vulnerabilidade obtidas à ocorrência de galgamentos e inundações costeiras e a análise integrada de todos os resultados, de modo a analisar potenciais ajustes necessários, cujos resultados finais são apresentados no subcapítulo 4.3.

4.2 Cartografia

A caracterização territorial foi alvo de apresentação detalhada no relatório de caracterização e diagnóstico apresentado na Fase 2. No entanto em seguida são apresentados os elementos que são considerados centrais para o enquadramento e determinação do grau de vulnerabilidade e de risco.

Numa fase prévia à determinação de cartografia de risco, foram desenvolvidas análises complementares e realizados trabalhos de campo com o objetivo de verificar no terreno a adequabilidade dos resultados obtidos, em particular de modo a despistar erros da cartografia, alterações recentes do terreno (e.g. construção de infraestruturas e/ou edificações) e da informação de base [ex: altimetria, delimitação de áreas ocupadas por edificações / ocupação humana, verificação do estado de conservação de estruturas de defesa costeira e de processos erosivos e verificação de locais de galgamentos recentes, entre outros].

4.2.1 Geomorfologia

De acordo com o PGRH Açores 2016-2021 (SREAT, 2016) as ilhas açorianas exibem aspetos geomorfológicos muito diversificados, consoante os tipos de erupção que estiveram na sua origem. O vulcanismo e a tectónica regional e local explicam o alinhamento das ilhas e a disposição dos principais aparelhos eruptivos, enquanto as formas de relevo são condicionadas, essencialmente, pelos estilos eruptivos (efusivos e explosivos), pela dinâmica evolutiva e pelo estado mais ou menos avançado dos processos de erosão. O grau de alteração depende da natureza dos materiais, da topografia e das condições climáticas, designadamente da intensidade da precipitação.

A parte emersa da ilha de São Miguel, com um volume estimado de 247km^3, tem uma configuração alongada. O coeficiente de circularidade de Gravelius (Kc), determinado pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que São Miguel apresenta uma forma extensiva (Kc = 2,2). Com uma orientação predominante de E-W, a ilha de São Miguel tem um comprimento e uma largura máximas de 64 km e de 18 km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 230km, é geralmente baixa e recortada, formando baías e pequenas

enseadas, com exceção da parte oriental (concelhos do Nordeste e da Povoação) e das arribas da costa norte do complexo vulcânico das Sete Cidades (SREAT, 2016).

Quanto à declividade (Figura 4.1), regista-se que mais de 35% da superfície desta ilha apresenta declives suaves (<8%), tendo esta classe uma representação expressiva na zona de Ponta Delgada e no graben da Ribeira Grande. Por sua vez, 32% do território apresenta declives muito acentuados e escarpados, designadamente nos flancos dos maciços das Sete Cidades, Fogo, Furnas e Povoação, com destaque para as vertentes da Serra da Tronqueira. Os restantes 33% correspondem a áreas com declives moderados a acentuados dispersas pelos diferentes setores da ilha (SREAT, 2016).

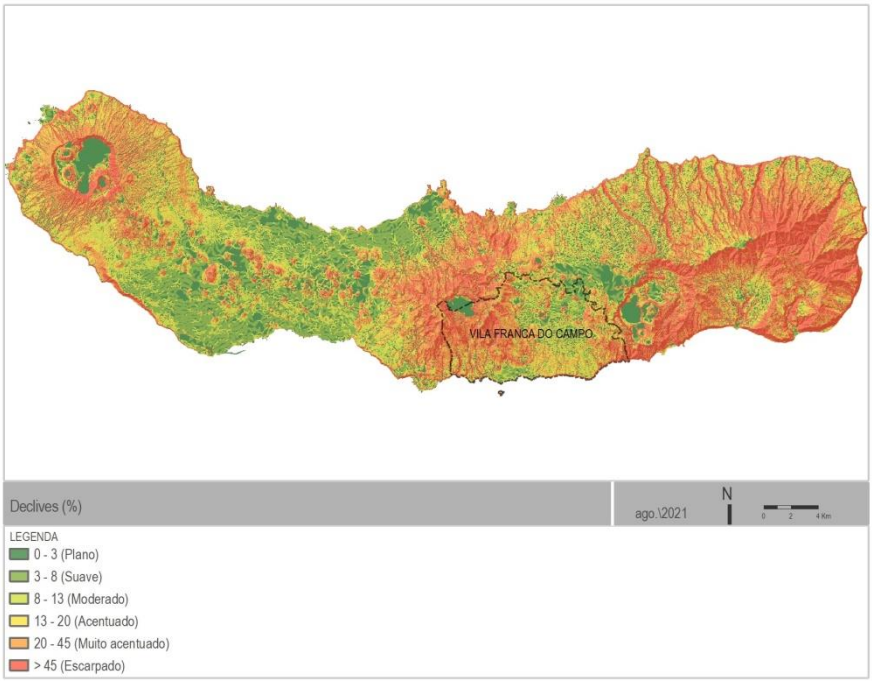


Figura 4.1 | Carta de Declives da ilha de São Miguel.

A escassa informação relativa à distribuição dos solos na ilha de São Miguel dificulta uma análise detalhada, nomeadamente quanto às implicações ao nível da gestão dos recursos hídricos e da interpretação do potencial depurador do solo. Não obstante, apresenta-se o esboço pedológico da ilha de São Miguel à escala 1:200 000, realizado por Ricardo *et al*. (1977) (Figura 4.2), o qual representa as principais associações de solos (SREAT, 2016).

As associações de solos dominantes nas áreas de maior altitude, quer no setor W da ilha, quer na zona central e oriental de São Miguel, são os Andossolos Insaturados Normais e Solos Delgados Alofânicos e Andossolos Saturados Pouco Espessos. Na área correspondente ao complexo dos Picos (plataforma de Ponta Delgada) as zonas de maior altitude são capeadas por uma associação de solos formada por Andossolos Saturados Normais, Andossolos Saturados Pouco Espesso e Solos Pardos Ândicos.

Neste contexto, o predomínio dos solos do tipo Andossolos está indubitavelmente associada à origem vulcânica das ilhas dos Açores e a constituição da sua fração argilosa, em que surgem fases minerais de fraca ordenação

estrutural, como as alofanas, imogolite, sílica opalina e ferrihidrite, conferem-lhes propriedades distintas de outros tipos de solos minerais, nomeadamente (Fontes, 1999): baixa densidade aparente, porosidade elevada, elevada capacidade de retenção de água, alteração irreversível após secagem, grande poder fixador de fosfatos, carga variável elevada associada a elevados valores de pH em NaF e baixo teor em bases. (SREAT, 2016).

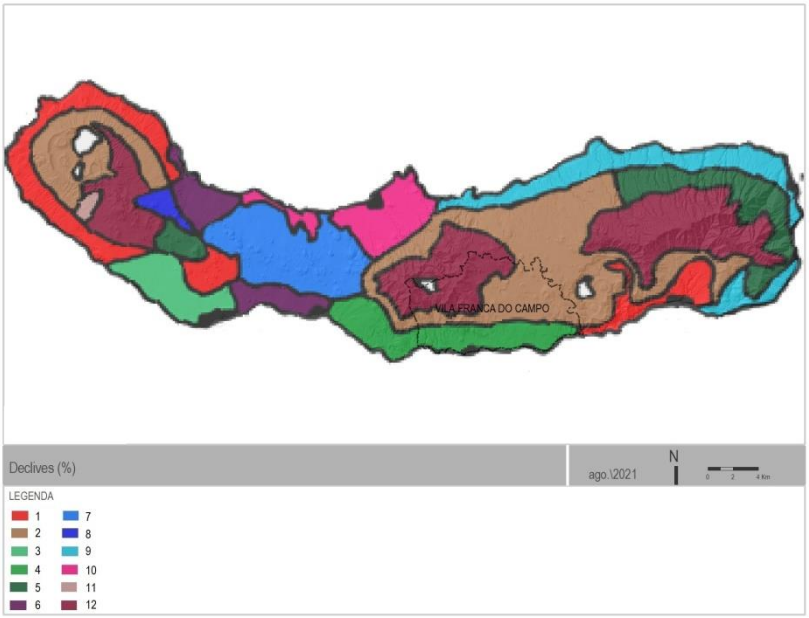


Figura 4.2 | Esboço pedológico da ilha de São Miguel.

Fonte: Adaptado de Ricardo et al. (1977)

Legenda: 1. Andossolos Saturados Normais; 2. Andossolos Insaturados Normais; 3. Andossolos Saturados Normais e Andossolos Saturados Pouco Espessos; 4. Andossolos Saturados Normais e Regossolos Cascalhentos; 5. Andossolos Insaturados Normais e Andossolos Insaturados Pouco Espessos; 6. Terreno Rochoso, Solos Delgados e Andossolos Saturados Pouco Espesso; 7. Terreno Rochoso, Solos Delgados Alofânicos e Regossolos Cascalhentos; 8. Andossolos Insaturados Normais e Andossolos Ferruginosos; 9. Andossolos Saturados Normais, Andossolos Saturados Pouco Espesso e Solos Pardos Ândicos; 10. Andossolos Saturados Normais, Andossolos Saturados Pouco Espessos e Solos Delgados Alofânicos; 11. Solos Delgados Alofânicos, Andossolos Insaturados Normais e Andossolos Insaturados Pouco Espessos; 12. Solos Delgados Alofânicos e Andossolos Saturados Pouco Espessos.

4.2.2 Estruturas de Defesa Costeiras

As estruturas de defesa costeira são implantadas quando se pretende defender aglomerados urbanos ou infraestruturas, nomeadamente viárias, em relação às ações do mar: galgamentos pelas ondas, inundações resultantes dos galgamentos, infraescavações de fundações e erosões.

Na Figura 4.3 estão representadas as estruturas de defesa costeira na ilha de São Miguel, maioritariamente localizadas na costa sul, contribuindo decisivamente para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal natural. Da visita de reconhecimento à área de estudo, verificou-se que as estruturas de defesa costeira de maior dimensão (estruturas de defesa aderente e muros marginais de retenção e de suporte de rodoviário) localizam-se no perímetro urbano de Vila Franca do Campo e nas zonas balneares de Água de Alto e Vinha da Areia (Figura 4.4).

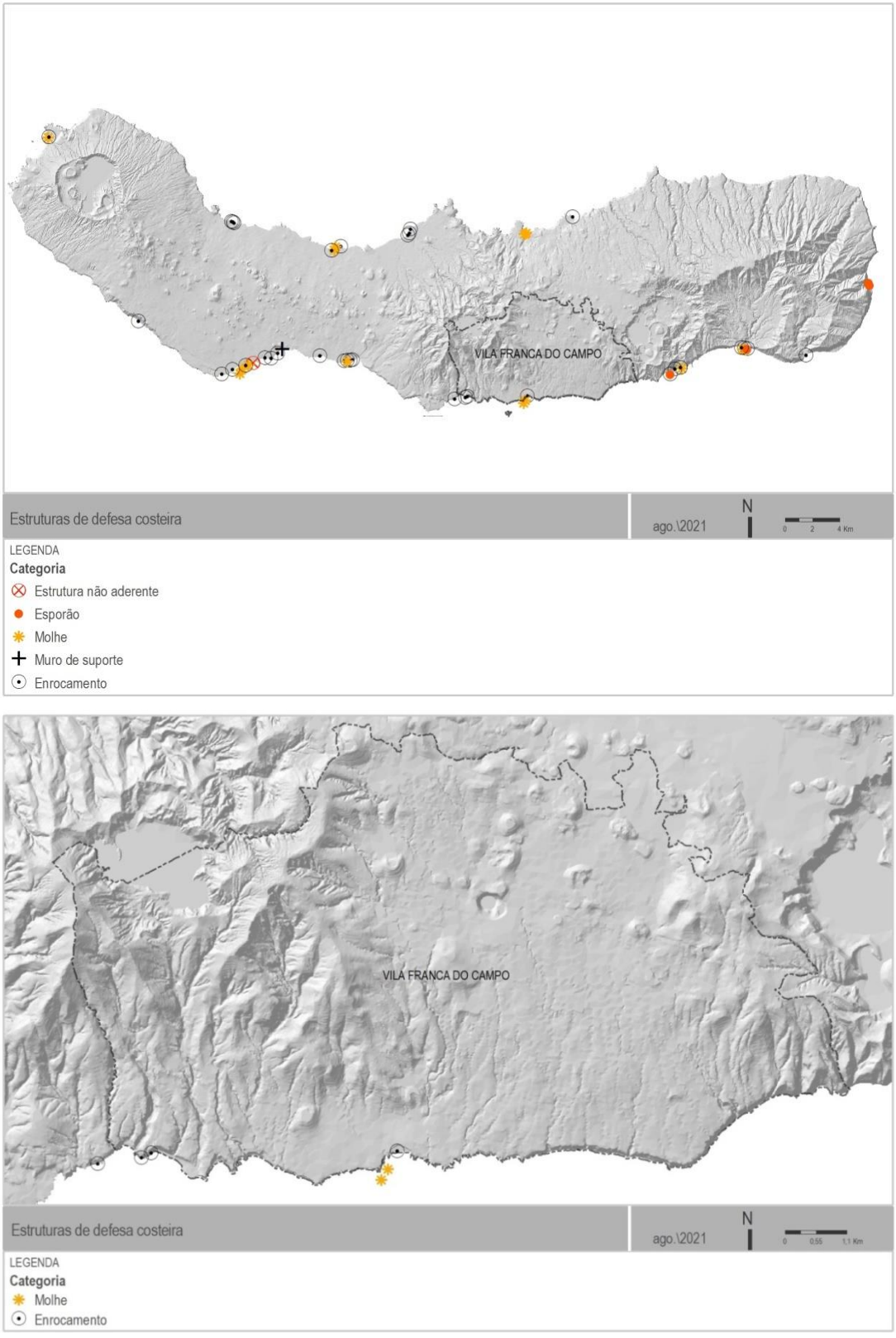


Figura 4.3 | Localização das estruturas de defesa costeira no concelho de Vila Franca do Campo.

Muro longitudinal vertical, praia Pequena, Água de Alto.

Muro longitudinal vertical e obra aderente em enrocamento – Estrada Regional, zona balnear de Água de Alto.

Obra aderente em enrocamento com passeio marginal (promenade) - Avenida Vasco da Silveira.

Obra aderente em enrocamento – Zona Balnear da Vinha da Areia

Figura 4.4 | Estruturas de defesa costeira em frentes urbanas do concelho de Vila Franca do Campo.

4.2.3 As infraestruturas portuárias

As infraestruturas portuárias existentes nas ilhas dos Açores são infraestruturas essenciais para o desenvolvimento económico da Região, podendo ser entendidas como zonas de costa artificializada que conduzem a eventuais alterações hidromorfológicas e hidrodinâmicas ao longo das zonas costeiras.

No que diz respeito à ilha de São Miguel, de acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 24/2011/A, de 22 de agosto, verifica-se que na área de estudo estão classificados: o porto de Vila Franca do Campo na classe D e a Marina de Vila Franca do Campo (Figura 4.5 e Figura 4.6).

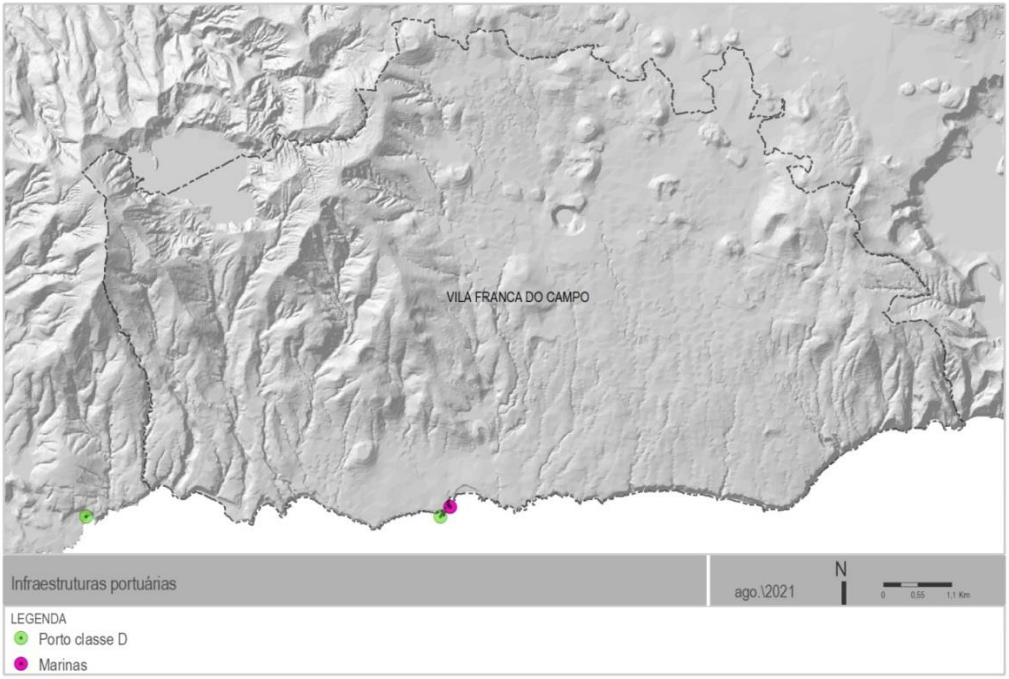


Figura 4.5 | Localização das infraestruturas portuárias no concelho de Vila Franca do Campo.

Porto de Vila Franca do Campo.

Marina de Vila Franca do Campo.

Figura 4.6 | Infraestruturas portuárias do concelho de Vila Franca do Campo.

4.3 Cartografia

4.3.1 Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira

As figuras seguintes apresentam graficamente as cartas finais com a representação das faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeiras propostas para as áreas em análise. No Anexo I são apresentadas as cartas à escala 1:2000.

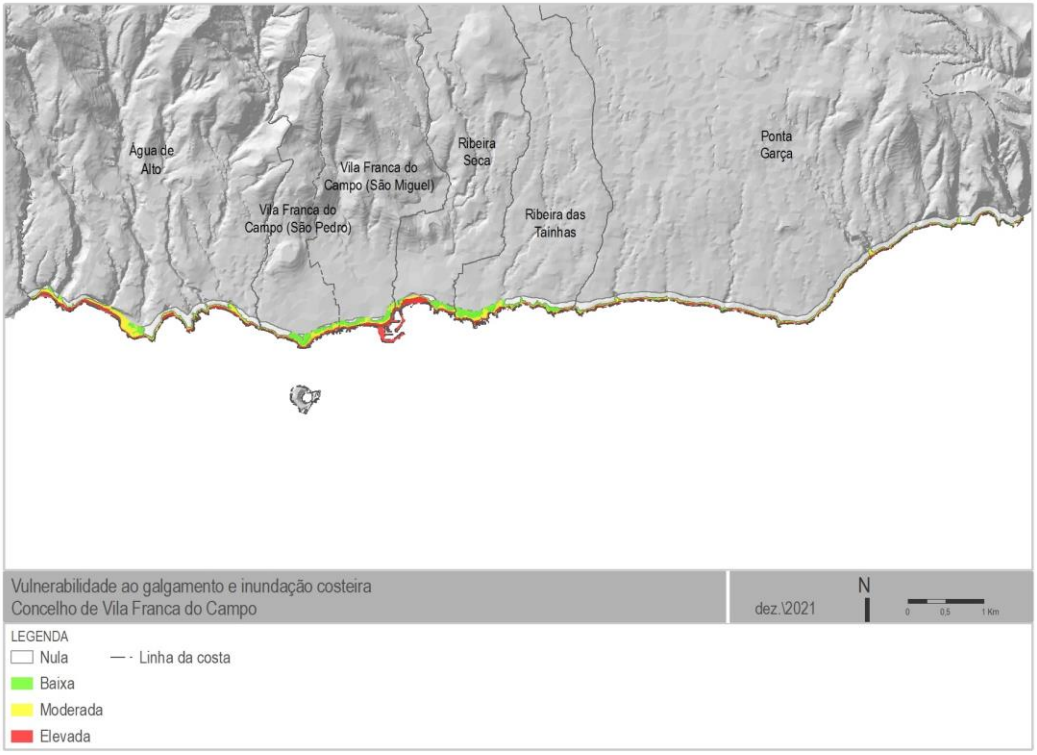


Figura 4.7 | Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a zona costeira do Concelho de Vila Franca do Campo.

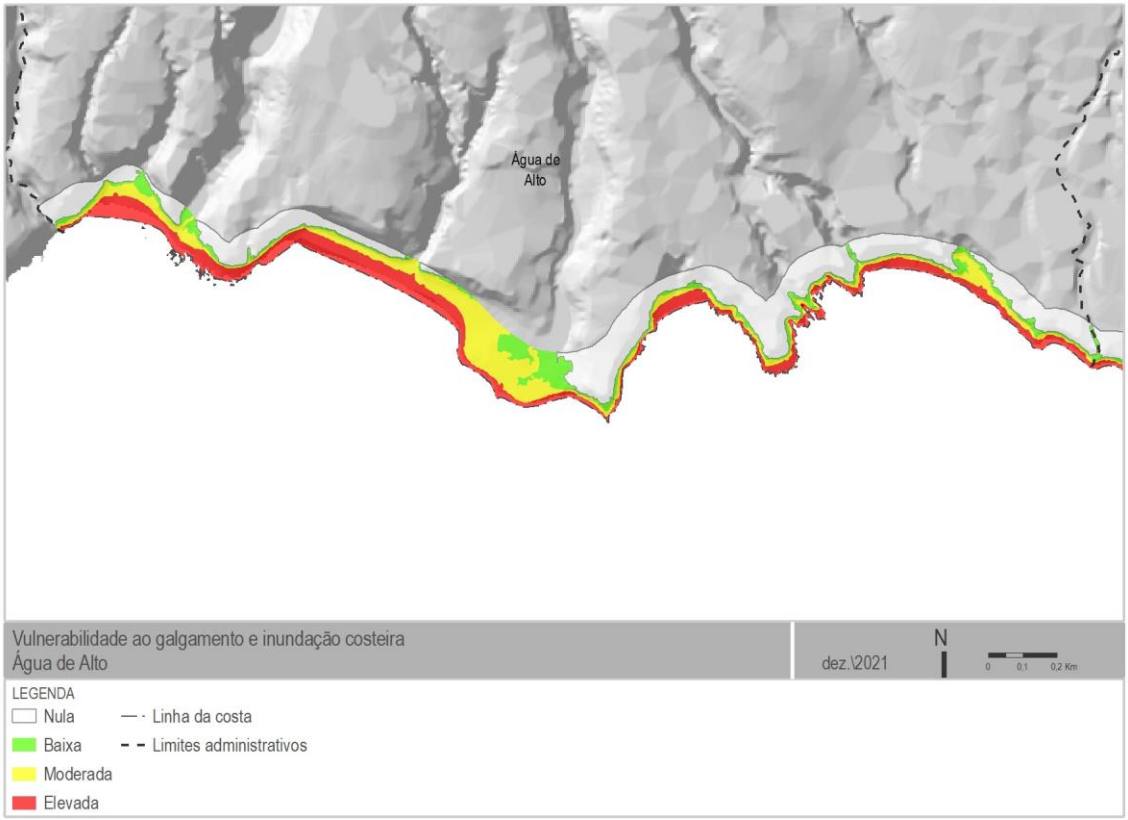


Figura 4.8 | Pormenor da carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para o setor de Água de Alto.

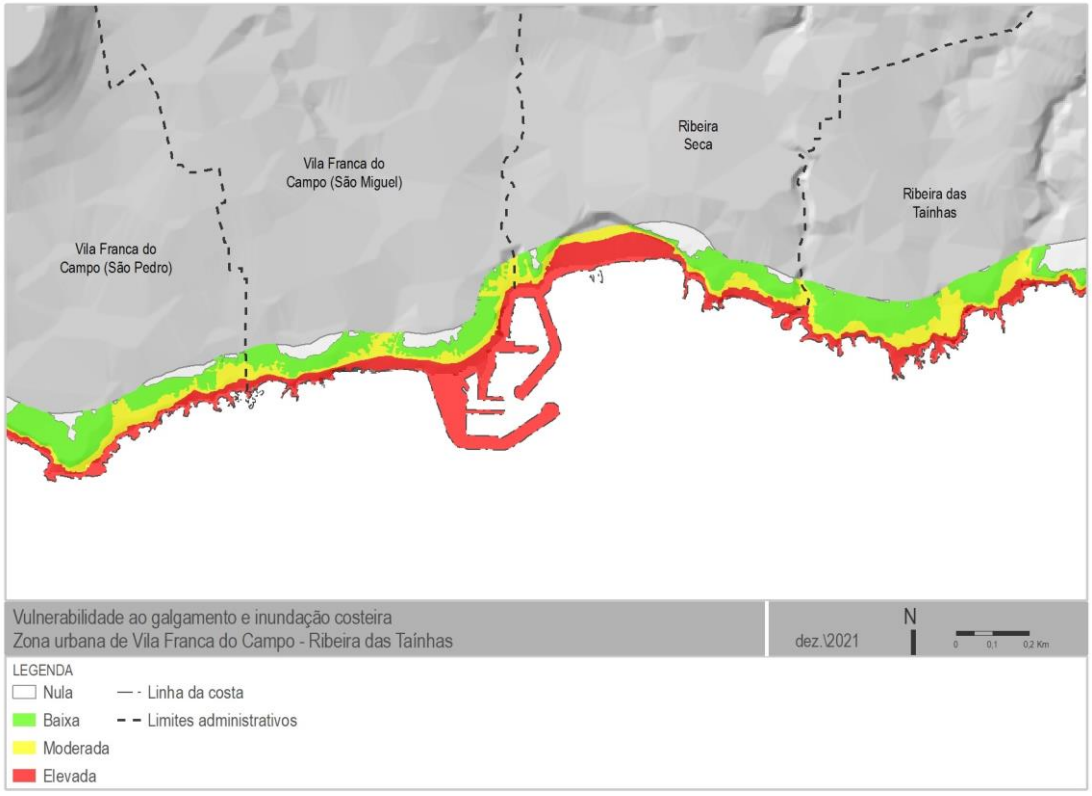


Figura 4.9 | Pormenor da carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para o setor da Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas.

4.3.2 Carta de Risco de galgamento e inundação costeira

As figuras seguintes apresentam graficamente as cartas finais de riscos de galgamentos e inundações costeiras, propostas para as áreas em análise, apresentando de forma diferenciada os resultados tendo em consideração num caso a COS.A/18, noutro a cartografia 1:2000 homologada para o concelho de Vila Franca do Campo. De salientar que a cartografia de risco resultante do cruzamento entre a carta de vulnerabilidade e cartografia 1:2000 homologada apresenta zonas sem classificação fruto da ocupação do solo patente nessa cartografia, uma vez que a rede de viária não se encontrava representada. Neste contexto, propõe-se que seja utilizada a cartografia de risco resultante do cruzamento entre a carta de vulnerabilidade e a COS.A/18.

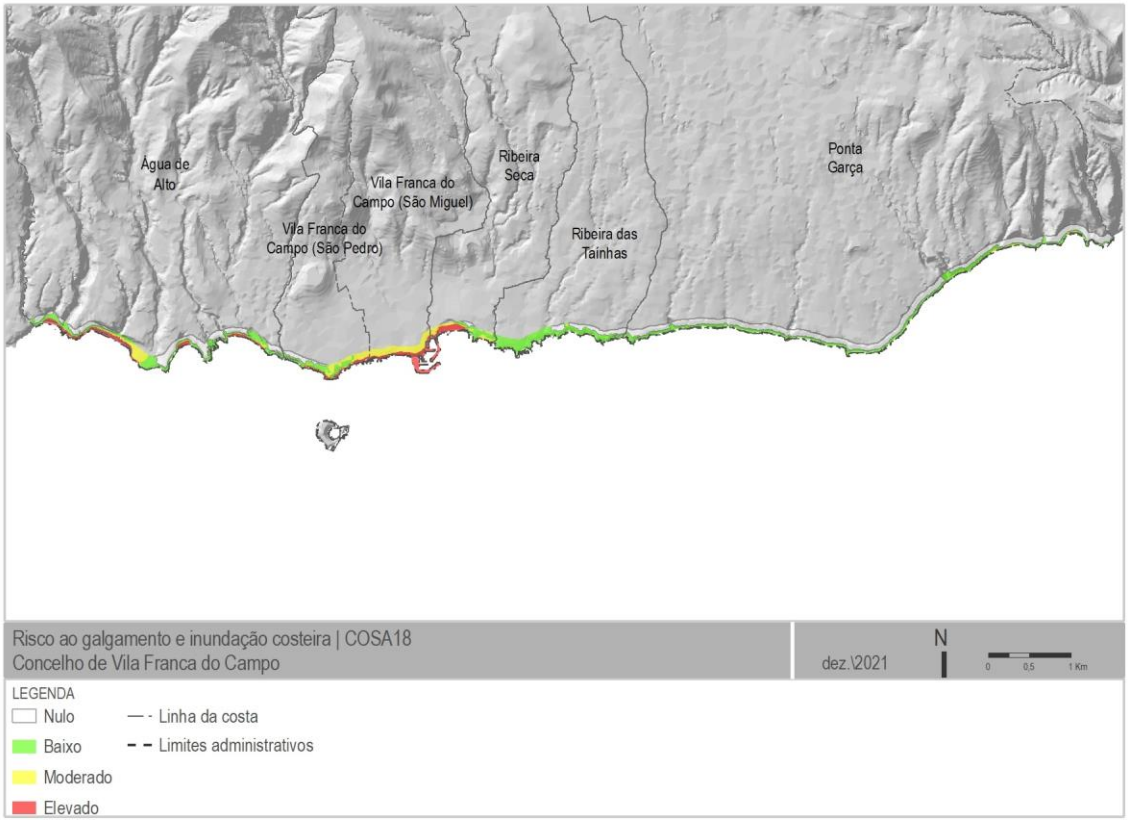


Figura 4.10 | Carta de risco de galgamento e inundação costeira para a zona costeira do Concelho de Vila Franca do Campo, COS.A/18.

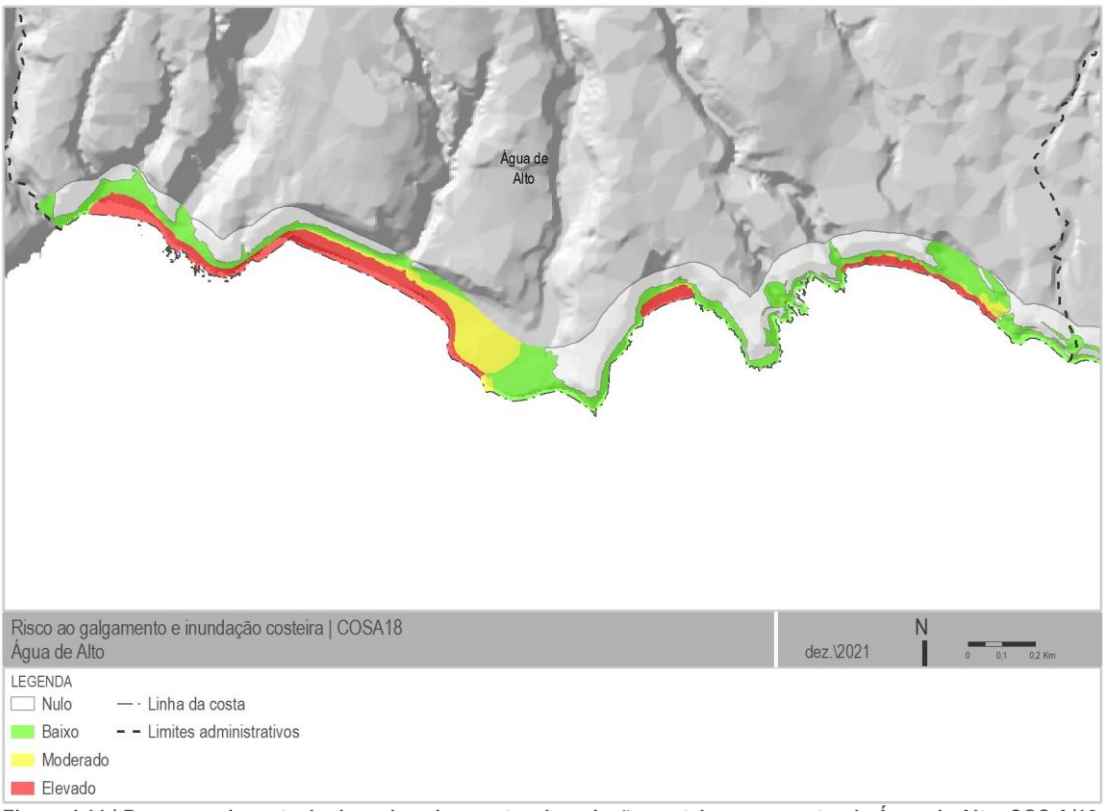


Figura 4.11 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o setor de Água de Alto, COS.A/18.

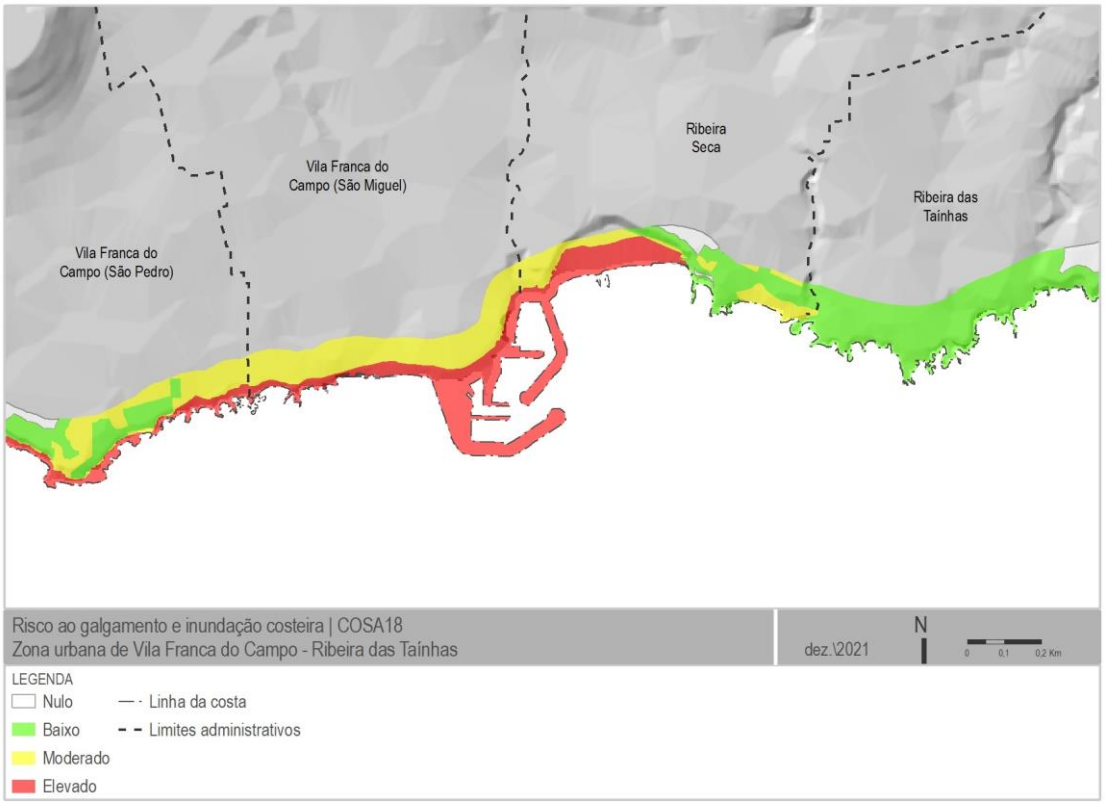


Figura 4.12 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o setor da Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas, COS.A/18.

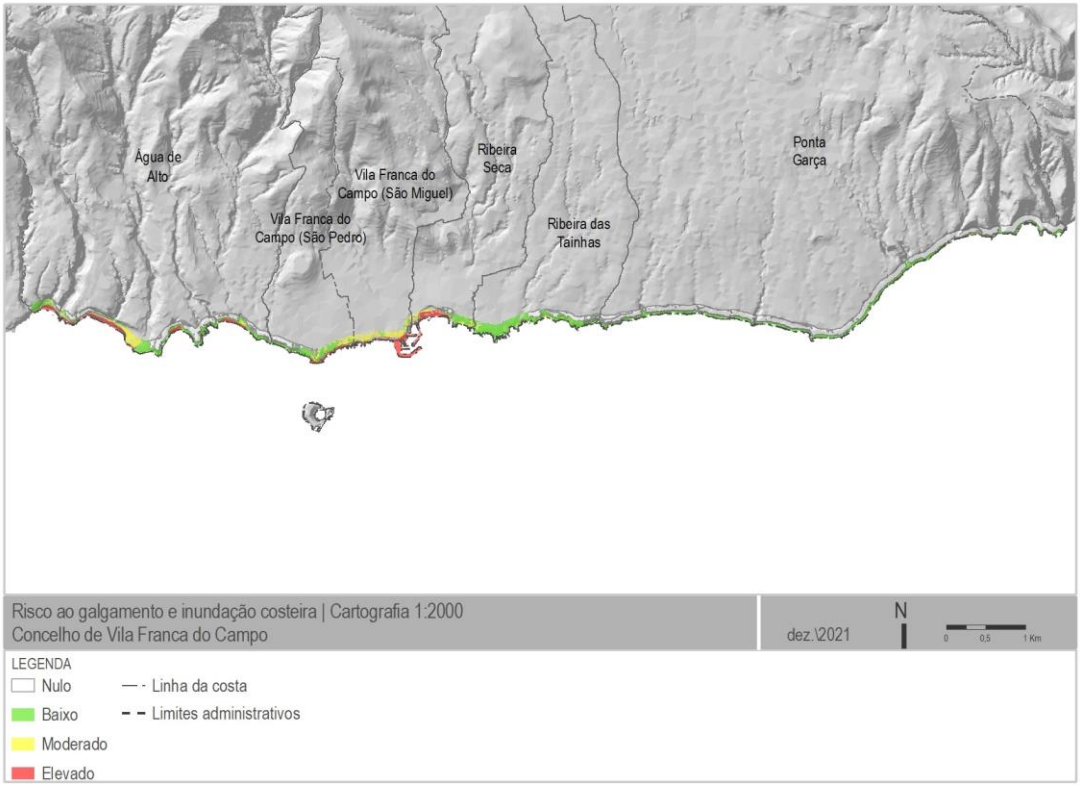


Figura 4.13 | Carta de risco de galgamento e inundação costeira para a zona costeira do Concelho de Vila Franca do Campo, cartografia 1:2000 Vila Franca do Campo.

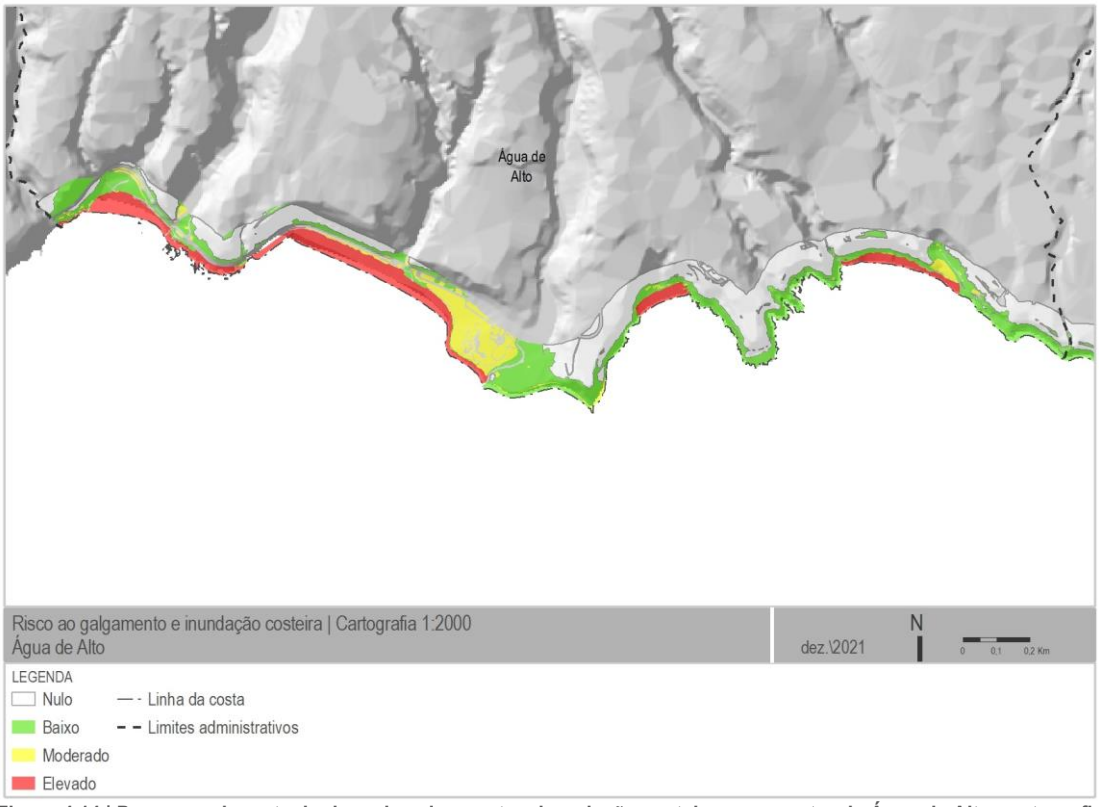


Figura 4.14 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o setor de Água de Alto, cartografia 1:2000 Vila Franca do Campo.

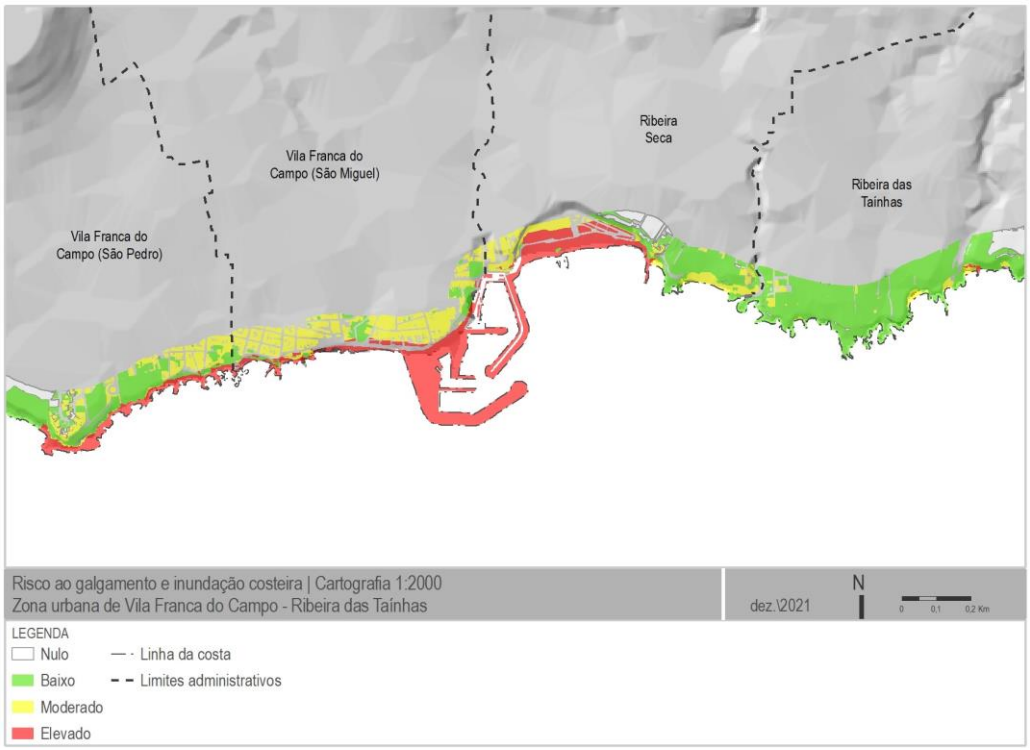


Figura 4.15 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o setor da Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas, cartografia 1:2000 Vila Franca do Campo.

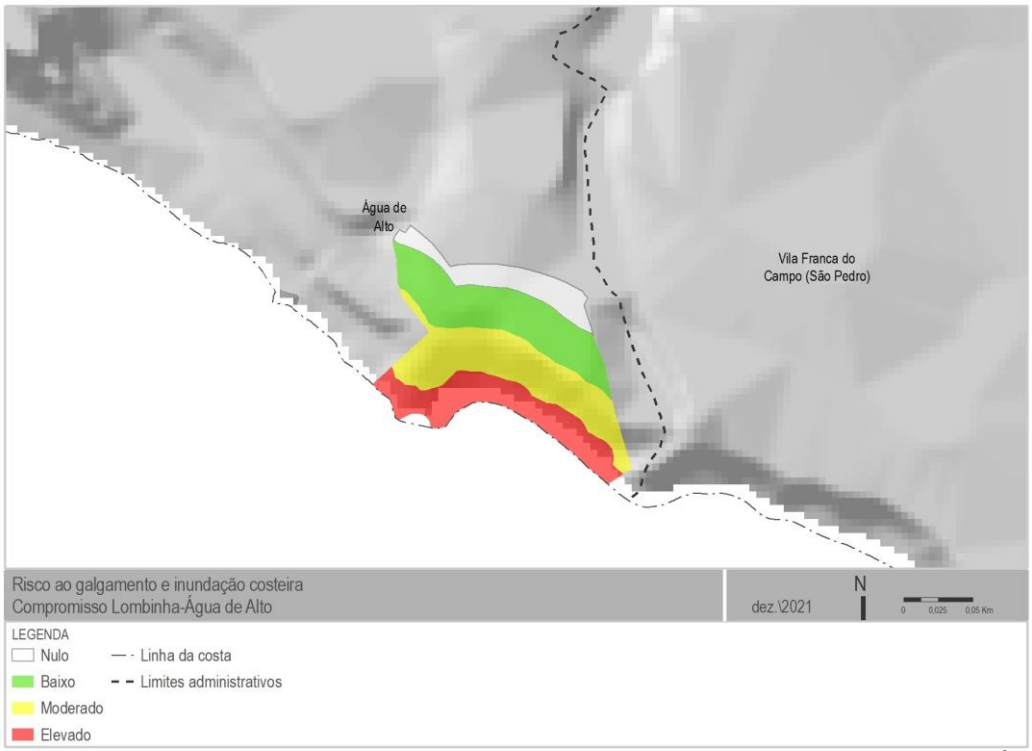


Figura 4.16 | Pormenor da carta de risco de galgamento e inundação costeira para o compromisso Lombinha - Água de Alto, cartografia 1:2000 Vila Franca do Campo.

5 Conclusões e proposta de regulamentação e medidas

A determinação do grau de vulnerabilidade e do grau de risco foi realizada com base na análise de dados geográficos fornecidos pela CMVFC e outras entidades, em documentos técnicos [e.g. documentos científicos - dissertações de mestrado, teses de doutoramento e artigos científicos], pela pesquisa em bases de dados oficiais e nos trabalhos de campo, e expõe os resultados determinados para a vulnerabilidade e risco ao galgamento e inundação costeira para toda a zona costeira do concelho de Vila Franca do Campo, sendo dado depois particular foco nos setores: Água de Alto e Zona urbana de Vila Franca do Campo – Ribeira das Taínhas.

No desenrolar deste trabalho foi diagnosticado um conjunto de temas/questões/constrangimentos, em particular no que toca aos dados geográficos existentes/disponíveis, nomeadamente:

- Séries temporais de agitação marítima são de curto período/duração;
- Reduzida informação relativa às características das estruturas de defesa costeiras no que toca à inclinação de taludes e material do manto exterior;
- Utilização de informação geográfica produzida a diferentes escalas, precisão e atualização condicionam resultados obtidos;
- Reduzida informação/histórico sobre eventos extremos, em particular no que toca aos danos (humanos e materiais) e áreas afetadas.

Não obstante, importa referir que, apesar dos diversos constrangimentos mencionados ao longo do trabalho, as soluções para a sua resolução e mitigação permitiram produzir cartas de vulnerabilidade e risco com um grau de rigor significativo.

Para além da determinação e definição das faixas de risco de galgamento e inundação devem ser tidos em conta outros riscos costeiros com a erosão costeira e movimentos de massa, que podem ser potenciados por eventos extremos marítimos.

Assim, com o desenvolvimento deste trabalho é possível reconhecer três questões-chave essenciais para o desenvolvimento dos modelos e uso territorial do concelho de Vila Franca do Campo, que devem ser incorporadas nos Instrumentos de Gestão Territorial [IGT], em particular num contexto climático que se prevê desfavorável com o aumento do número, intensidade e persistência de eventos extremos, designadamente:

- Deverá ser incorporada regulamentação que permita: minimizar as situações de risco ao galgamento e inundação costeira; a relocalização programada e a longo prazo de edificado em zona de risco, com a renaturalização das zonas que são desocupadas para utilização pública; e definição de zonas tampão e atividades de cariz sazonal ou que facilmente possam ser relocalizadas, por exemplo, associadas às faixas de vulnerabilidade moderada;
- No que toca à área urbana existente em zona de vulnerabilidade e/ou risco [elevado e moderado] deverá ser definido um conjunto de regras que tenha em consideração a reabilitação e manutenção dessas áreas, sem alterar a morfologia urbana existente e concebida ao longo do tempo;

- No caso de nova construção em zonas de vulnerabilidade (moderada e elevada), ou de determinada tipologia da construção/infraestrutura [em particular as associadas a infraestruturas/edifícios de usufruto público e coletivo], deve ser reanalisado grau de risco de acordo com a nova ocupação do uso do solo e apresentada cartografia de risco detalhada [escala 1:2 000], para que seja acautelada a exposição e a vulnerabilidade do território ao risco de galgamento e inundação costeira.

Propõe-se ainda que a determinação do grau de vulnerabilidade e do grau de risco seja ainda seguida pela implementação de medidas que adequem e adaptem o desenvolvimento e uso do território às novas circunstâncias e aos novos parâmetros ambientais e de risco. Neste contexto, na Tabela 5.1 é apresentado um conjunto de medidas / orientações com o objetivo de contribuir para adaptação e minimização do território aos graus de vulnerabilidade e de risco determinados. Importa referir que essas medidas propostas deverão ser tomadas em consideração nos diversos IGT.

Tabela 5.1 | Proposta preliminar de medidas / orientações para adaptação e minimização do território ao grau de risco elevado para galgamentos e inundações costeiras.

Medidas	Descrição
Ações de monitorização de processos hidromorfodinâmicos da orla costeira	Ações de monitorização de processos hidromorfodinâmicos da orla costeira e da interação antrópica e zona costeira, com o objetivo de estudar a evolução dos processos que nela ocorrem, tendo em consideração a sustentabilidade, a resiliência e adaptação às alterações climáticas. As ações de monitorização deverão incidir sobre [sem prejuízo de outros elementos que se venham relevar determinantes]: - Quantificação de eventos de galgamentos e inundações costeiras [danos [descrição e valor monetário] e área geográfica afetada]; Estudo de dados ambientais com base em deteção remota [ex: imagens de satélite; imagens de *drone*, entre outros], designadamente: afetação/estado de ecossistemas e habitats costeiros sensíveis, de áreas protegidas, de estruturas de defesa costeira, entre outros.
Cartografia de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras	Verificação/confirmação da alteração do grau de risco de cartografia de galgamento e/ou inundações costeiras à escala 1:2 000 em áreas identificadas com grau de vulnerabilidade moderada/elevada, no caso de ocorrer alteração da ocupação/uso do solo [por exemplo: novas construções em áreas de vulnerabilidade moderada/elevada].
Levantamento e monitorização do estado de conservação das estruturas de defesa costeira existentes	A realização de relatórios e intervenções para levantamento do estado de conservação das estruturas de defesa costeira existentes na orla costeira identificando o estado de conservação e manutenção. Propõe-se incluir nessa monitorização: - Avaliação do custo/benefício e custo/eficácia das estruturas de defesa costeira nas ações de conservação e manutenção; - Monitorização contínua das infraestruturas de defesa costeira e infraestruturas portuárias e monitorização dos efeitos e dinâmica de eventos extremos sobre essas infraestruturas (por exemplo: vídeomonitorização).
Plano de relocalização, reabilitação e manutenção de património construído	- Determinação de áreas prioritárias de relocalização de património/edificado construído; - Definição de critérios claros e objetivos [por exemplo: parâmetros de afastamento, volumetria, índices de permeabilização, entre outros] para a relocalização, reconstrução, reabilitação e manutenção nas áreas urbanas em áreas com grau de vulnerabilidade e/ou risco elevado.
Ações de comunicação e sensibilização de riscos e efeitos das alterações climáticas na orla costeira	Deverão ser desenvolvidas ações de comunicação e sensibilização, destinadas a diferentes públicos-alvo, como a população em geral, autarquia [serviços, funcionários e dirigentes], sobre riscos e efeitos das alterações climáticas na orla costeira, as suas causas e consequências e, em particular, sobre a exposição de pessoas e bens a situações de risco.

6 Referências Bibliográficas

Andrade, C.; Trigo, R.M.; Freitas, M.C.; Gallego, M.C.; Borges, P. and Ramos, A.M. [2008]. Comparing historic records of storm frequency and the North Atlantic Oscillation [NAO] chronology for the Azores region. The Holocene, 18[5], 745-754.

Borges, P. and Andrade, C., [1999]. Storm characterization in the Azores archipelago on the XIX and XX centuries. Unpublished Technical Report/Project STORMS - Storminess and Environmentally Sensitive Atlantic Coastal Areas of the European Union.

Borges P, Phillips M, Ng K, Medeiros A, Calado H [2014]. Preliminary coastal vulnerability assessment for Pico Island [Azores]. Journal of Coastal Research, [70]: 385-388.

Borges, P. [2003]. Ambientes litorais nos grupos Central e Oriental do arquipélago dos Açores, conteúdos e dinâmica de microescala. Ponta Delgada, Portugal: University of the Azores, Ph.D. thesis, 413p.

Coelho, C. [2005]. Riscos de Exposição de Frentes Urbanas para Diferentes Intervenções de Defesa Costeira. Tese de doutoramento. Secção Autónoma de Engenharia Civil. Aveiro, Universidade de Aveiro: 404.

Davies, W.T.R. [2012]. Applying a Coastal Vulnerability Index [CVI] to the Westfjords, Iceland: a preliminary assessment. Ísafjörður, Iceland: University of Akureyri, Master's thesis, 109p.

Decreto Legislativo Regional n.º 30/2019/A, de 28 de novembro [DLR n.º 30/2019/A]. Diário da República n.º 229/2019 – I Série. Região Autónoma dos Açores – Assembleia Legislativa.

Direção Regional do Ambiente [DRA]. [2015]. Programa Regional para as Alterações Climáticas dos Açores Impactes, Vulnerabilidades e Medidas de Adaptação para o Setor do Ordenamento do Território e Zonas Costeiras, 98p.

Direção Regional do Ambiente [DRA]. [2018]. Plano de Gestão de Riscos e Inundações da Região Autónoma dos Açores, 2.º Ciclo de Planeamento, Riscos de Galgamento e Inundação Costeira – Relatório Fase 1, 18p.

Palmer, B J., Van der Elst, R.,Mackay, F., Mather, A A., Smith, A M., Bundy, S C., Thackeray, Z., Leuci, R. and Parak, O. [2011]. Preliminary coastal vulnerability assessment for KwaZulu-Natal, South Africa, Journal for Coastal Research, 64, 1390-1395.

Reserva Ecológica Regional, E-RER, [2011] - Caracterização dos Perigos em termos de Recursos Naturais e delimitação das respetivas Áreas Vulneráveis a considerar no Ordenamento do Território da RAA", elaborado pela Direção Regional do Ambiente [DRA].

RISK-KIT. [2015]. Resilience-Increasing Strategies for Coasts – Toolkit. Coastal Hazard Assessment Module.

Secretaria Regional da Energia, Ambiente e Turismo. [2016]. Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores 2016-2021.

[Página propositadamente deixada em branco]

ANEXO I – Cartografia de Vulnerabilidade 1: 2 000

[Página propositadamente deixada em branco]

ANEXO II – Cartografia de Risco 1: 2 000

[Página propositadamente deixada em branco]

simbiente açores
Engenharia e Gestão Ambiental

simbiente
Grupo

www.simbiente.com