

Cartografia de  
pormenor de  
risco de  
galgamentos  
e/ou inundações  
costeiras

Santa Maria  
 Terceira  
 Graciosa  
 Pico  
 Faial  
 Corvo



ACORES-14-62G6-FEDER-000002

\ RELATÓRIO Final - FASE 4  
 dezembro\2023



## Ficha Técnica

### Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos

#### Coordenação

Emanuel Barcelos  
Melânia Rocha

#### Acompanhamento

Catarina Santos | Ana Esperança

### Equipa Técnica

#### Coordenação

Joaquim Barbosa | Carla Melo

#### Execução

Ana Paula Oliveira | Filipe Martins | Sérgio Costa

# ÍNDICE

<b>1.. Enquadramento.....</b>	<b>1</b>
<b>2.. Objetivos, Princípios Orientadores e Áreas de Estudo.....</b>	<b>2</b>
<b>3.. Caracterização Territorial - Síntese .....</b>	<b>6</b>
3.1. Enquadramento Geográfico e Administrativo .....	6
3.2. Geomorfologia e Tipos de Solo .....	10
3.2.1. Santa Maria .....	10
3.2.2. Terceira.....	11
3.2.3. Graciosa.....	12
3.2.4. Pico .....	13
3.2.5. Faial .....	14
3.2.6. Corvo .....	15
3.3. Marés .....	16
3.4. Agitação Marítima .....	18
3.4.1. Santa Maria .....	20
3.4.2. Terceira.....	26
3.4.3. Graciosa.....	32
3.4.4. Pico e Faial.....	39
3.4.5. Corvo .....	45
3.5. Estruturas de Defesa Costeiras.....	52
3.5.1. Santa Maria .....	52
3.5.2. Terceira.....	54
3.5.3. Graciosa.....	56
3.5.4. Pico .....	57
3.5.5. Faial .....	59
3.5.6. Corvo .....	60
3.6. Infraestruturas Portuárias.....	61
3.6.1. Santa Maria .....	61
3.6.2. Terceira.....	63
3.6.3. Graciosa.....	64
3.6.4. Pico .....	66
3.6.5. Faial .....	67
3.6.6. Corvo .....	69
<b>4.. Abordagem Metodológica .....</b>	<b>71</b>
4.1. Determinação e avaliação de zonas/faixas costeiras suscetíveis de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras.....	71
4.1.1. Zonas/faixas de vulnerabilidade de galgamentos e inundações costeiras de Santa Maria, Terceira, Faial, Pico, Graciosa e Corvo .....	74
4.1.2. Zonas/faixas de vulnerabilidade de galgamentos e inundações costeiras na Baía da Praia da Vitória e envolvente [Áreas edificadas nas sedes de concelho] .....	78
4.1.3. Zonas/faixas de risco de galgamentos e inundações costeiras.....	83
4.2. Cenários de Risco.....	111
4.3. Cartografia e Relatório Finais.....	112

<b>5.. Zonas/faixas costeiras com probabilidade de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras nos troços em análise .....</b>	<b>112</b>
5.1. Introdução .....	112
5.2. Cartografia .....	113
5.2.1. Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira.....	113
5.2.2. Carta de Risco de galgamento e inundação costeira .....	116
<b>6.. Conclusões e orientações para a regulamentação e medidas.....</b>	<b>120</b>
<b>7.. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>123</b>

## Índice de Figuras

Figura 2.1   Área de estudo na ilha de Santa Maria a abranger pela cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras a desenvolver.....	3
Figura 2.2   Área de estudo na ilha Terceira, no concelho de Angra do Heroísmo e Praia da Vitória, a abranger pela cartografia, ou revisão da cartografia, respetivamente, de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras a desenvolver. ....	3
Figura 2.3   Área de estudo na ilha da Graciosa: Linha de costa total da ilha. ....	4
Figura 2.4   Área de estudo na ilha do Pico, no concelho de São Roque do Pico, a abranger pela cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras. ....	4
Figura 2.5   Área de estudo na ilha do Faial: Linha de costa total da ilha. ....	5
Figura 2.6   Área de estudo na ilha do Corvo: Linha de costa total da ilha. ....	5
Figura 3.1   Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores. ....	6
Figura 3.2   Divisão administrativa da ilha de Santa Maria. ....	7
Figura 3.3   Divisão administrativa da ilha Terceira. ....	7
Figura 3.4   Divisão administrativa da ilha Graciosa. ....	8
Figura 3.5   Divisão administrativa da ilha do Pico. ....	8
Figura 3.6   Divisão administrativa da ilha do Faial. ....	9
Figura 3.7   Divisão administrativa da ilha do Corvo. ....	9
Figura 3.8   Carta de Declives da ilha de Santa Maria. ....	11
Figura 3.9   Carta de declives da ilha Terceira. ....	12
Figura 3.10   Carta de declives da ilha Graciosa. ....	13
Figura 3.11   Carta de Declives da ilha do Pico. ....	14
Figura 3.12   Carta de Declives da ilha do Faial. ....	15
Figura 3.13   Carta de Declives da ilha do Corvo. ....	16
Tabela 3.2   Valores característicos de maré para as Ilhas em estudo. ....	17
Tabela 3.3   Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores. ....	18
Figura 3.14   Distribuição temporal de altura significativa [ $H_s$ [m]], período de pico [ $T_p$ [s]], e altura significativa em função do período de pico [ $T_p$ ], ao longo dos 36 anos de estudo. ....	19
Figura 3.15   Altura Significativa [ $H_s$ ], Período de Pico [ $T_p$ ], costa sul e oeste – Santa Maria. ....	20
Figura 3.16   Percentagem de ocorrências da altura significativa [ $H_s$ ], costa sul e oeste – Santa Maria. ....	21
Figura 3.17   Frequência do período de pico [ $T_p$ ], costa sul e oeste – Santa Maria. ....	21
Figura 3.18   Frequência da direção [ $^\circ$ ], costa sul e oeste – Santa Maria. ....	22
Figura 3.19   Direção e altura significativa, costa sul e oeste – Santa Maria. ....	22
Figura 3.20   Direção e período de pico, costa sul e oeste – Santa Maria. ....	23
Figura 3.21   Altura de onda significativa [ $H_{s0}$ ], período de pico [ $T_p$ ] e direção [ $^\circ$ ], costa norte e este – Santa Maria. ....	23
Figura 3.22   Percentagem de ocorrências da altura de onda significativa [ $H_s$ ], costa norte e este – Santa Maria. ....	24
Figura 3.23   Frequência do Período de pico [ $T_p$ ], costa norte e este – Santa Maria. ....	24
Figura 3.24   Frequência da Direção [ $^\circ$ ], costa norte e este – Santa Maria. ....	25
Figura 3.25   Direção e altura significativa, costa norte e este – Santa Maria. ....	25
Figura 3.26   Direção e período máximo, costa norte e este – Santa Maria. ....	26
Figura 3.27   Altura Significativa [ $H_s$ ], Período de Pico [ $T_p$ ] e Direção [ $^\circ$ ], costa norte e este – Terceira. ....	27
Figura 3.28   Percentagem de ocorrências da altura significativa [ $H_s$ ], costa norte e este – Terceira. ....	27
Figura 3.29   Frequência do período de pico [ $T_p$ ], costa norte e este – Terceira. ....	28
Figura 3.30   Frequência da direção [ $^\circ$ ], costa norte e este – Terceira. ....	28
Figura 3.31   Direção e altura significativa, costa norte e este – Terceira. ....	29
Figura 3.32   Direção e período pico, costa norte e este – Terceira. ....	29
Figura 3.33   Altura de onda significativa [ $H_{s0}$ ], período de pico [ $T_p$ ] e direção [ $^\circ$ ], costa sul e oeste – Terceira. ....	30

Figura 3.34   Percentagem de ocorrências da altura de onda significativa [Hs], costa sul e oeste – Terceira.....	30
Figura 3.35   Frequência do período de pico [Tp], costa sul e oeste – Terceira.....	31
Figura 3.36   Frequência da direção [°], costa sul e oeste – Terceira.....	31
Figura 3.37   Direção e altura significativa, costa sul e oeste – Terceira.....	32
Figura 3.38   Direção e período máximo, costa sul e oeste – Terceira.....	32
Figura 3.39   Altura Significativa [Hs], Período de Pico [Tp] e Direção [°], costa norte e este – Graciosa.....	33
Figura 3.40   Percentagem de ocorrências da altura significativa [Hs], costa norte e este – Graciosa.....	34
Figura 3.41   Frequência do período de pico [Tp], costa norte e este – Graciosa.....	34
Figura 3.42   Frequência da direção [°], costa norte e este – Graciosa.....	35
Figura 3.43   Direção e altura significativa, costa norte e este – Graciosa.....	35
Figura 3.44   Direção e período pico, costa norte e este – Graciosa.....	36
Figura 3.45   Altura de onda significativa [Hs <sub>0</sub> ], período de pico [Tp] e direção [°], costa sul e oeste – Graciosa.....	36
Figura 3.46   Percentagem de ocorrências altura de onda significativa [Hs <sub>0</sub> ], costa sul e oeste – Graciosa.....	37
Figura 3.47   Frequência do período de pico [Tp], costa sul e oeste – Graciosa.....	37
Figura 3.48   Frequência da direção [°], costa sul e oeste – Graciosa.....	38
Figura 3.49   Direção e altura significativa, costa sul e oeste – Graciosa.....	38
Figura 3.50   Direção e período máximo, costa sul e oeste – Graciosa.....	39
Figura 3.51   Altura Significativa [Hs], Período de Pico [Tp] e Direção [°], costa norte – Faial e Pico.....	40
Figura 3.52   Percentagem de ocorrências da altura significativa [Hs], costa norte – Faial e Pico.....	40
Figura 3.53   Frequência do período de pico [Tp], costa norte – Faial e Pico.....	41
Figura 3.54   Frequência da direção [°], costa norte – Faial e Pico.....	42
Figura 3.55   Direção e altura significativa, costa norte – Faial e Pico.....	42
Figura 3.56   Direção e período pico, costa norte – Faial e Pico.....	42
Figura 3.57   Altura de onda significativa [Hs <sub>0</sub> ], período de pico [Tp] e direção [°], costa sul – Faial.....	43
Figura 3.59   Período de pico [Tp], costa sul – Faial.....	44
Figura 3.60   Direção [°], costa sul – Faial.....	44
Figura 3.61   Direção e altura significativa, costa sul – Faial.....	45
Figura 3.62   Direção e período máximo, costa sul – Faial.....	45
Figura 3.63   Altura Significativa [Hs], Período de Pico [Tp] e Direção [°], costa sul – Corvo.....	46
Figura 3.64   Percentagem de ocorrências da altura significativa [Hs], costa sul – Corvo.....	47
Figura 3.65   Frequência do período de pico, costa sul – Corvo.....	47
Figura 3.66   Frequência da direção, costa sul – Corvo.....	48
Figura 3.67   Direção e altura significativa, costa sul – Corvo.....	48
Figura 3.68   Direção e período de pico, costa sul – Corvo.....	49
Figura 3.69   Altura de onda significativa [Hs <sub>0</sub> ], período de pico [Tp] e direção [°], costa norte – Corvo.....	49
Figura 3.70   Percentagem de ocorrências da altura de onda significativa [Hs <sub>0</sub> ], costa norte – Corvo.....	50
Figura 3.71   Frequência do período de pico [Tp], costa norte – Corvo.....	50
Figura 3.72   Frequência da direção [°], costa norte – Corvo.....	51
Figura 3.73   Direção e altura significativa, costa norte – Corvo.....	51
Figura 3.74   Direção e período máximo, costa norte – Corvo.....	52
Figura 3.75   Localização das estruturas de defesa costeira no concelho de Vila do Porto.....	53
Figura 3.76   Exemplo de estruturas de defesa costeira em frentes urbanas do concelho de Vila do Porto.....	54
Figura 3.77   Localização das estruturas de defesa costeira na ilha Terceira.....	54

Figura 3.78   Estruturas de defesa costeira nas frentes urbanas de Angra do Heroísmo e da Praia da Vitória.....	56
Figura 3.79   Localização das estruturas de defesa costeira na ilha Graciosa.....	56
Figura 3.80   Estruturas de defesa costeira na ilha Graciosa.....	57
Figura 3.81   Localização das estruturas de defesa costeira no concelho de São Roque do Pico.....	58
Figura 3.82   Exemplo de estruturas de defesa costeira em frentes urbanas do concelho de São Roque do Pico.....	58
Figura 3.83   Localização das estruturas de defesa costeira na ilha do Faial.....	59
Figura 3.84   Estruturas de defesa costeira na ilha do Faial.....	60
Figura 3.85   Localização da estrutura de defesa costeira na ilha do Corvo.....	61
Figura 3.86   Localização das infraestruturas portuárias no concelho de Vila do Porto.....	62
Figura 3.87   Infraestruturas portuárias do concelho da Vila do Porto.....	63
Figura 3.88   Localização das infraestruturas portuárias na ilha Terceira.....	63
Figura 3.89   Infraestruturas portuárias de Angra do Heroísmo e da Praia da Vitória.....	64
Figura 3.90   Localização das infraestruturas portuárias na ilha Graciosa.....	65
Figura 3.91   Infraestruturas portuárias da Graciosa.....	65
Figura 3.92   Localização das infraestruturas portuárias no concelho de São Roque do Pico.....	66
Figura 3.93   Infraestruturas portuárias do concelho de São Roque do Pico.....	67
Figura 3.94   Localização das infraestruturas portuárias na ilha do Faial.....	68
Figura 3.95   Infraestruturas portuárias da ilha do Faial.....	69
Figura 3.96   Localização das infraestruturas portuárias na ilha do Corvo.....	70
Figura 3.97   Infraestruturas portuárias da ilha do Corvo.....	70
Figura 4.1   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Vila do Porto – nível 3.....	84
Figura 4.2   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de São Pedro – nível 3.....	85
Figura 4.3   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Santa Bárbara – nível 3.....	86
Figura 4.4   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Santo Espírito – nível 3.....	87
Figura 4.5   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Almagreira – nível 3.....	88
Figura 4.6   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Porto Judeu – Vila de São Sebastião – nível 3.....	89
Figura 4.7   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de São Bento – Feteira – nível 3.....	90
Figura 4.8   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Cinco Ribeiras – São Bartolomeu de Regatos – nível 3.....	91
Figura 4.9   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Doze Ribeiras – Santa Bárbara – nível 3.....	92
Figura 4.10   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Serreta – Altares – nível 3.....	93
Figura 4.11   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Praia da Vitória [Santa Cruz] – nível 3.....	94
Figura 4.12   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Cabo da Praia – nível 3.....	95
Figura 4.13   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Guadalupe – nível 3.....	96
Figura 4.14   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Santa Cruz da Graciosa – nível 3.....	97
Figura 4.15   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de São Mateus – nível 3.....	98
Figura 4.16   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Luz – nível 3.....	99

Figura 4.17   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Santo António – nível 3. ....	100
Figura 4.18   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Prainha – nível 3. ....	100
Figura 4.19   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Horta – nível 3. ....	101
Figura 4.20   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Feteira – nível 3. ....	102
Figura 4.21   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Castelo Branco – nível 3. ....	103
Figura 4.22   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Capelo – Praia do Norte – nível 3. ....	104
Figura 4.23   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Cedros – Salão – nível 3. ....	105
Figura 4.24   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Ribeirinha – nível 3. ....	106
Figura 4.25   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Pedro Miguel – Praia do Almoxarife – nível 3. ....	107
Figura 4.26   Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia do Corvo – nível 3. ....	108
Figura 4.27   Representação esquemática grau de exposição para zonas costeiras de arriba superiores a 20m. ....	109
Figura 5.1   Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a ilha de Santa Maria. ....	113
Figura 5.2   Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para o concelho de Angra do Heroísmo e Baía da Praia da Vitória. ....	114
Figura 5.3   Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a ilha Graciosa. ....	114
Figura 5.4   Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para o concelho de São Roque do Pico. ....	115
Figura 5.5   Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a ilha do Faial. ....	115
Figura 5.6   Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a ilha do Corvo. ....	116
Figura 5.7   Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para a ilha de Santa Maria. ....	117
Figura 5.8   Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para o concelho de Angra do Heroísmo e Baía da Praia da Vitória. ....	117
Figura 5.9   Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para a ilha Graciosa. ....	118
Figura 5.10   Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para o concelho de São Roque do Pico. ....	118
Figura 5.11   Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para a ilha do Faial. ....	119
Figura 5.12   Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para a ilha do Corvo. ....	119

## Índice de Tabelas

Tabela 4.1   Informação necessária para o desenvolvimento do projeto .....	72
Tabela 4.2   Rumos/Direção da agitação consideradas e respetiva ponderação, utilizadas na determinação de faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira. ....	75
Tabela 4.3   <i>Run-up</i> calculado com base nas expressões Holman, 1986; Mase, 1989, Stockdon <i>et al.</i> , 2006, Teixeira, 2009, utilizadas na determinação de faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira. ....	76
Tabela 4.6   Grau de exposição para zonas costeiras de arriba superiores a 20m.....	110
Tabela 4.7   Obtenção do grau de risco de galgamento e inundação costeira $[(COS.A/2018 + Carta de Vulnerabilidade) / 2]$ ou $[(COSA18 - ajustamentos + Carta de Vulnerabilidade) / 2]$ ...	110
Tabela 6.1   Recomendações e medidas para a adaptação e minimização do território ao grau de vulnerabilidade e de risco elevado para galgamentos e inundações costeiras. ....	121

## 1. Enquadramento

O presente documento consubstancia a **apresentação de cartografia e relatório final – Fase 4** - para a elaboração da **Cartografia de Pormenor de Risco de Galgamentos e/ou Inundações Costeiras para as ilhas de Santa Maria, Terceira, Graciosa, Pico, Faial e Corvo**, para a Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas do Governo Regional dos Açores, correspondendo ao quarto produto previsto no âmbito do respetivo contrato de prestação de serviços n.º 83/SRAAC/2023.

## 2. Objetivos, Princípios Orientadores e Áreas de Estudo

O presente estudo tem como objetivo a avaliação detalhada das faixas expostas aos riscos costeiros, em particular aos riscos de galgamento e inundação costeiras no âmbito do previsto no Programa Regional para as Alterações Climáticas [PRAC] dos Açores [aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 30/2019/A, de 28 de novembro], especificamente no âmbito do definido no n.º 3 do artigo 6.º do referido diploma, contribuindo para a definição e a programação de medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas para as áreas em estudo e à regulamentação de usos e atividades nessas áreas.

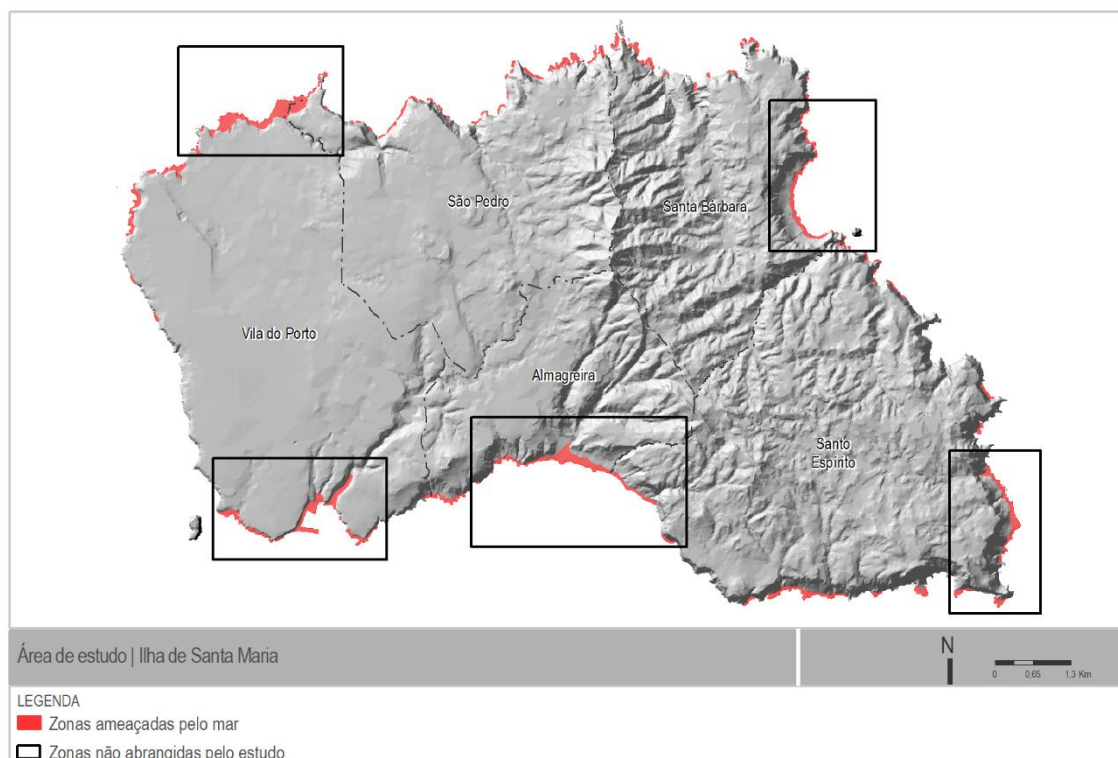
De referir que a cartografia de pormenor apresentada, à escala de 1: 2 000, foi desenvolvida para avaliar o risco de galgamento e inundação costeira em zonas não identificadas como zona crítica pelo Plano de Gestão de Riscos de Inundações da Região Autónoma dos Açores 2022-2027 [PGRIA 2022-2027].

A abordagem metodológica considera a morfologia costeira, o clima de agitação marítima e as estruturas de defesa costeira e portuária existentes, de acordo com o “Guia para a delimitação e integração de cartografia de riscos naturais nos PEOT e PMOT e restrição ao uso e ocupação do solo na RAA” [[https://www.proyectoplanclimac.com/wp-content/uploads/2023/01/PLANCLIMAC\\_Guia\\_2-4\\_DEZ2022\\_Final.pdf#page=29&zoom=100,109,154](https://www.proyectoplanclimac.com/wp-content/uploads/2023/01/PLANCLIMAC_Guia_2-4_DEZ2022_Final.pdf#page=29&zoom=100,109,154)].

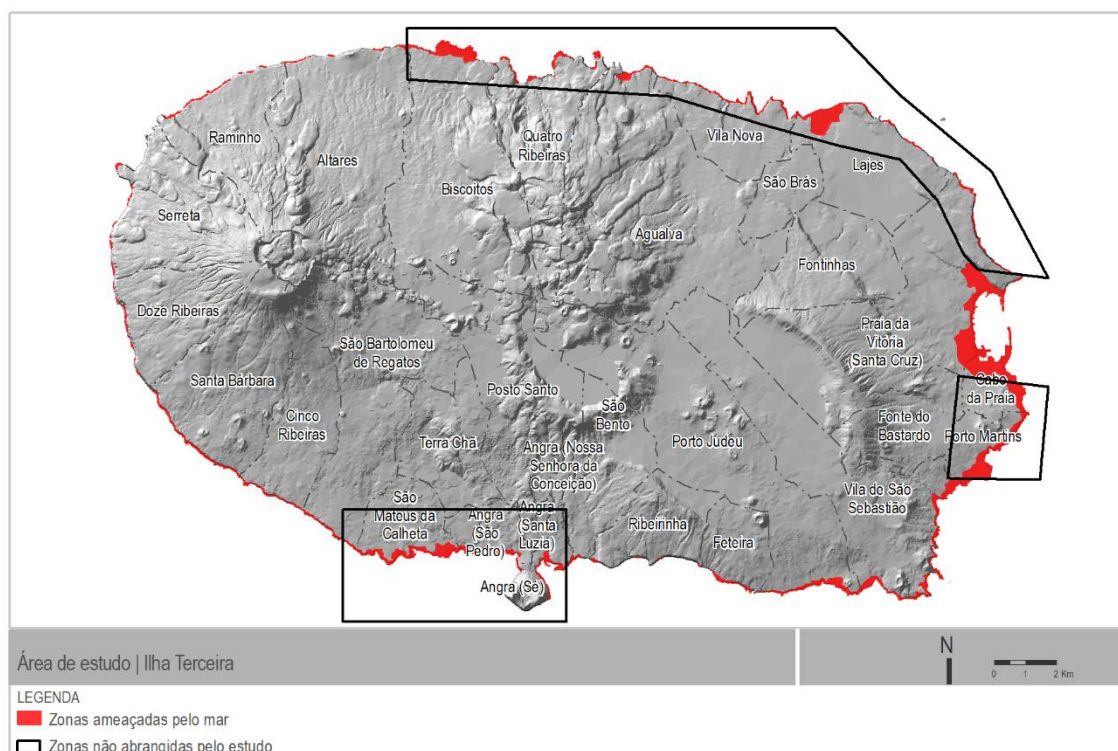
As figuras seguintes apresentam as diferentes áreas alvo do estudo, designadamente:

1. A linha de costa da ilha de Santa Maria abrangida pelas Zonas Ameaçadas pelo Mar [ZAM] definidas no PRAC, com exceção dos troços cuja cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras está atualmente a ser desenvolvida pelo município de Vila do Porto [Figura 2.1];
2. A linha de costa do concelho de Angra do Heroísmo [ilha Terceira] abrangida pelas ZAM definidas no PRAC, com exceção dos troços cuja cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras foi desenvolvida pela DROTRH e a revisão da cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras desenvolvida pela DROTRH relativa ao troço da baía da Praia da Vitória, concelho da Praia da Vitória [Figura 2.2];
3. Toda a linha de costa da ilha Graciosa [Figura 2.3];
4. A linha de costa do concelho de São Roque do Pico [ilha do Pico], com exceção dos troços cuja cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras foi desenvolvida pelo município de São Roque do Pico [Figura 2.4];

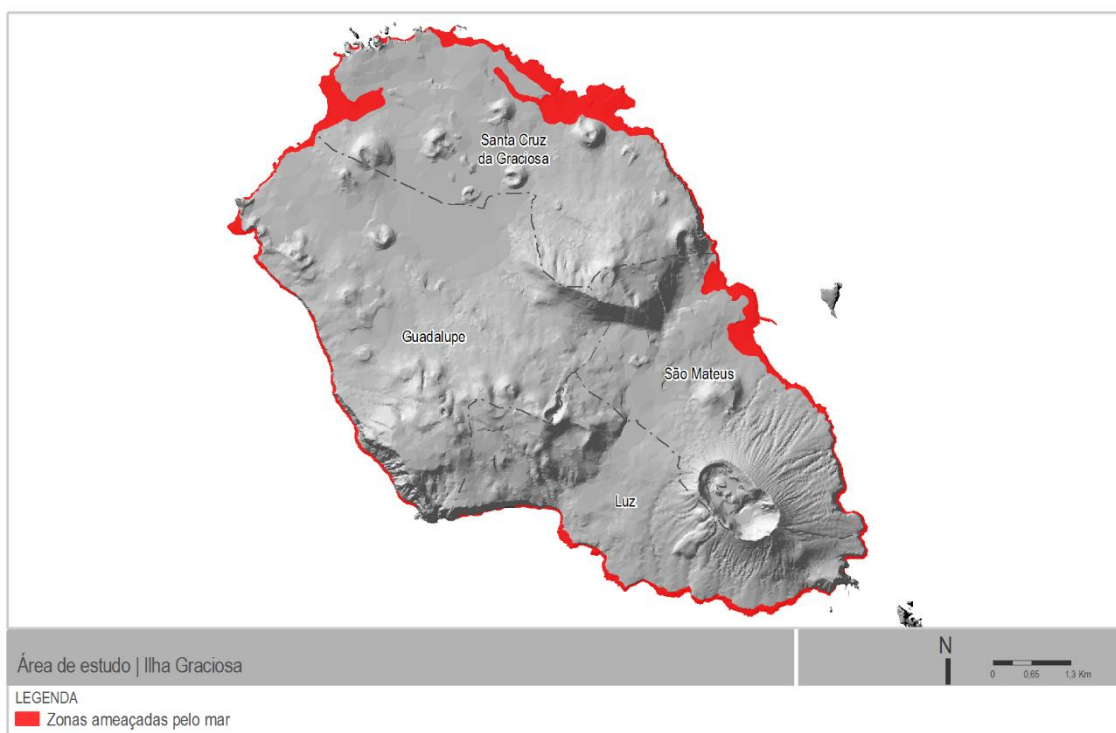
5. Toda a linha de costa da ilha do Faial [Figura 2.5];
6. Toda a linha de costa da ilha do Corvo [Figura 2.6].



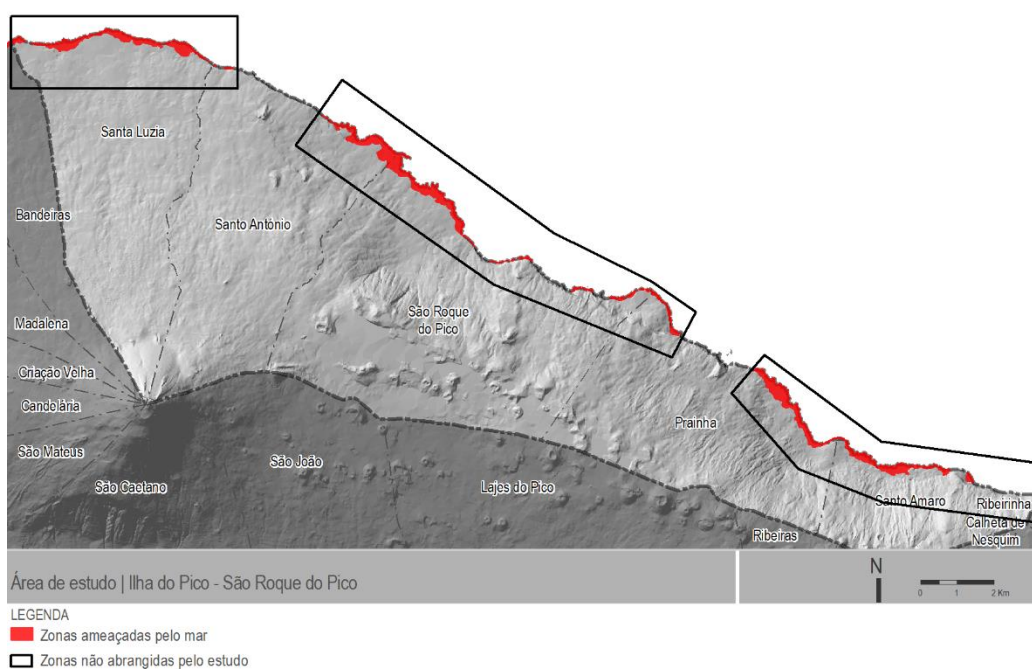
**Figura 2.1 | Área de estudo na ilha de Santa Maria a abranger pela cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras a desenvolver.**



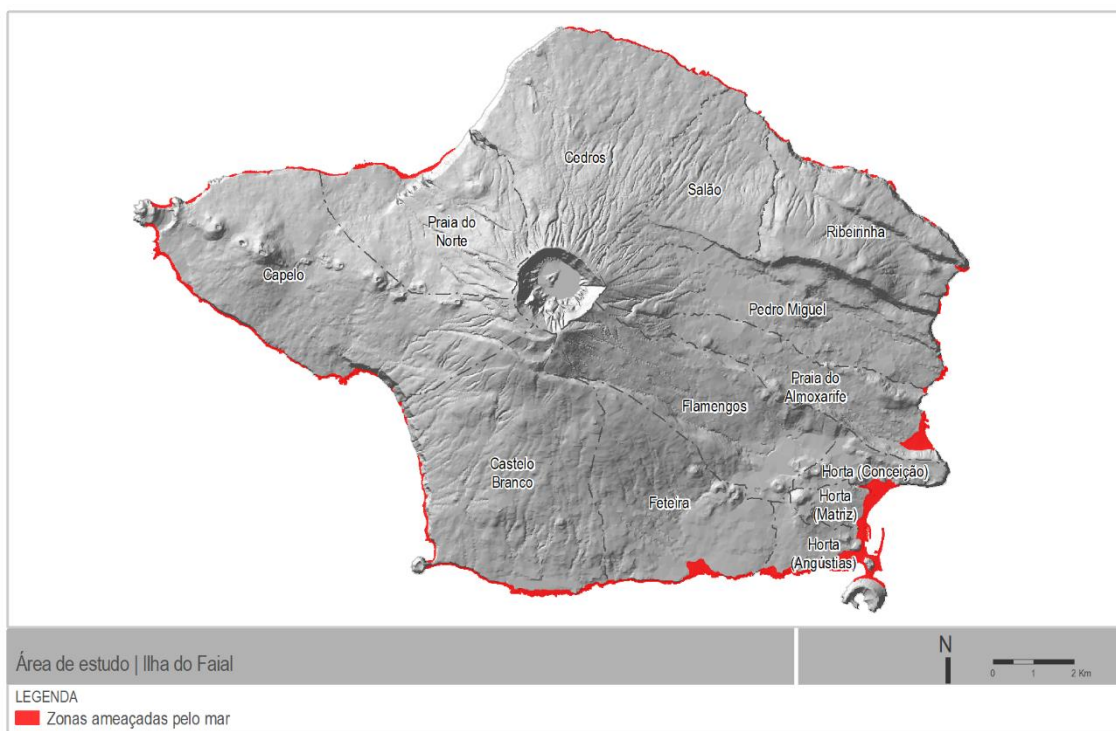
**Figura 2.2 | Área de estudo na ilha Terceira, no concelho de Angra do Heroísmo e Praia da Vitória, a abranger pela cartografia, ou revisão da cartografia, respetivamente, de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras a desenvolver.**



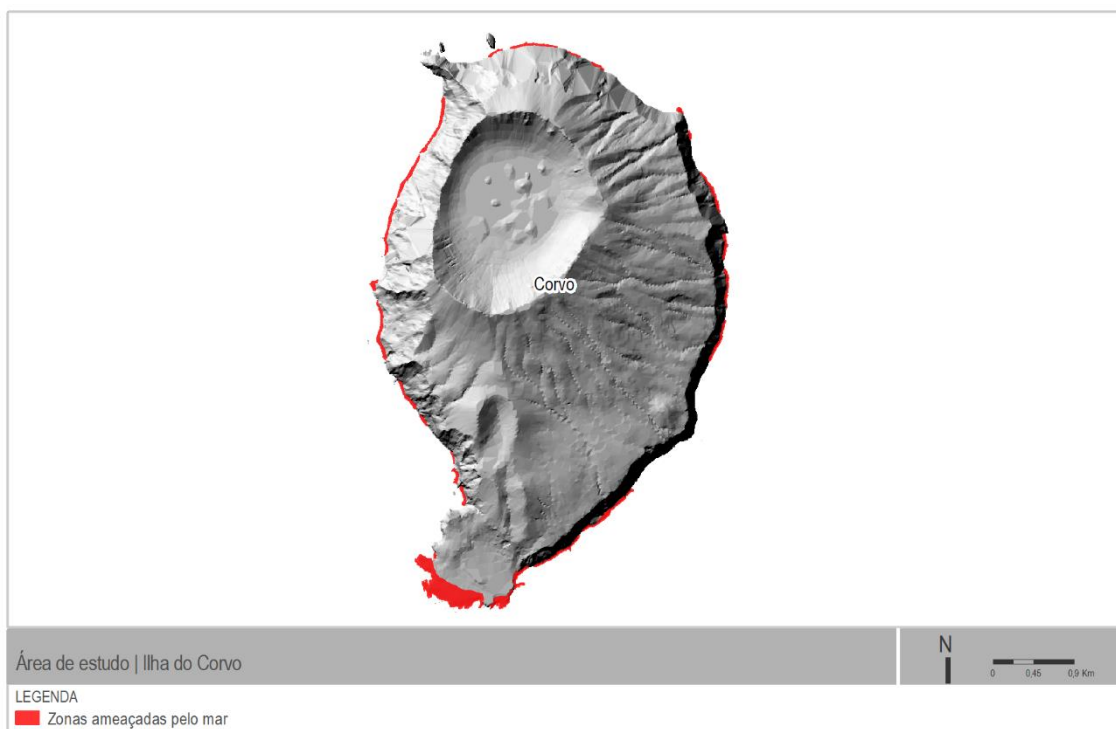
**Figura 2.3 | Área de estudo na ilha da Graciosa: Linha de costa total da ilha.**



**Figura 2.4 | Área de estudo na ilha do Pico, no concelho de São Roque do Pico, a abranger pela cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras.**



**Figura 2.5 | Área de estudo na ilha do Faial: Linha de costa total da ilha.**

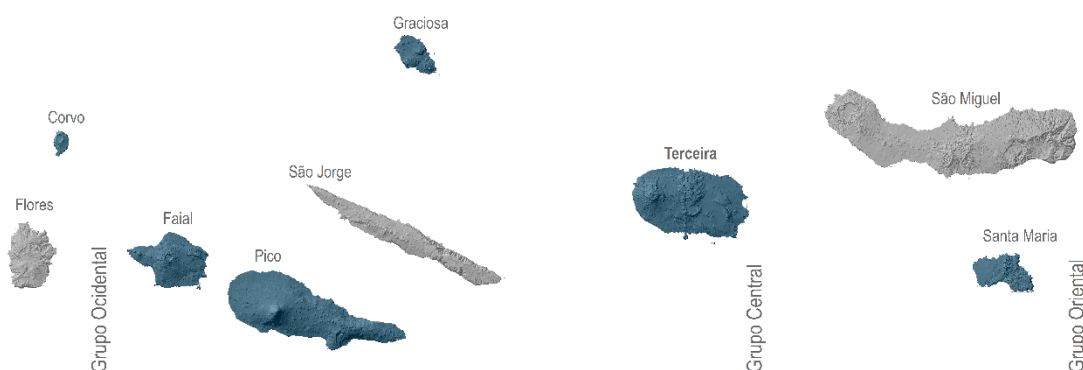


**Figura 2.6 | Área de estudo na ilha do Corvo: Linha de costa total da ilha.**

### 3. Caracterização Territorial - Síntese

#### 3.1. Enquadramento Geográfico e Administrativo

O Arquipélago dos Açores localiza-se no Oceano Atlântico Norte [Figura 3.1], ocupando uma faixa de transição, com características climáticas subtropicais, definida pelas seguintes coordenadas geográficas [pontos extremos]: entre 39° 43' 23'' [Ponta Norte – ilha do Corvo] e 36° 55' 43'' [Ponta do Castelo – ilha de Santa Maria] de Latitude Norte; entre 24° 46' 15'' [Ilhéus das Formigas – ilha de Santa Maria] e 31° 16' 24'' [Ilhéu de Monchique – ilha das Flores] de Longitude Oeste [SREA, 2008].

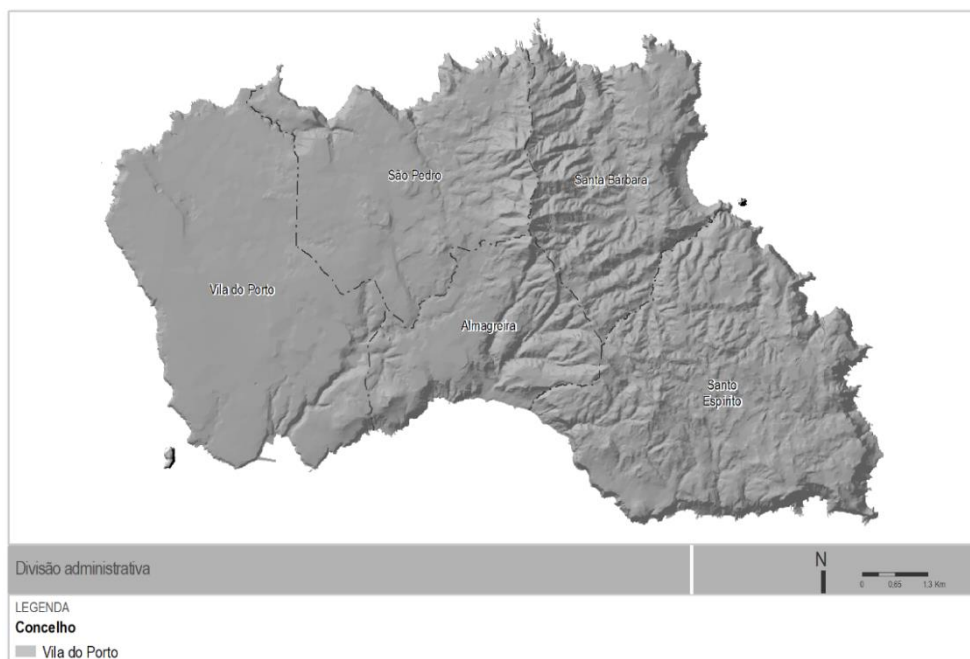


**Figura 3.1 | Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores.**

As ilhas encontram-se agrupadas atendendo à proximidade geográfica: Grupo Ocidental [Corvo e Flores]; Grupo Central [Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial]; Grupo Oriental [São Miguel e Santa Maria]. O Grupo Central distancia-se cerca de 150km e de 240km dos Grupos Oriental e Ocidental, respetivamente.

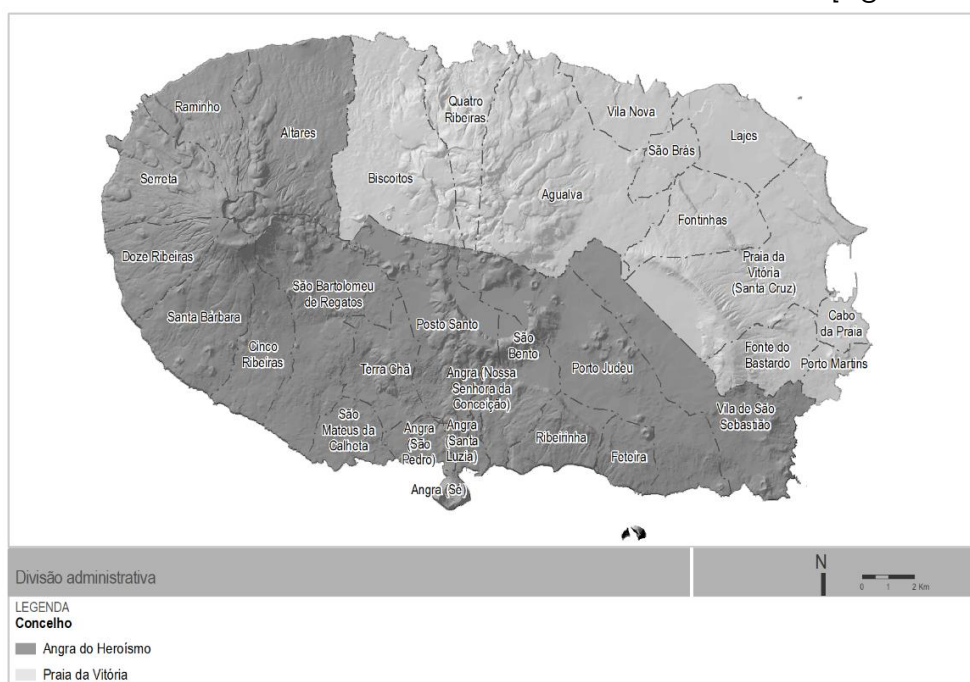
No que concerne à organização administrativa das ilhas em estudo:

- **Santa Maria** – tem um concelho Vila do Porto [96,9 km<sup>2</sup> - subdividido em 5 freguesias: Almagreira, Santa Bárbara, Santo Espírito, São Pedro e Vila do Porto [Figura 3.2].



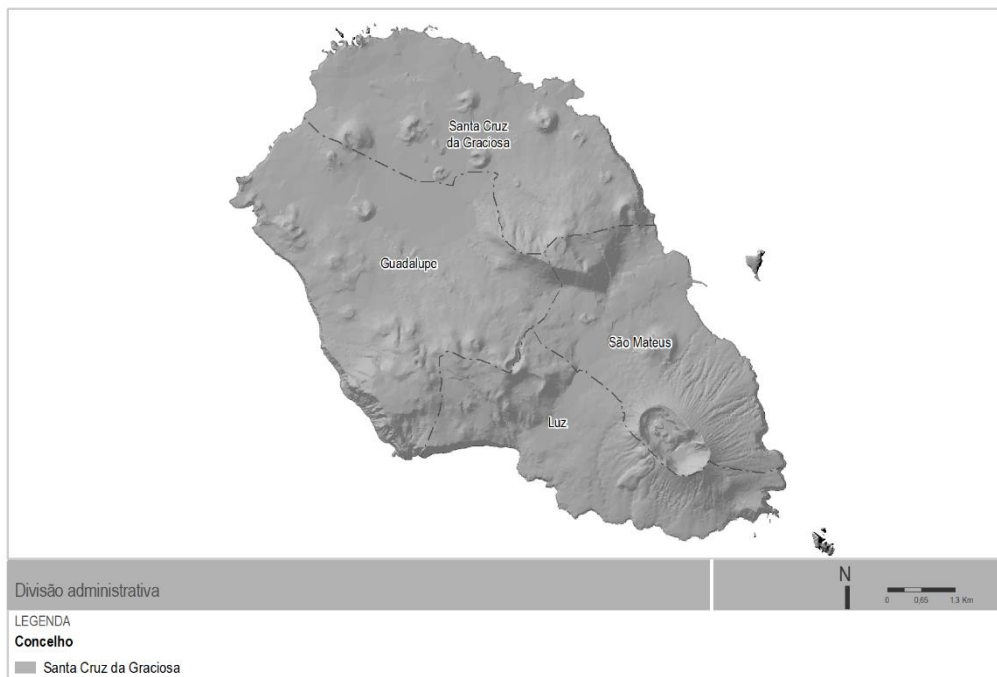
**Figura 3.2 | Divisão administrativa da ilha de Santa Maria.**

- **Terceira** – integra dois concelhos, os municípios de Angra do Heroísmo [239,0 km<sup>2</sup>] e da Praia da Vitória [161,3 km<sup>2</sup>], subdivididos em 19 e 11 freguesias, respetivamente. O concelho de Angra do Heroísmo: São Sebastião, Porto Judeu, Feteira, Ribeirinha, São Bento, Posto Santo, Nossa Senhora da Conceição, Santa Luzia, Sé, São Pedro, Terra Chã, São Mateus, São Bartolomeu, Cinco Ribeiras, Santa Bárbara, Doze Ribeiras, Serreta, Raminho e Alares. O concelho da Praia da Vitória: Agualva, Biscoitos, Cabo da Praia, Fonte do Bastardo, Fontainhas, Vilas das Lajes, Porto Martins, Santa Cruz, Quatro Ribeiras, São Brás e Vila Nova [Figura 3.3].



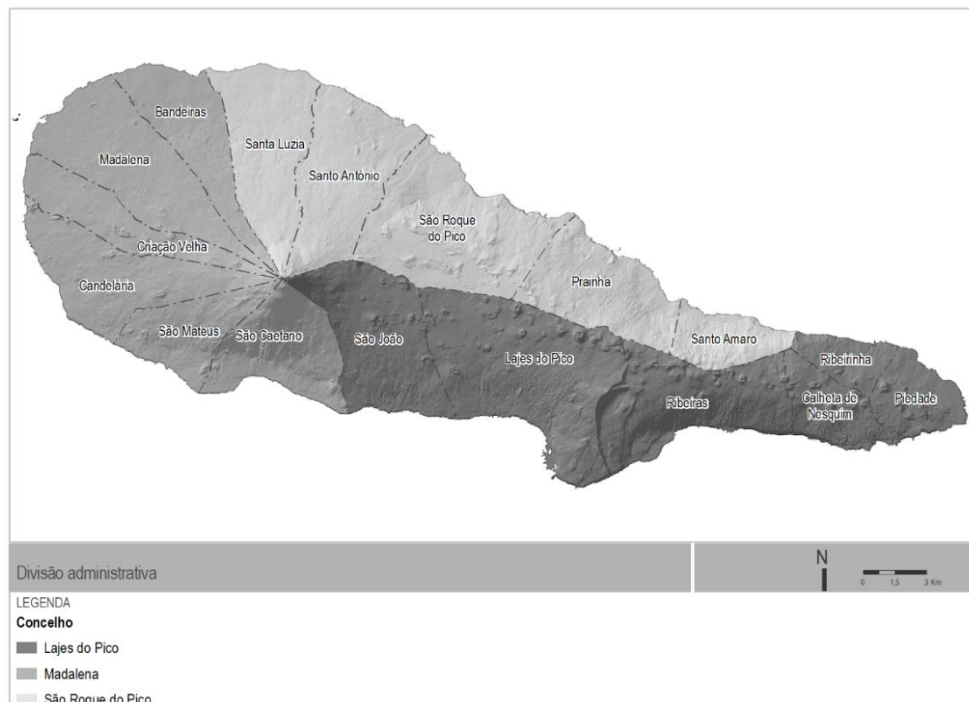
**Figura 3.3 | Divisão administrativa da ilha Terceira.**

- **Graciosa** – tem um único concelho, o município de Santa Cruz da Graciosa [60,7 km<sup>2</sup>], subdividido em 4 freguesias: Guadalupe, Luz, Praia [São Mateus] e Santa Cruz da Graciosa [Figura 3.4].



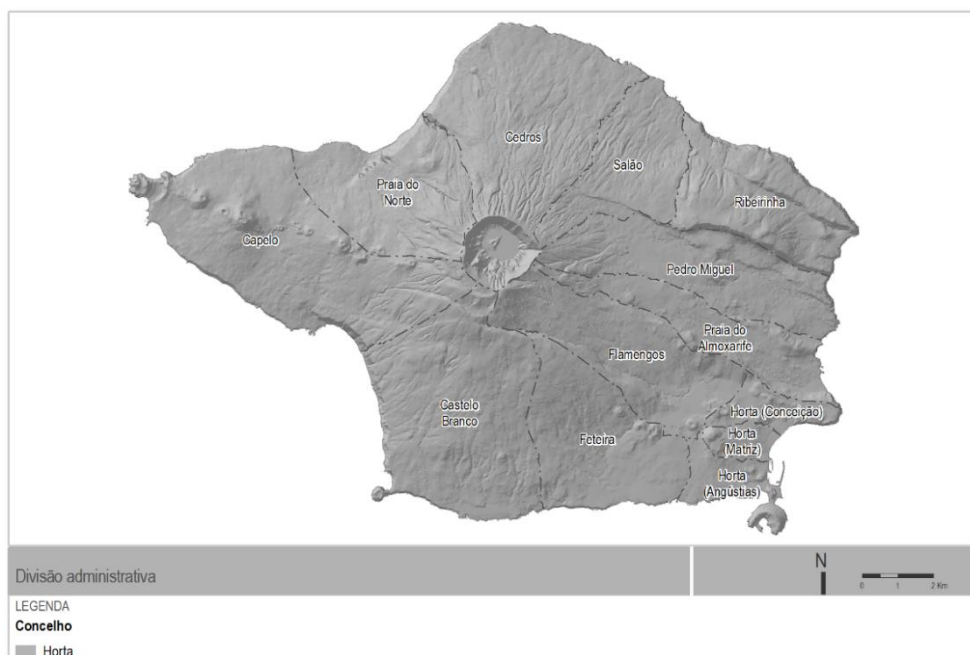
**Figura 3.4 | Divisão administrativa da ilha Graciosa.**

- **Pico** – tem três concelhos: Lajes do Pico [155km<sup>2</sup>], Madalena [147 km<sup>2</sup>] e São Roque do Pico [142 km<sup>2</sup>] - subdivididos em 17 freguesias. O concelho de São Roque do Pico, está subdividido em 5 freguesias: Prainha, Santa Luzia, Santo Amaro, Santo António e São Roque do Pico [Figura 3.5].



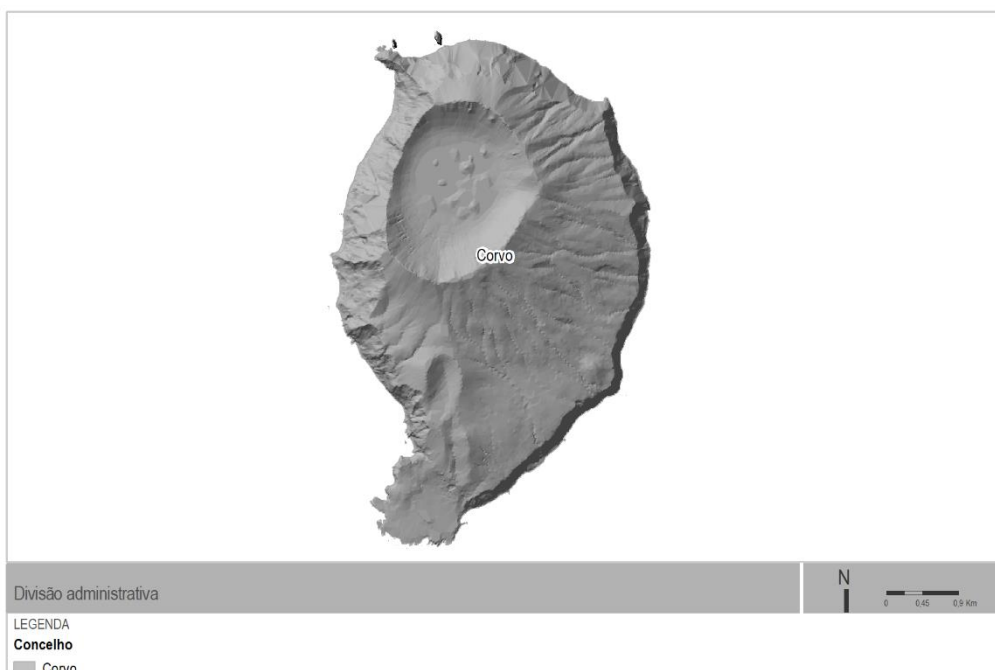
**Figura 3.5 | Divisão administrativa da ilha do Pico.**

- **Faial** – tem um único concelho, o município da Horta [173,1 km<sup>2</sup>], subdividido em 13 freguesias: Conceição, Matriz, Angústias, Feteira, Castelo Branco, Capelo, Praia do Norte, Cedros, Salão, Ribeirinha, Pedro Miguel, Flamengos e Praia do Almocharife [Figura 3.6].



**Figura 3.6 | Divisão administrativa da ilha do Faial.**

- **Corvo** - possui um concelho, o município de Vila do Corvo [17,1 km<sup>2</sup>] [Figura 3.7] e apenas uma freguesia, Vila Nova do Corvo.



**Figura 3.7 | Divisão administrativa da ilha do Corvo.**

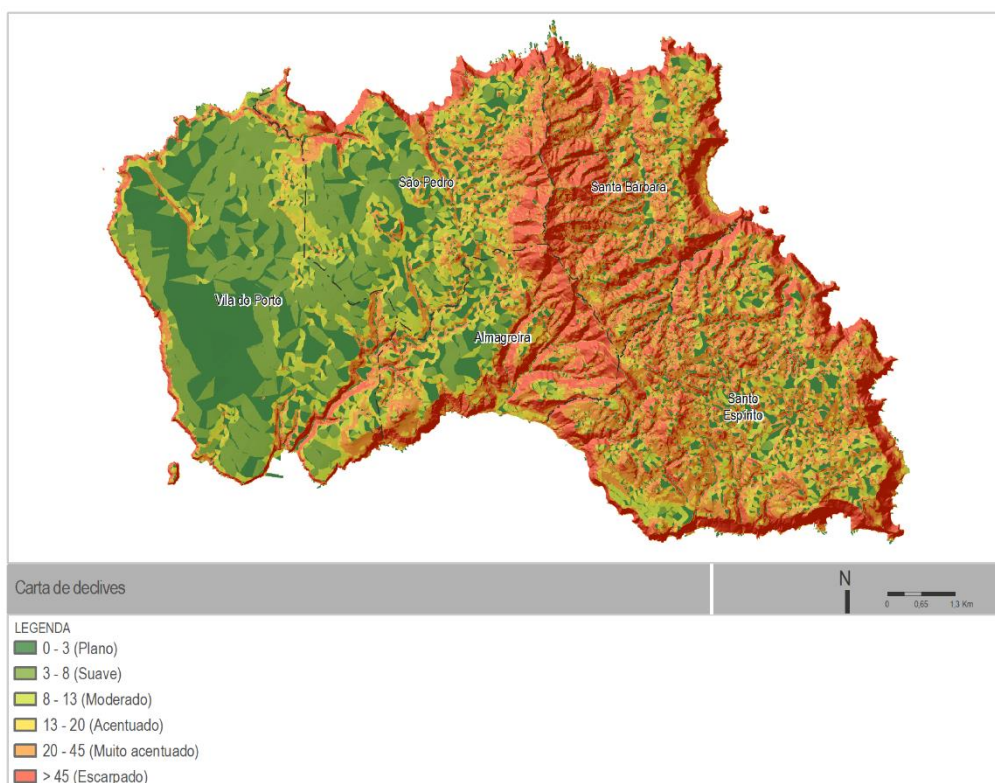
## 3.2. Geomorfologia e Tipos de Solo

De acordo com o Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores 2022-2027 [PGRH-Açores 2022-2027] [SRAAC, 2022], 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.

### 3.2.1. Santa Maria

A parte emersa da ilha de Santa Maria, com um volume estimado de 18,6 km<sup>3</sup>, tem uma configuração irregular, observando-se um prolongamento para o extremo sudeste em direção à Ponta do Castelo. 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 Santa Maria descreve uma forma ligeiramente compacta [Kc = 1,8]. Com uma orientação predominante de WNW-ESE, a ilha apresenta um comprimento e uma largura máxima de 17 km e de 8 km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 78 km, é sobretudo modelada por processos de erosão marinha. Apresenta-se baixa e pouco recortada em toda a metade ocidental, sendo mais alta e alcantilada na parte sul, alcançando 340 m na Rocha Alta. As baías da Praia Formosa e de São Lourenço formam amplas enseadas nas costas Sul e Nordeste, respetivamente. [SRAAC, 2022].

No que concerne à declividade [Figura 3.8], regista-se que 37,5% da superfície de Santa Maria apresenta declives suaves [< 8%], tendo esta classe uma representação expressiva na plataforma sedimentar do aeroporto. Por sua vez, cerca de 24,4% do território apresenta declives muito acentuados a escarpados, designadamente no maciço vulcânico do Pico Alto e nas arribas costeiras da metade oriental da ilha. A restante superfície corresponde a áreas com declives moderados a acentuados que se encontram dispersas por diferentes setores da ilha [SRAAC, 2022].



**Figura 3.8 | Carta de Declives da ilha de Santa Maria.**

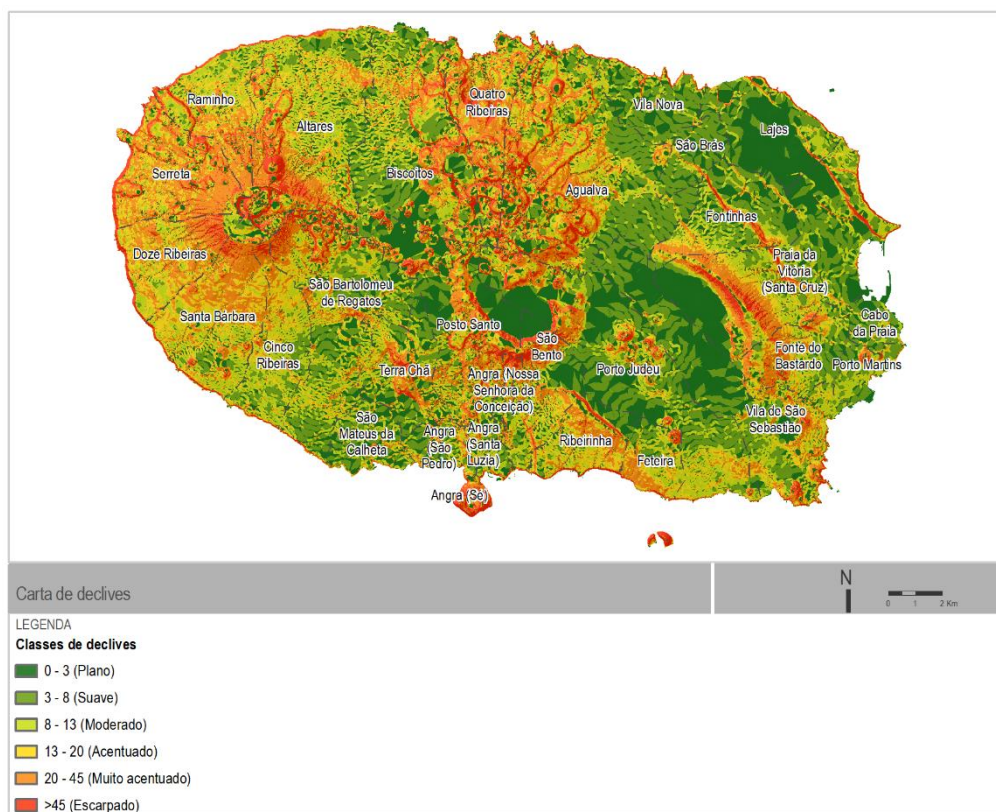
### 3.2.2. Terceira

A parte emersa da ilha Terceira, com um volume estimado de 119km<sup>3</sup>, descreve uma configuração elíptica. O coeficiente de circularidade de Gravelius [Kc], definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que a Terceira apresenta uma forma compacta [Kc = 1,5]. A orla costeira, com cerca de 126km, é caracterizada pela alternância de arribas altas e escarpadas, sobretudo na metade ocidental da ilha, com troços de costa mas baixos, onde se encontram algumas plataformas lávicas e baías abrigadas.

A ilha Terceira apresenta uma altitude máxima de 1 043 m, que é atingida na Serra de Santa Bárbara. Atendendo à distribuição altimétrica, verifica-se que 72% da superfície insular tem cotas inferiores a 400 m e 27% situa-se entre 400 m e 800 m de altitude, estando os restantes 1% acima deste valor. A zona habitada restringe-se à faixa costeira que circunda a ilha, desenvolvendo-se até aos 300 m de altitude [SRAAC, 2022].

Quanto à declividade, perto de 39% da superfície da ilha Terceira [Figura 3.9] apresenta declives suaves [< 8%], com uma representação mais expressiva no interior da Caldeira de Guilherme Moniz, na área compreendida entre a Serra do Cume e a Serra da Ribeirinha e no Graben das Lajes/Praia da Vitória. Por sua vez, cerca de 27% do território insular apresenta declives muito acentuados e escarpados, nomeadamente no maciço vulcânico da Serra de Santa Bárbara, no Pico Alto e nas vertentes das Serras do Cume e do Morião. Os restantes 34%

correspondem a áreas com declives moderados a acentuados que se encontram dispersas pelos diferentes setores da ilha [SRAAC, 2022].

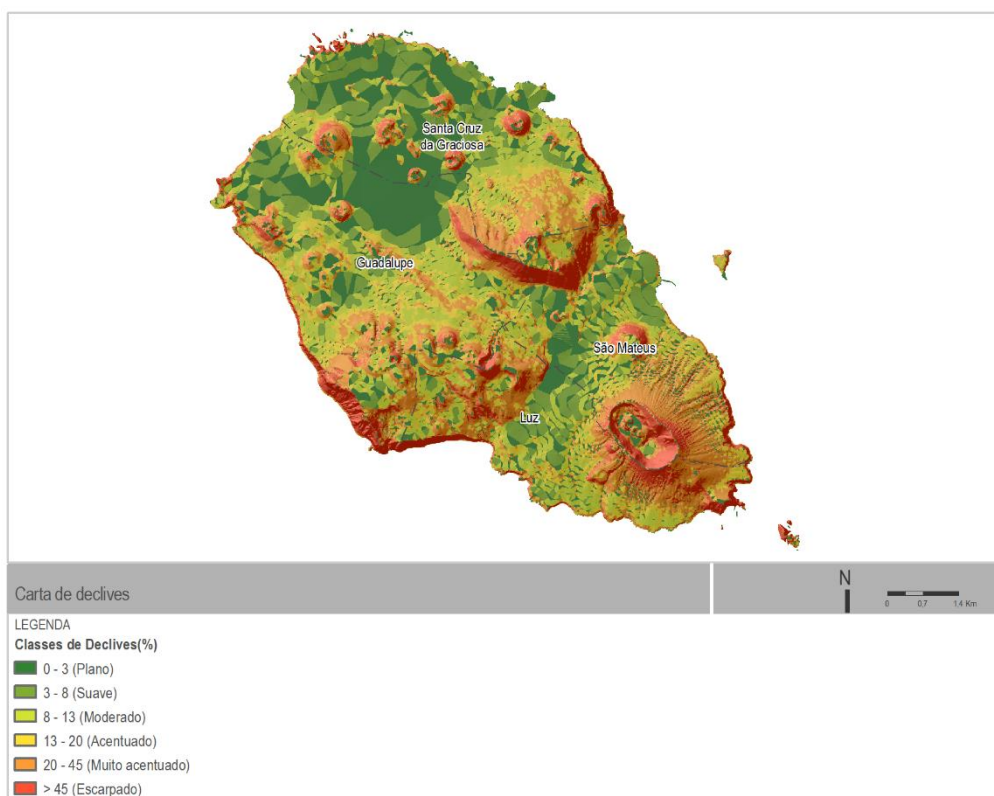


**Figura 3.9 | Carta de declives da ilha Terceira.**

### 3.2.3. Graciosa

A parte emersa da ilha Graciosa, com um volume estimado de 7,4 km<sup>3</sup>, descreve uma configuração aproximadamente elíptica. O coeficiente de circularidade de Gravelius [Kc], definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que a Graciosa apresenta uma forma compacta [Kc = 1,4]. Com uma orientação predominante de NO-SE, a ilha tem um comprimento e uma largura máximos de 12 km e de 8 km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 44 km, é geralmente baixa e bastante recortada, formando baías e pequenas enseadas abrigadas [SRAAC, 2022].

A altitude máxima da ilha Graciosa é atingida no bordo Sudeste da Caldeira [402 m]. Atendendo à carta de declives [Figura 3.10], verifica-se que cerca de 80% da superfície insular apresenta cotas inferiores a 200 m e 14% situa-se entre 300 m e 400 m de altitude, estando os restantes 6% acima deste valor. Os núcleos habitacionais desenvolvem-se tanto na faixa costeira como no interior aplanado da ilha, o que não acontece nas restantes ilhas dos Açores [SRAAC, 2022].

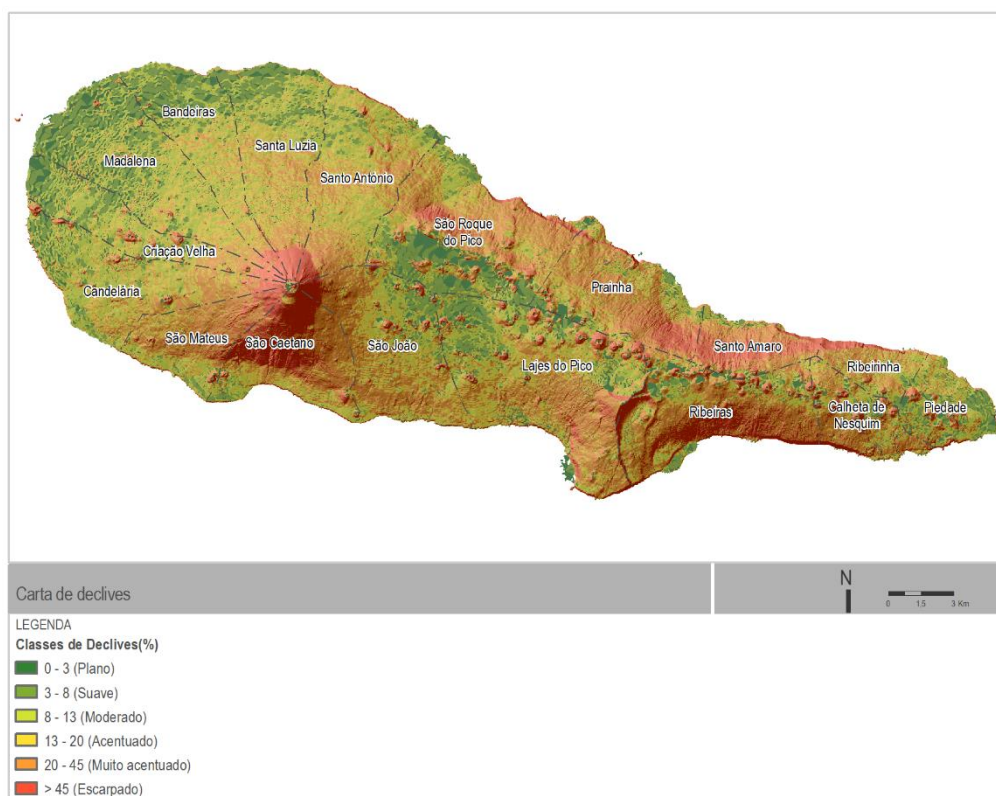


**Figura 3.10 | Carta de declives da ilha Graciosa.**

#### 3.2.4. Pico

A parte emersa da ilha do Pico, com um volume estimado de 207 km<sup>3</sup>, descreve uma configuração nitidamente alongada. O coeficiente de circularidade de Gravelius [Kc], definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que o Pico tem uma forma extensiva [Kc = 1,7]. Com uma orientação predominante de WNW-ESE, a ilha apresenta um comprimento e uma largura máximos de 27 km e de 17 km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 153 km, é geralmente alta e escarpada na metade SSE e NNO, apresentando-se mais baixa e regular na generalidade do concelho da Madalena [SRAAC, 2022].

No que concerne à declividade [Figura 3.11], regista-se que perto de 17% da superfície desta ilha apresenta declives suaves [< 8%], com uma representação expressiva na metade oeste e na parte central do Planalto da Achada. Por sua vez, cerca de 44% do território tem declives muito acentuados e escarpados, nomeadamente nas vertentes da Montanha do Pico e nos flancos norte e sul da região central. Os restantes 39% correspondem a áreas com declives moderados a acentuados que se encontram dispersas pelos diferentes setores da ilha [SRAAC, 2022].

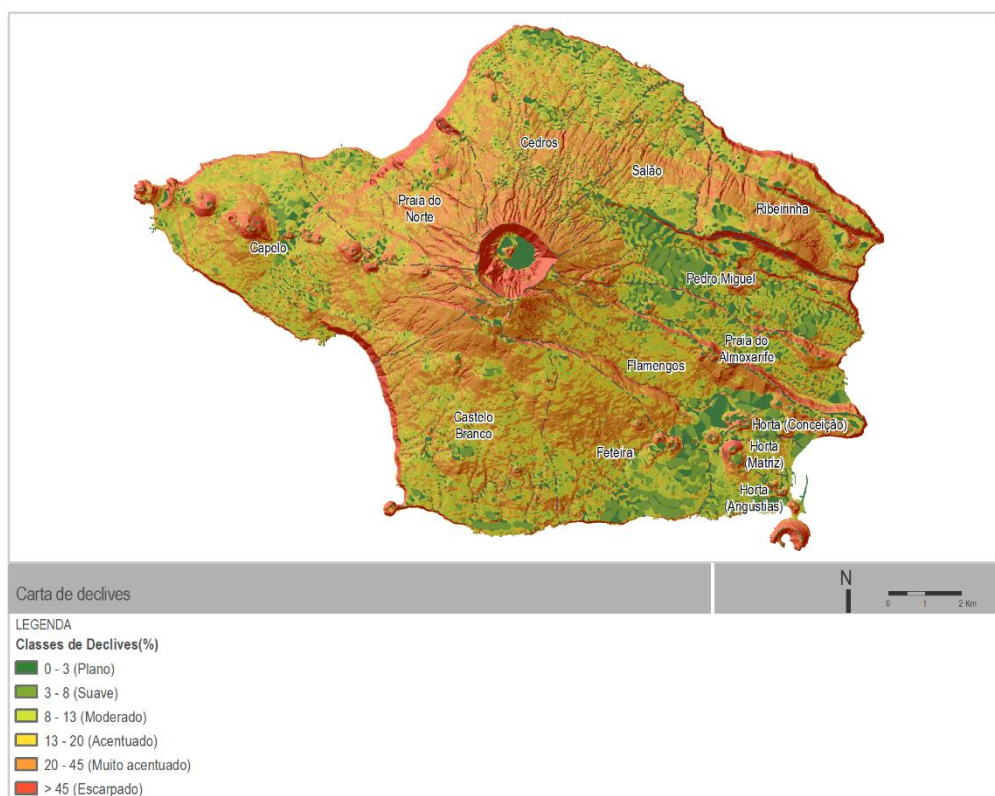


**Figura 3.11 | Carta de Declives da ilha do Pico.**

### 3.2.5. Faial

A parte emersa da ilha do Faial, com um volume estimado de 59 km<sup>3</sup>, tem uma configuração próxima da circular, observando-se um prolongamento para oeste em direção à península do Capelo. O coeficiente de circularidade de Gravelius [Kc], definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que o Faial descreve uma forma compacta [Kc = 1,5]. Com uma orientação predominante de WNW-ESE, a ilha apresenta um comprimento e uma largura máximos de 21 km e de 14 km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 80 km, é alta, escarpada e pouco recortada a norte e sudoeste, sendo geralmente mais baixa e com um traçado irregular a sul e sudeste, onde se encontram algumas plataformas lávicas e baías abrigadas [SRAAC, 2022].

A altitude máxima da ilha do Faial é atingida no Cabeço Gordo – Caldeira [1043 m]. Atendendo à carta de declives [Figura 3.12], verifica-se que 66% da superfície insular apresenta cotas inferiores a 400 m e 30% situa-se entre 400 m e 800 m de altitude, estando os restantes 4% acima deste valor. Os núcleos habitacionais desenvolvem-se na faixa costeira não ultrapassando, regra geral, os 300 m de altitude [SRAAC, 2022].

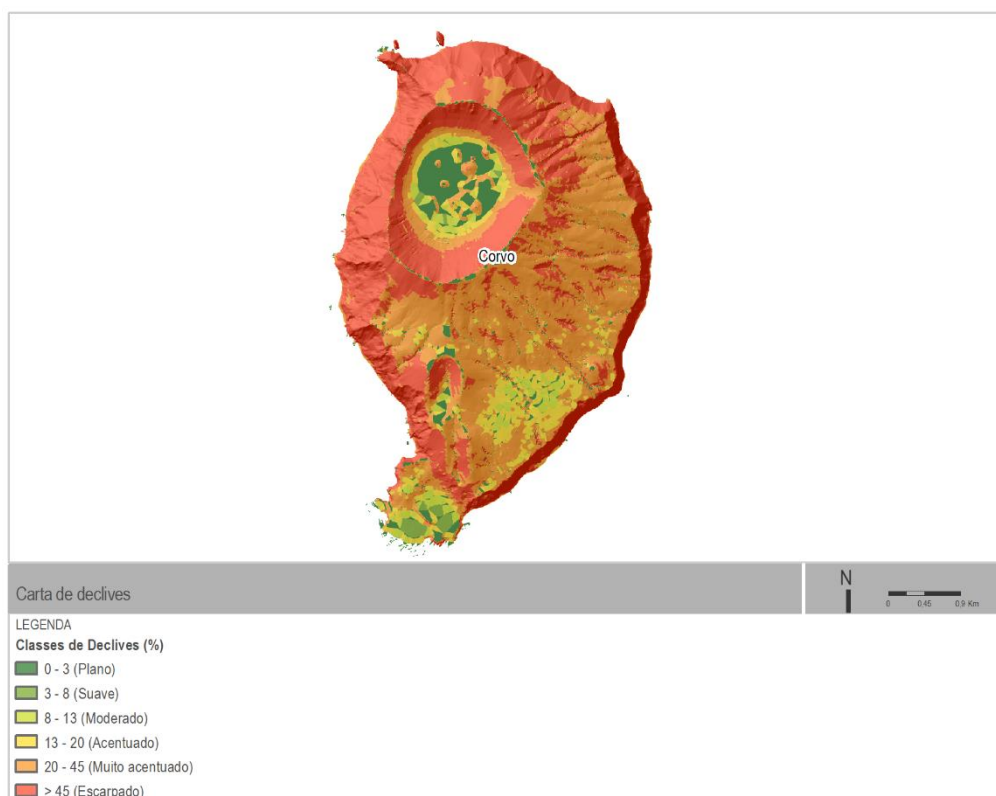


**Figura 3.12 | Carta de Declives da ilha do Faial.**

### 3.2.6. Corvo

A parte emersa da ilha do Corvo, com um volume estimado de 5,9 km<sup>3</sup>, descreve uma configuração quase circular, prolongando-se ligeiramente para sul onde se encontra a plataforma lávica de Vila do Corvo. O coeficiente de circularidade de Gravelius [Kc], definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que o Corvo tem uma forma muito compacta [Kc = 1,3]. Com orientação predominante de N-S, a ilha apresenta um comprimento e uma largura máximos de 7 km e de 4 km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 21 km, é geralmente alta, escarpada e muito pouco recortada, exceto no extremo sul, onde existe o único aglomerado populacional. Na costa norte e noroeste, as imponentes arribas chegam aos 700 m, em resultado do constante desabamento devido à intensa abrasão marinha [SRAAC, 2022].

A altitude máxima da ilha do Corvo é atingida no Morro dos Homens [718 m - Estreitininho], junto ao bordo sul do Caldeirão. Atendendo à carta de declives [Figura 3.13], verifica-se que 21% da superfície insular apresenta cotas inferiores a 200 m e 36% situa-se entre 200 m e 400 m, estando os restantes 43% acima deste valor, dos quais apenas 6% supera os 600 m de altitude. O núcleo habitacional desenvolve-se junto ao mar, não ultrapassando os 60 m de altitude [SRAAC, 2022].



**Figura 3.13 | Carta de Declives da ilha do Corvo.**

### 3.3. Marés

De acordo com dados do Instituto Hidrográfico [IH], de 2022 [<https://geomar.hidrografico.pt/>], na Região Autónoma dos Açores [RAA] existem cinco marégrafos, localizados em [Tabela 3.1]:

**Tabela 3.1 | Estações Marégrafo na Região Autónoma do Açores – Localização.**

Ilha	Marégrafo	Posição	Observações
Santa Maria	Vila do Porto	36° 56' 39" N - 25° 8' 56" W	Operacional
São Miguel	Ponta Delgada	37° 43' 32" N - 25° 43' 17" W	Operacional
Terceira	Angra do Heroísmo	38° 39' 00" N - 27° 13' 18" W	Operacional
Faial	Horta	38° 35' 17" N - 28° 32' 27" W	Operacional
Flores	Lajes das Flores	39° 22' 42" N - 31° 10' 7" W	Operacional

A maré na faixa costeira dos Açores é do tipo semidiurno regular, duas preia-mares e duas baixa-mares bem marcadas, com amplitude média em águas-vivas variando entre 1 e 1,3 m, consoante a estação. A amplitude média anual de maré varia entre 0,75 e 1 m, valores que denunciam um litoral microtidal, segundo Davies [fórmula 1964] in Hayes [fórmula 1975], ou microtidal a mesotidal baixo, segundo Hayes [fórmula 1979]. Estas amplitudes estão provavelmente relacionadas com a extensão considerável de uma plataforma submarina, de

pequena profundidade, ainda capaz de interagir e empolar a onda de maré [SRAAC, 2022].

No arquipélago dos Açores a maré enche de W e SW e na vazante propaga-se de E e NE [Instituto Hidrográfico, 1981].

A informação contida nas Tabelas de Maré sugere que, do extremo oriental para o extremo ocidental do arquipélago, se verifica que: 1] os valores da amplitude de maré diminuem; 2] as preia-mares máximas tendem a alcançar cotas inferiores; 3] as baixa-mares mínimas tendem a alcançar cotas superiores [SRAAC, 2022].

As correntes de maré são, em geral, fracas com exceções pontuais. As correntes oceânicas são relativamente fracas, inferiores a 0,5 m/s e são essencialmente influenciadas pela Corrente do Golfo e pela Corrente subtropical do Norte. De dezembro a abril predominam as direções para SE e de maio a novembro para S [SRAAC, 2022].

No que respeita às ilhas em estudo, de acordo com a tabela de marés, Instituto Hidrográfico [2023], os elementos de maré que caracterizam esta zona costeira são apresentados na Tabela 3.2.

**Tabela 3.2 | Valores característicos de maré para as ilhas em estudo.**

Maré	Altura – Santa Maria	Altura – Terceira	Altura - Horta	Altura – Flores
Preia-mar máxima [PM Max]	+ 2,03 m [ZH]	+ 1,86 m [ZH]	+ 1,82 m [ZH]	+ 1,71 m [ZH]
Preia-mar de águas-vivas [PMAV]	+ 1,70 m [ZH]	+ 1,61 m [ZH]	+ 1,59 m [ZH]	+ 1,50 m [ZH]
Preia-mar de águas mortas [PMAM]	+ 1,30m [ZH]	+ 1,28 m [ZH]	+ 1,25 m [ZH]	+ 1,22 m [ZH]
Nível médio [NM]	+ 1,00 m [ZH]	+ 1,00 m [ZH]	+ 1,00 m [ZH]	+ 1,00 m [ZH]
Baixa-mar de águas mortas [BMAM]	+ 0,70 m [ZH]	+ 0,74 m [ZH]	+ 0,75 m [ZH]	+ 0,77 m [ZH]
Baixa-mar de águas-vivas [BMAV]	+ 0,31 m [ZH]	+ 0,38 m [ZH]	+ 0,42 m [ZH]	+ 0,49 m [ZH]
Baixa-mar mínima [BM Min]	+ 0,07m [ZH]	+ 0,22 m [ZH]	+ 0,26m [ZH]	+ 0,35m [ZH]

Fonte: Tabela de Marés, Instituto Hidrográfico [2023]

Segundo o PGRH-Açores 2022-2027 [SRAAC, 2021], a maré meteorológica [sobre-elevação devido à persistência dos ventos e da agitação ou a variações acentuadas da pressão atmosférica] assume valores ligeiramente variáveis ao longo da costa. É nas zonas de águas costeiras “encaixadas” [baías] que a maré meteorológica pode assumir valores de oscilação mais significativos. O litoral açoriano é na sua maior extensão [open coasts] um tipo de costa que, segundo Carter [1999], diminui a energia dos efeitos de sobre-elevação do nível do mar de origem meteorológica [storm surge] que raramente excedem os 0,5-0,6 m de diferença de nível, independentemente da intensidade da depressão meteorológica forçadora [Borges, 2003]. Este facto, é ilustrado pela tempestade de 25 de dezembro de 1996, que atingiu a costa sul da ilha de São Miguel, com ondas registadas de 12 m, gerou uma storm surge de 0,27 m, de acordo com registos do marégrafo do porto de Ponta Delgada [Borges, 2003; Ng *et. al*, 2014].

### 3.4. Agitação Marítima

De acordo com o *Copernicus Marine Services*, no Arquipélago dos Açores existe um conjunto de estações ondógrafo, no âmbito do projeto CLIMAAT/CLIMARCOST, conduzido pela Universidade dos Açores, e cuja informação pode ser consultada na página do referido projeto, para as últimas 24 horas. Esta informação é também disponibilizada pelo Instituto Hidrográfico [<https://www.hidrografico.pt/>], podendo ser consultada a partir de um mapa onde se acede às últimas informações obtidas para cada estação, e ainda através de um conjunto de gráficos, que disponibiliza dados para o dia, para as cinco boias ondógrafo apresentadas na [Tabela 3.3].

**Tabela 3.3 | Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores.**

Ilha	Boia	Posição	Observações
Santa Maria	Santa Maria	36° 55' 16" N - 25° 9' 59" W	Operacional
São Miguel	Ponta Delgada	37°43'32"N – 25°43'17"W	Operacional
Terceira	Praia da Vitória	38°44'53"N – 27°00'54"W	Operacional
Graciosa	Graciosa [Noroeste]	39°05'13"N – 27°57'20"W	Operacional
Faial/Pico	No canal	38°35'17"N – 28°32'27"W	Inoperacional
Lajes das Flores	Flores	39°22'13.5"N - 31°9'26.9"W	Operacional

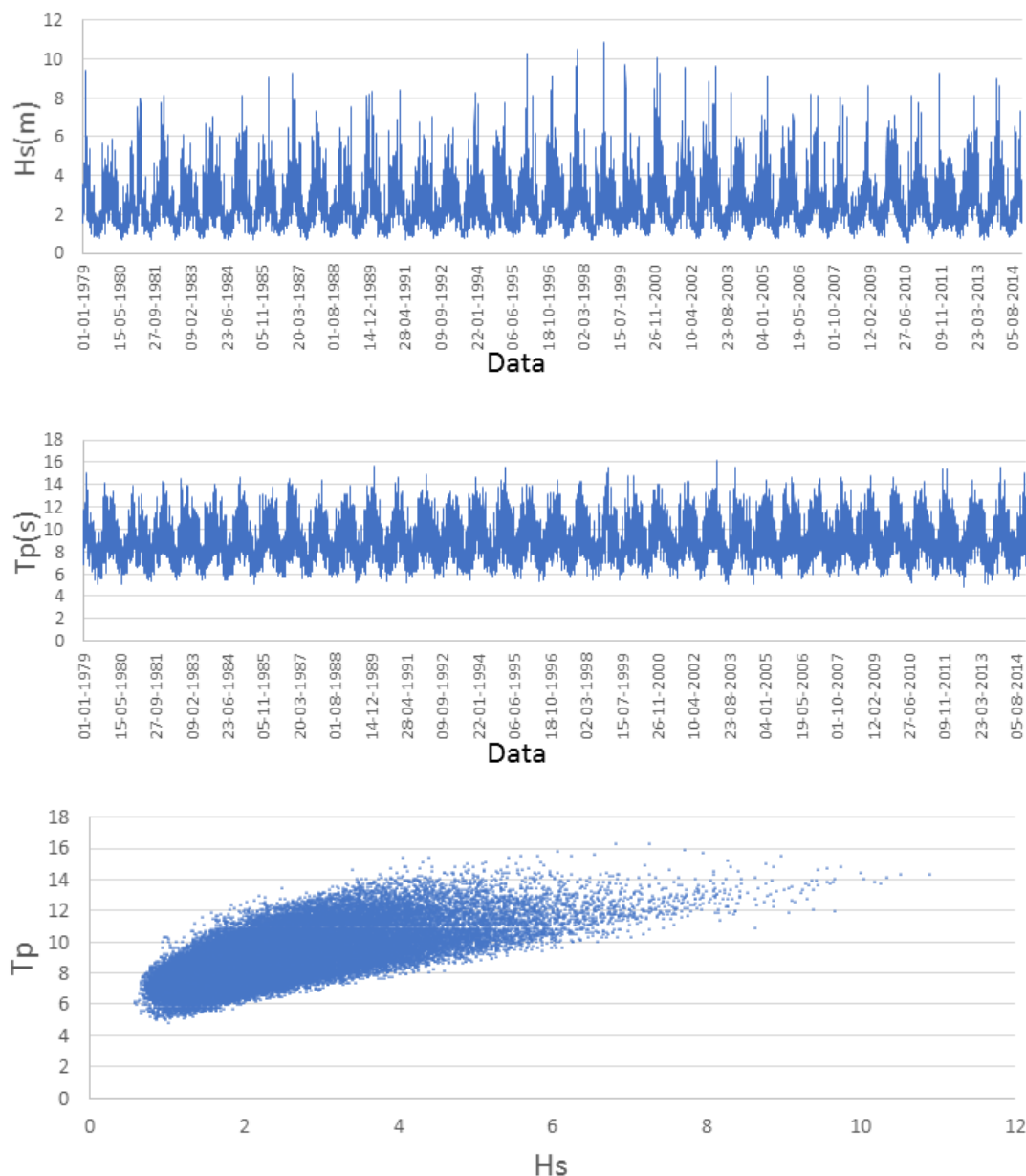
Fonte: Instituto Hidrográfico [2023]

A agitação marítima junto à costa depende do estado do mar ao largo, da batimetria da faixa de redução de profundidades e do contorno da linha de costa. No caso dos Açores, a agitação marítima assume particular importância, uma vez que este arquipélago está situado em pleno Atlântico Norte, podendo a distância de coleta [*fetch*] ser imensa, assim como a variedade de rumos que aportam ao seu litoral.

Segundo os dados do *United States Naval Oceanographic Office* [USNOO], a distribuição anual da ondulação nos Grupos Central e Oriental é idêntica entre si, com os rumos de W e NW a serem os que têm maior número de incidências. No entanto, a homogeneidade da distribuição anual das incidências é menos marcada no Grupo Central, sendo a vaga de SW, W e NW mais frequente. No inverno, o rumo de NW perde alguma relevância a favor da vaga de S. Em relação à ondulação, no inverno os rumos de W apresentam maior energia, mas os rumos de SW e NW são igualmente importantes. Trata-se de um regime de agitação muito energético [POOC Graciosa, 2006].

De acordo com estimativas fornecidas pelo modelo oceânico *Wave Analysis Model - WAM* [do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF*], para o grupo central e para um período de 36 anos, observa-se um comportamento constante e a existência de uma relação direta entre a altura

significativa [ $H_s$ ] e o período de pico [ $T_p$ ], ou seja, quando há um aumento do período há um aumento da altura significativa [Matos, 2015] [Figura 3.14].



Fonte: Matos, 2015.

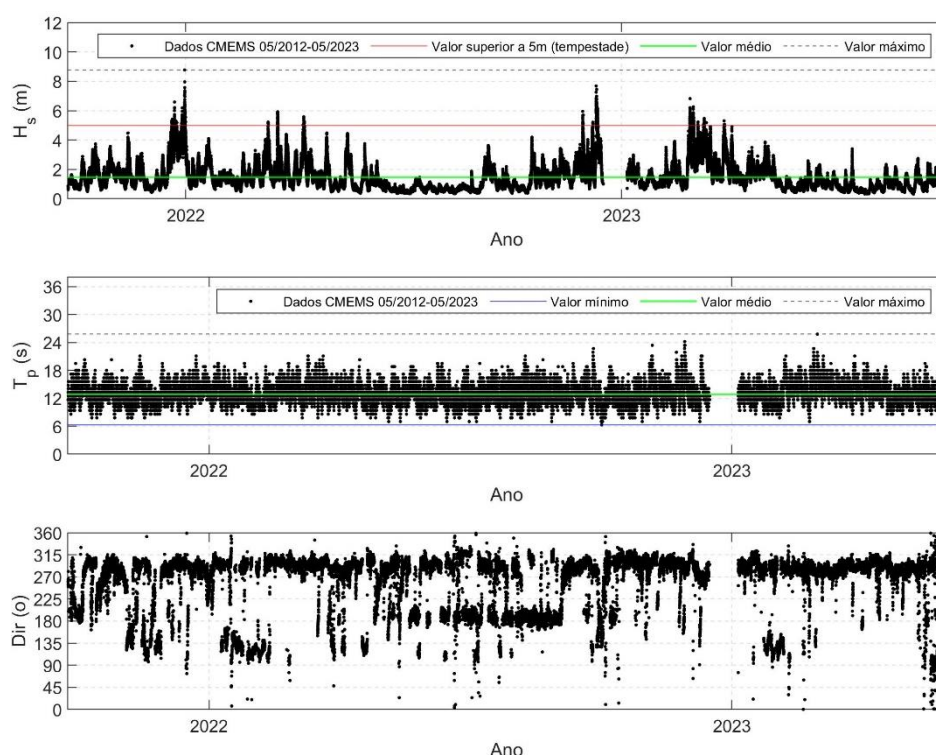
**Figura 3.14 | Distribuição temporal de altura significativa [ $H_s$  [m]], período de pico [ $T_p$  [s]], e altura significativa em função do período de pico [ $T_p$ ], ao longo dos 36 anos de estudo.**

Para a caracterização da agitação por ilha recorreu-se aos dados *in situ*, boias ondógrafo, disponíveis no Copernicus Marine Services [<https://marine.copernicus.eu/>], Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], e em complemento aos dados do sistema operacional global de análise e previsão da Météo-France, com uma resolução de 1/12 de grau, costa norte e este, também disponíveis no CMEMS [2 de janeiro de 2021 a 30 de outubro de 2023].

### 3.4.1. Santa Maria

No que respeita a Santa Maria é utilizada a série de dados da boia ondógrafo de Santa Maria [curta: 24 de setembro de 2021 a 30 de setembro de 2023], para caracterizar a costa oeste e sul e os dados do sistema operacional global de análise e previsão da *Météo-France* para caracterizar a costa norte e este.

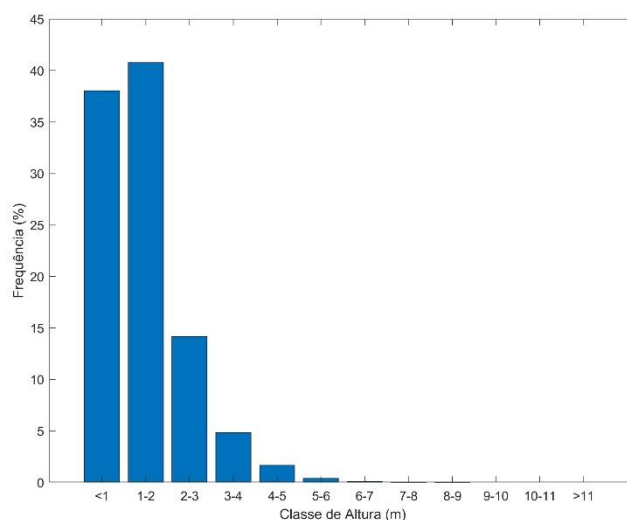
De acordo com os dados da boia ondógrafo de Santa Maria, observa-se que o valor médio da altura significativa [ $H_s$ ] se situa nos 1,47 m e o valor máximo próximo de 8,8 m. É possível ainda observar que existem eventos com alturas de onda superior a 5 m, que serve de referência da ocorrência de tempestades [Figura 3.15], tendo como base o estudo de Costa *et al.* [2001] realizado para a costa portuguesa com dados obtidos de 6 em 6 horas, durante 59 anos, que estipula para costa oeste que os períodos de temporal ocorrem quando  $H_s > 4,5$  m.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo de Santa Maria.

**Figura 3.15 | Altura Significativa [ $H_s$ ], Período de Pico [ $T_p$ ], costa sul e oeste – Santa Maria.**

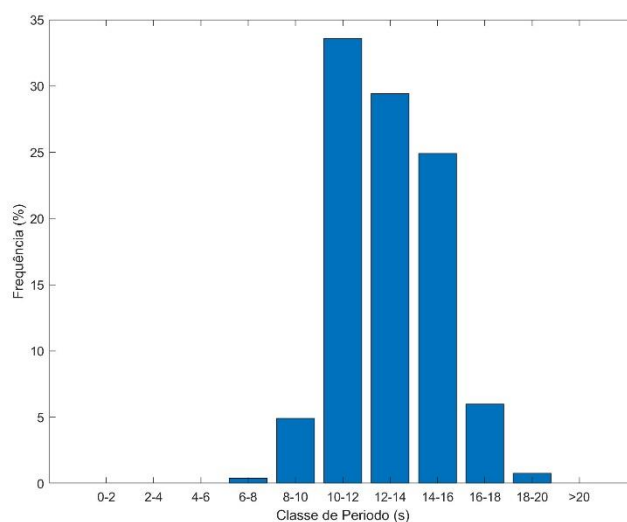
Na Figura 3.523.16 verifica-se que cerca de 38% da altura significativa da onda situa-se entre 0-1 m, cerca de 40,7% entre 1-2 m, 14,2% entre 2-3 m, 4,8% entre 3-4 m e 1,6% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m são cerca 1,5% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo de Santa Maria.

**Figura 3.16 | Percentagem de ocorrências da altura significativa [Hs], costa sul e oeste – Santa Maria.**

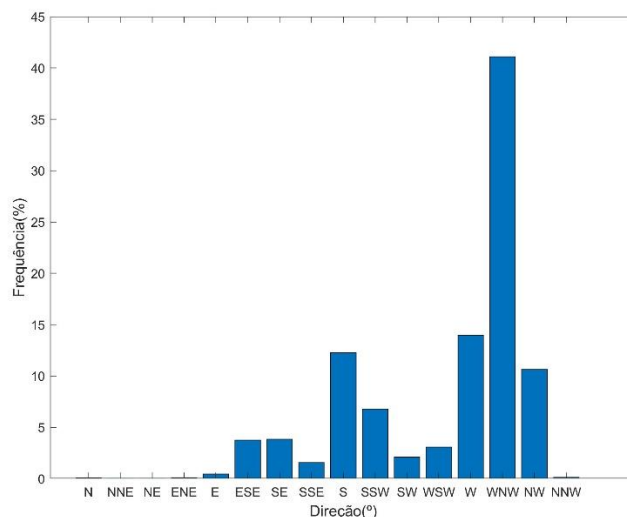
No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados observa-se que o valor máximo registado foi de 25,79 s, o valor mínimo de 6,29 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 12,8 s [Figura 3.17]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 10-12 s, 12-14 s e 14-16 s com 33,6%, 29,4% e 24,9%, do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo de Santa Maria.

**Figura 3.17 | Frequência do período de pico [Tp], costa sul e oeste – Santa Maria.**

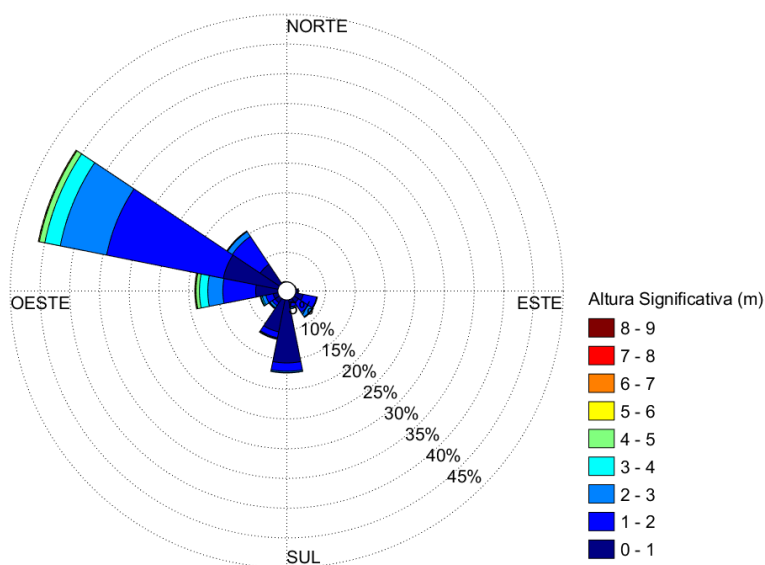
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.18, apresenta predominância do quadrante W em particular de WNW com 41%, W com 13%, NW com 10,6% e de S com 12,3%, respetivamente, perfazendo mais de 75% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo de Santa Maria.

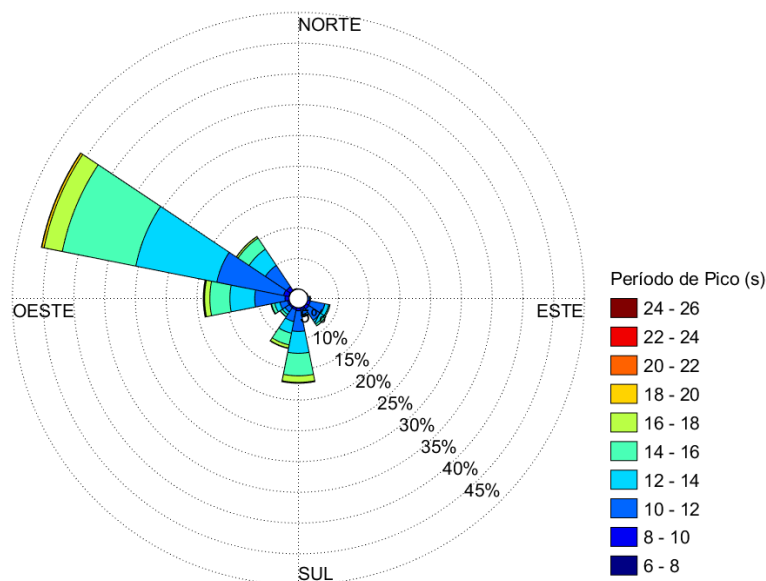
**Figura 3.18 | Frequência da direção [°], costa sul e oeste – Santa Maria.**

Ainda relativamente à direção verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevada, ocorrem de WNW e de W, apresentando ainda alguma expressão a agitação de S [Figura 3.19 e Figura 3.20].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo de Santa Maria.

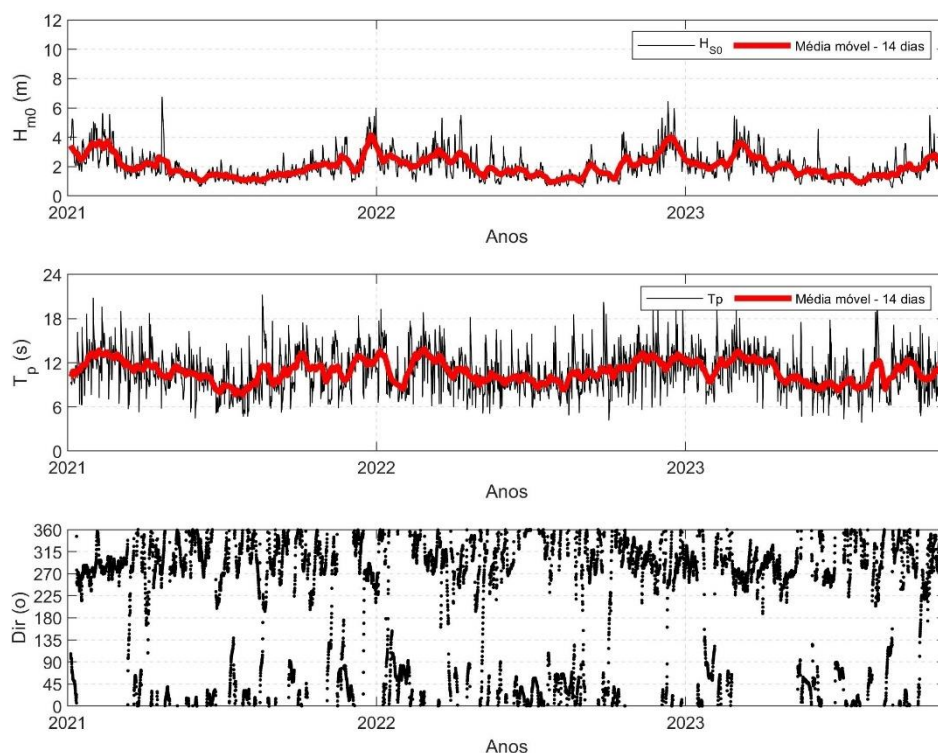
**Figura 3.19 | Direção e altura significativa, costa sul e oeste – Santa Maria.**



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo de Santa Maria.

**Figura 3.20 | Direção e período de pico, costa sul e oeste – Santa Maria.**

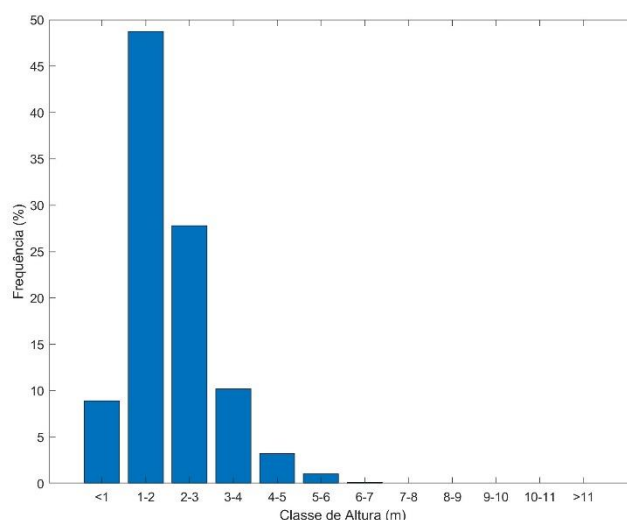
No que respeita à costa norte e este, o ponto escolhido localiza-se [37,0833° N e -25,0° W] a cerca de 10 km da linha de costa. Dos dados disponíveis observa-se que a altura significativa [ $H_s$ ] situa-se nos 2 m e o valor máximo próximo de 6,8 m [Figura 3.21].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.21 | Altura de onda significativa [ $H_{s0}$ ], período de pico [ $T_p$ ] e direção [°], costa norte e este – Santa Maria.**

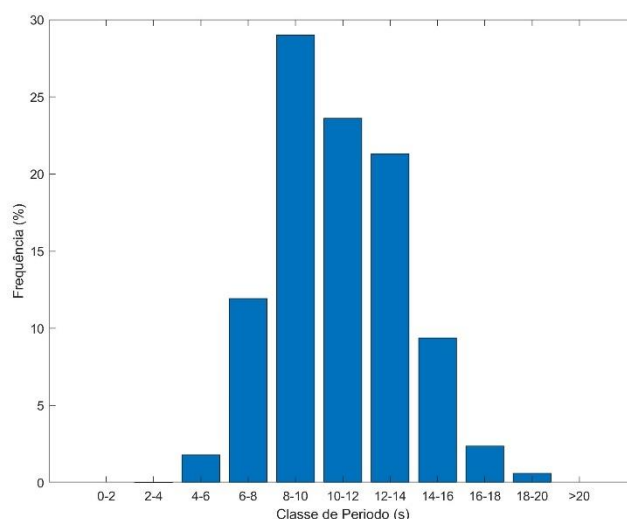
Na Figura 3.22, verifica-se que cerca de 48,74% da altura significativa da onda situa-se entre 1-2 m, 27,8% entre 2-3 m, 10,2% entre 3-4 m e 3,2% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m são cerca 1,5% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.22 | Percentagem de ocorrências da altura de onda significativa [Hs], costa norte e este – Santa Maria.**

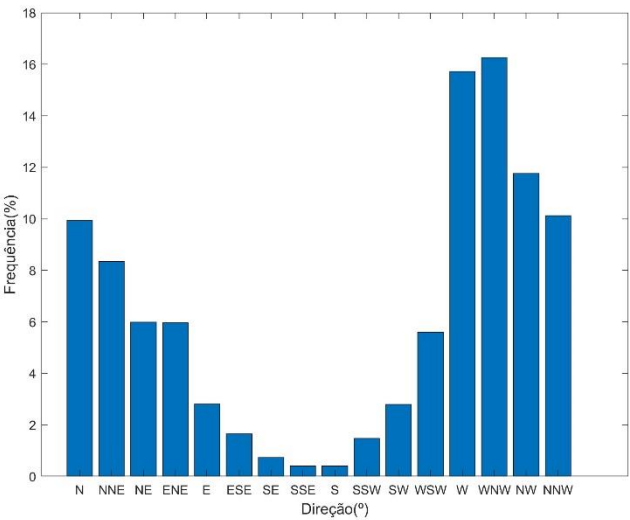
No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados observa-se que o valor máximo registado foi de 21,2 s, o valor mínimo de 2 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 10,83 s [Figura 3.23]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 8-10 s, 10-12 s e 12-14 s, com 29%, 23,6% e 21,3% do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.23 | Frequência do Período de pico [Tp], costa norte e este – Santa Maria.**

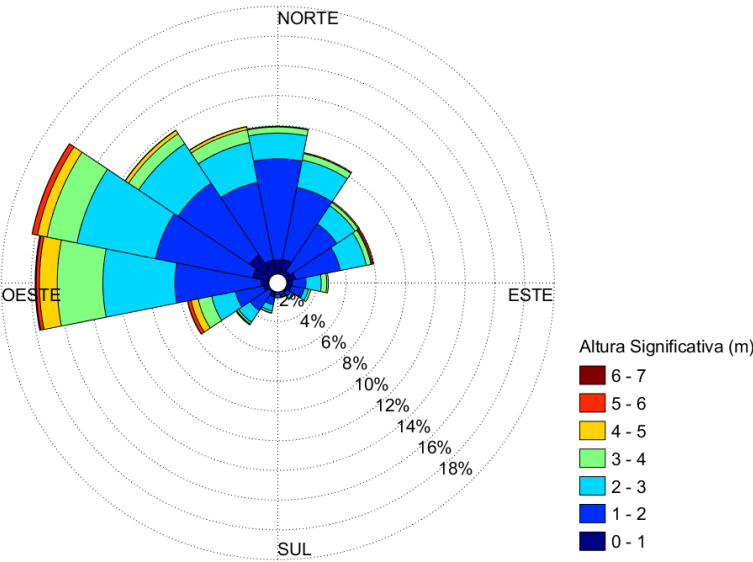
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.24, apresenta uma elevada variabilidade de rumos com predominância dos quadrantes W - N - E, em particular de WNW com 16,3%, W com 15,7%, NW com 11,8% e N com 9,9%.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

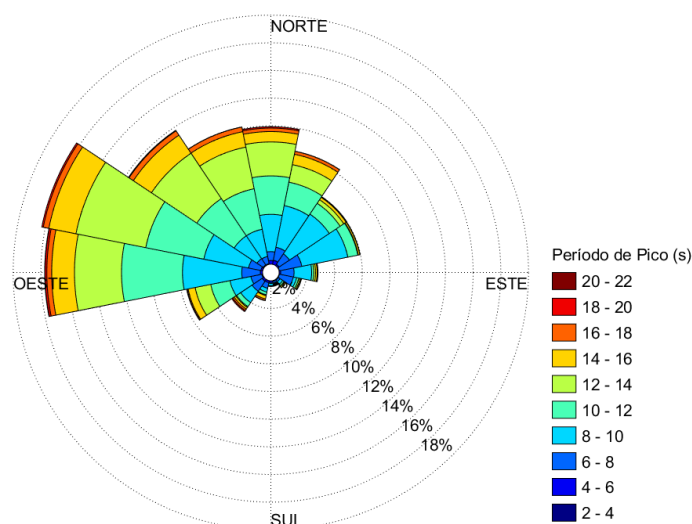
**Figura 3.24 | Frequência da Direção [°], costa norte e este – Santa Maria.**

Ainda relativamente à direção verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevada, ocorrem entre o quadrante W e N, apresentando ainda expressão a agitação de NNE [Figura 3.25 e Figura 3.26].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.25 | Direção e altura significativa, costa norte e este – Santa Maria.**



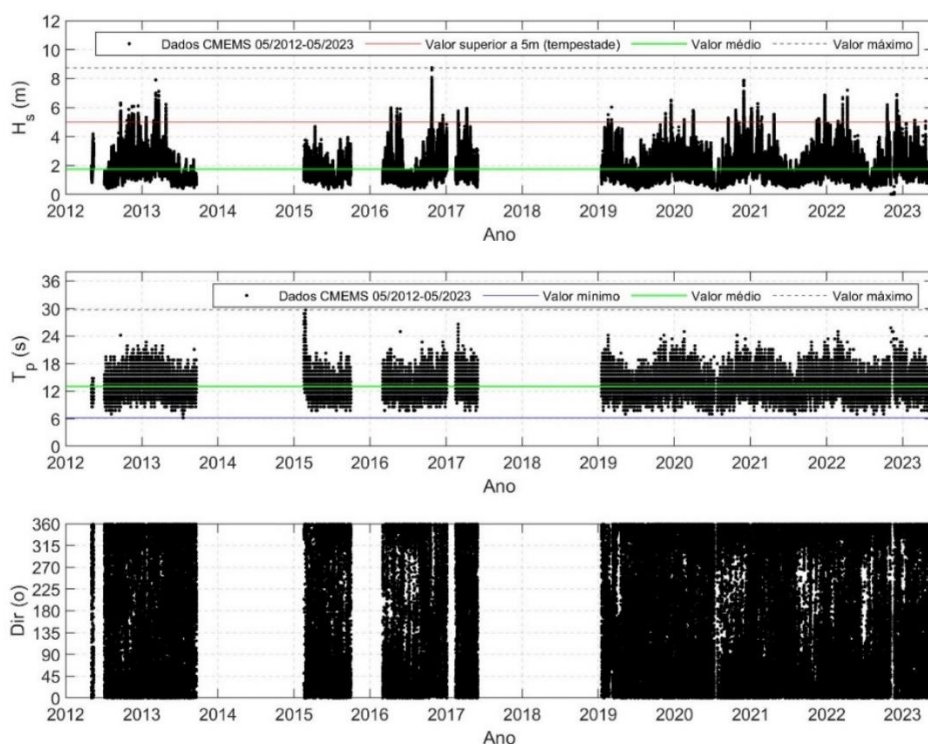
Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], *Global Ocean Waves Analysis and Forecast*.

**Figura 3.26 | Direção e período máximo, costa norte e este – Santa Maria.**

### 3.4.2. Terceira

Relativamente à Terceira é utilizada a série de dados da boia ondógrafo da Terceira, para caracterizar a costa norte e este e os dados do sistema operacional global de análise e previsão da *Météo-France* para caracterizar a costa sul e oeste.

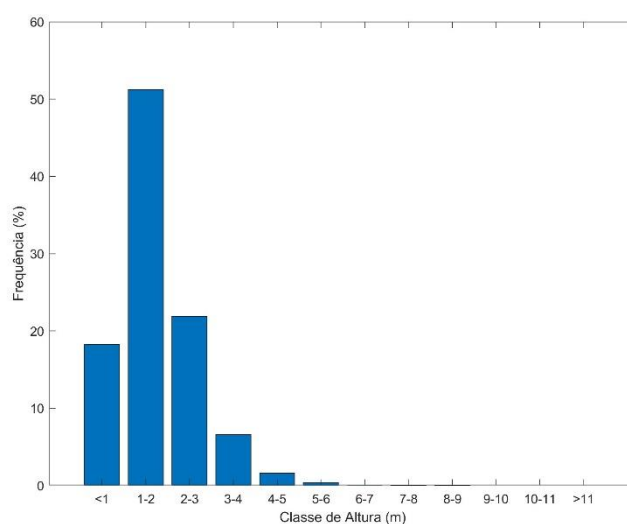
De acordo com os dados da boia ondógrafo da Terceira, observa-se que o valor médio da altura significativa [ $H_s$ ] se situa nos 1,75 m e o valor máximo próximo de 8,8 m. Pode observar-se que existem diversos eventos com alturas de onda superiores a 5m, que servem de referência da ocorrência de tempestades [Figura 3.27], de acordo com Costa *et al.* [2001].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Terceira.

**Figura 3.27 | Altura Significativa [Hs], Período de Pico [Tp] e Direção [°], costa norte e este – Terceira.**

Na Figura 3.28, verifica-se que cerca de 18,3% da altura significativa da onda situa-se entre 0-1 m, cerca de 51,2% entre 1-2 m, 21,9% entre 2-3 m, 6,6% entre 3-4 m e 1,6% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m são cerca 1% do total dos registos.

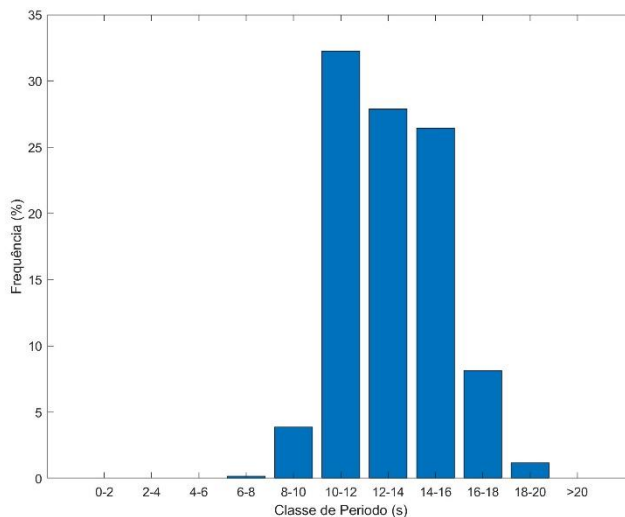


Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Terceira.

**Figura 3.28 | Percentagem de ocorrências da altura significativa [Hs], costa norte e este – Terceira.**

No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados, observa-se que o valor máximo registado foi de 29,7 s, o valor mínimo de 6,2 s,

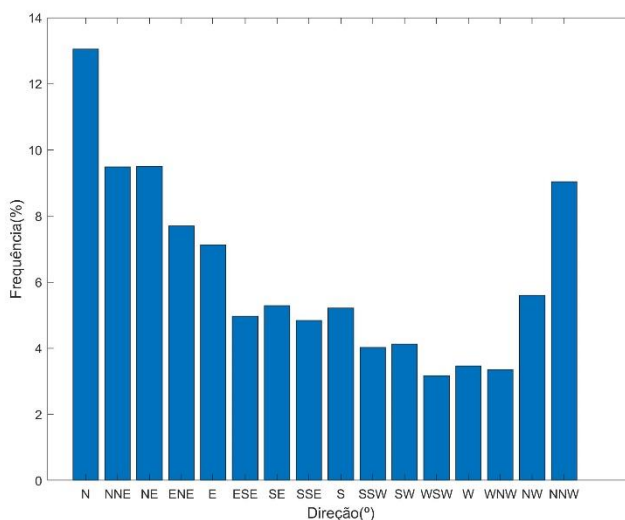
situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 13 s [Figura 3.29]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 10-12 s, 12-14 s e 14-16 s, com 32,2%, 27,8% e 26,5%, do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Terceira.

**Figura 3.29 | Frequência do período de pico [Tp], costa norte e este – Terceira.**

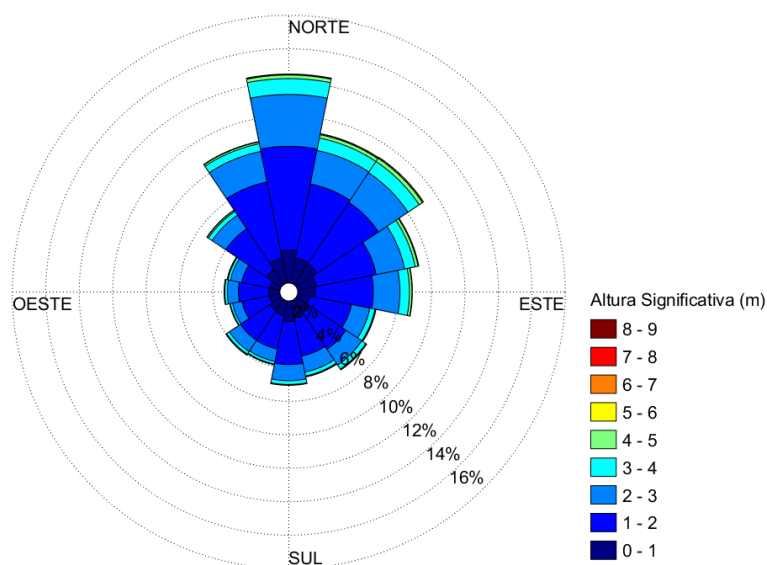
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.30 apresenta representatividade em todos os quadrantes, com predominância do quadrante N, em particular de N com 13%, NNE e NE com 9,5% cada e NNW com 9%, perfazendo cerca de 60 % do total dos registos entre WNW-ENE.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Terceira.

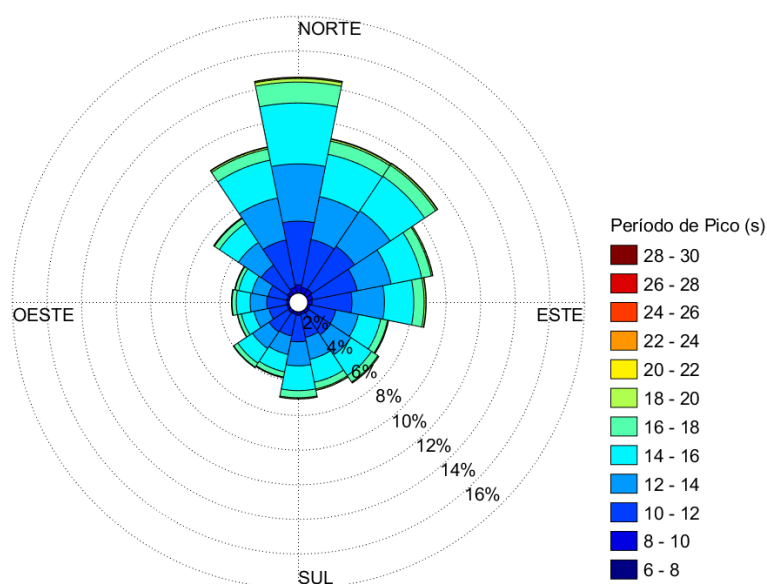
**Figura 3.30 | Frequência da direção [°], costa norte e este – Terceira.**

Ainda relativamente à direção verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevado, ocorrem no quadrante de N-NE, apresentando ainda expressão a agitação de NNW [Figura 3.31 e Figura 3.32].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Terceira.

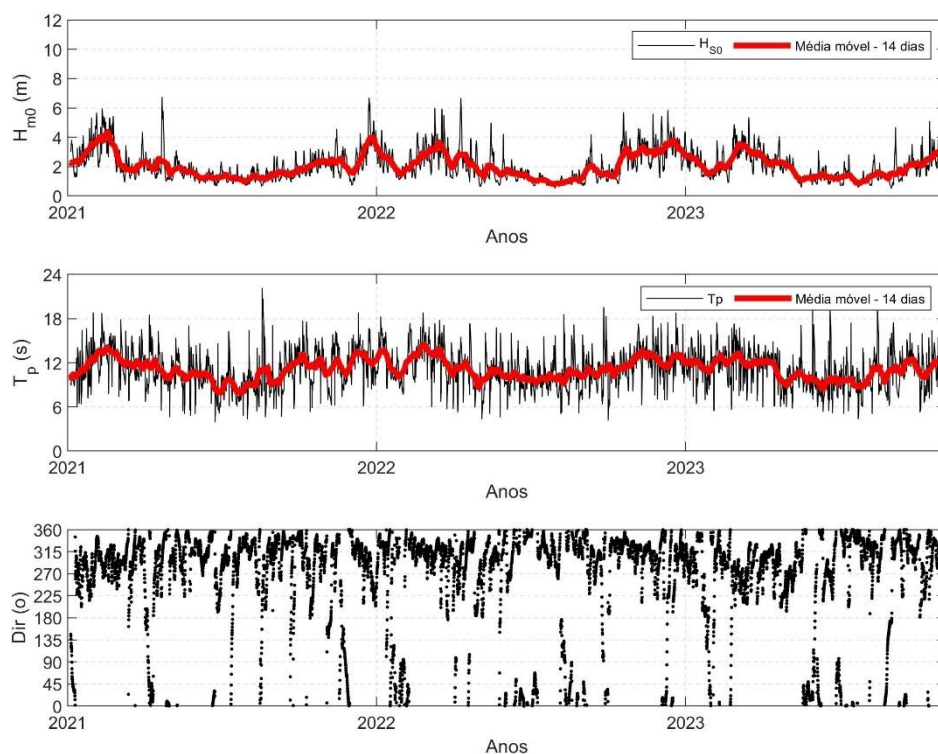
**Figura 3.31 | Direção e altura significativa, costa norte e este – Terceira.**



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Terceira.

**Figura 3.32 | Direção e período pico, costa norte e este – Terceira.**

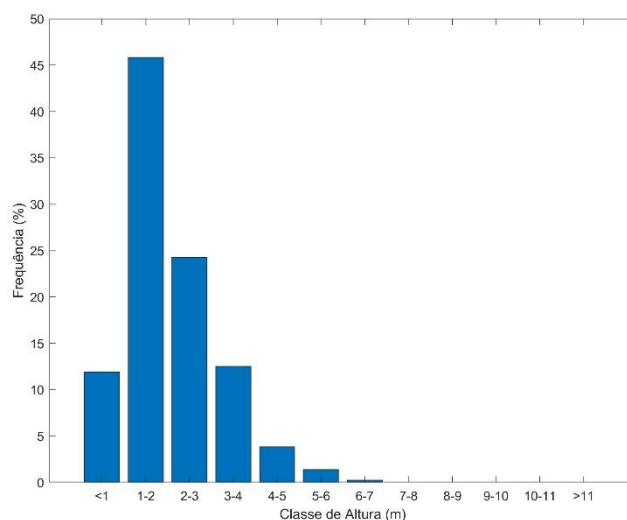
No que respeita à costa sul-oeste, o ponto escolhido localiza-se [38,6667° N e -27,4167° W] a cerca de 6 km da linha de costa. Dos dados disponíveis observa-se que o valor médio do terço das ondas mais altas, altura significativa [Hs], situa-se nos 2 m e o valor máximo próximo de 6,8 m [Figura 3.33].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.33 | Altura de onda significativa [Hs0], período de pico [Tp] e direção [°], costa sul e oeste – Terceira.**

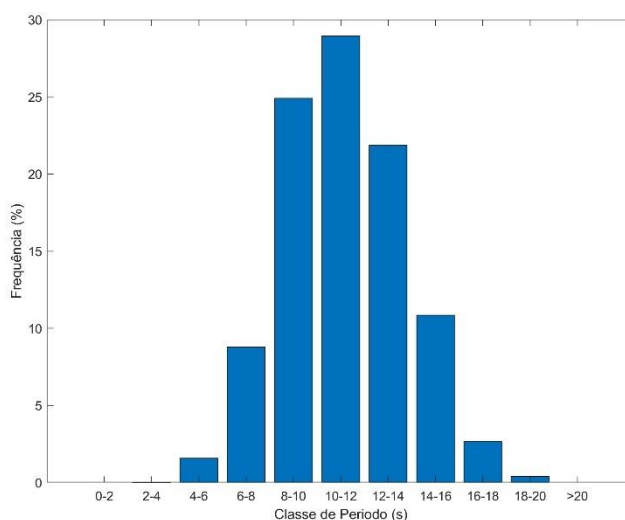
Na Figura 3.34 verifica-se que cerca de 45,82% dos registos da altura significativa da onda se situam entre 1-2 m, 24,3% entre 2-3 m, 12,51% entre 3-4 m e 3,8% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m correspondem a cerca 1,5% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.34 | Percentagem de ocorrências da altura de onda significativa [Hs], costa sul e oeste – Terceira.**

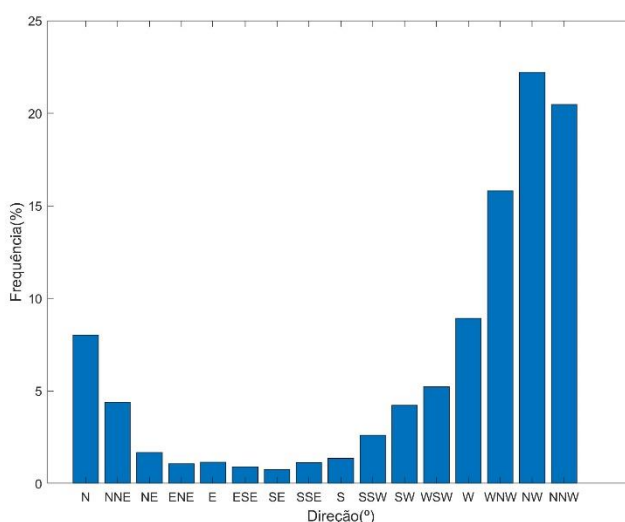
No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados observa-se que o valor máximo registado foi de 22,2 s, o valor mínimo de 2 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 11,1 s [Figura 3.35]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 8-10 s, 10-12 s e 12-14 s, com 24,9%, 29% e 21,86% do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.35 | Frequência do período de pico [Tp], costa sul e oeste – Terceira.**

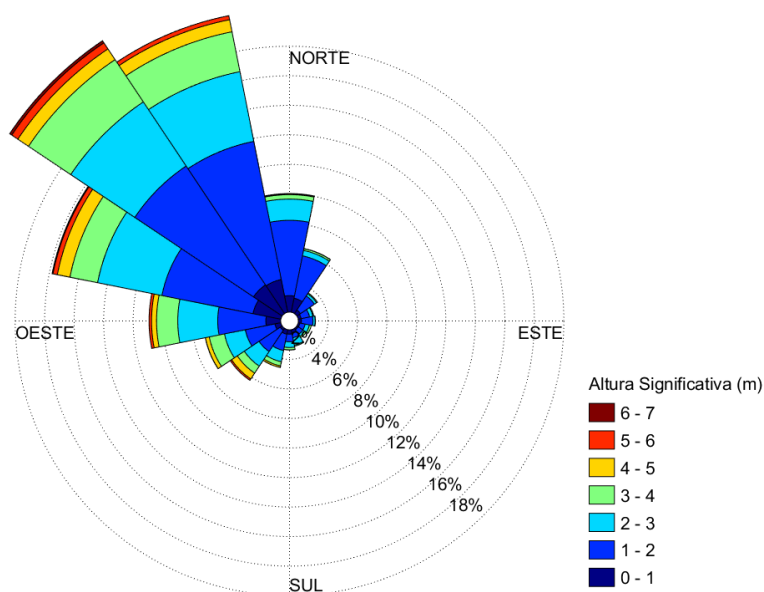
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.36, apresenta uma elevada variabilidade de rumos com predominância dos quadrantes W – N, em particular de NW com 22,2%, NNW com 20,48%, WNW com 15,8% e W com 8,9%.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

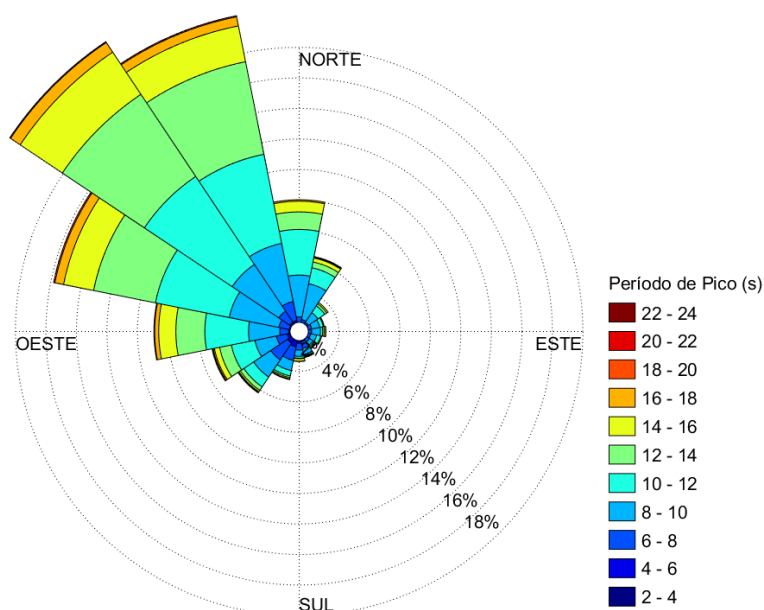
**Figura 3.36 | Frequência da direção [°], costa sul e oeste – Terceira.**

Ainda relativamente à direção, verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevada, ocorrem de W e de N [Figura 3.37 e Figura 3.38].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.37 | Direção e altura significativa, costa sul e oeste – Terceira.**



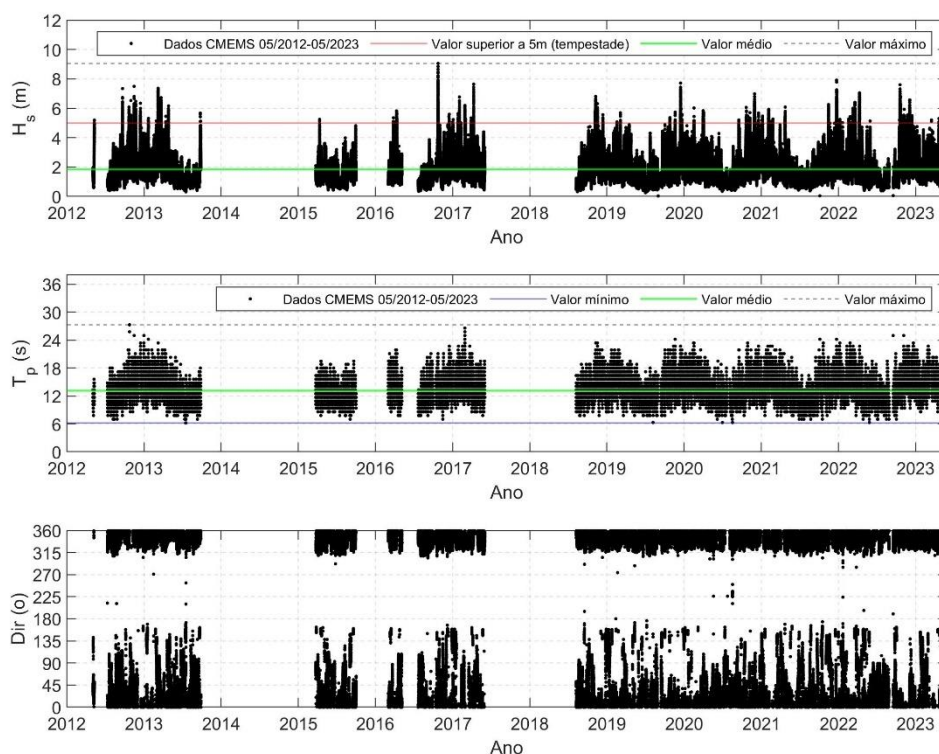
Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.38 | Direção e período máximo, costa sul e oeste – Terceira.**

### 3.4.3. Graciosa

Quanto à Graciosa, é utilizada a série de dados da boia ondógrafo da Graciosa, para caracterizar a costa norte e este, e os dados do sistema operacional global de análise e previsão da Météo-France para caracterizar a costa sul e oeste.

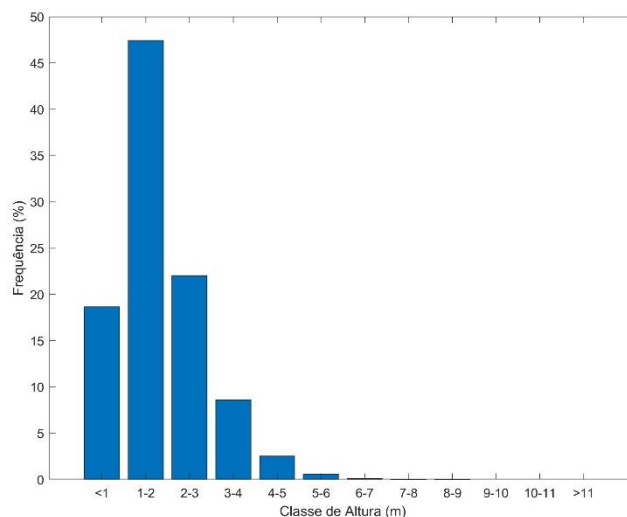
De acordo com os dados da boia ondógrafo da Graciosa, observa-se que o valor médio da altura significativa [ $H_s$ ] se situa nos 1,82 m e o valor máximo próximo de 9,1 m. É possível ainda observar que existem diversos eventos com alturas de onda superiores a 5 m, que servem de referência para a ocorrência de tempestades [Figura 3.39], tendo como base Costa *et al.* [2001].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Graciosa.

**Figura 3.39 | Altura Significativa [ $H_s$ ], Período de Pico [ $T_p$ ] e Direção [ $^\circ$ ], costa norte e este – Graciosa.**

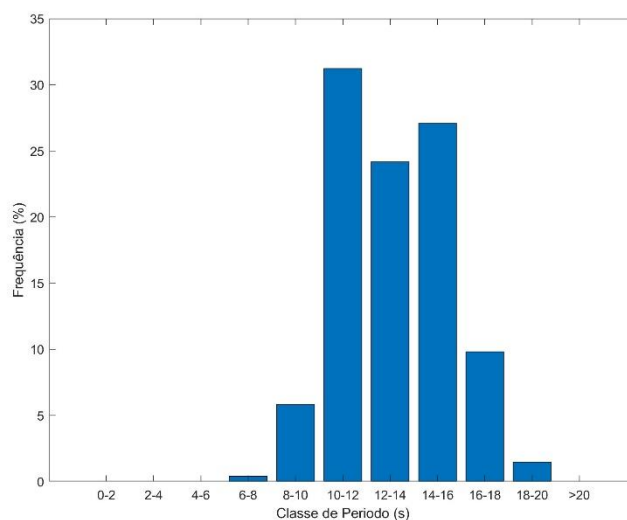
Na Figura 3.40, verifica-se que cerca de 18,7% da altura significativa da onda situa-se entre 0-1 m, cerca de 47,4% entre 1-2 m, 22,4% entre 2-3 m, 8,5% entre 3-4 m e 5,5% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m são cerca de 1% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Graciosa.

**Figura 3.40 | Percentagem de ocorrências da altura significativa [Hs], costa norte e este – Graciosa.**

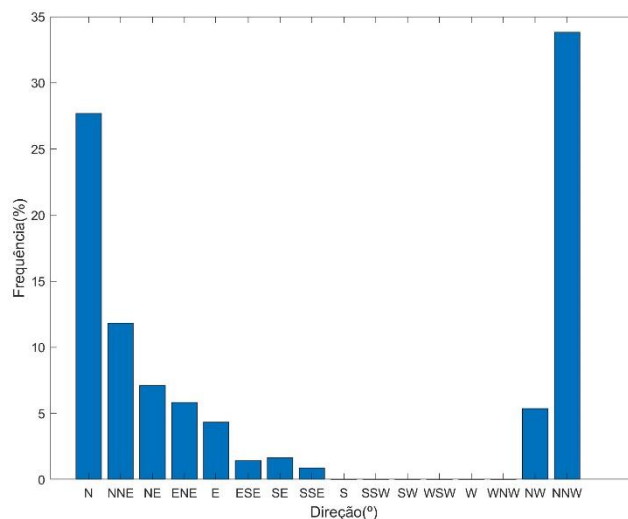
No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados, observa-se que o valor máximo registado foi de 27,2 s, o valor mínimo de 6,2 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 13 s [Figura 3.41]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 10-12 s, 12-14 s e 14-16 s, com 31,2%, 24,2% e 27,1% do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Graciosa.

**Figura 3.41 | Frequência do período de pico [Tp], costa norte e este – Graciosa.**

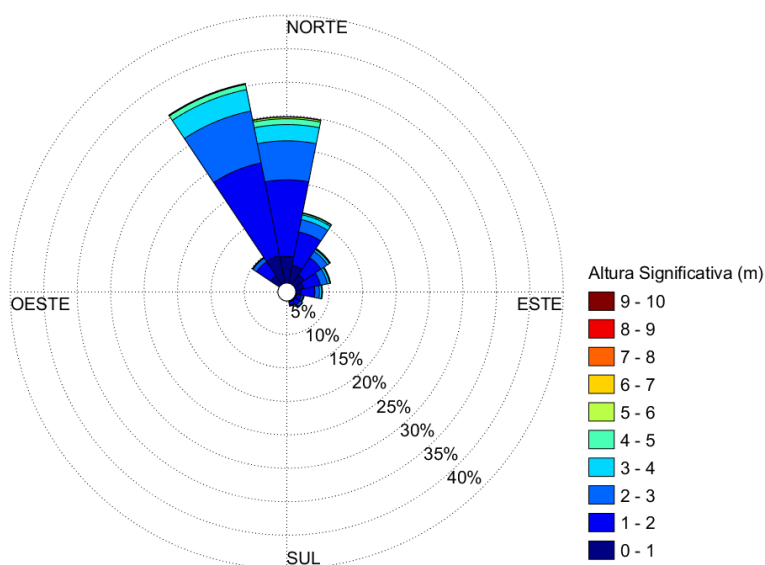
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.42, apresenta representatividade do quadrante N com predominância entre os quadrantes NNW- NNE, em particular de NNW com 33,8%, N com 27,7% e NNE com 11,8%, perfazendo mais de 70% do total dos registos entre WNW-NEE.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Graciosa.

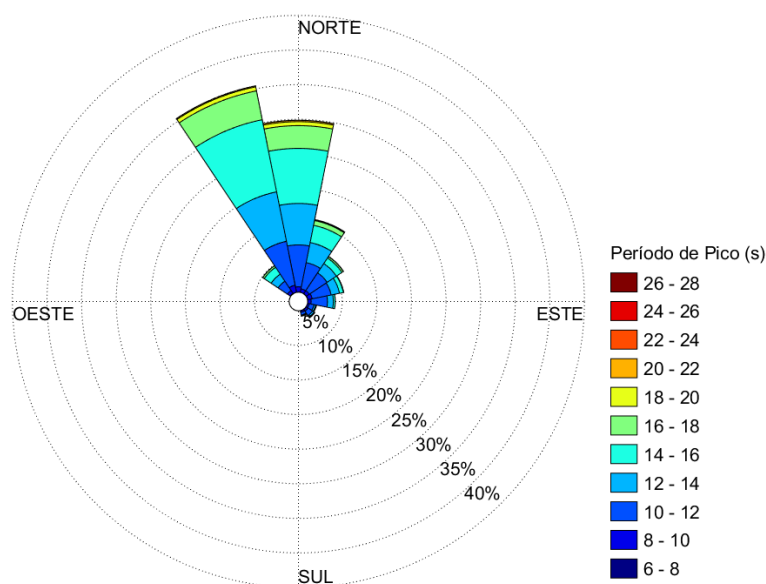
**Figura 3.42 | Frequência da direção [°], costa norte e este – Graciosa.**

Ainda relativamente à direção, verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevado ocorrem entre os quadrantes NNW-NNE [Figura 3.43 e Figura 3.44].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Graciosa.

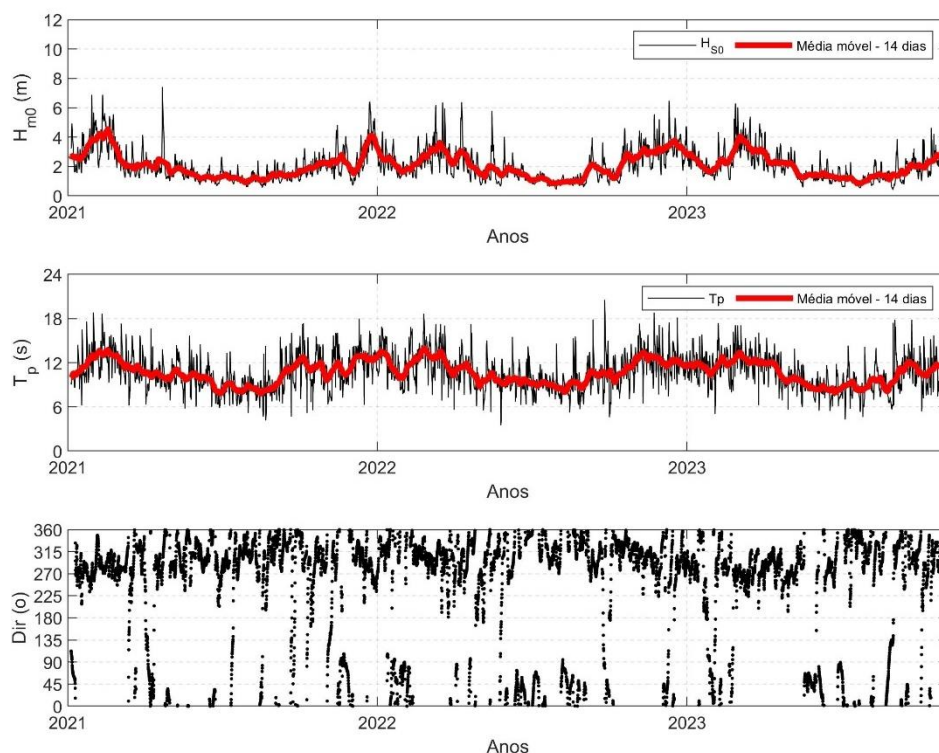
**Figura 3.43 | Direção e altura significativa, costa norte e este – Graciosa.**



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo da Graciosa.

**Figura 3.44 | Direção e período pico, costa norte e este – Graciosa.**

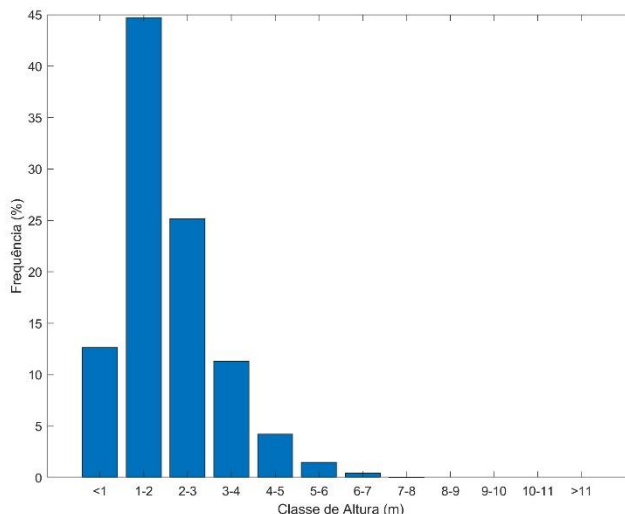
No que respeita à costa sul e oeste, o ponto escolhido localiza-se [38° N e -28° W] a cerca de 2 km da linha de costa. Dos dados disponíveis, observa-se que o valor médio do terço das ondas mais altas, altura significativa [ $H_s$ ], situa-se nos 2 m e o valor máximo próximo de 7,4 m [Figura 3.45].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.45 | Altura de onda significativa [ $H_s$ ], período de pico [ $T_p$ ] e direção [°], costa sul e oeste – Graciosa.**

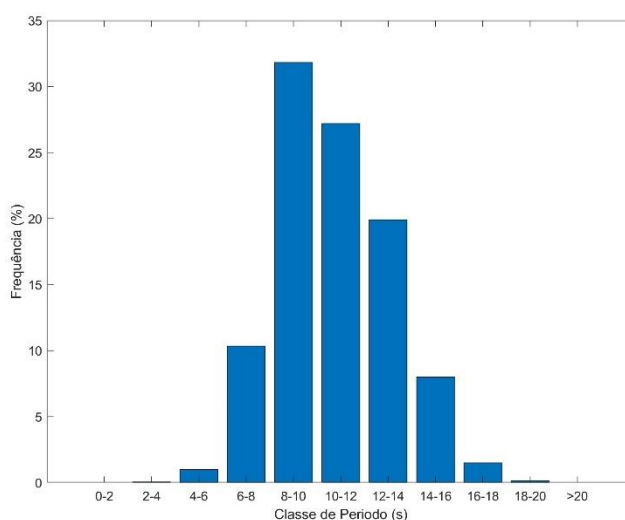
Na Figura 3.46, verifica-se que cerca de 44,71% dos registos da altura significativa da onda se situam entre 1-2 m, 25,2% entre 2-3 m, 11,3% entre 3-4 m e 4,2% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m são cerca 2% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.46 | Percentagem de ocorrências altura de onda significativa [ $H_{s0}$ ], costa sul e oeste – Graciosa.**

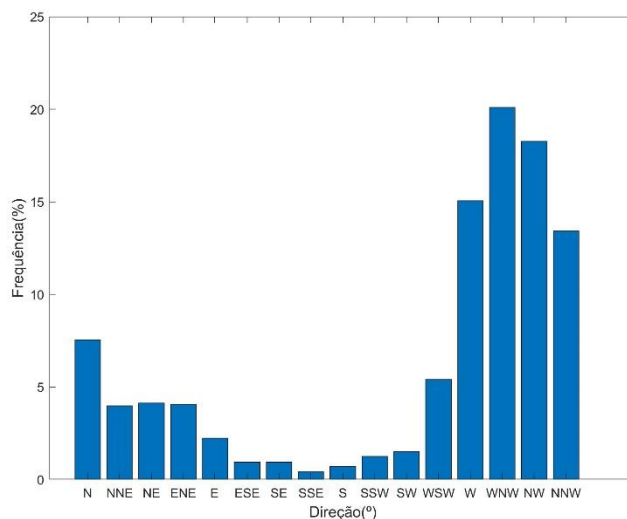
No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados, observa-se que o valor máximo registado foi de 20,5 s, o valor mínimo de 3,5 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 10,7 s [Figura 3.47]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 8-10 s, 10-12 s e 12-14 s, com 31,8%, 27,2% e 19,2% do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.47 | Frequência do período de pico [ $T_p$ ], costa sul e oeste – Graciosa.**

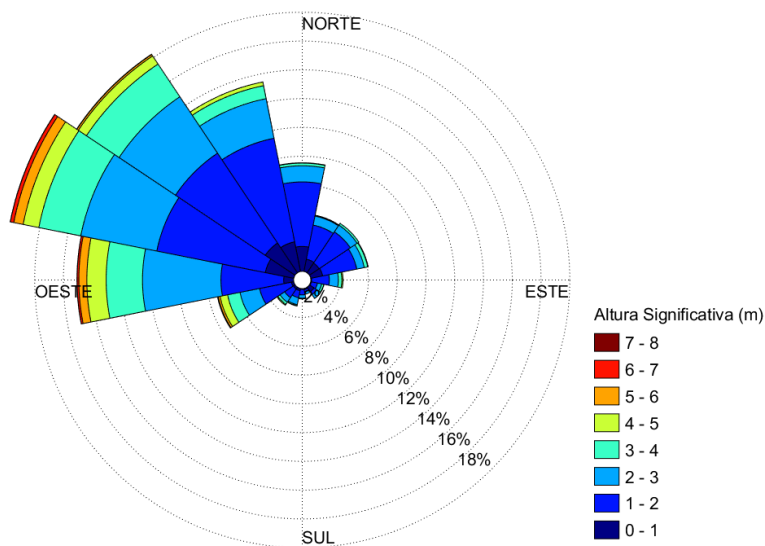
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.48, apresenta uma elevada variabilidade de rumos com predominância dos quadrantes W – N, em particular de WNW com 20,1%, NW com 18,3%, W com 15,1% e NNW com 13,4%.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

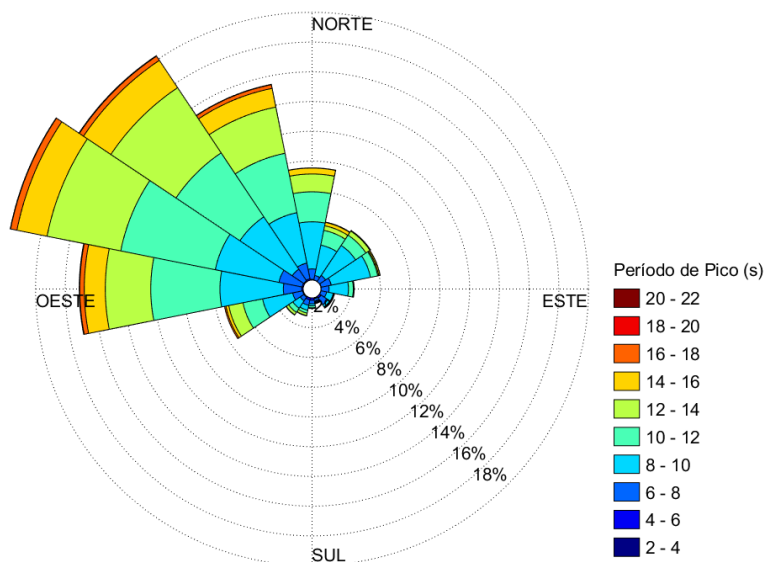
**Figura 3.48 | Frequência da direção [°], costa sul e oeste – Graciosa.**

Ainda relativamente à direção, verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevada ocorrem dos quadrantes W - N [Figura 3.49 e Figura 3.50].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.49 | Direção e altura significativa, costa sul e oeste – Graciosa.**



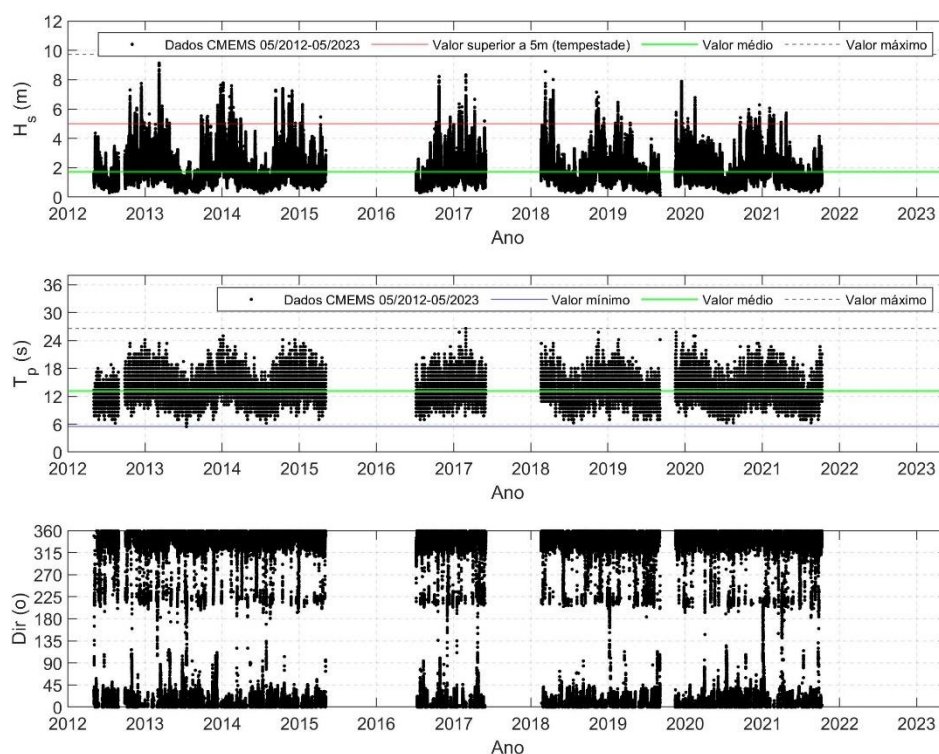
Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], *Global Ocean Waves Analysis and Forecast*.

**Figura 3.50 | Direção e período máximo, costa sul e oeste – Graciosa.**

#### 3.4.4. Pico e Faial

No que concerne ao Pico e Faial, é utilizada a série de dados da boia ondógrafo do Faial/Pico, para caracterizar a costa norte de ambas as ilhas, e os dados de análise e previsão da *Météo-France*, para caracterizar a costa sul do Faial.

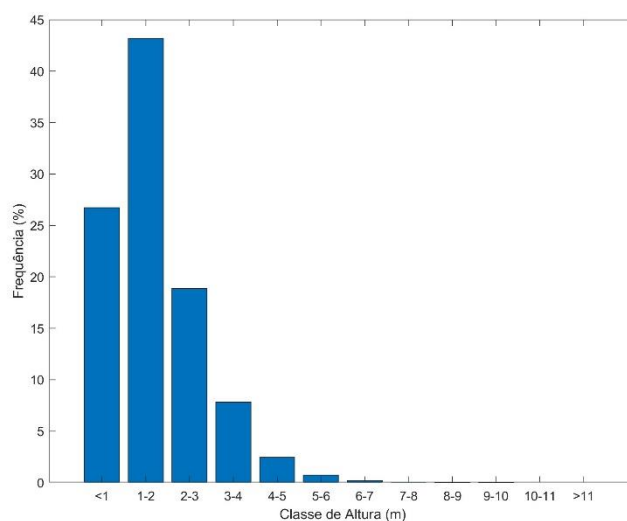
De acordo com os dados da boia ondógrafo do Faial/Pico, observa-se que o valor médio do terço das ondas mais altas, altura significativa [ $H_s$ ], se situa nos 1,7 m e o valor máximo próximo de 10 m. É possível ainda constatar que existem diversos eventos com alturas de onda superior a 5 m, que serve de referência para a ocorrência de tempestades [Figura 3.51], de acordo com Costa *et al.*, [2001].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo do Faial/Pico.

**Figura 3.51 | Altura Significativa [ $H_s$ ], Período de Pico [ $T_p$ ] e Direção [°], costa norte – Faial e Pico.**

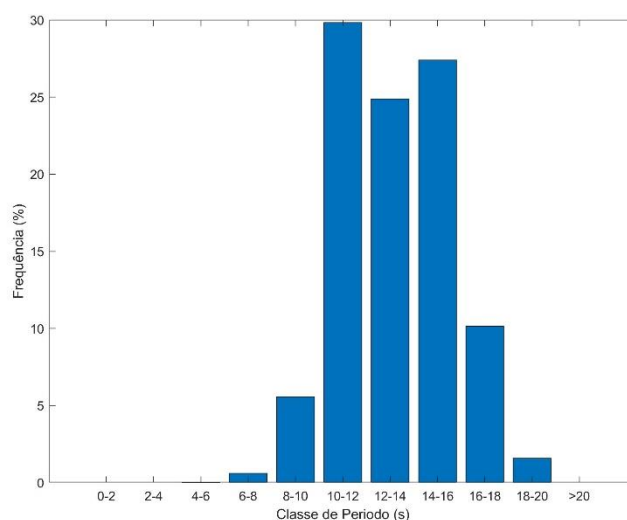
Na Figura 3.52, verifica-se que cerca de 26% dos registos da altura significativa da onda se situam entre 0-1 m, cerca de 43% entre 1-2 m, 19% entre 2-3 m, 8% entre 3-4 m e 2,5% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m são cerca 1,5% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo do Faial/Pico.

**Figura 3.52 | Percentagem de ocorrências da altura significativa [ $H_s$ ], costa norte – Faial e Pico.**

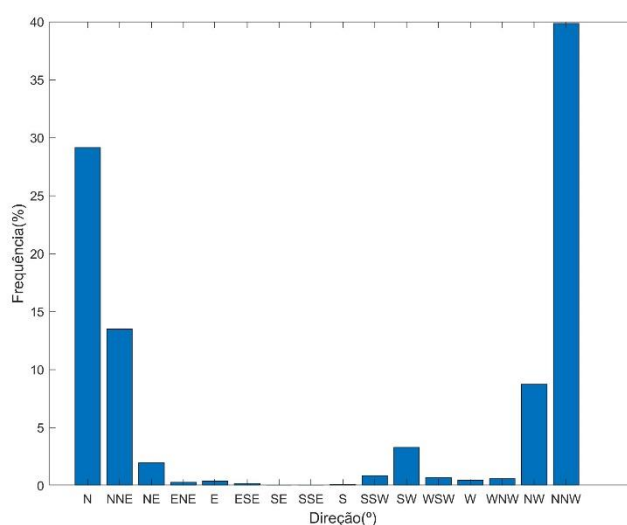
No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados, observa-se que o valor máximo registado foi de 26,6 s, o valor mínimo de 5,5 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 13 s [Figura 3.53]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 10-12 s, 12-14 s e 14-16 s, com 30%, 25% e 28% do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo do Faial/Pico.

**Figura 3.53 | Frequência do período de pico [Tp], costa norte – Faial e Pico.**

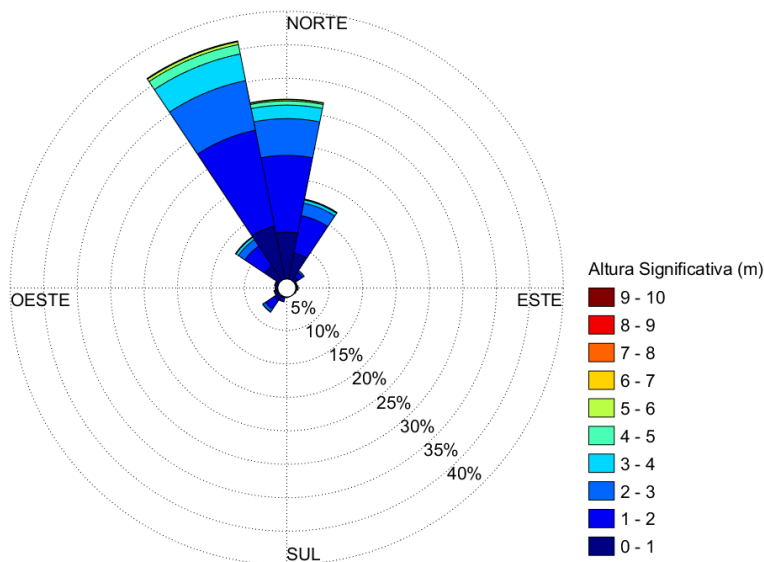
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.54, apresenta predominância do quadrante N, em particular de NNW com 40%, N com 29%, NNE com 13,5% e NW com 9%, respetivamente, perfazendo mais de 90% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo do Faial/Pico.

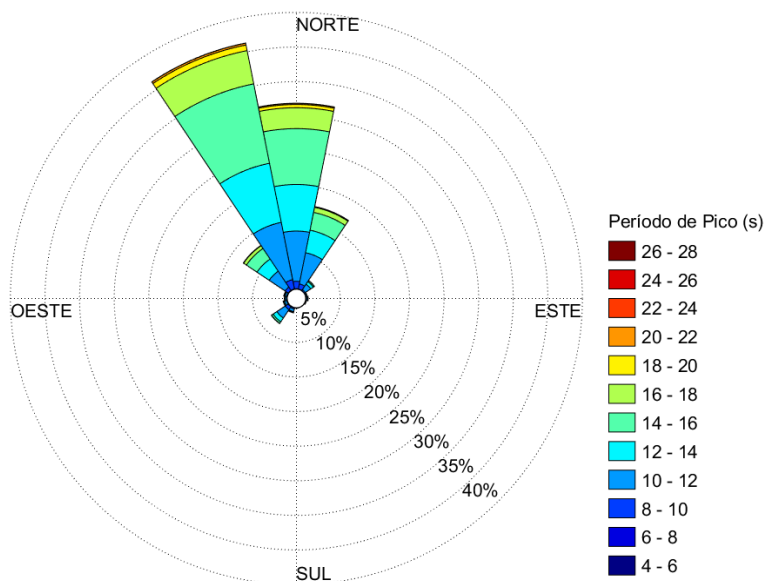
**Figura 3.54 | Frequência da direção [°], costa norte – Faial e Pico.**

Ainda relativamente à direção, verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevado ocorrem de NNW e de N, apresentando ainda alguma expressão a agitação de NNE [Figura 3.55 e Figura 3.56].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo do Faial/Pico.

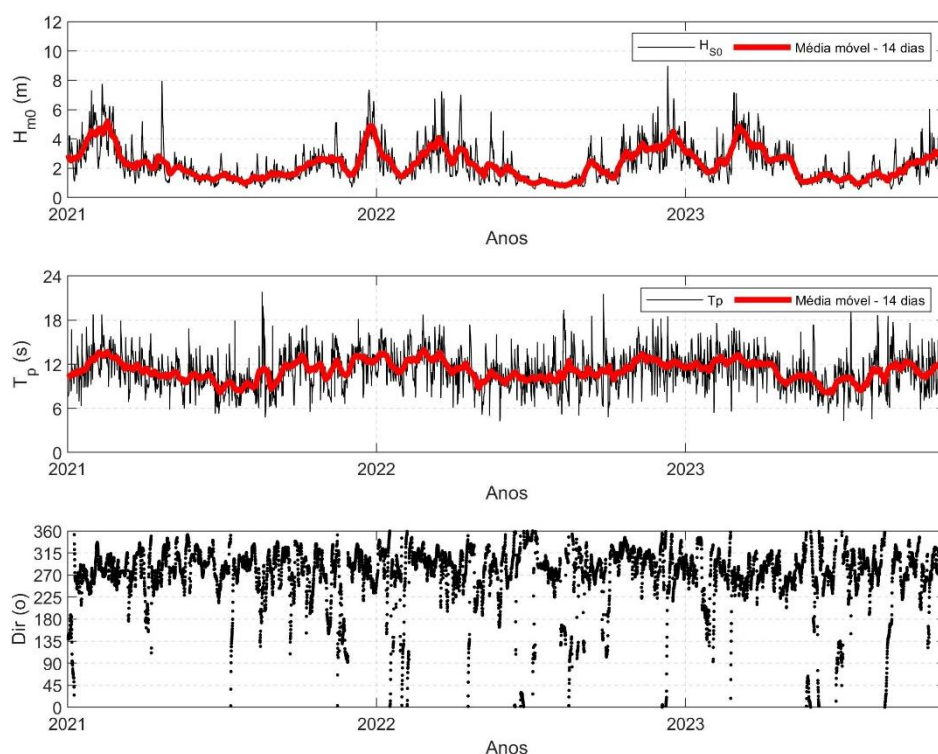
**Figura 3.55 | Direção e altura significativa, costa norte – Faial e Pico.**



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo do Faial/Pico.

**Figura 3.56 | Direção e período pico, costa norte – Faial e Pico.**

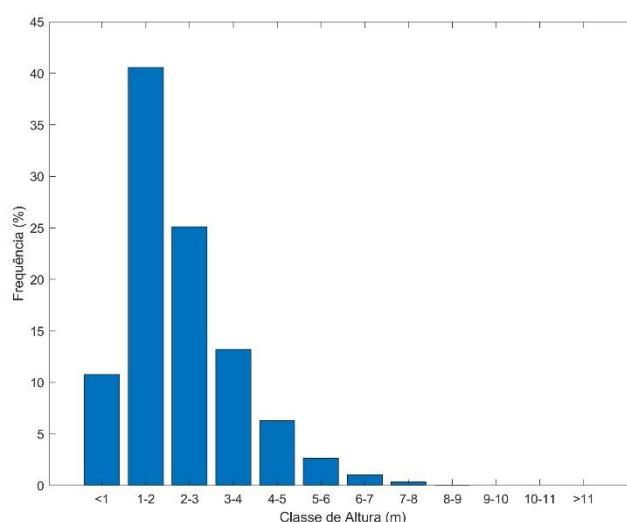
No que respeita à costa Sul do Faial, o ponto escolhido localiza-se [38,5° N e - 28,833° W] a cerca de 9 km da linha de costa. Dos dados disponíveis, observa-se que o valor médio do terço das ondas mais altas, altura significativa [Hs], situa-se nos 2,3 m e o valor máximo nos 9 m [Figura 3.57].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.57 | Altura de onda significativa [ $H_{s0}$ ], período de pico [ $T_p$ ] e direção [°], costa sul – Faial.**

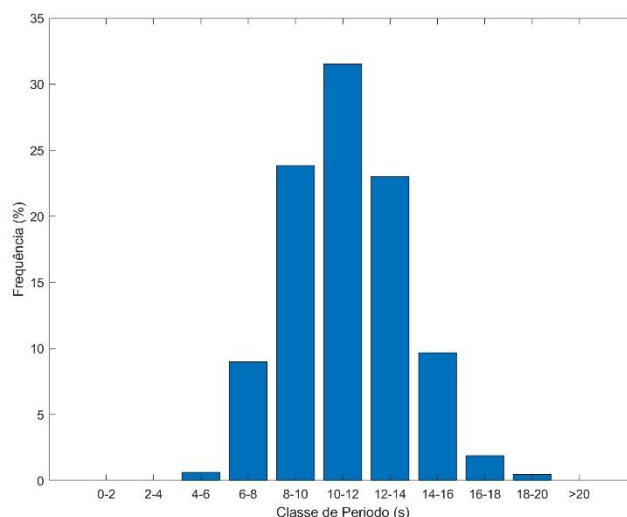
Na Figura 3.58, verifica-se que cerca de 40,6% dos registos da altura significativa da onda se situam entre 1-2 m, 25,1% entre 2-3 m, 13,2% entre 3-4 m e 6,3% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m são cerca 4% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.58 | Percentagem de ocorrências da altura de onda significativa [ $H_{s0}$ ], costa sul – Faial.**

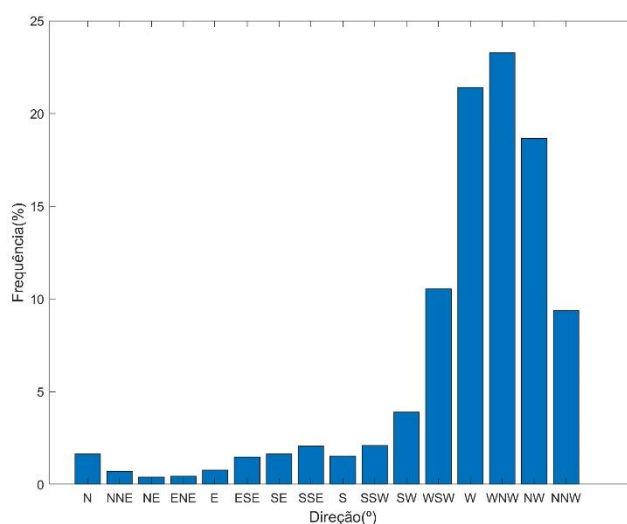
No que respeita ao período pico, de acordo com os dados analisados, observa-se que o valor máximo registado foi de 19,1 s, o valor mínimo de 2 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 10,7 s [Figura 3.59]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 8-10 s, 10-12 s e 12-14 s, com 23,8%, 31,5% e 23% do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.59 | Período de pico [Tp], costa sul – Faial.**

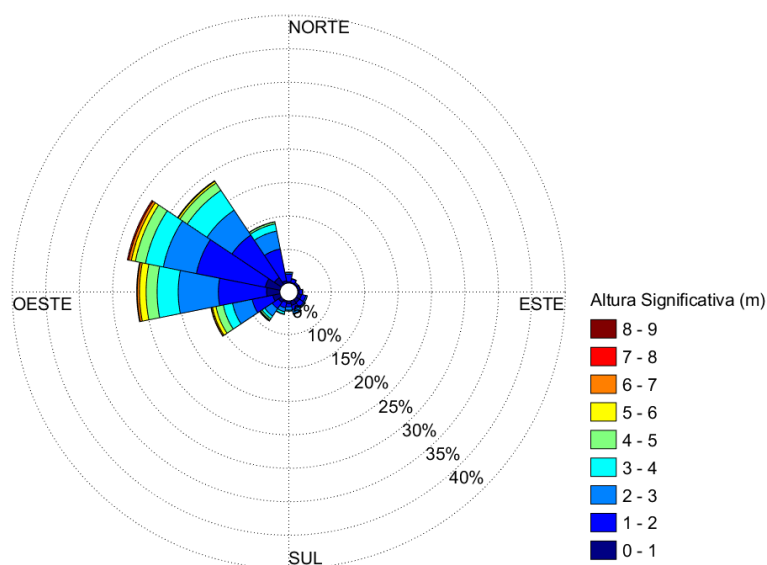
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.60, apresenta uma elevada variabilidade de rumos com predominância dos quadrantes WSW – NNW, em particular de WNW com 23,3%, W com 21,4%, NW com 18,7%, e WSW com 10,5%.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

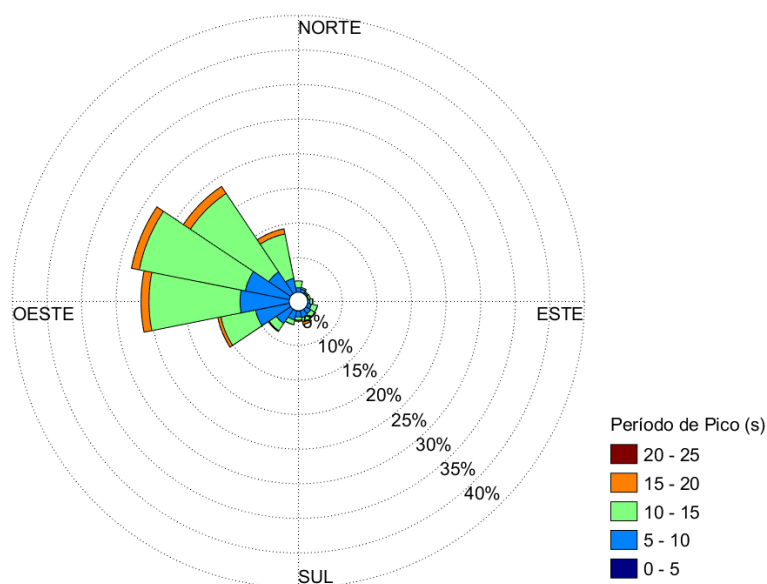
**Figura 3.60 | Direção [°], costa sul – Faial.**

Ainda relativamente à direção, verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período de pico mais elevado, ocorrem dos quadrantes WSW – NNW [Figura 3.61 e Figura 3.62].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.61 | Direção e altura significativa, costa sul – Faial.**



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

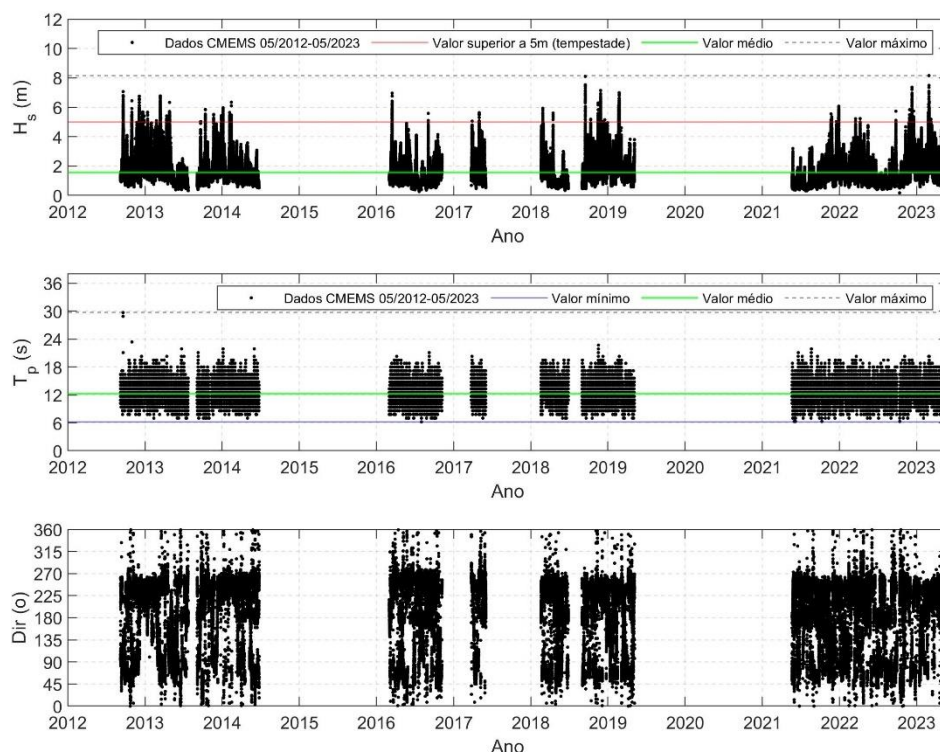
**Figura 3.62 | Direção e período máximo, costa sul – Faial.**

### 3.4.5. Corvo

Em relação ao Corvo, é utilizada a série de dados da boia ondógrafo das Flores, para caracterizar a costa sul, e operacional global de análise e previsão da Météo-France, para caracterizar a costa norte.

De acordo com os dados da boia ondógrafo das Flores, observa-se que o valor médio do terço das ondas mais altas, altura significativa [Hs], se situa nos 1,6 m

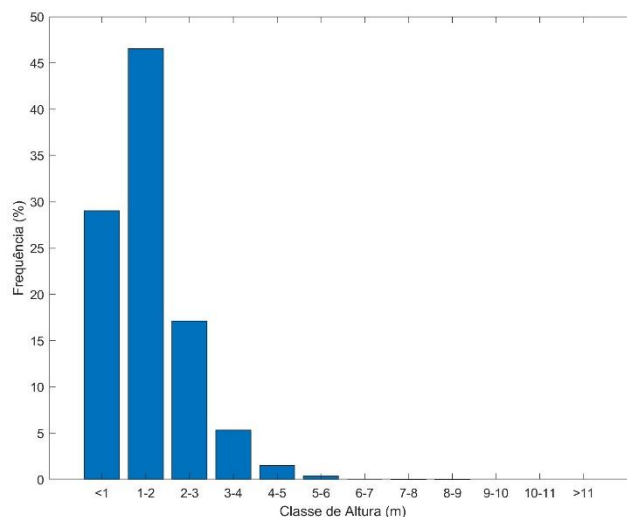
e o valor máximo superior a 8,2 m. De observar que existem diversos eventos com alturas de onda superior a 5 m, que serve de referência para a ocorrência de tempestades [Figura 3.63], segundo o estudo de Costa *et al.* [2001].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo das Flores.

**Figura 3.63 | Altura Significativa [Hs], Período de Pico [Tp] e Direção [o], costa sul – Corvo.**

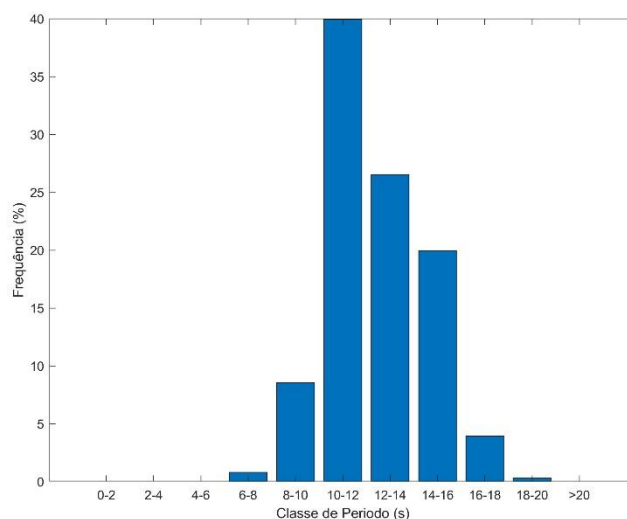
Na Figura 3.64, verifica-se que cerca de 29% de ocorrências da altura significativa da onda se situam entre 0-1 m, cerca de 46,5% entre 1-2 m, 17% entre 2-3 m, 5,3% entre 3-4 m e 1,5% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m correspondem a cerca 1,0 % do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo das Flores.

**Figura 3.64 | Percentagem de ocorrências da altura significativa [Hs], costa sul – Corvo.**

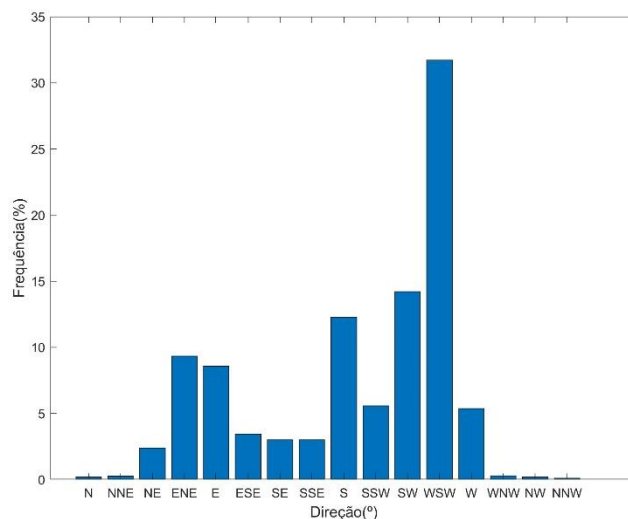
No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados, observa-se que o valor máximo registado foi de 29,6 s, o valor mínimo de 6,2 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 12,3 s [Figura 3.65]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 10-12 s, 12-14 s e 14-16 s, com 39,9%, 26,5% e 20%, do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo das Flores.

**Figura 3.65 | Frequência do período de pico, costa sul – Corvo.**

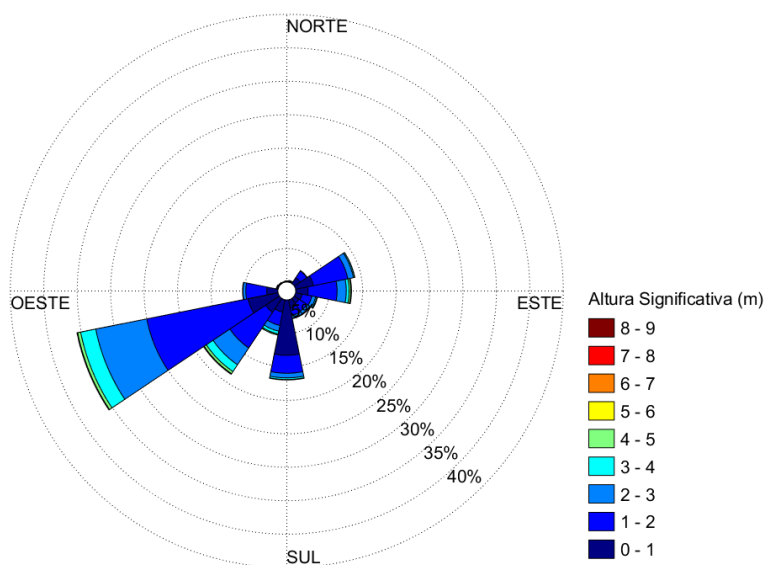
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.66, apresenta predominância do quadrante S, em particular de WSW com 31,7%, SW com 14,2% e S com 12,3%, e do quadrante E, de ENE com 9,3% e de E com 8,6%, respetivamente, perfazendo mais de 75% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo das Flores.

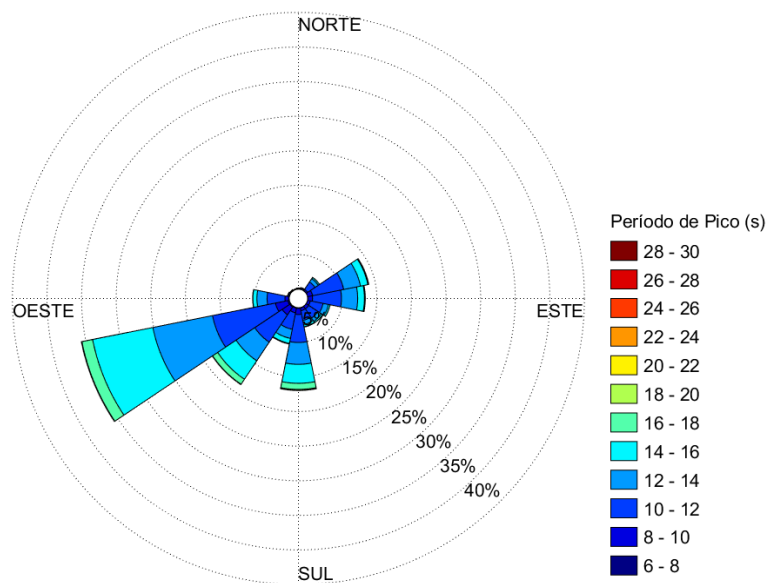
**Figura 3.66 | Frequência da direção, costa sul – Corvo.**

Ainda relativamente à direção, verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevado ocorrem de WSW e de SW, apresentando ainda alguma expressão a agitação de S [Figura 3.67 e Figura 3.68].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo das Flores.

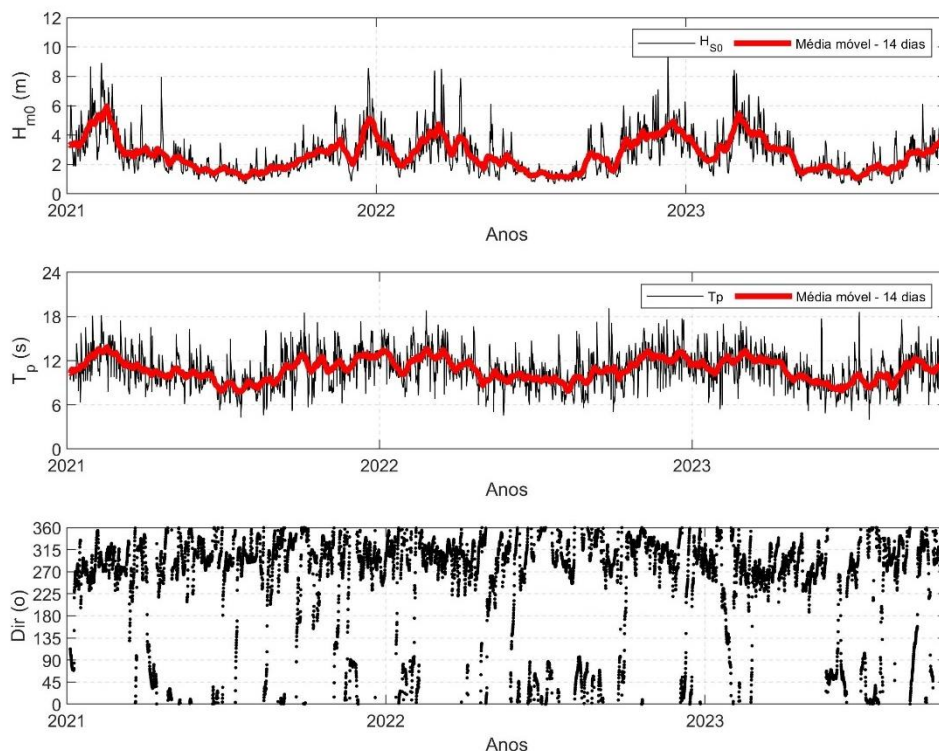
**Figura 3.67 | Direção e altura significativa, costa sul – Corvo.**



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], boia ondógrafo das Flores.

**Figura 3.68 | Direção e período de pico, costa sul – Corvo.**

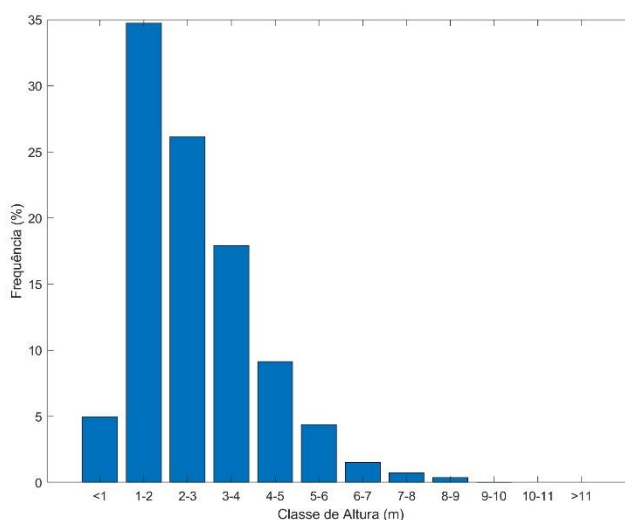
No que respeita à costa norte, o ponto escolhido localiza-se [38° N e -28° W] a cerca de 3 km da linha de costa. Dos dados disponíveis, observa-se que o valor médio do terço das ondas mais altas, altura significativa [ $H_s$ ], situa-se nos 2,7 m e o valor máximo de 9,7 m [Figura 3.69].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.69 | Altura de onda significativa [ $H_s$ ], período de pico [ $T_p$ ] e direção [°], costa norte – Corvo.**

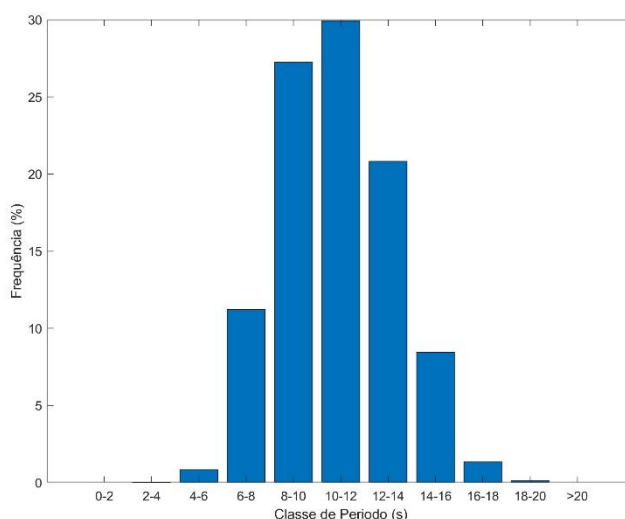
Na Figura 3.70, verifica-se que cerca de 34,7% da altura significativa da onda situa-se entre 1-2 m, 26,1% entre 2-3 m, 17,9% entre 3-4 m e 9,2% entre 4-5 m. A percentagem de ondas superiores a 5 m são cerca 7% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], *Global Ocean Waves Analysis and Forecast*.

**Figura 3.70 | Percentagem de ocorrências da altura de onda significativa [ $H_{s0}$ ], costa norte – Corvo.**

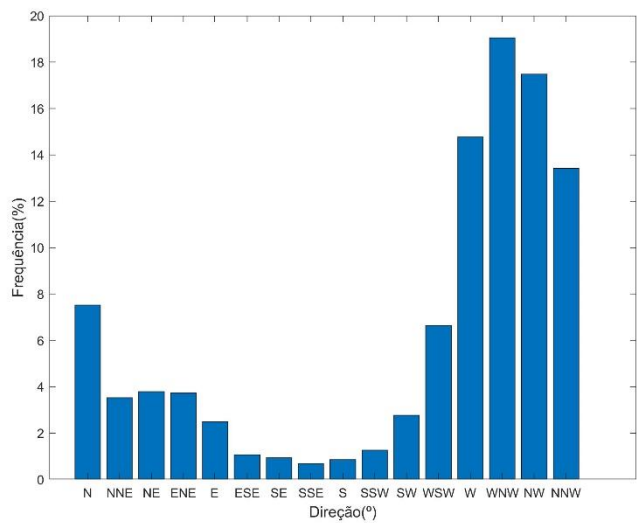
No que respeita ao período de pico, de acordo com os dados analisados, observa-se que o valor máximo registado foi de 19,1 s, o valor mínimo de 2 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem dos 10,7 s [Figura 3.71]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 8-10 s, 10-12 s e 12-14 s, com 27,3%, 29,9% e 20,8% do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], *Global Ocean Waves Analysis and Forecast*.

**Figura 3.71 | Frequência do período de pico [ $T_p$ ], costa norte – Corvo.**

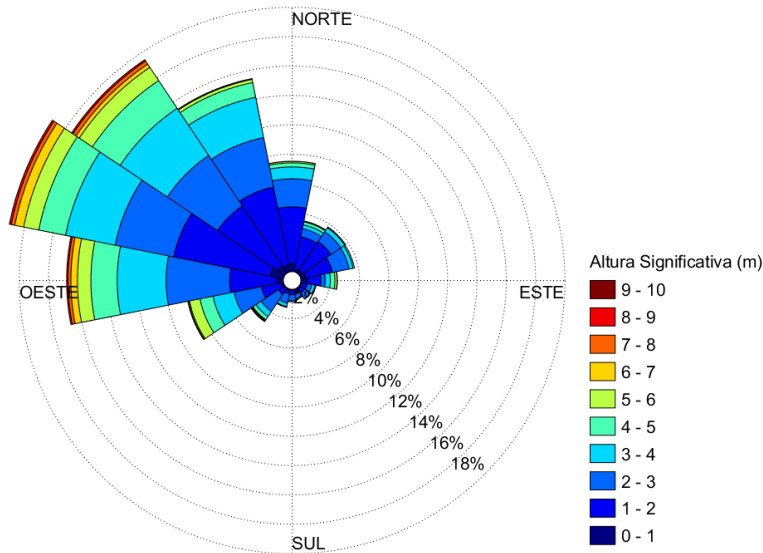
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 3.72, apresenta uma elevada variabilidade de rumos com predominância dos quadrantes W - N, em particular de WNW com 19%, NW com 17,5%, W com 14,8% e NNW com 13,4%.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

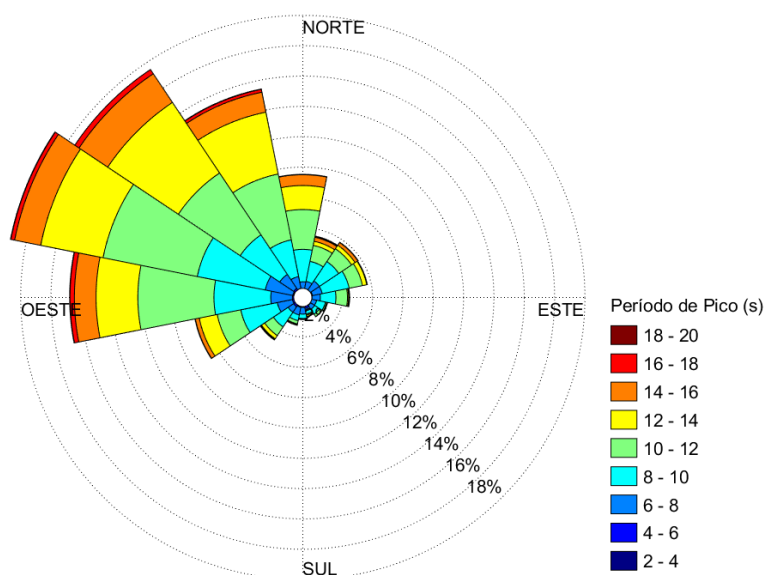
**Figura 3.72 | Frequência da direção [°], costa norte – Corvo.**

Ainda relativamente à direção, verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevada, ocorrem dos quadrantes W - N [Figura 3.73 e Figura 3.74].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], Global Ocean Waves Analysis and Forecast.

**Figura 3.73 | Direção e altura significativa, costa norte – Corvo.**



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], *Global Ocean Waves Analysis and Forecast*.

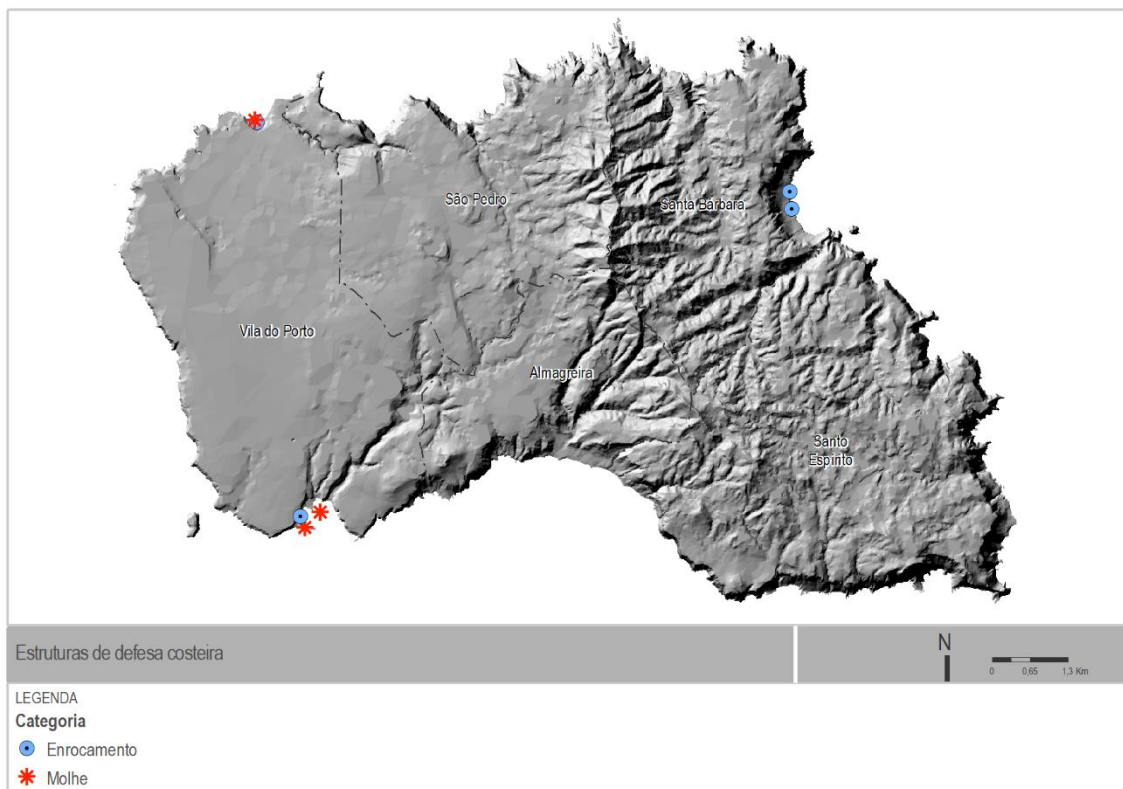
**Figura 3.74 | Direção e período máximo, costa norte – Corvo.**

### 3.5. Estruturas de Defesa Costeiras

As estruturas de defesa costeira são implantadas quando se pretendem 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.

#### 3.5.1. Santa Maria

Na Figura 3.75 estão representadas as estruturas de defesa costeira no concelho de Vila do Porto, que contribuem para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e potenciando a perda da zona intertidal natural. De acordo com os dados analisados e 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 de paramento marginais de retenção e de suporte de rodoviário] localizam-se no perímetro urbano das freguesias de Vila do Porto, Almagreira, Santo Espírito e Santa Barbara [Figura 3.76].



**Figura 3.75 | Localização das estruturas de defesa costeira no concelho de Vila do Porto.**



Muro longitudinal de paramento vertical – Freguesia de Vila do Porto: Anjos

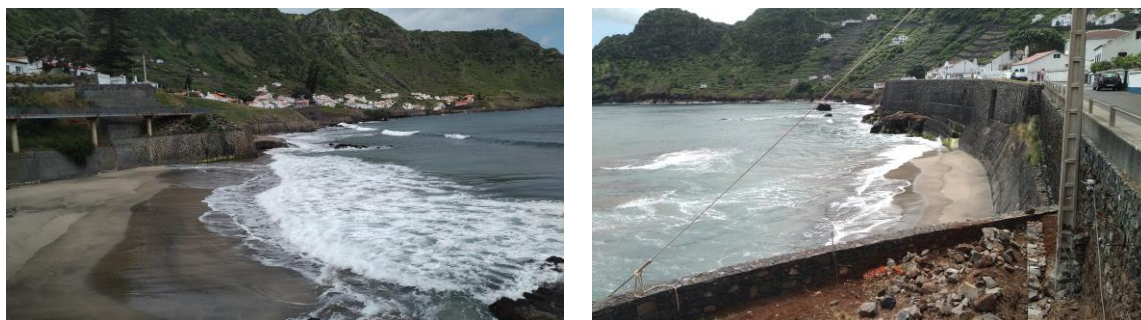


Muro longitudinal de paramento vertical – Freguesia de Santo Espírito: Maia



Muro longitudinal de paramento vertical – Freguesia de Almagreira: Praia Formosa



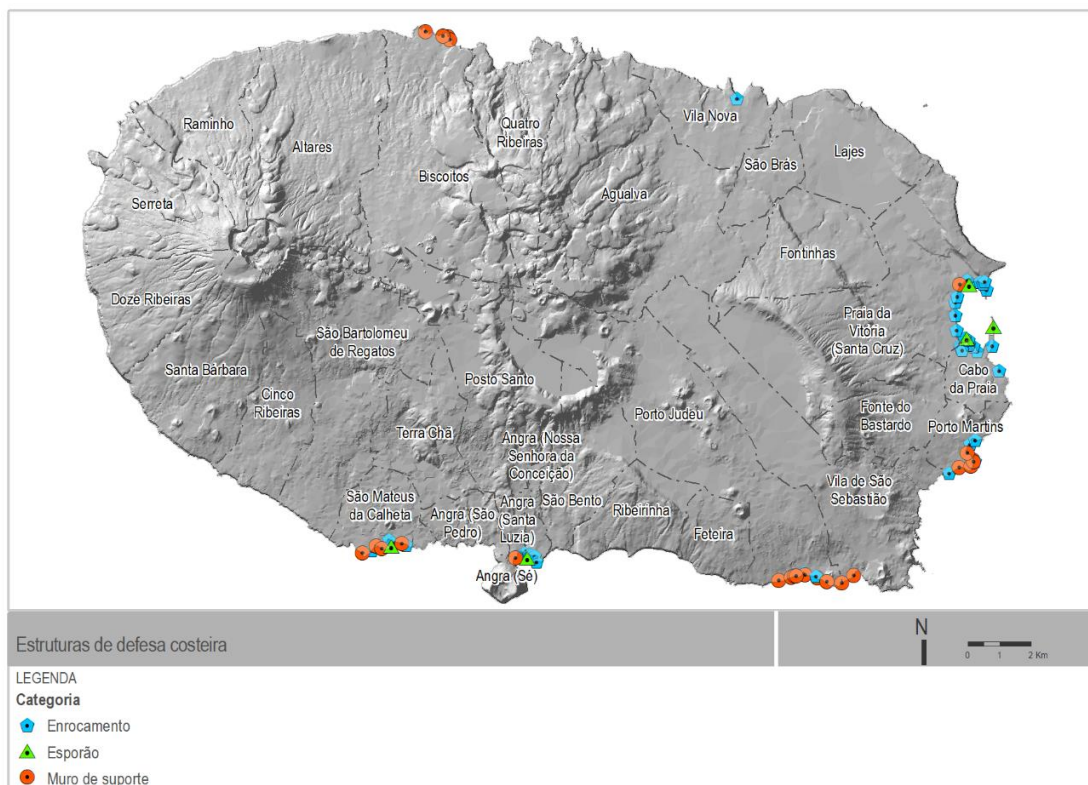


Muro longitudinal de paramento vertical – Freguesia de Santa Bárbara: Baía de S. Lourenço

**Figura 3.76 | Exemplo de estruturas de defesa costeira em frentes urbanas do concelho de Vila do Porto.**

### 3.5.2. Terceira

Na ilha Terceira as estruturas de defesa costeira [Figura 3.77], estão localizadas maioritariamente na zona costeira este e sul, contribuindo para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal natural. Da visita de reconhecimento do terreno, verifica-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 das baías de Angra do Heroísmo, da Praia da Vitória, do Fanal e na frente urbana de São Mateus [Figura 3.78]. De referir que a baía da Praia da Vitória apresenta um campo de esporões, localizados no seu interior, associados a uma obra de defesa aderente.



**Figura 3.77 | Localização das estruturas de defesa costeira na ilha Terceira.**

Nas últimas décadas, foram efetuadas diversas intervenções de defesa costeira, na ilha Terceira, alterando a morfologia e a hidrodinâmica da linha de costa [Figura 3.78].



Muro longitudinal vertical – Baía de Angra do Heroísmo



Obra aderente em enrocamento – Baía do Fanal [fonte: invest Angra]



Obra aderente em enrocamento – Interior Porto de São Mateus



Obra aderente em enrocamento – São Mateus



Campo de esporões e obra aderente em enrocamento – Marginal da Praia da Vitória



Obra aderente em enrocamento – Parque de combustíveis, Praia da Vitória



Enrocamento – Freguesia de Porto Martins

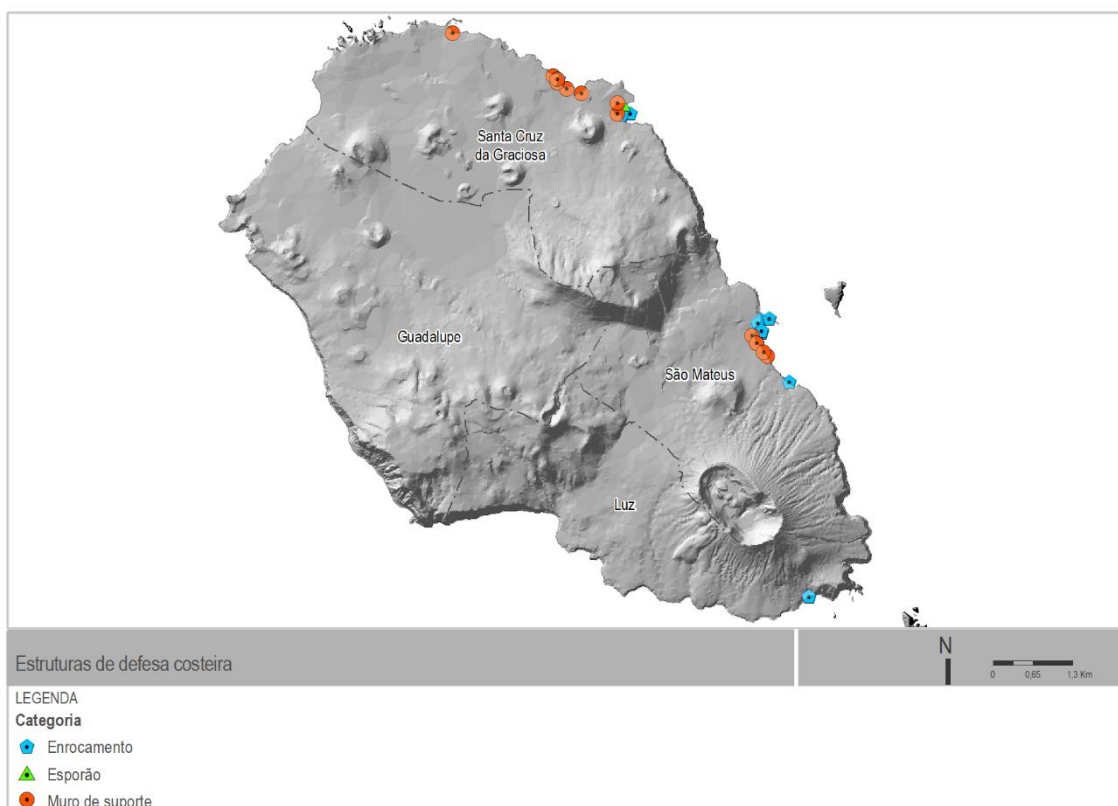


Muro longitudinal vertical – Freguesia de Porto Martins

**Figura 3.78 | Estruturas de defesa costeira nas frentes urbanas de Angra do Heroísmo e da Praia da Vitória.**

### 3.5.3. Graciosa

A ilha da Graciosa as obras de defesa costeira estão localizadas, maioritariamente na zona costeira este, contribuindo decisivamente para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal. Analisando a Figura 3.79, verifica-se que as obras de defesa costeira de maior dimensão [obras de defesa aderente e muros marginais de retenção e de suporte rodoviário] localizam-se no perímetro das freguesias de Santa Cruz da Graciosa e de São Mateus [Figura 3.80].



**Figura 3.79 | Localização das estruturas de defesa costeira na ilha Graciosa.**



Muro longitudinal vertical – Santa Cruz da Graciosa



Muro longitudinal vertical com berma de proteção em enrocamento – Praia

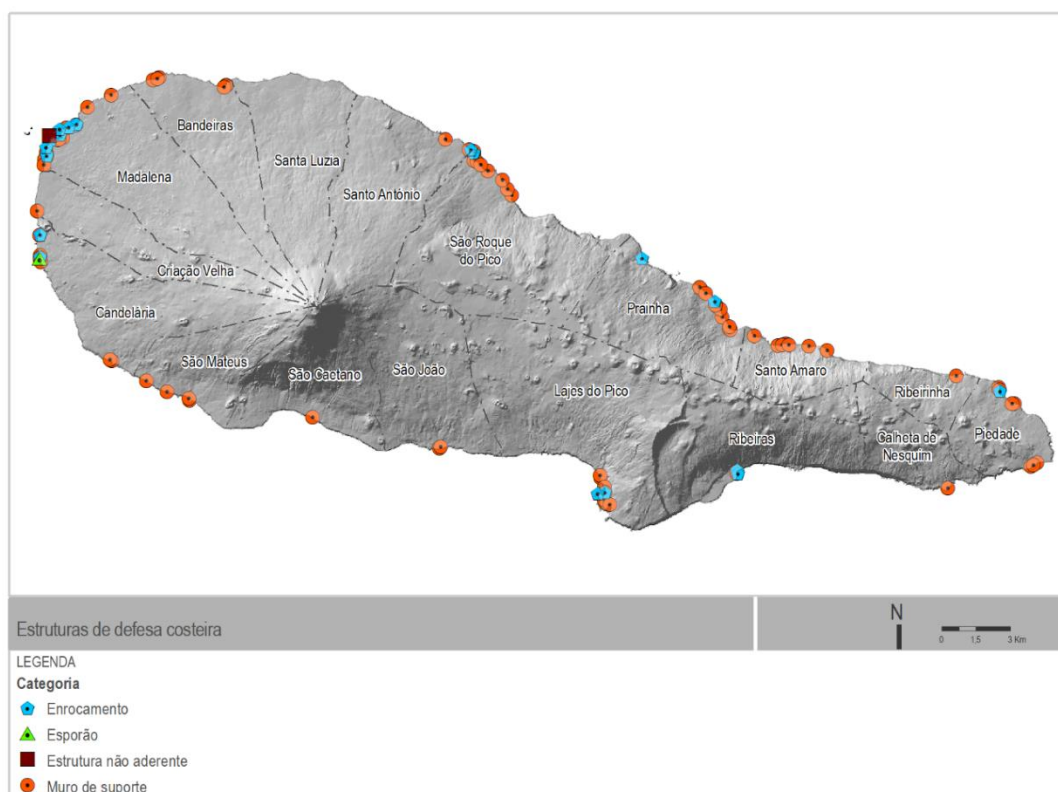


Muro longitudinal vertical com berma de proteção em enrocamento – Carapacho

**Figura 3.80 | Estruturas de defesa costeira na ilha Graciosa.**

#### 3.5.4. Pico

Na Figura 3.81 estão representadas as estruturas de defesa costeira no concelho de São Roque do Pico, que contribuem para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e potenciando a perda da zona intertidal natural. De acordo com os dados analisados e 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] se localizam no perímetro urbano das freguesias de São Roque do Pico, da Praínha e de Santo Amaro [Figura 3.82].



**Figura 3.81 | Localização das estruturas de defesa costeira no concelho de São Roque do Pico.**



Muro longitudinal vertical – Estada Regional, Frente urbana de São Roque



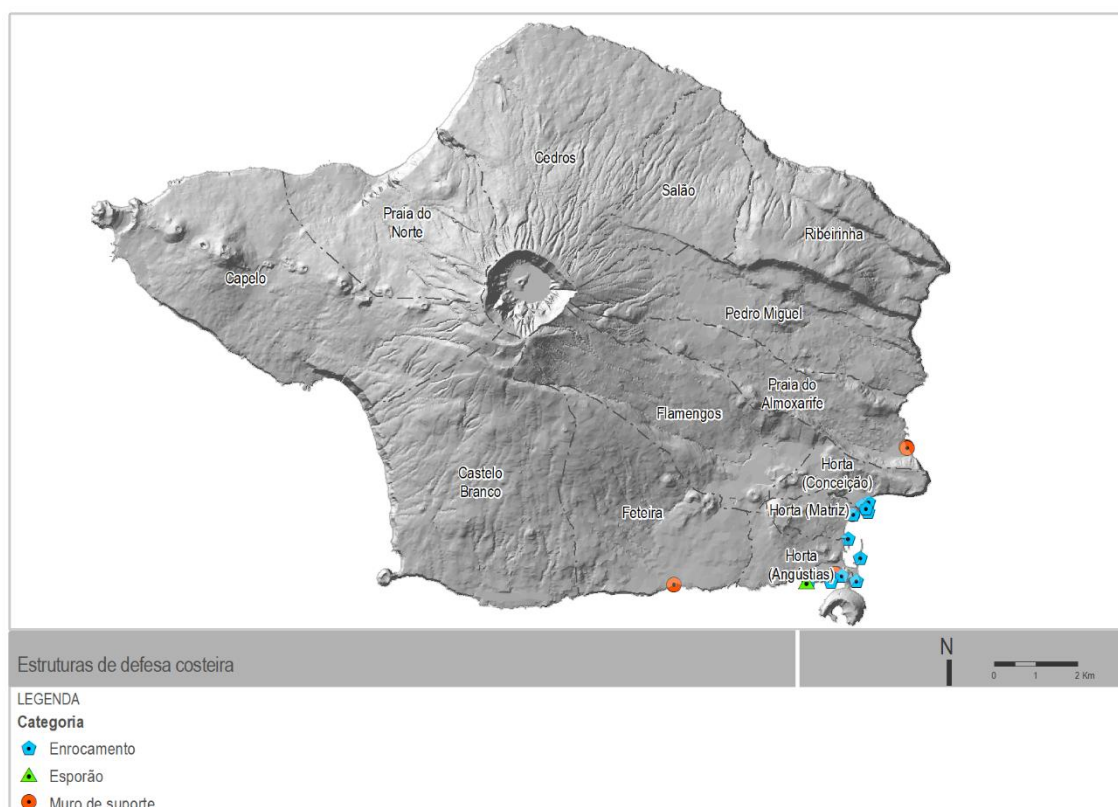
Enrocamento – Praia

Muro longitudinal vertical – Santo Amaro

**Figura 3.82 | Exemplo de estruturas de defesa costeira em frentes urbanas do concelho de São Roque do Pico.**

### 3.5.5. Faial

No Faial, as obras de defesa costeira estão localizadas, maioritariamente, na zona costeira envolvente à cidade da Horta, contribuindo decisivamente para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal. Analisando a Figura 3.83, verifica-se que as obras de defesa costeira de maior dimensão [obras de defesa aderente e muros marginais de retenção e de suporte rodoviário] se localizam no perímetro da sede de concelho do Faial [Figura 3.84].



**Figura 3.83 | Localização das estruturas de defesa costeira na ilha do Faial.**



Muro longitudinal vertical – Antigas termas do Varadouro



Muro longitudinal vertical – Praia de Almocharife



Muro longitudinal vertical com obra aderente em enrocamento destacada – Interior Porto da Horta



Obra aderente em enrocamento – Baía do Proto Pim

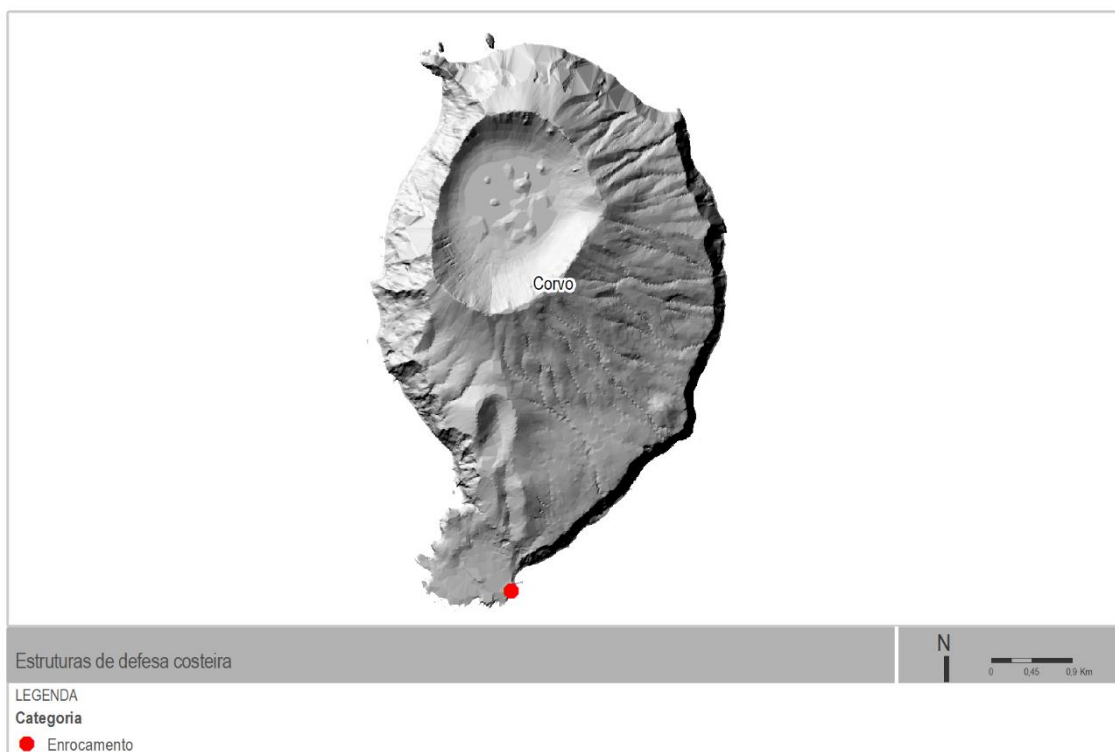


Obra aderente em enrocamento – Entre a Poça da Rainha e Porto da Feteira

**Figura 3.84 | Estruturas de defesa costeira na ilha do Faial.**

### 3.5.6. Corvo

A estrutura de defesa costeira está localizada na faixa interior adjacente ao porto contribuindo para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal [Figura 3.85].



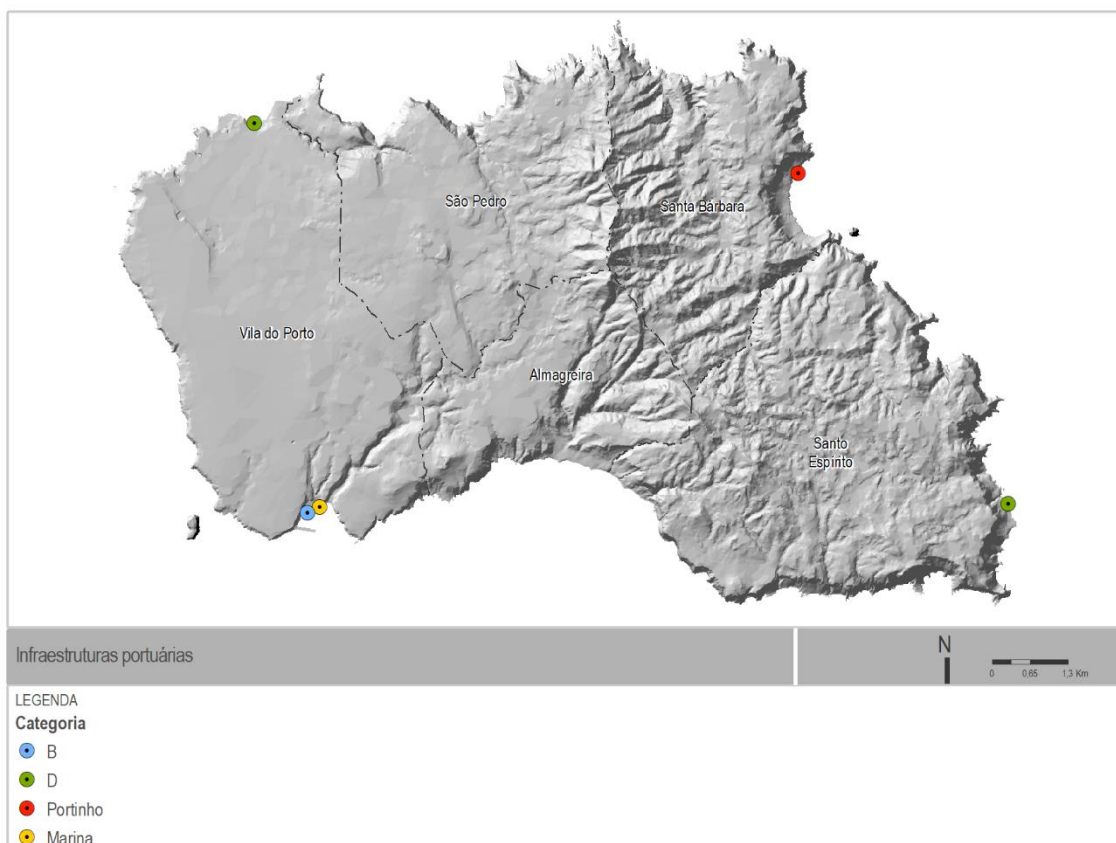
**Figura 3.85 | Localização da estrutura de defesa costeira na ilha do Corvo.**

### 3.6. 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.

#### 3.6.1. Santa Maria

No que diz respeito ao concelho de Vila do Porto, de acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, revogado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 24/2011/A, de 22 de agosto, verifica-se que na área de estudo as infraestruturas portuárias estão classificadas como: Porto de Classe B [1], Portos de Pesca [2; Classe D], em conformidade com a Resolução de Conselho do Governo n.º 209/2023, de 13 de dezembro, retificada pela Declaração de Retificação n.º 12/2023, de 21 de dezembro, e portinhos [1] [que poderá vir a ser classificado em diploma próprio como Classe E], bem como a Marina de Vila do Porto [Figura 3.86 e Figura 3.87].



**Figura 3.86 | Localização das infraestruturas portuárias no concelho de Vila do Porto.**



Porto de Vila do Porto [Classe B]



Marina de Vila do Porto



Porto Anjos [Classe D] – Freguesia de Vila do Porto



Porto Maia [Classe D] – Freguesia de Santo Espírito

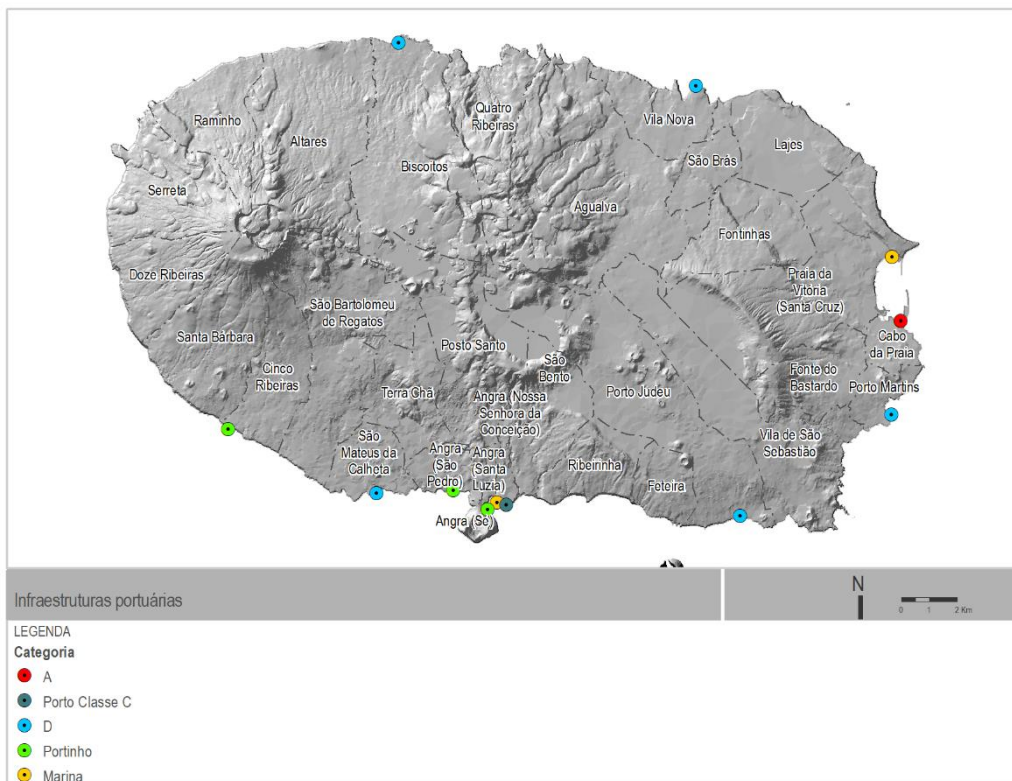


Portinho da Baía de São Lourenço – Freguesia da Santa Bárbara

**Figura 3.87 | Infraestruturas portuárias do concelho da Vila do Porto.**

### 3.6.2. Terceira

As grandes estruturas portuárias na ilha Terceira localizam-se na baía da Praia da Vitória, onde estão localizados dois quebra-mares de grandes dimensões [ $> 600$  m] e 5 esporões, e na baía de Angra do Heroísmo, com quebramar [400 m] sendo classificados como: portos de Classe A e C, respetivamente, e cinco portos de Pesca [classe D; São Mateus; Porto Judeu; Biscoitos; Porto Martins; Vila Nova], segundo a Resolução de Conselho do Governo n.º 209/2023, de 13 de dezembro, retificada pela Declaração de Retificação n.º 12/2023, de 21 de dezembro, duas marinas [Angra e Praia da Vitória] e três portinhos [que poderão vir a ser classificados em diploma próprio como Classe E] [Figura 3.88 e Figura 3.89].



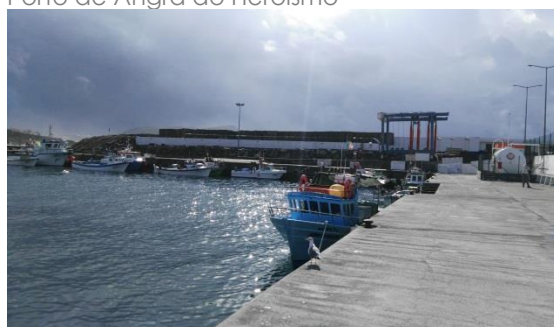
**Figura 3.88 | Localização das infraestruturas portuárias na ilha Terceira.**



Porto de Angra do Heroísmo



Porto da Praia da Vitória



Porto de São Mateus



Porto de pescas de Porto Martins



Porto de pescas de Vila Nova

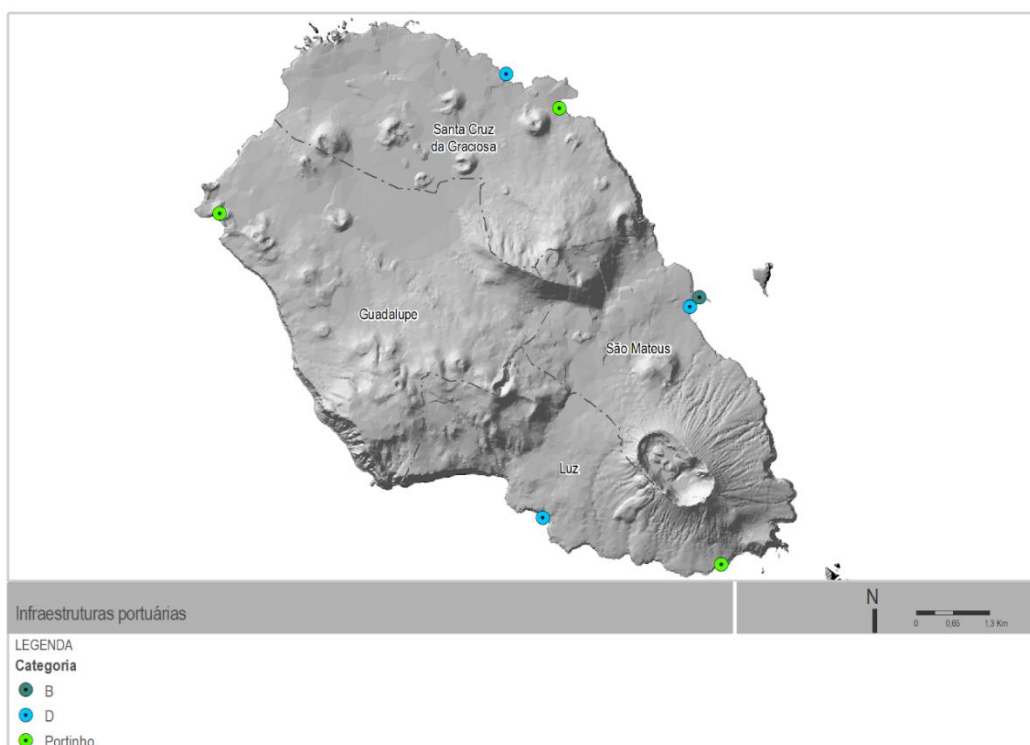


Porto de pescas dos Biscoitos

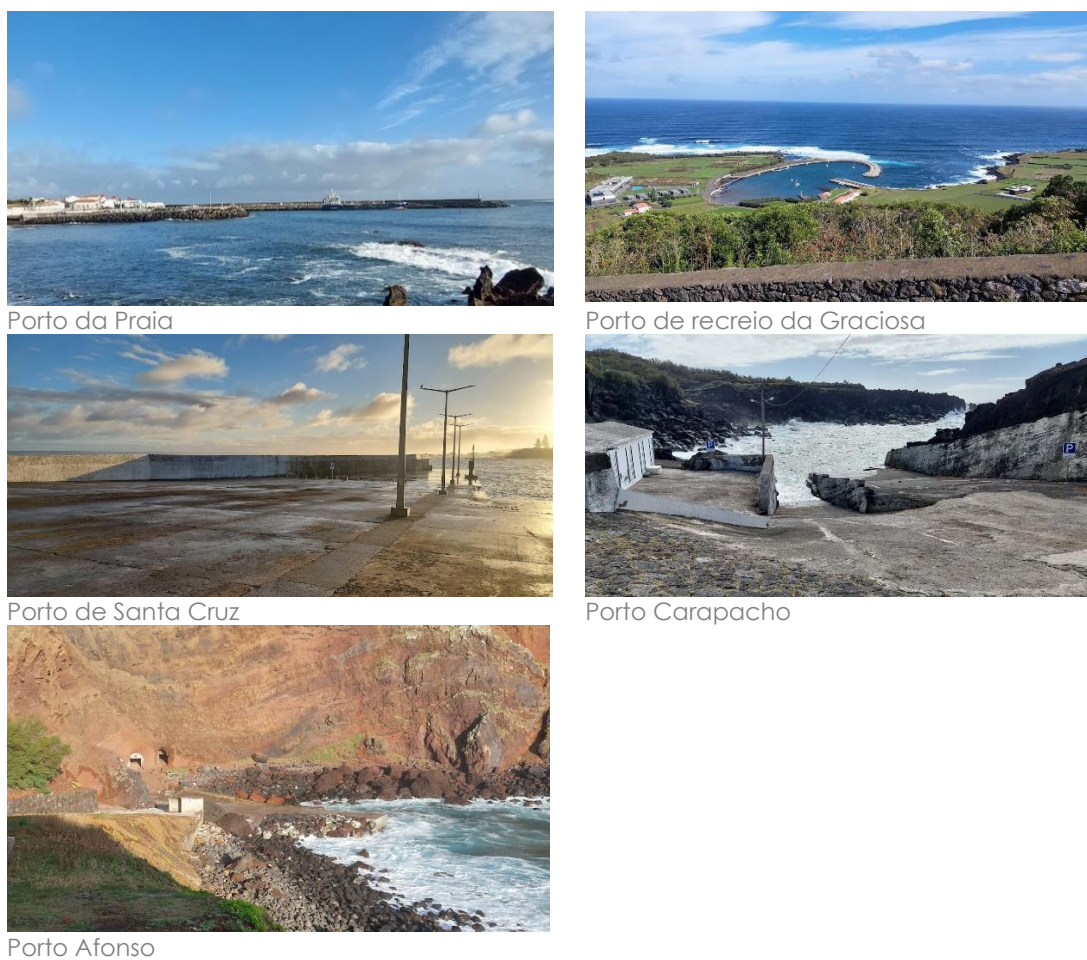
**Figura 3.89 | Infraestruturas portuárias de Angra do Heroísmo e da Praia da Vitória.**

### 3.6.3. Graciosa

Relativamente à ilha da Graciosa verifica-se que as grandes obras portuárias se localizam em São Mateus – Porto da Praia, onde estão localizados dois quebra-mares de grandes dimensões com cerca de 460 m e 260 m comprimento, e Santa Cruz da Graciosa, com um quebramar de maior dimensão com cerca de 110 m de comprimento. De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, revogado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 24/2011/A, de 22 de agosto, verifica-se que na ilha Graciosa estão classificados: o porto da Praia [classe B [área de jurisdição da APTG, SA.]], os portos de Pesca da Folga, Santa Cruz [classe D], de acordo com a Resolução de Conselho do Governo n.º 209/2023, de 13 de dezembro, retificada pela Declaração de Retificação n.º 12/2023, de 21 de dezembro, e os portinhos da Barra, do Carapacho e Afonso [que poderão vir a ser classificados em diploma próprio como Classe E] [Figura 3.90 e Figura 3.91].



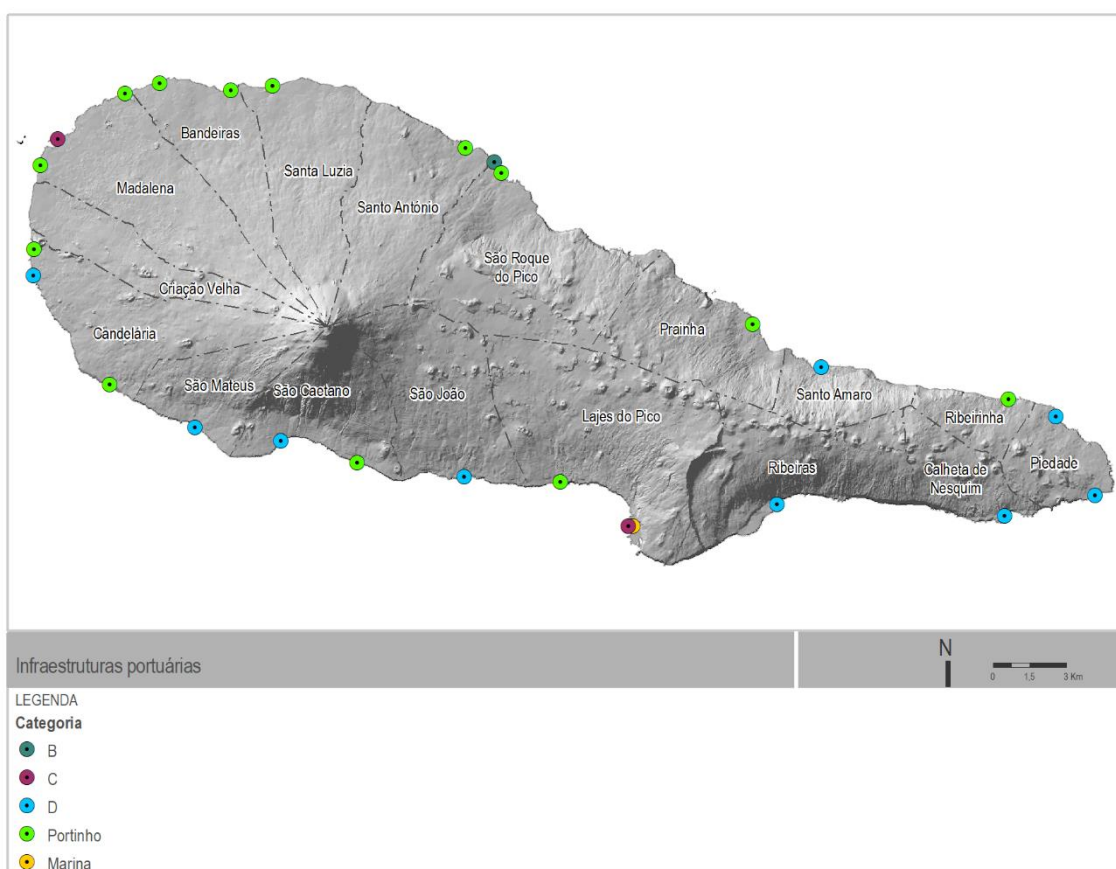
**Figura 3.90 | Localização das infraestruturas portuárias na ilha Graciosa.**



**Figura 3.91 | Infraestruturas portuárias da Graciosa.**

### 3.6.4. Pico

No que diz respeito ao concelho de São Roque do Pico, de acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, revogado 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 São Roque do Pico [classe B], o porto de Santo Amaro [classe D], de acordo com a Resolução de Conselho do Governo n.º 209/2023, de 13 de dezembro, retificada pela Declaração de Retificação n.º 12/2023, de 21 de dezembro, e quatro portinhos[que poderão vir a ser classificados em diploma próprio como Classe E], designadamente o portinho de Santo António, o de São Roque do Pico, o da Prainha e o antigo portinho de Santo Amaro, atualmente zona balnear não vigiada [Figura 3.92 e Figura 3.93].



**Figura 3.92 | Localização das infraestruturas portuárias no concelho de São Roque do Pico.**



Porto de São Roque do Pico



Porto de Santo Amaro



Portinho de Santo António



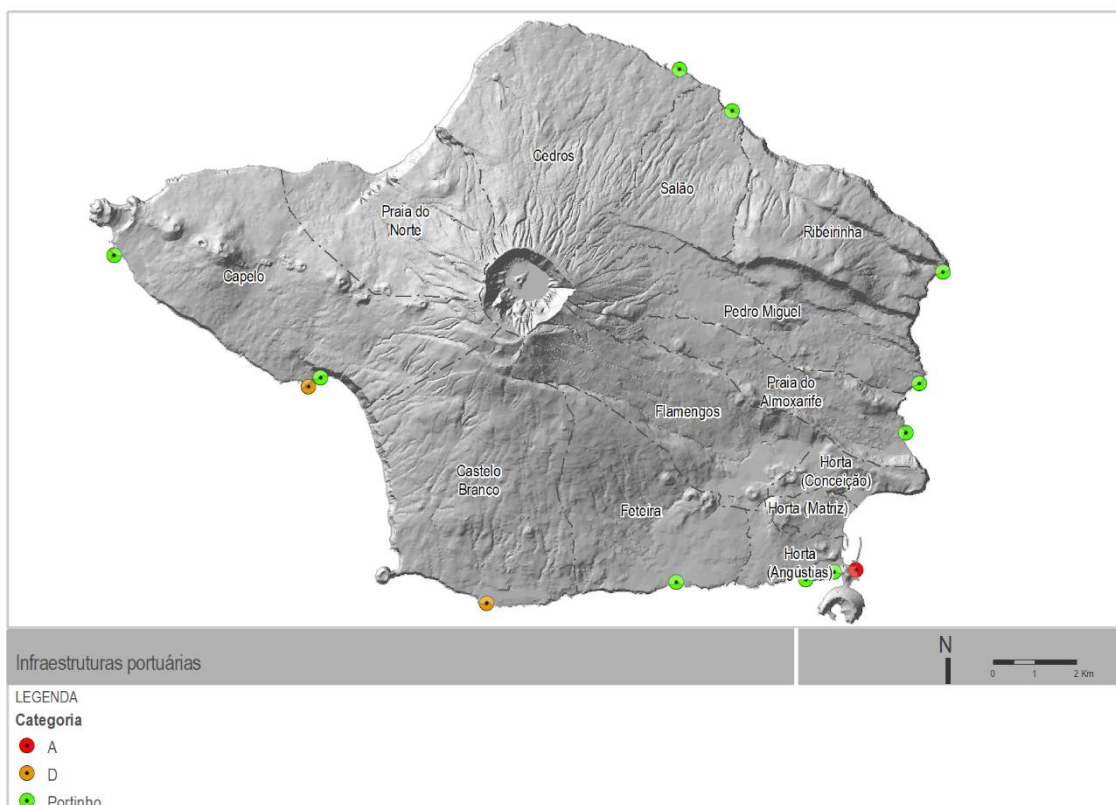
Portinho da Prainha

**Figura 3.93 | Infraestruturas portuárias do concelho de São Roque do Pico.**

### 3.6.5. Faial

Relativamente à ilha do Faial verifica-se que as grandes obras portuárias se localizam na cidade da Horta, onde está localizado um quebramar de grandes dimensões com cerca de 850 m de comprimento.

De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, revogado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 24/2011/A, de 22 de agosto, verifica-se que na ilha do Faial estão classificados: o porto da Horta [classe A]; o porto do Varadouro e Castelo Branco [classe D], segundo a Resolução de Conselho do Governo n.º 209/2023, de 13 de dezembro, retificada pela Declaração de Retificação n.º 12/2023, de 21 de dezembro, e 10 portinhos [que poderão vir a ser classificados em diploma próprio como Classe E]. Em termos globais na ilha do Faial são identificados três portos [3], uma marina [1] e dez portinhos [10] [Figura 3.94 e Figura 3.95].



**Figura 3.94 | Localização das infraestruturas portuárias na ilha do Faial.**



Porto da Horta



Marina da Horta



Portinho da Feteira

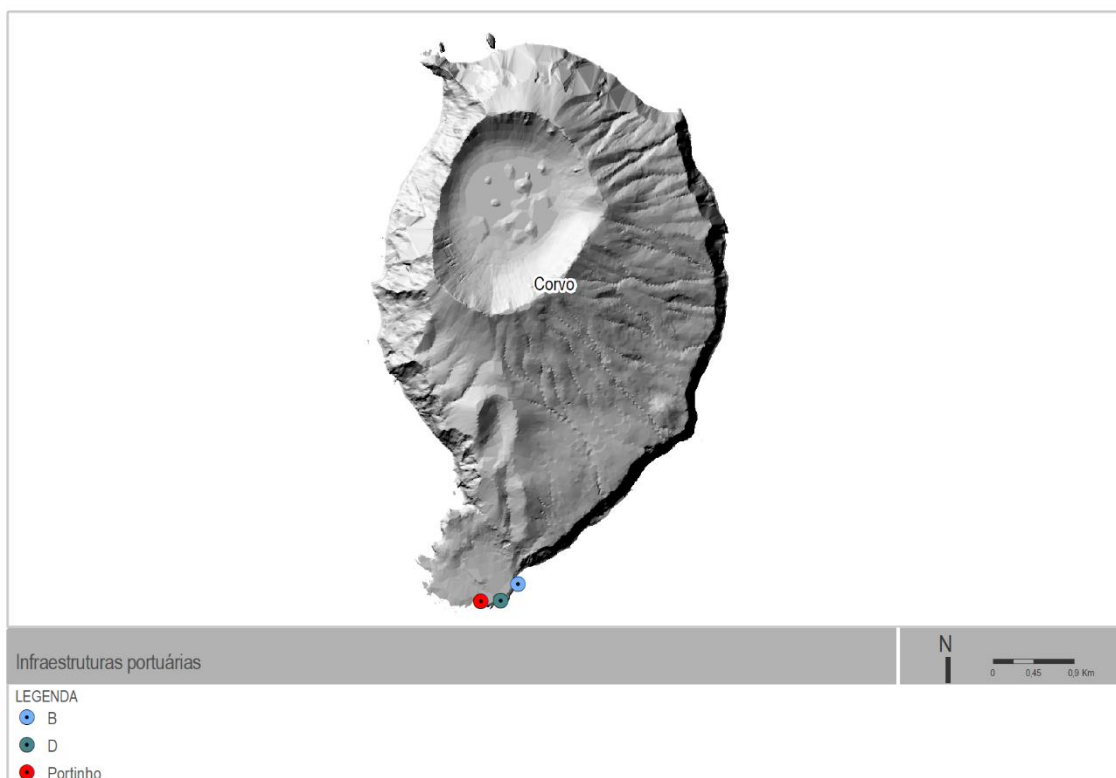


Porto do Varadouro

**Figura 3.95 | Infraestruturas portuárias da ilha do Faial.**

### 3.6.6. Corvo

Na ilha do Corvo, a grande obra portuária localiza-se na Vila do Corvo – Porto da Casa, onde está localizado um quebramar com cerca de 150 m comprimento. De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, revogado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 24/2011/A, de 22 de agosto, na ilha do Corvo estão classificados: o porto da Casa [classe B], de acordo com a Resolução de Conselho do Governo, n.º 209/2023, de 13 de dezembro, retificada pela Declaração de Retificação, n.º 12/2023 de 21 de dezembro, e os portinhos do Boqueirão e Porto Novo [que poderão vir a ser classificados em diploma próprio como Classe E] [Figura 3.96 e Figura 3.97].



**Figura 3.96 | Localização das infraestruturas portuárias na ilha do Corvo.**



Porto da Casa e núcleo de pesca do porto da Casa

**Figura 3.97 | Infraestruturas portuárias da ilha do Corvo.**

## 4. Abordagem Metodológica

De acordo com o Relatório Metodológico apresentado na Fase 1, e de forma a garantir a coerência e a integridade do racional lógico estabelecido para a prestação dos serviços, a abordagem metodológica 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/Faixas Costeiras Suscetíveis de Ocorrência de Galgamentos e/ou Inundações Costeiras;
4. **Apresentação de cartografia e relatório final.**

### 4.1. Determinação e avaliação de zonas/faixas costeiras suscetíveis 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<sup>1</sup>.

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 de agitação consultados/disponíveis e tendo por base a distribuição de Gumbel e de Weibull, para um período de retorno de 100 anos, considerou-se um evento extremo com uma altura significativa da onda de 9 m.

---

<sup>1</sup> Considerando os conceitos:

**Perigosidade [P]** - Probabilidade de ocorrência [avaliada qualitativa ou quantitativamente] de um fenómeno com uma determinada magnitude [a que está associado um potencial de destruição], num determinado período de tempo e numa dada área;

**Suscetibilidade [S]** - pode ser entendida como a probabilidade espacial de ocorrência de um determinado fenómeno numa dada área com base nos fatores condicionantes do terreno, independentemente do seu período de retorno;

**Vulnerabilidade [V]** - Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos vulneráveis, resultante da ocorrência de um fenómeno [natural ou induzido pelo Homem] com determinada magnitude ou intensidade. A vulnerabilidade, V, representa assim o grau de danos ou perdas potenciais num elemento ou conjunto de elementos como consequência da ocorrência de um fenómeno de determinada intensidade. Depende das características do elemento considerado [não do seu valor económico] e da intensidade do fenómeno. O seu valor varia entre 0 [sem danos] e 1 [perda ou destruição total do elemento].

Tendo em consideração as abordagens metodológicas de Coelho [2005] [desenvolvida para a zona centro de Portugal Continental – Ria de Aveiro, com a adequação de parâmetros e respetiva classificação ao contexto da zona costeira dos Açores], 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;
- Geomorfologia [Praias/Tipo de arribas/vertentes costeiras];
- Exposição à ondulação e tempestades;
- Altura de onda significativa;
- Amplitude de maré;
- Subida do nível do mar;
- *Run-up* máximo [Cota máxima de espraçamento];
- 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.

**Tabela 4.1 | Informação necessária para o desenvolvimento do projeto**

Informação	Parâmetros	Observações
Registo histórico de eventos de galgamento e inundação costeira e registo fotográfico	-	Análise da localização dos galgamentos, dano provocado e probabilidade de ocorrência.  Os registos disponibilizados foram apresentados no Relatório de Caracterização de Diagnóstico, salientando-se que a primeira ocorrência com registo disponibilizada é de 2005, 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]. Verifica-se ainda que para as ilhas do Corvo e da Graciosa não foram apresentados registos.
Registo histórico de eventos extremos [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.

Informação	Parâmetros	Observações
Topografia local [escala 1:1000] [para os troços de costa alvos do estudo]		-
Modelo Digital do Terreno	Topografia; Declive; Exposição da costa à agitação	Dados topográficos de elevada qualidade e resolução, mas não referenciados à superfície do geóide [Datum] [nível médio das águas do mar - NMAM], levando a um conjunto de procedimentos adicionais. A linha de base considerada foi a linha limite ilha da CAOP 2022, com exceção da ilha de Santa Maria que a linha utilizada foi a linha limite da cartografia homologado do município de Vila do Porto.  De salientar que na zona costeira dos Capelinhos, tendo por base ortofotomapas atuais, verificou-se um grande recuo da linha de costa devido à elevada erosão costeira nessa área. Assim foi acordado na 14/12/2023 com a DROTRH que a linha de costa seria ajustada considerando a linha de costa dos ortofotomapas atuais. Foi também acordado o ajustamento da linha de costa com a inclusão do terminal de passageiros da Horta.
Batimetria local	Transformação da agitação zona costeira	Dados batimétricos com resolução espacial reduzida não representando a realidade local, dificultando o estudo da aproximação da agitação à costa.
	Transformação da agitação zona costeira e interior da Baía da Praia da Vitória	Dados batimétricos de elevada resolução espacial no exterior da baía [a partir da batimétrica -30m] e interior da baía na zona portuária, acesso à marina. A restante baía com batimetria até à batimétrica -10 m.
Fotografia aérea/ imagens de satélite de elevada resolução	-	Avaliação da COS.A/ 2018.
Geomorfológica	Definição dos parâmetros distância à linha de costa	Foi efetuada uma avaliação geomorfológica simplificada das áreas costeiras considerando apenas arribas e praias arenosas.
Cadastro de obras de defesa costeira e respetiva caracterização 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 <i>run-up</i> .
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.  Por outro lado, dada a dinâmica de ocupação do solo foi revista a classe de ocupação do solo tendo sido ajustada à classe de ocupação do solo atual.

Informação	Parâmetros	Observações
Séries temporais de agitação marítima	Análise da altura significativa da onda; Período máximo e rumo dominante da agitação; <i>Run-up</i>	Utilizados trabalhos académicos e dados de Copernicus Marine Services [ <a href="https://marine.copernicus.eu/">https://marine.copernicus.eu/</a> ], Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS], 2012-2023. 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; <i>Run-up</i>	Não existe informação.
Subida do nível do mar	<i>Run-up</i> - Distância vertical entre o nível máximo do espraçamento e o nível médio do mar num dado instante.	Subida do nível do mar CIMP6, prevista para o cenário SSP5 – 8.5 do Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], para o período 2081-2100, 0,7m.
Linha de Costa	Determinação da distância à linha de costa: 10m, 20m, 30m, 100m e >100m.	A linha de base considerada a linha limite ilha da CAOP 2022.

#### 4.1.1. Zonas/faixas de vulnerabilidade de galgamentos e inundações costeiras de Santa Maria, Terceira, Faial, Pico, Graciosa e Corvo

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];
- >15 - 25 m – classificada como baixa [2];
- >10 – 15 m – classificada como moderada [4];
- >5 - 10 m – 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:

- $>60^\circ$  – classificado como muito baixo [0];
- $>40^\circ - 60^\circ$  – classificado como baixo [2];
- $>20^\circ - 40^\circ$  – classificado como moderado [4];
- $>10^\circ - 20^\circ$  – classificado como alto [6];
- $\leq 10^\circ$  – classificado como muito alto [8].

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

Na presente avaliação, para cada uma das áreas em estudo, foram avaliados os rumos dominantes da agitação e atribuídos os fatores de ponderação de acordo com os rumos dominantes, a orientação da linha de costa e a orientação batimétrica, conforme apresentado na Tabela 4.2. 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 4.2 | Rumos/Direção da agitação consideradas e respetiva ponderação, utilizadas na determinação de faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira.**

Local	Rumo/ Direção [°]							
	N [337,5- 22,5]	NE [22,5-66,5]	E [66,5- 112,5]	SE [112,5-157,5]	S [157,5-202,5]	SW [202,5-247,5]	W [247,5-297,5]	NW [297,5- 337,5]
	Santa Maria							
Sma_sul	4	4	2	2	6	6	8	8
Sma_este	8	6	4	4	2	4	6	8
Sma_norte	8	4	0	0	0	0	6	8
Sma_oeste	4	0	0	0	2	6	8	8
	Terceira [concelho de Angra do Heroísmo]							
Ter norte	8	8	6	0	0	0	0	6
Ter oeste	6	0	0	0	6	8	8	8
Ter sul	0	0	8	8	8	8	8	8
	Graciosa							
Gra_sul e oeste	4	0	0	0	4	6	8	8
Gra_norte e este	8	2	2	0	0	0	2	8
	Pico [São Roque]							

Local	Rumo/ Direção [°]							
	N [337,5- 22,5]	NE [22,5-66,5]	E [66,5- 112,5]	SE [112,5-157,5]	S [157,5-202,5]	SW [202,5-247,5]	W [247,5-297,5]	NW [297,5- 337,5]
São Roque	8	6	4	0	0	0	2	6
	Faial							
Fai_sul e oeste	2	0	0	0	4	6	8	8
Fai_norte e este	8	4	4	0	0	0	4	8
	Corvo							
Cor_sul e oeste	2	0	0	2	4	6	8	4
Cor_norte e este	8	2	2	0	0	2	8	8

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 trabalhos científicos.

Nesta medida, com base na informação analisada das boias *in situ* de Santa Maria, Terceira, Graciosa, Faial/Pico, e Flores, de acordo com a distribuição de Gumbel e de Weibull, considerou-se para todas as ilhas um período de retorno de 100 anos, conceito associado a uma probabilidade de ocorrência baixa, mas a eventos extremos de elevada intensidade, para uma altura de onda significativa de 9m e períodos entre os 10-13s.

Recorrendo a diferentes formulações, designadamente as de Holman, 1986; Mase, 1989; Stockdon *et al.*, 2006; e Teixeira, 2009, estimou-se o *run-up* máximo [Tabela 4.3].

**Tabela 4.3 | 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]	Subida nível do mar [CMIP6] [m]	Mase [1989] / [m]	Holman [1986] / [m] [agitação ao largo]	Stockdon <i>et al.</i> , [2006] / [m] [ $\xi \geq 0.3$ ]	Teixeira [2009]	Média [m]
10	9	2	0,5	0,7	21,3	13,3	13,2	14,0	15,5
11	9	2	0,5	0,7	22,6	14,2	14,2	15,1	16,5
12	9	2	0,5	0,7	23,8	15,0	15,2	16,2	17,6
13	9	2	0,5	0,7	25,0	15,8	16,2	17,3	18,6

Nota:  $\xi$  – número de Iribarren

Ao valor obtido foi adicionado o valor de preia-mar de águas-vivas, 2m, a sobrelevação da maré meteorológica, 0,5m e a subida do nível do mar prevista para o cenário SSP5 – 8.5 do *Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC], para o período 2081-2100, 0,7m. Com base nos valores obtidos foi atribuída uma classificação ao *run-up* com base na cota máxima:

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

No que toca à área inundada, o seu cálculo 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];
- >30 – 100 m – classificada como baixa [2];
- >20 – 30 m – classificada como moderada [4];
- >10 – 20 m – classificada como alta [6];
- ≤10m – classificada como muito elevada [8].

No que diz respeito às estruturas de defesa costeiras, a sua função é a proteção da costa e, conseqüentemente, 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 30m 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 como elevada [6];
- Faixas adjacentes [com 30 m de largura] às estruturas de defesa costeira e infraestruturas portuárias localizadas no interior de áreas portuárias e zona costeira com uma cota inferior a 15m – classificada como moderada [4];

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].

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 Secção 4.2.

#### 4.1.2. Zonas/faixas de vulnerabilidade de galgamentos e inundações costeiras na Baía da Praia da Vitória e envolvente [Áreas edificadas nas sedes de concelho]

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 e fotografia aérea, análise de mapas de tipologia costeira e cartas topográficas, bem como geoprocessamento em aplicações de cartografia digital. De salientar que os parâmetros *run-up* e topografia apresentam uma classificação distinta de acordo a área de estudo considerada dada a altura de onda significativa utilizada ser diferente.

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 [Coelho, 2005]:

Área de Estudo “Zona Costeira”:

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

Área de Estudo “Baía”

- >12,5m – classificada como muito baixa [0];
- > 7,5 12,5 m – classificada como baixa [2];
- > 5 - 7,5 m – classificada como moderada [4];
- > 2,5 - 5 m – classificada como elevada [6];
- ≤2,5m – classificada como muito elevada [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:

- >60° – classificado como muito baixo [0];
- -> 40° - 60° – classificado como baixo [2];
- >20° - 40° – classificado como moderado [4];
- > 10° - 20° – classificado como elevado [6];
- ≤10° – classificado como muito elevado [8].

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

Neste estudo foram avaliados os rumos dominantes da agitação, tendo em consideração a relação ao rumo dominante, à orientação da zona costeira e

à orientação batimétrica da zona costeira da ilha Terceira, sendo atribuídos fatores de ponderação para cada uma das áreas de acordo com as orientações consideradas dominantes, conforme apresentado na Tabela 4.4. 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 4.4 | Rumos/Direção da agitação consideradas e respetiva ponderação, utilizadas na determinação de faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira.**

Local	Rumo/ Direção [°]							
	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- 297,5]	NW [297,5- 337,5]
Costa norte	8	8	6	0	0	0	0	6
Costa este	8	8	8	6	6	0	0	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], *in situ* da boia Terceira [2012-2023] e em trabalhos científicos.

Nesta medida, para a “Zona Costeira” com base na informação analisada da boia ondógrafo da Terceira, de acordo com a distribuição de Gumbel e de Weibull, considerou-se um período de retorno de 100 anos, conceito associado a uma probabilidade de ocorrência baixa, mas a eventos extremos de elevada intensidade, para uma altura de onda significativa de 9m e períodos entre os 10-13s. Para a “Baía” base em Poseiro *et al.*, 2014 e 2018, considerou-se uma altura de onda significativa de 4m e tendo em conta os mesmos períodos entre os 10-13s.

Recorrendo a diferentes formulações, designadamente as de Holman, 1986; Mase, 1989; Stockdon *et al.*, 2006; e Teixeira, 2009, estimou-se o *run-up* máximo [Tabela 4.5].

**Tabela 4.5 | 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]	Subida nível do mar [CMIP6] [m]	Mase [1989] / [m]	Holman [1986] / [m] [agitação ao largo]	Stockdon <i>et al.</i> , [2006] / [m] [ $\xi \geq 0.3$ ]	Teixeira [2009]	Média [m]
“Zona Costeira”									

Parâmetros de base					Run-up máximo				
T [s]	Hs [m]	Preia-Mar [m]	Sobrelevação [m]	Subida nível do mar [CMIP6] [m]	Mase [1989] / [m]	Holman [1986] / [m] [agitação ao largo]	Stockdon <i>et al.</i> , [2006] / [m] [ $\xi \geq 0.3$ ]	Teixeira [2009]	Média [m]
10	9	2	0,5	0,7	21,3	13,3	13,2	14,0	15,5
11	9	2	0,5	0,7	22,6	14,2	14,2	15,1	16,5
12	9	2	0,5	0,7	23,8	15,0	15,2	16,2	17,6
13	9	2	0,5	0,7	25,0	15,8	16,2	17,3	18,6
<b>"Baía"</b>									
10	4	2	0,5	0,7	8,0	5,8	5,8	5,6	6,3
11	4	2	0,5	0,7	8,4	6,0	6,1	5,8	6,6
12	4	2	0,5	0,7	8,7	6,2	6,3	6,0	6,8
13	4	2	0,5	0,7	9,0	6,4	6,6	6,3	7,1

Nota:  $\xi$  – número de Iribarren

Ao valor obtido foi adicionado o valor de preia-mar de águas-vivas, 2m, a sobrelevação da maré meteorológica, 0,5m e a subida do nível do mar prevista para o cenário SSP5 – 8.5 do Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], para o período 2081-2100, 0,7m. Com base nos valores obtidos foi atribuída uma classificação ao *run-up* com base na cota máxima:

#### Área de Estudo "Zona Costeira"

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

#### Área de Estudo "Baía"

- >10m – classificada como muito baixa [0];
- > 7,5 – 10 m – classificada como baixa [2];
- > 5 - 7,5 m – classificada como moderada [4];
- > 2,5 – 5 m – classificada como elevada [6];
- <2,5 – classificada como muito elevada [8].

No que toca à área inundada, o seu cálculo 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];
- > 30 - 100 m – classificada como baixa [2];
- > 20 - 30 m – classificada como moderada [4];
- > 10 - 20 m – classificada como elevada [6];
- ≤10m – classificada como muito elevada [8].

No que diz respeito às estruturas de defesa costeiras, a sua função é a proteção da costa e, conseqüentemente, 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 como **elevada [6]**;
- Faixas adjacentes às estruturas de defesa costeira e infraestruturas portuárias localizadas no interior de áreas portuárias – classificada como **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].

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

- [0 - <1] – Nula;
- [1 - <3] – Baixa;
- [3 - <5] – Moderada;
- [ $\geq 5$ ] – Elevada.

Estes quatro níveis de vulnerabilidade são apresentados cartograficamente na Secção 5.2 e Anexo I.

#### 4.1.3. Zonas/faixas de risco de galgamentos e inundações costeiras

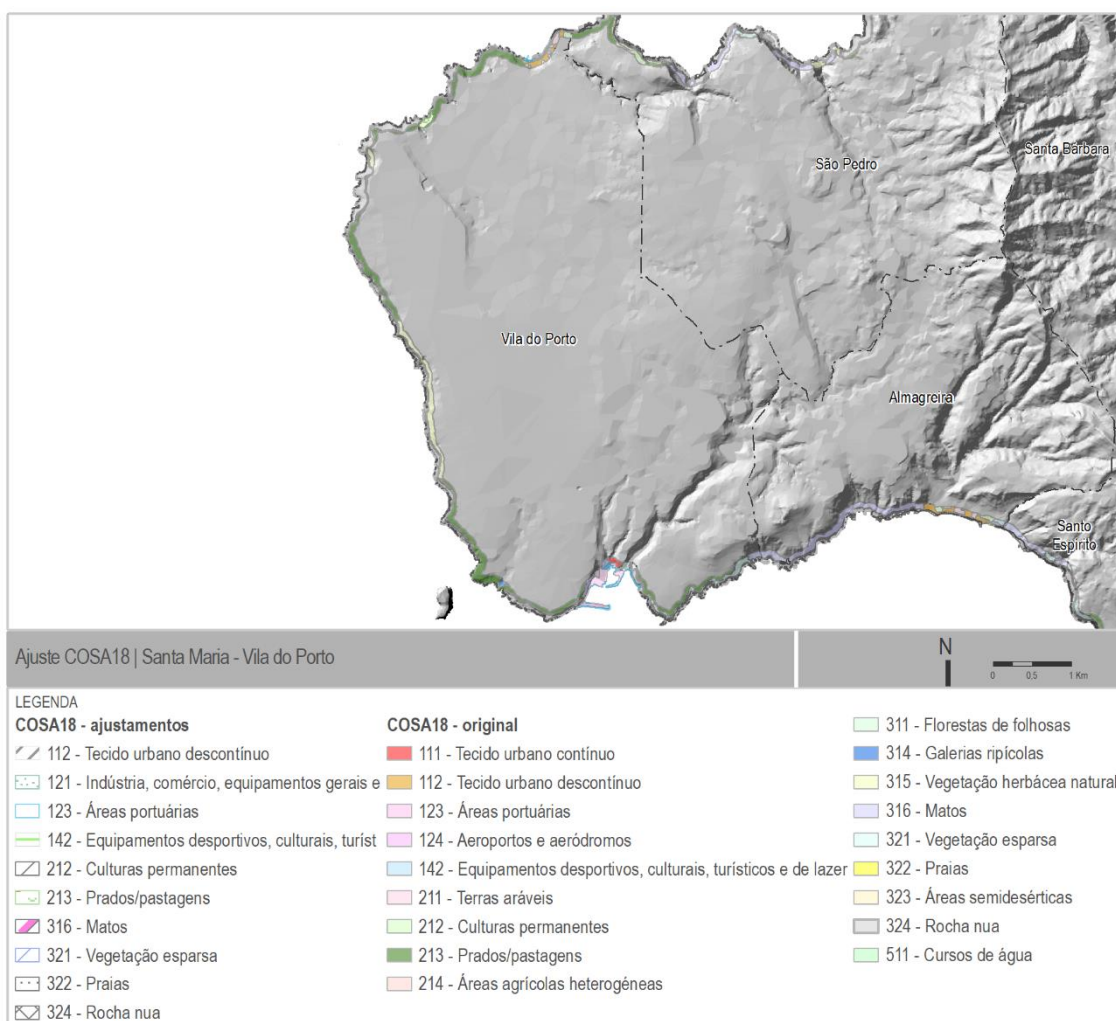
Para a determinação de zonas/faixas de risco de galgamentos e inundações costeiras, para as áreas em análise foram considerados os parâmetros de exposição, considerando e adaptando a metodologia de Coelho [2005], tendo em consideração quatro grupos:

- **Exposição humana** – Quantificada em função da densidade populacional das áreas em estudo. Áreas de maior densidade populacional 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].

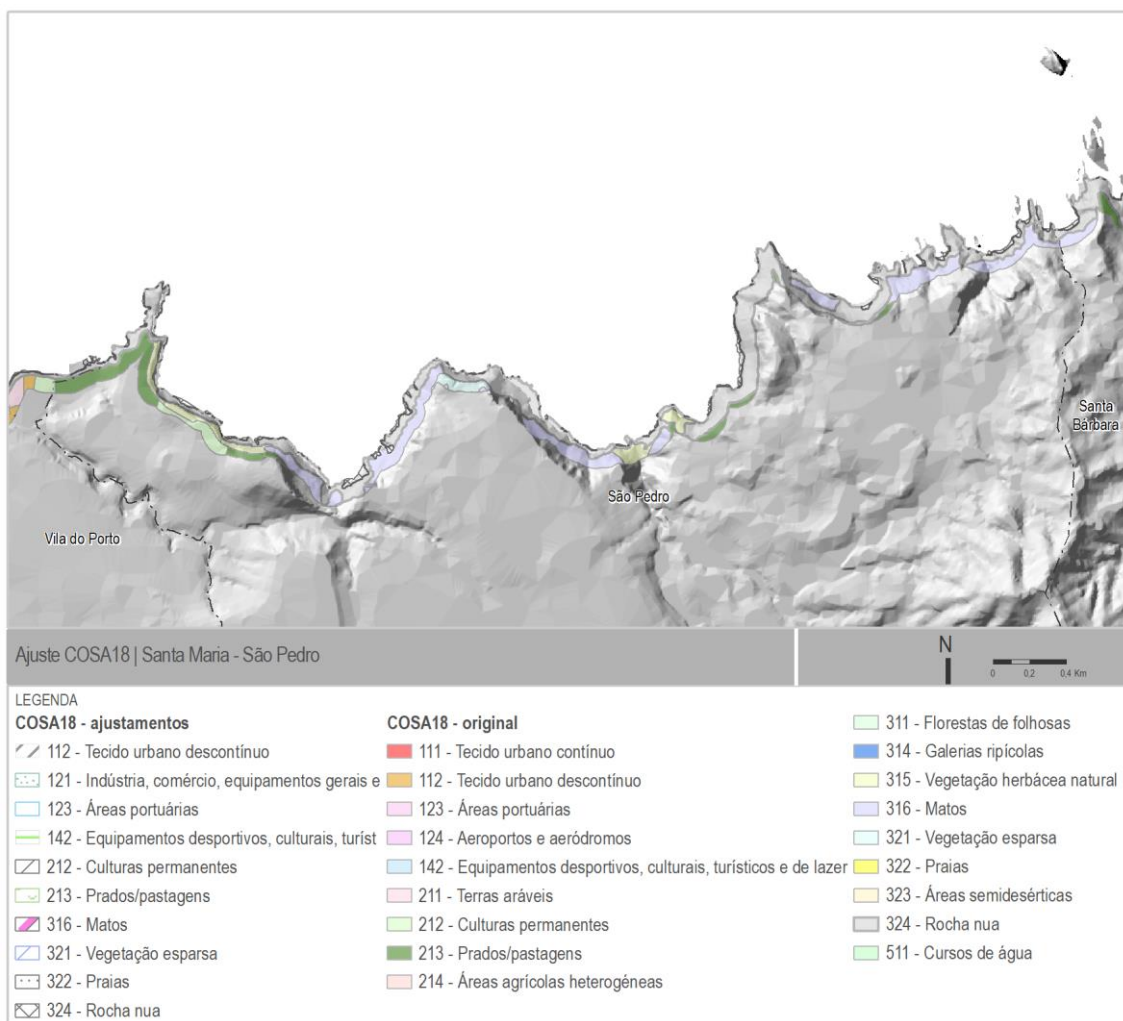
Para o efeito foi utilizado o ARCGIS, recorrendo às funções cálculo de álgebra matricial, obtendo faixas de risco para os cenários considerados, representados em mapas.

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/2018], obtendo-se as zonas/faixas de risco. De referir que dada a dinâmica de uso do solo observada nas áreas em estudo no decorrer do trabalho de campo, foi efetuado uma avaliação das classes de ocupação de solo que constam da COS.A/2018, complementada com fotointerpretação de imagens de satélite. Desta avaliação a Equipa Técnica constatou a necessidade de alterar a classe de uso de solo e/ou de realizar o ajustamento da delimitação/polígono da respetiva classe em algumas das áreas em estudo, sendo designada doravante COSA18 - ajustamentos. Esses ajustamentos são apresentados nas figuras seguintes.

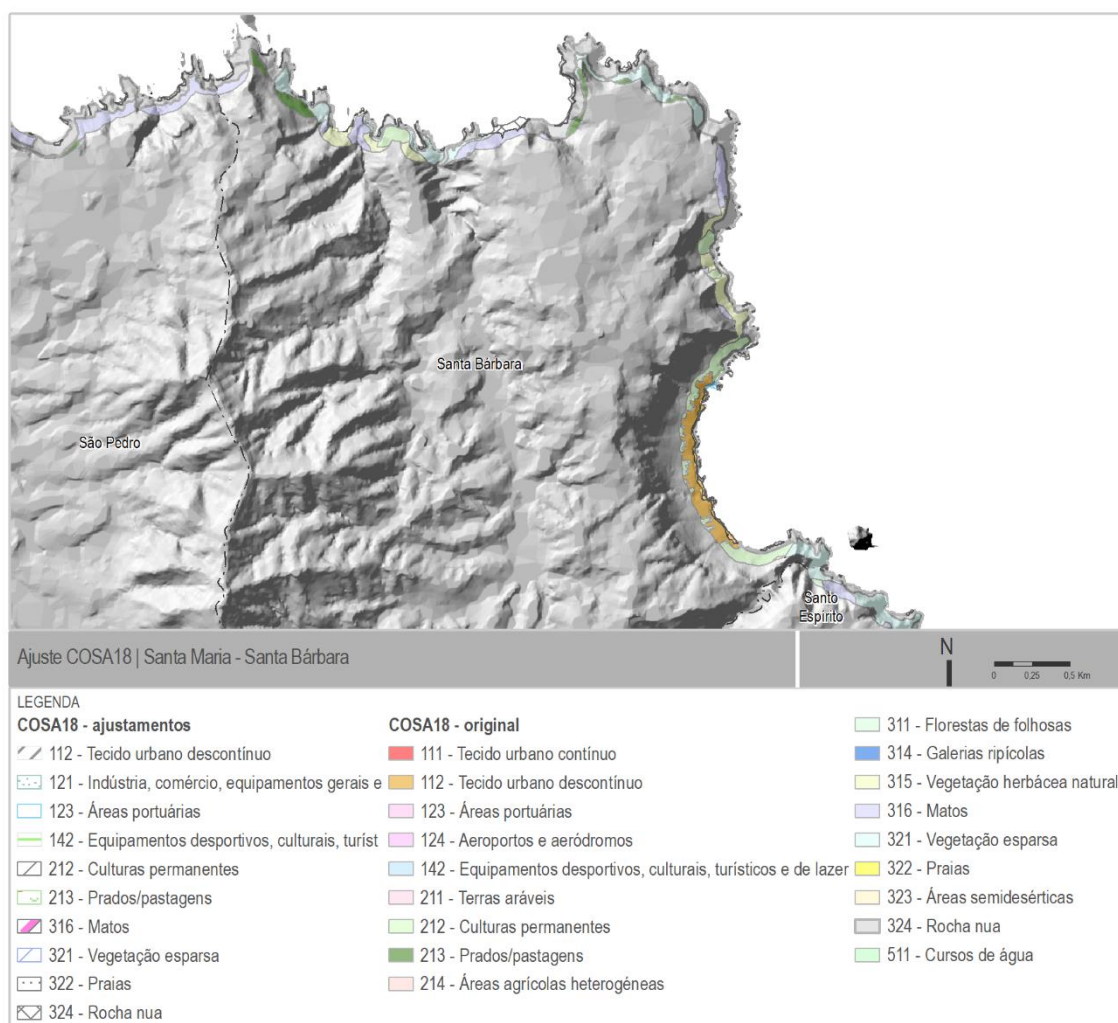
#### 4.1.3.1. Santa Maria



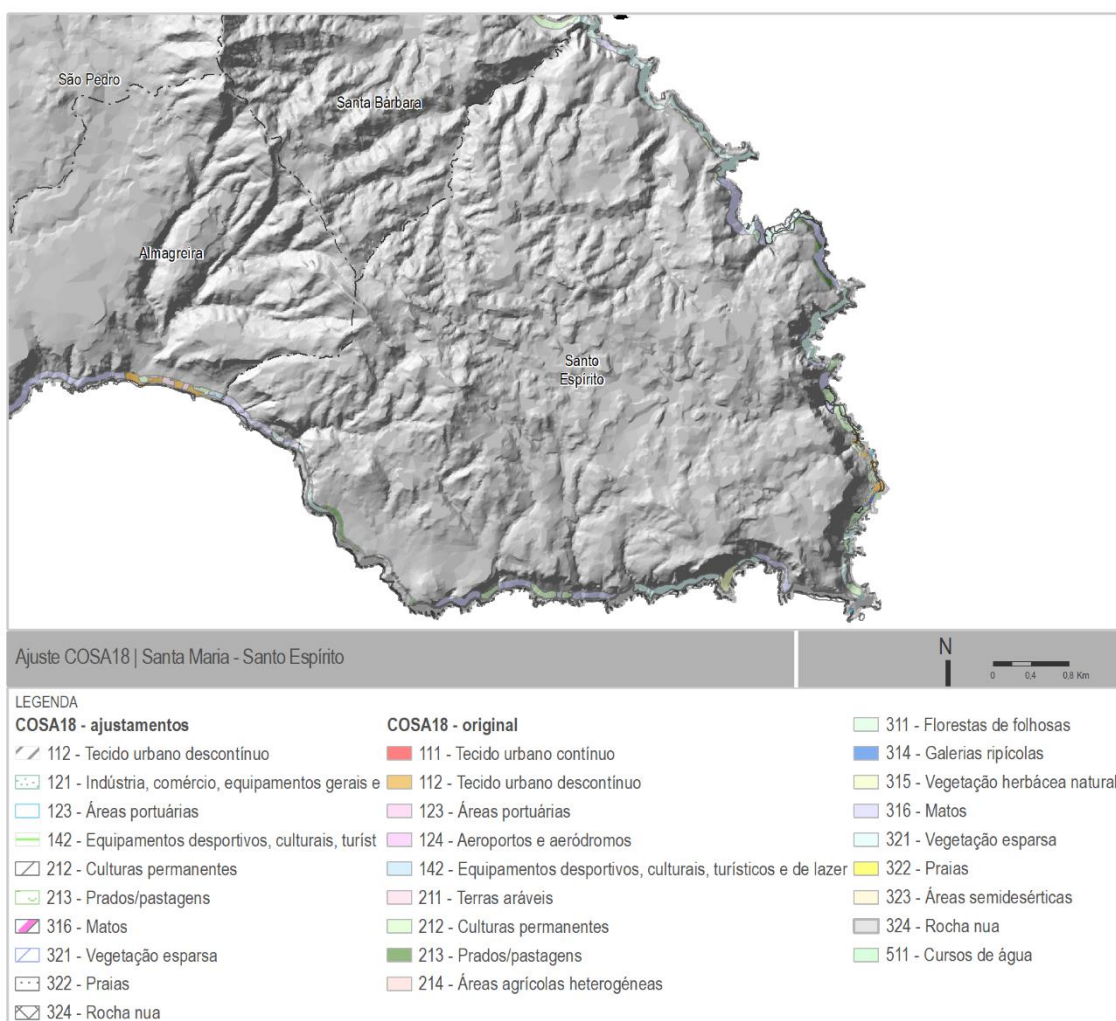
**Figura 4.1 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Vila do Porto – nível 3.**



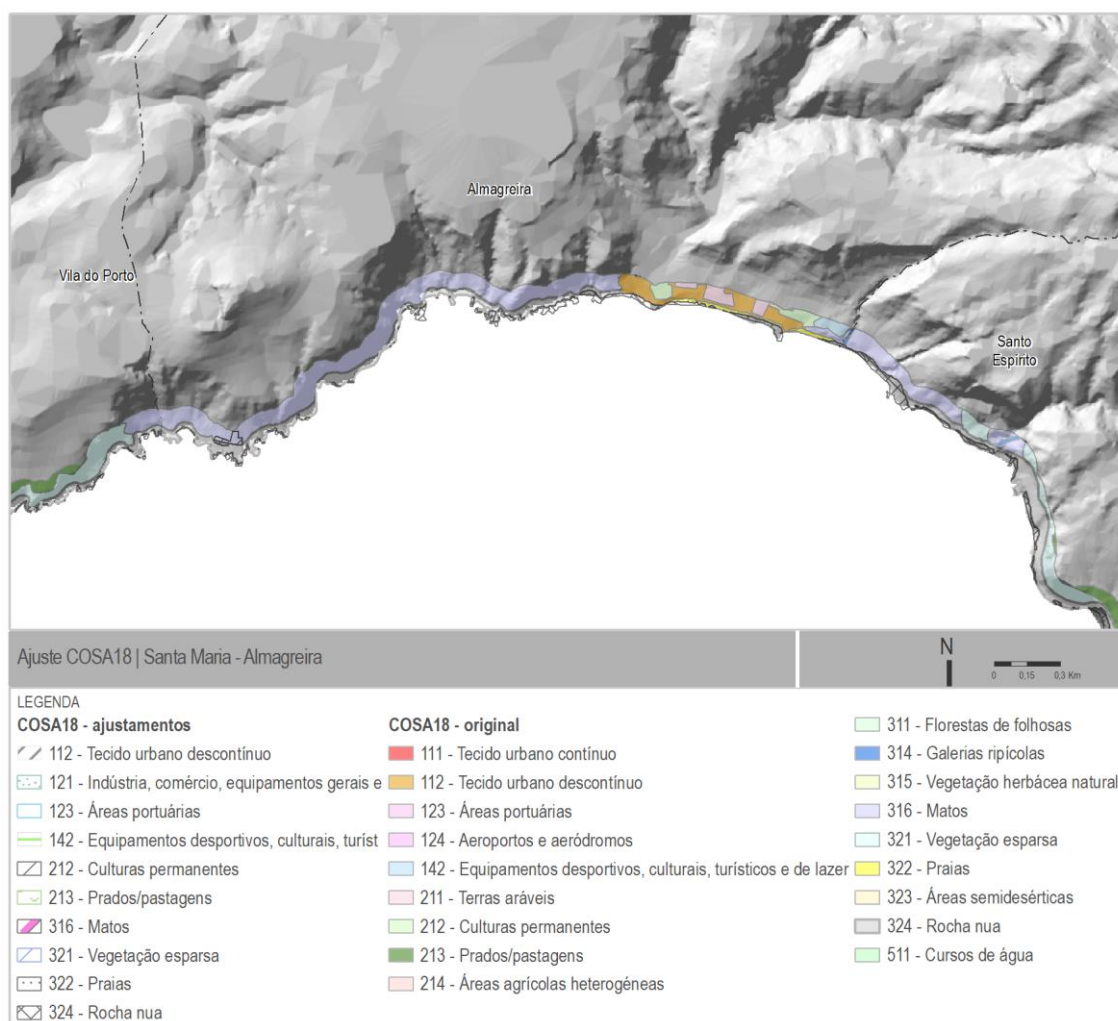
**Figura 4.2 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de São Pedro – nível 3.**



**Figura 4.3 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Santa Bárbara – nível 3.**

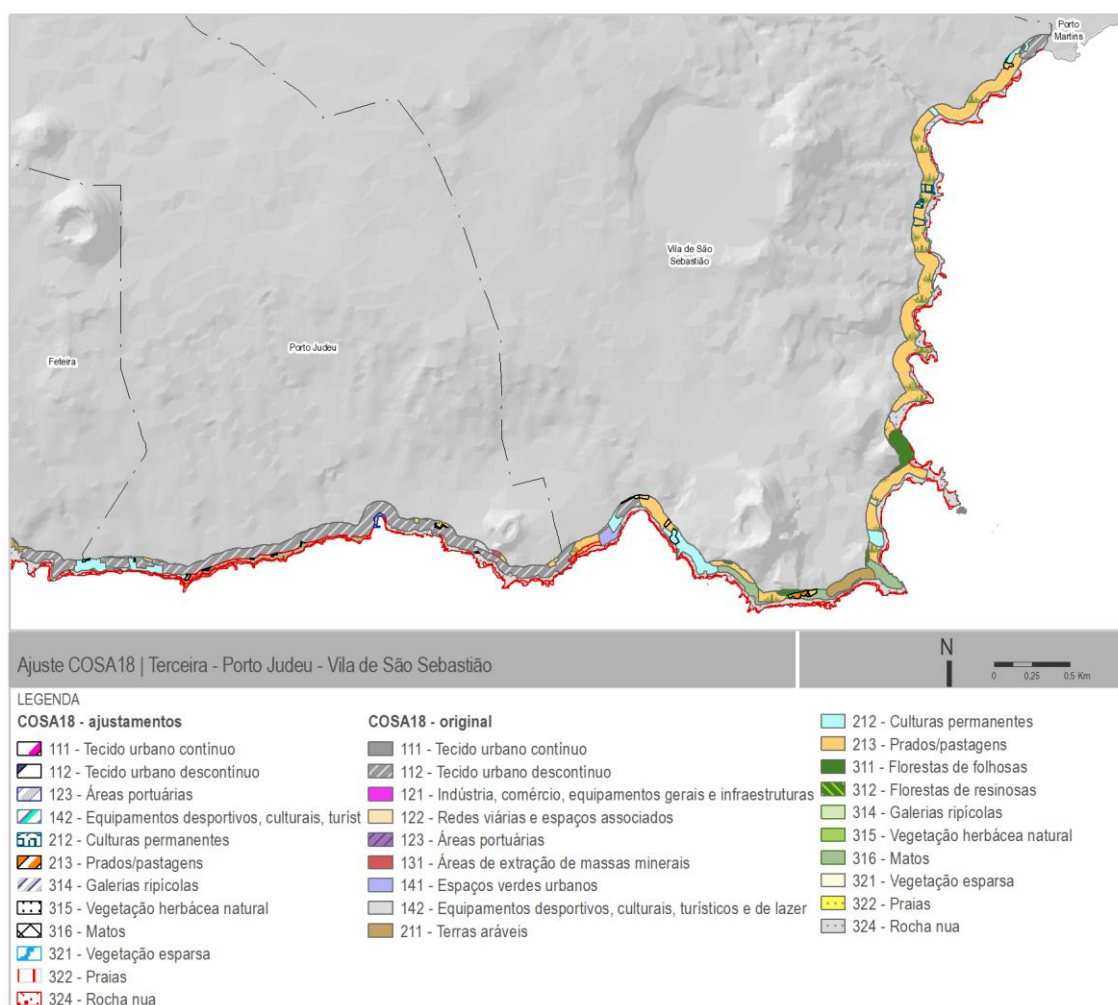


**Figura 4.4 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Santo Espírito – nível 3.**

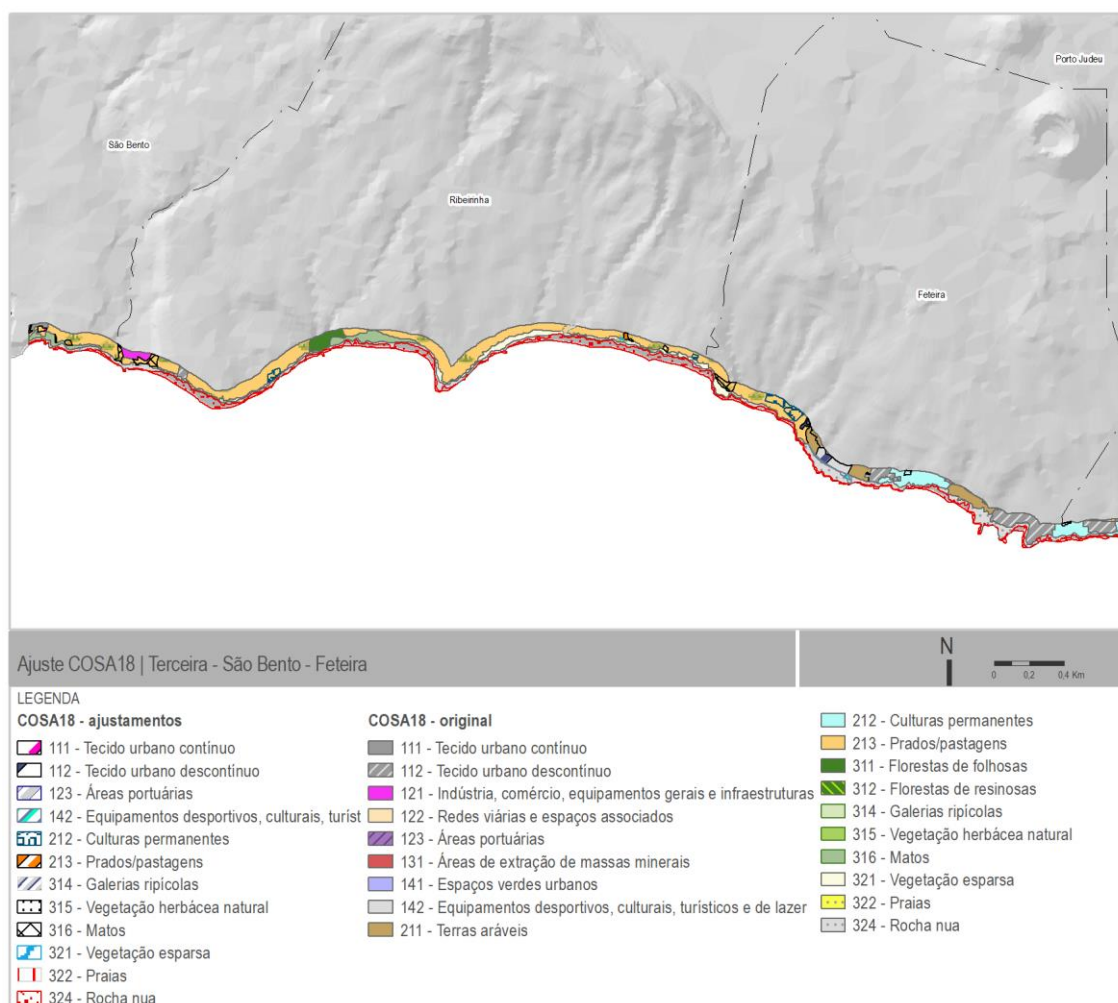


**Figura 4.5 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Almagreira – nível 3.**

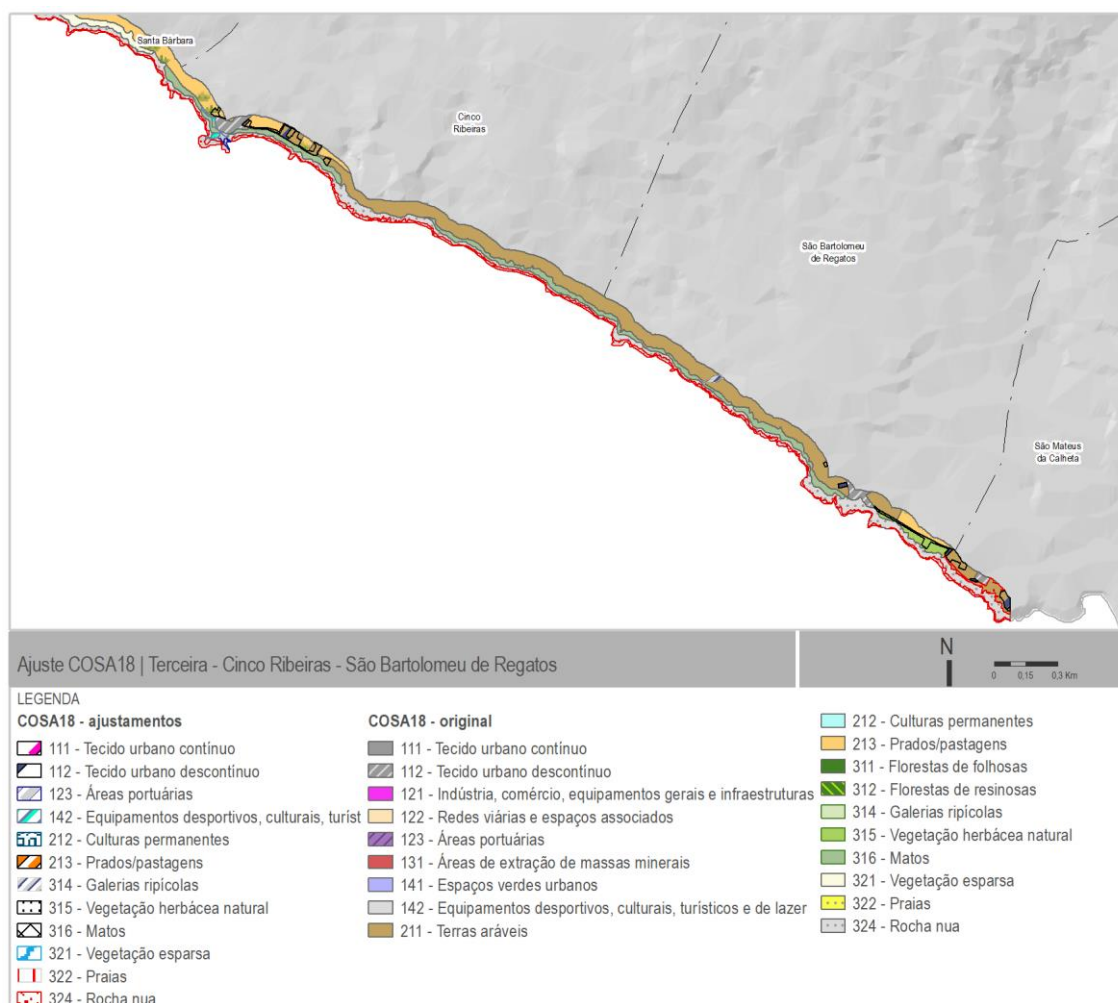
### 4.1.3.2. Terceira



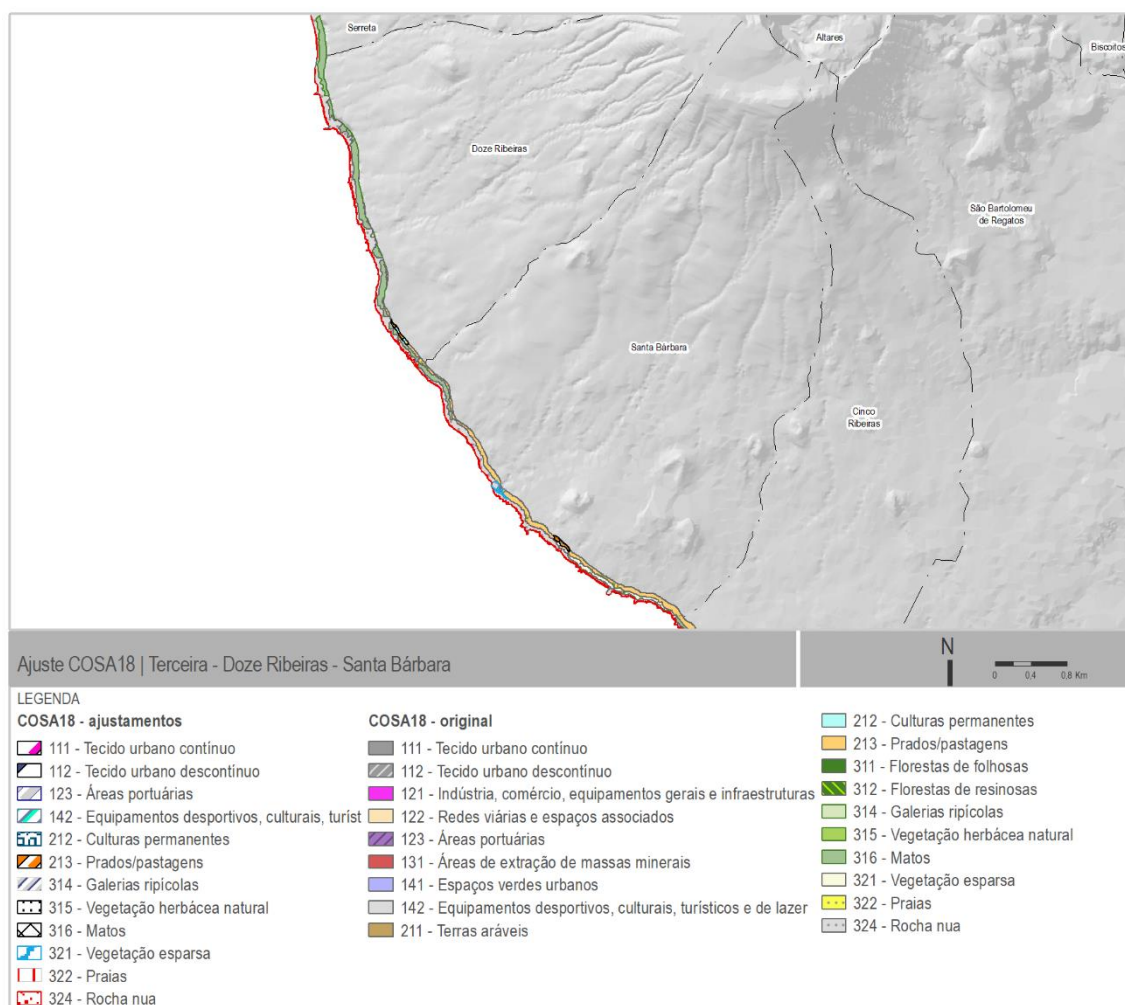
**Figura 4.6 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Porto Judeu – Vila de São Sebastião – nível 3.**



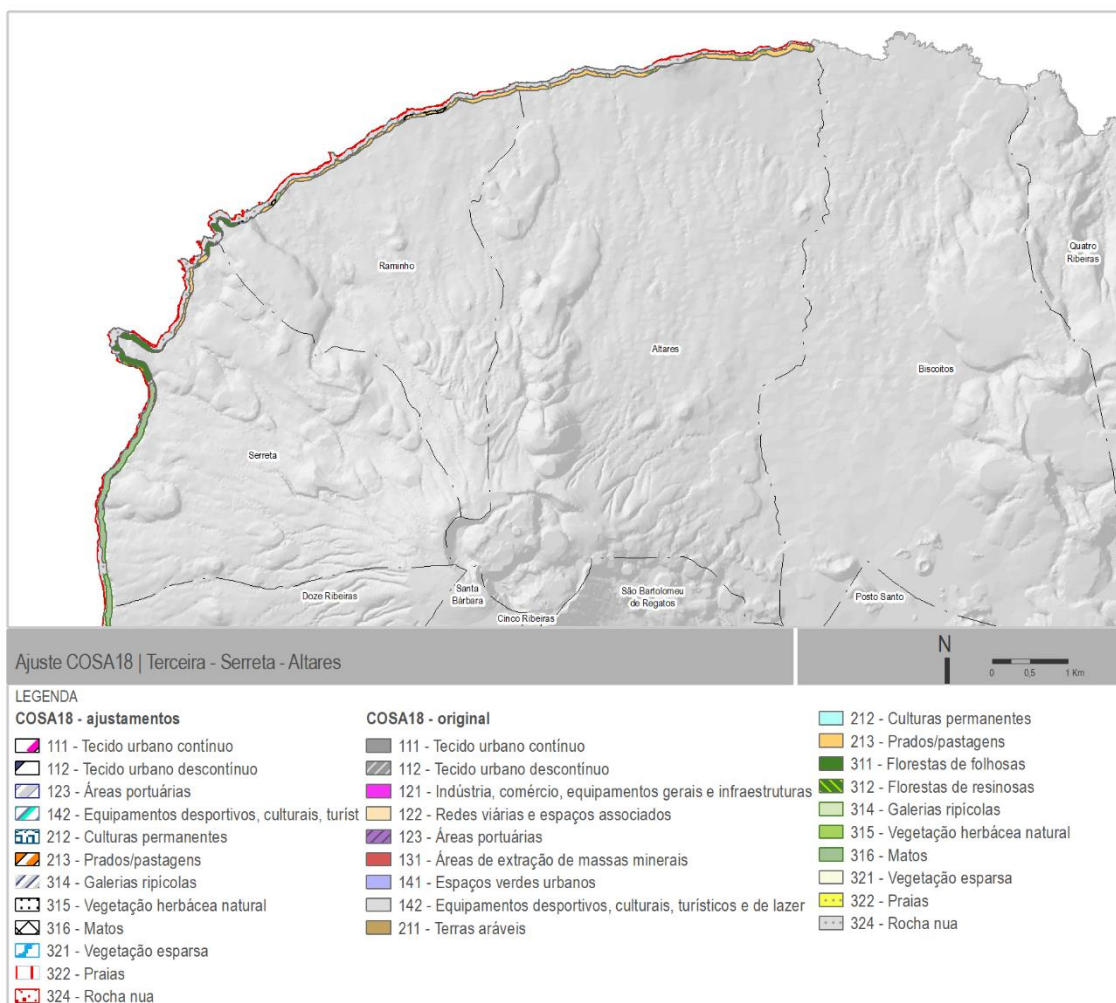
**Figura 4.7 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de São Bento – Feteira – nível 3.**



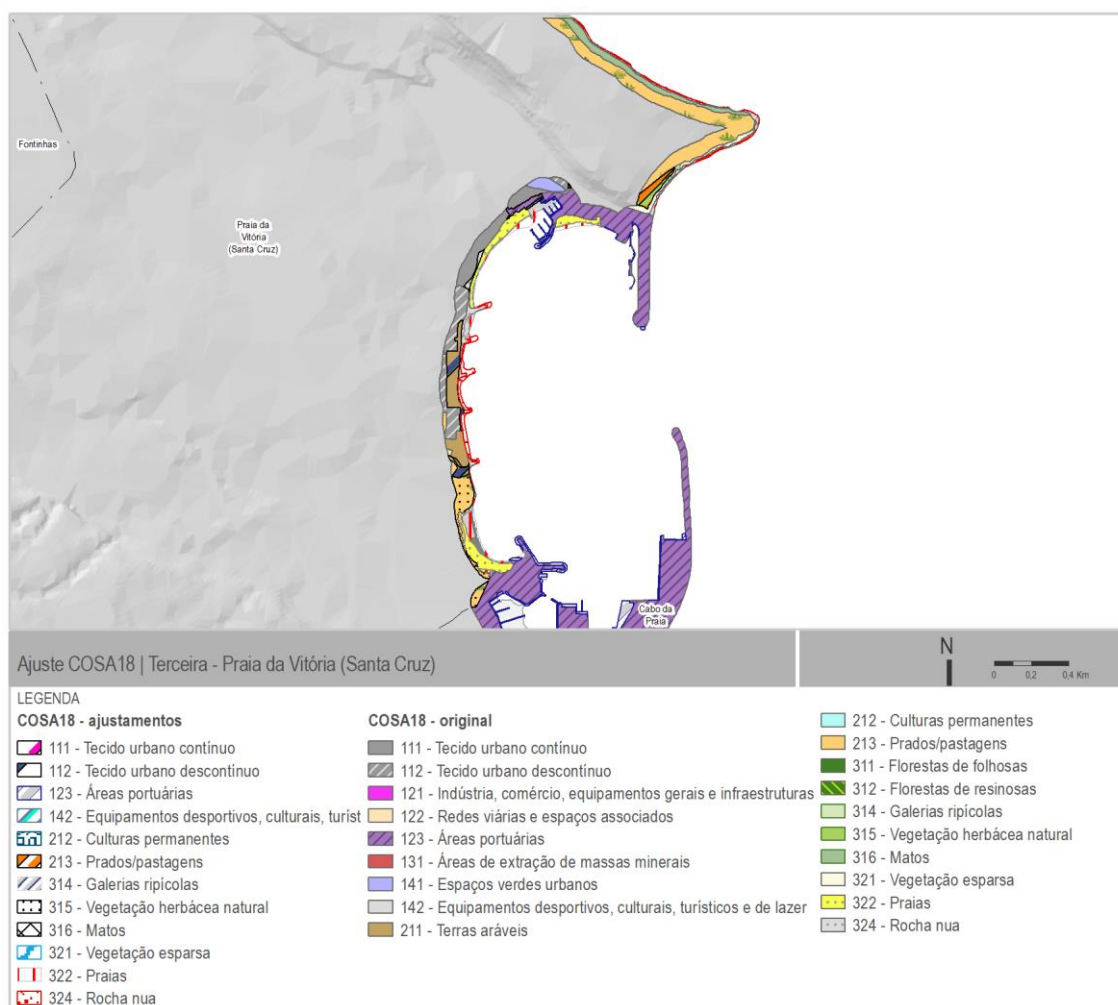
**Figura 4.8 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Cinco Ribeiras – São Bartolomeu de Regatos – nível 3.**



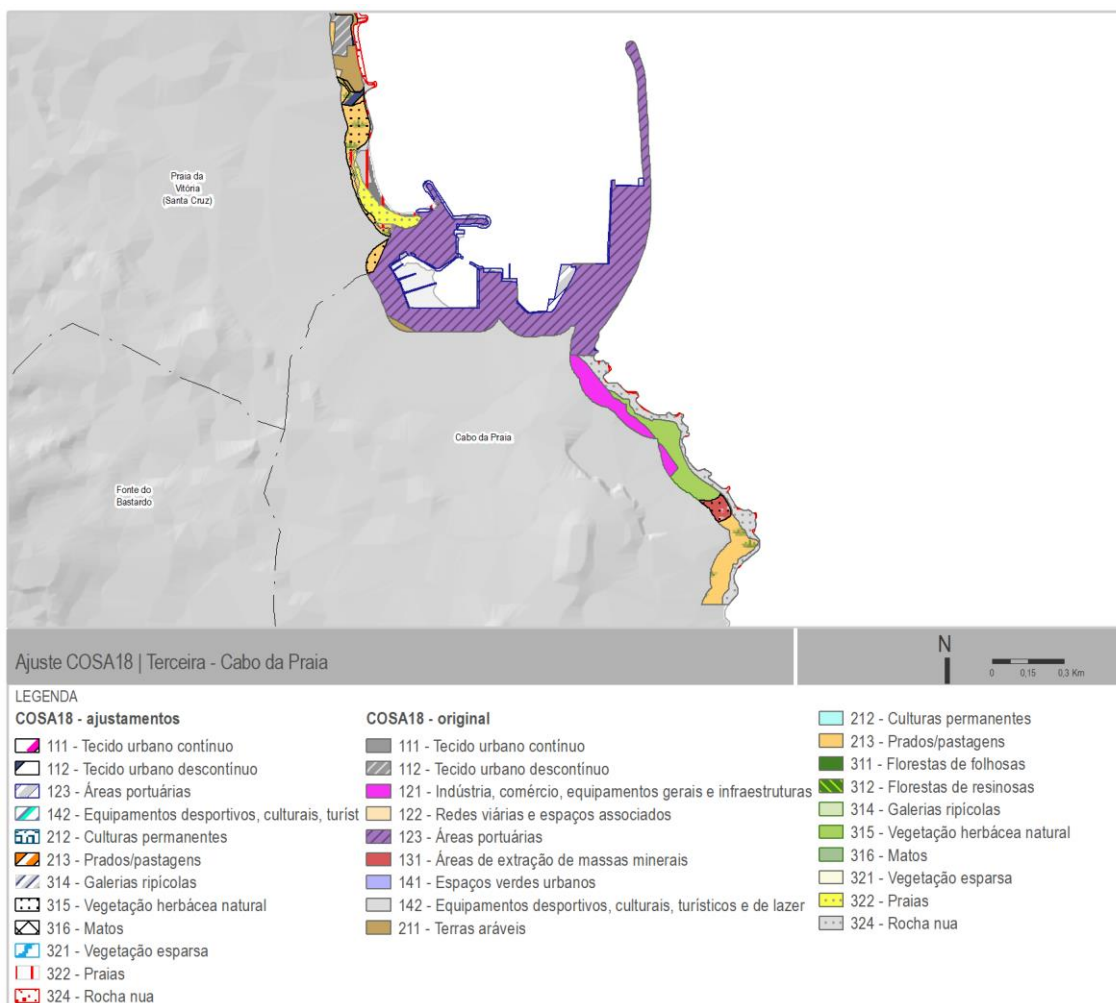
**Figura 4.9 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as freguesias de Doze Ribeiras – Santa Bárbara – nível 3.**



**Figura 4.10 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Serreta - Altares - nível 3.**

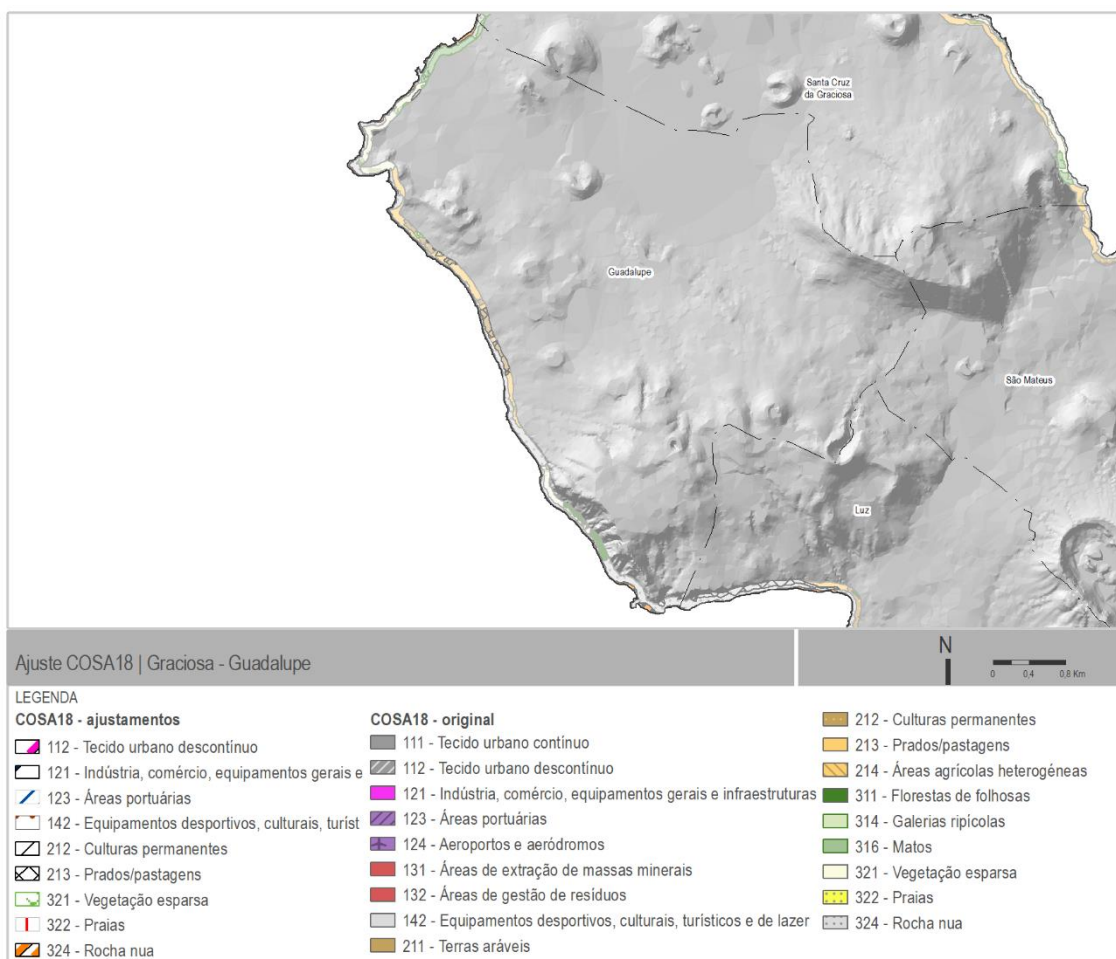


**Figura 4.11 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Praia da Vitória [Santa Cruz] – nível 3.**

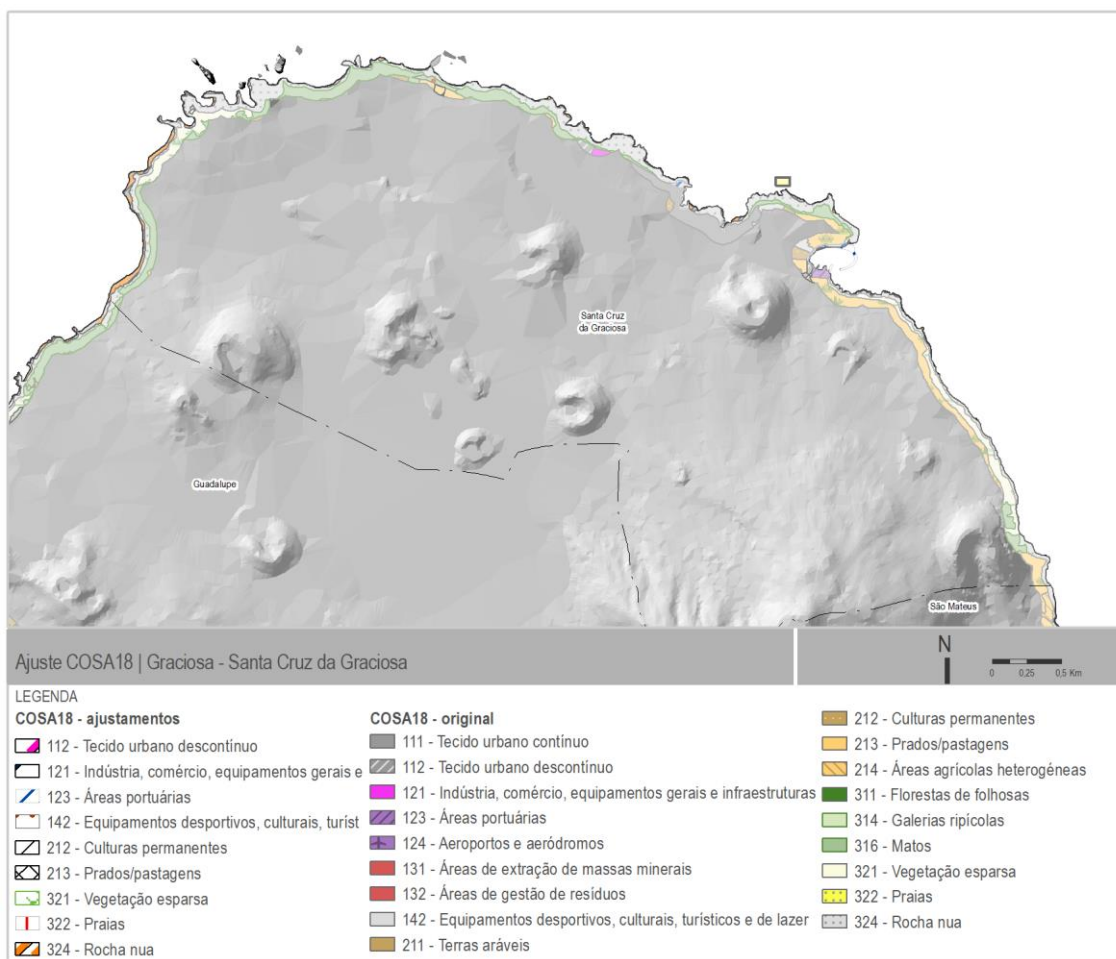


**Figura 4.12 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Cabo da Praia – nível 3.**

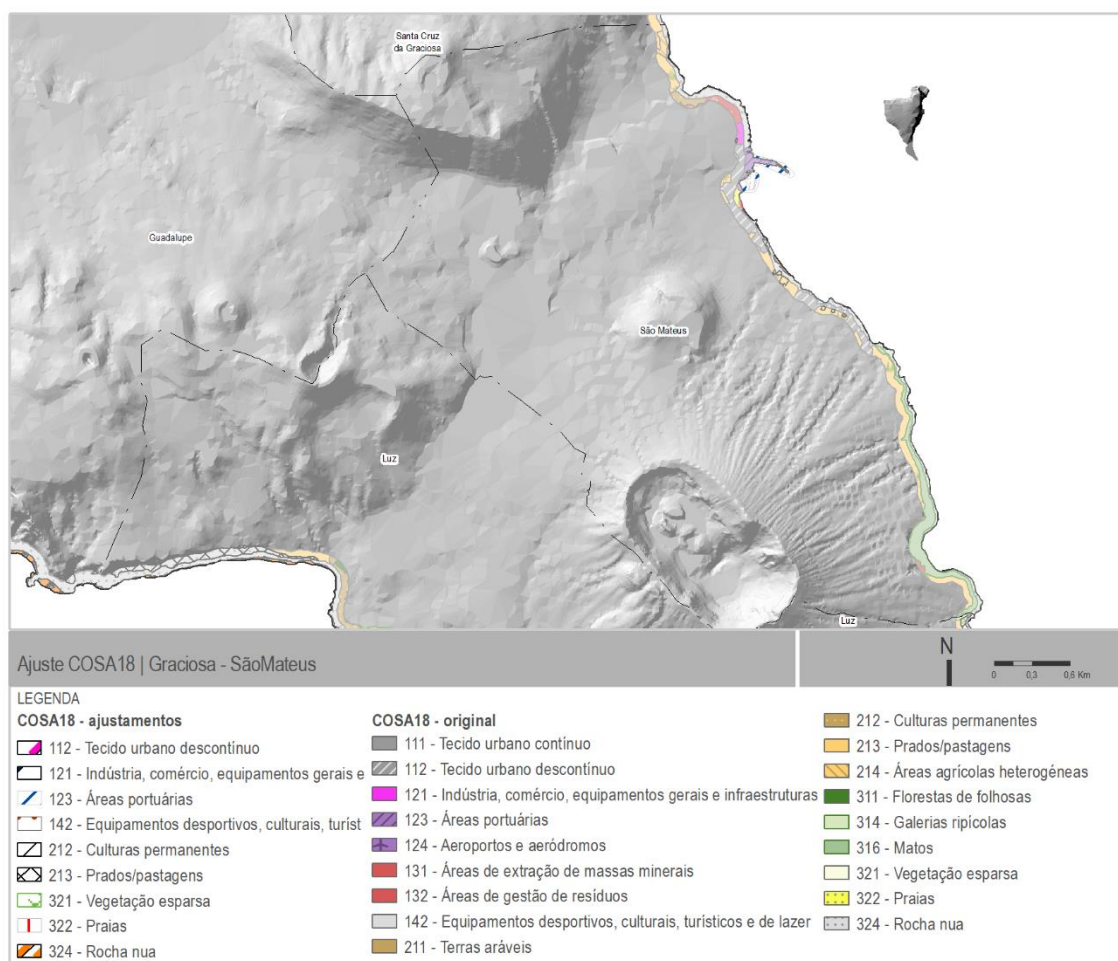
### 4.1.3.3. Graciosa



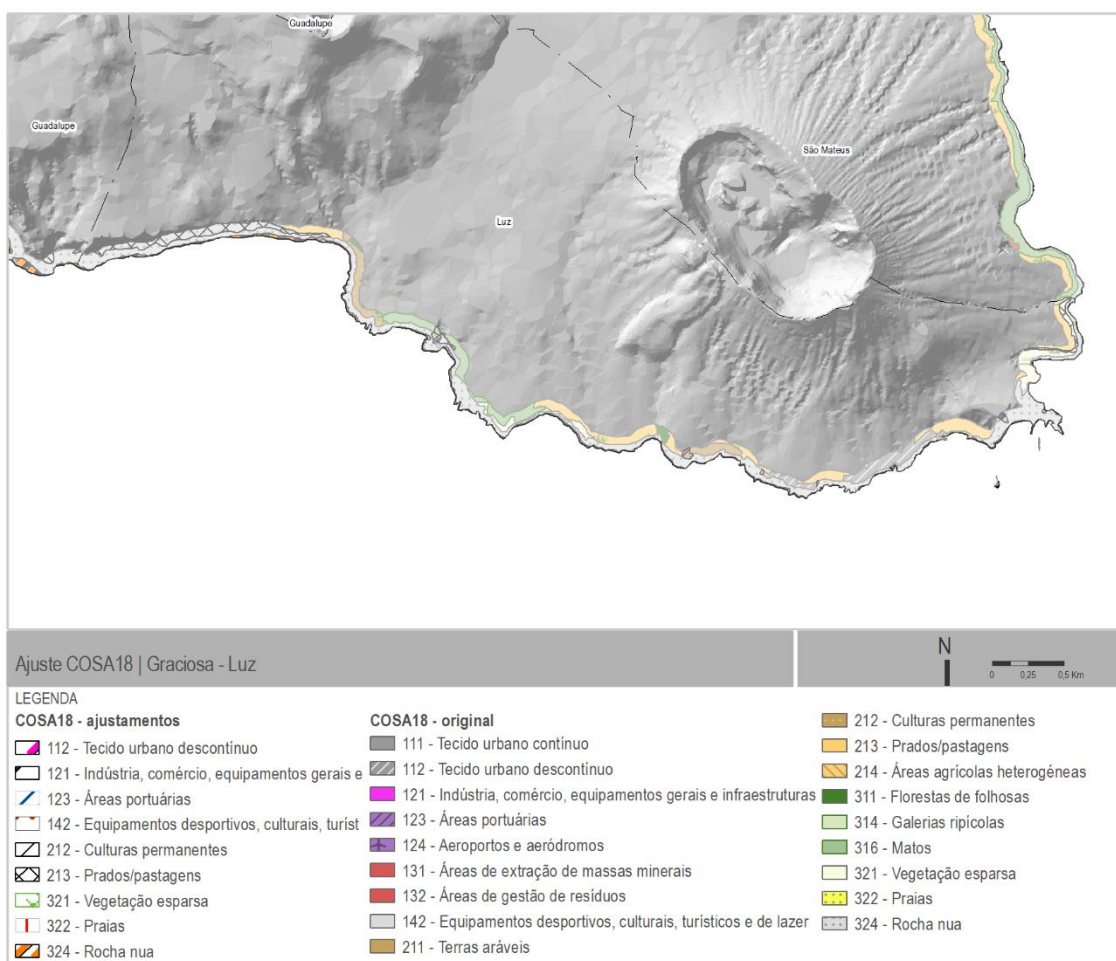
**Figura 4.13 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Guadalupe – nível 3.**



**Figura 4.14 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Santa Cruz da Graciosa – nível 3.**

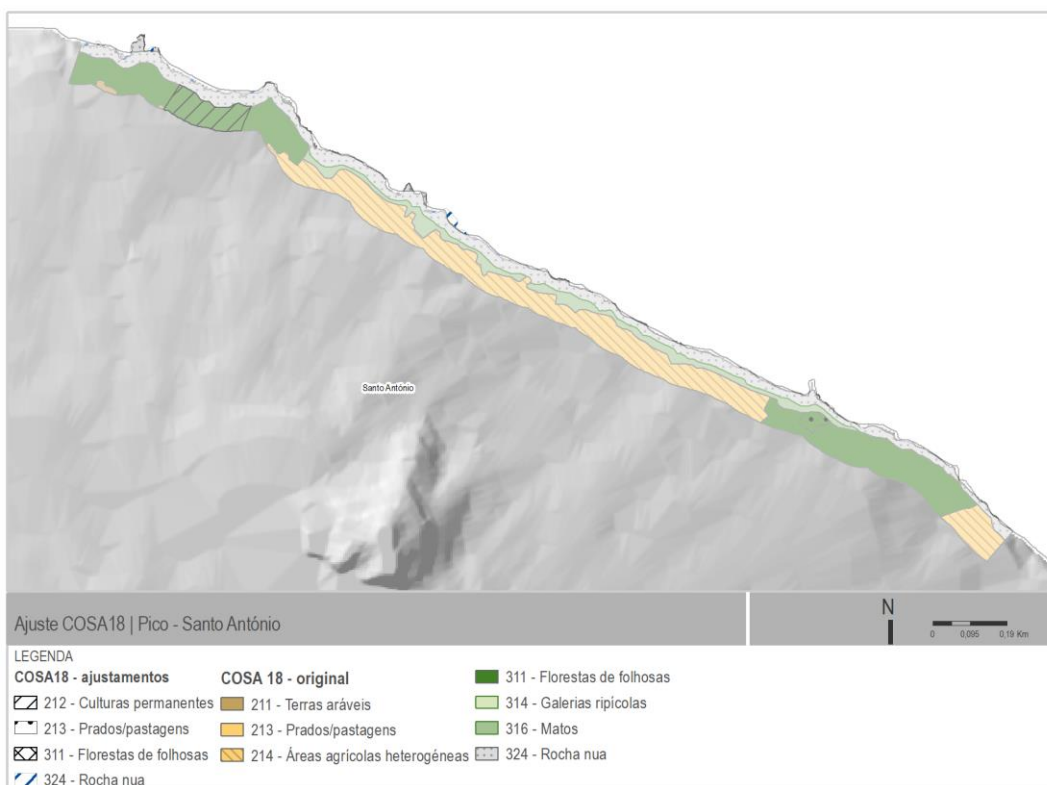


**Figura 4.15 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de São Mateus – nível 3.**

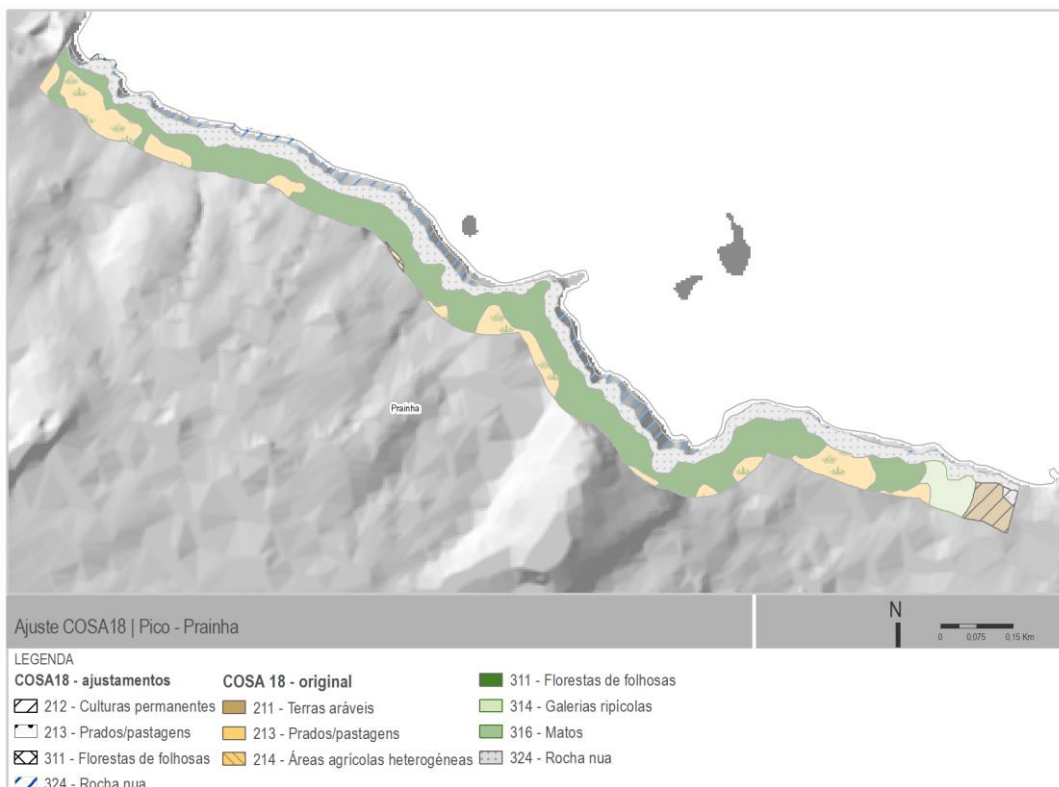


**Figura 4.16 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Luz – nível 3.**

#### 4.1.3.4. Pico

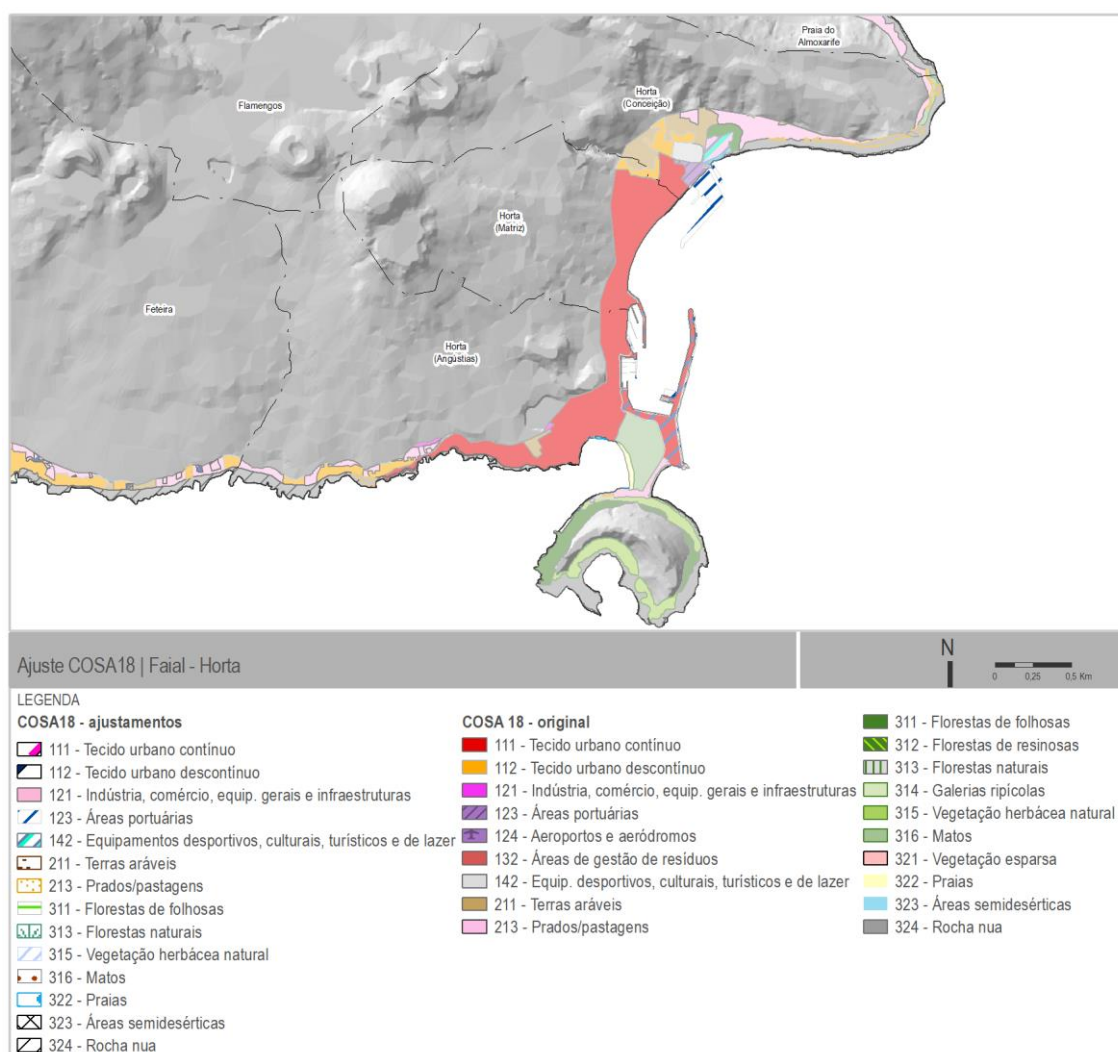


**Figura 4.17 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Santo António – nível 3.**

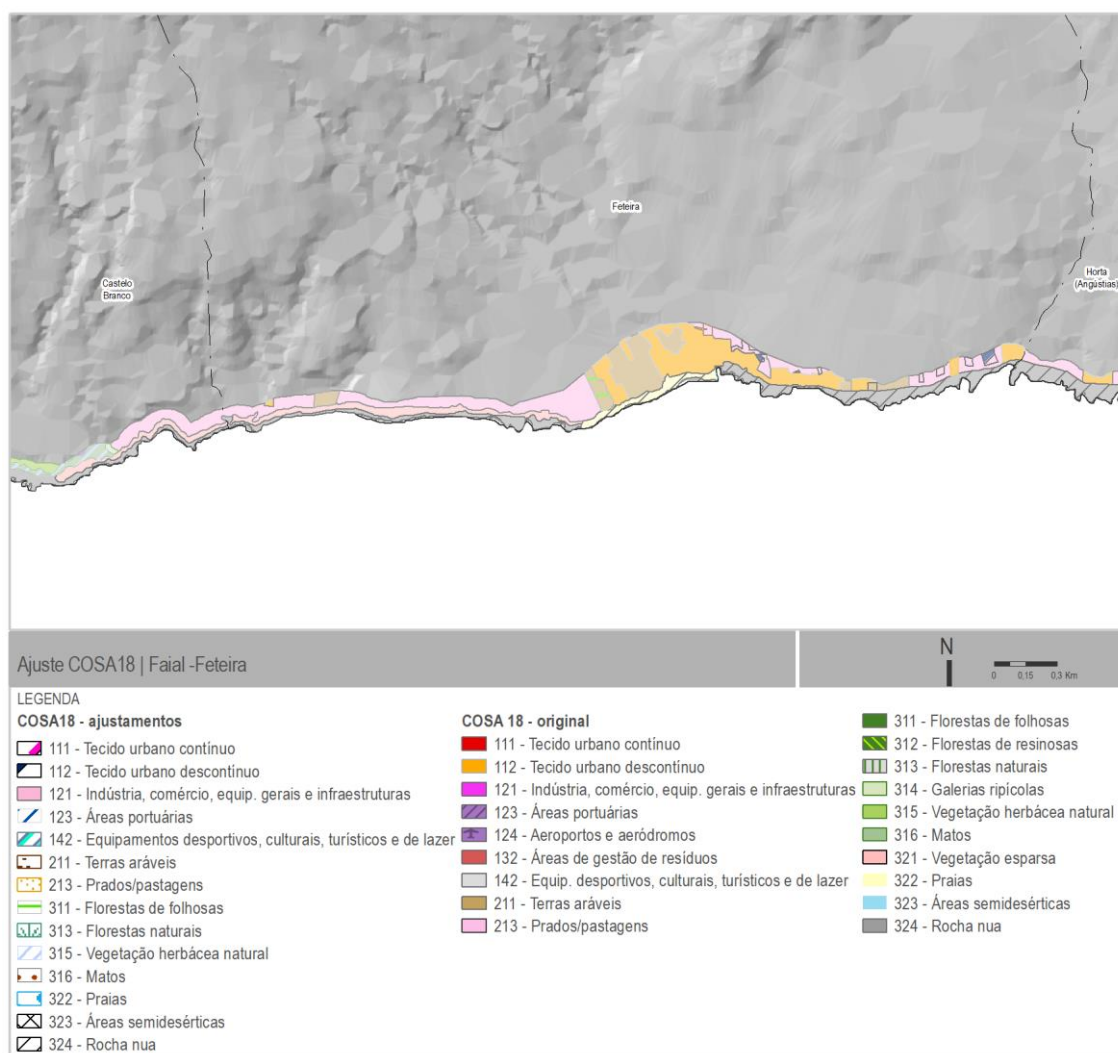


**Figura 4.18 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Prainha – nível 3.**

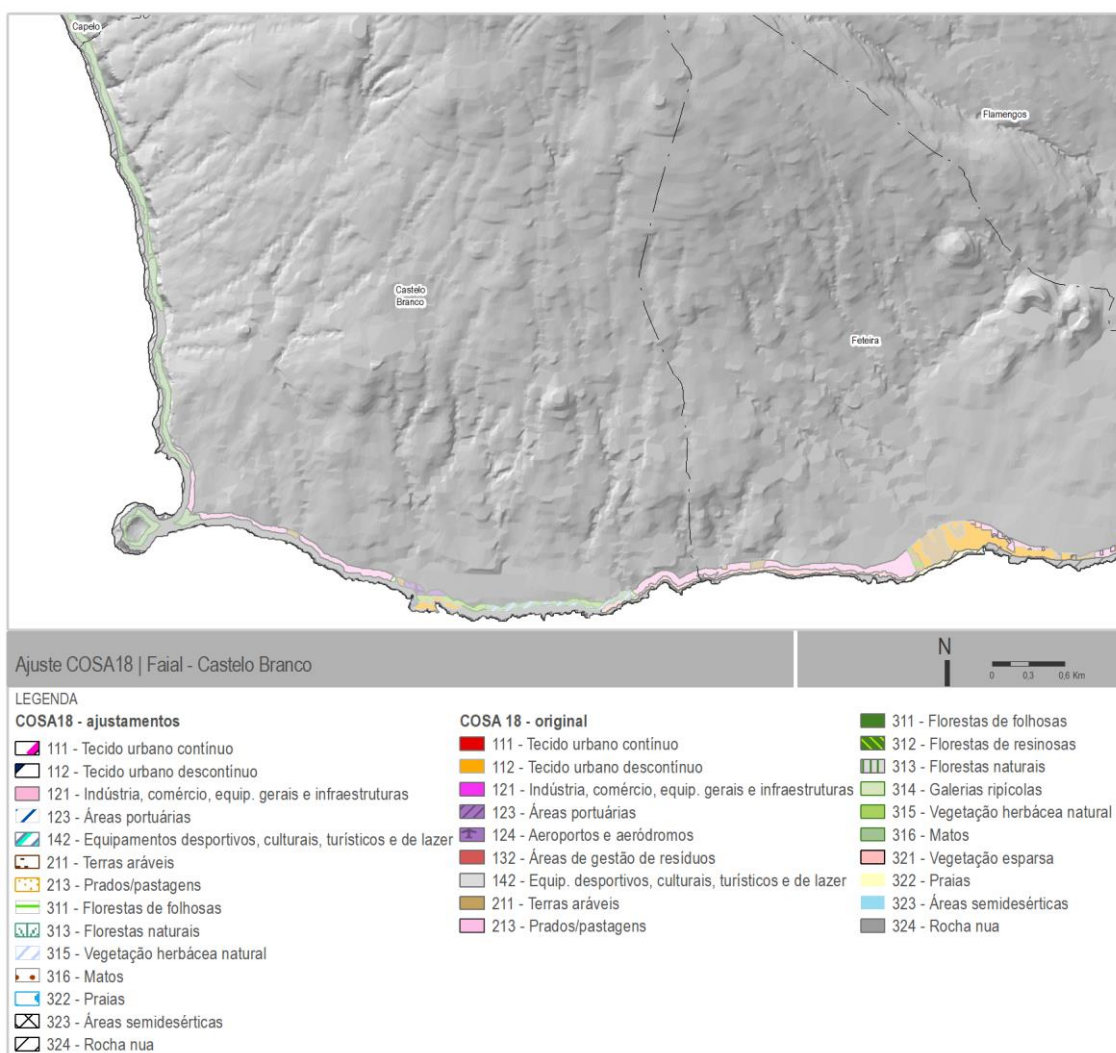
#### 4.1.3.5. Faial



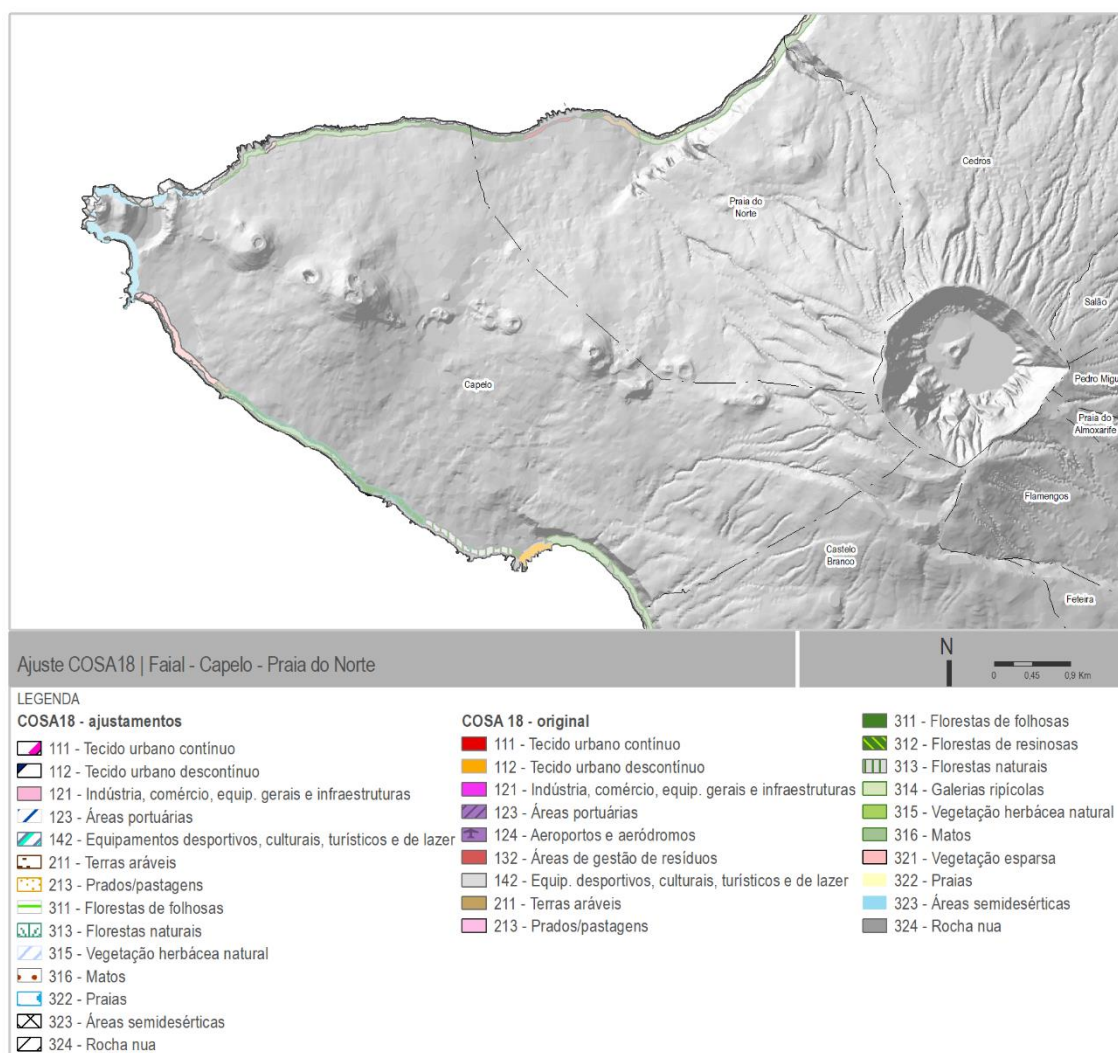
**Figura 4.19 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Horta – nível 3.**



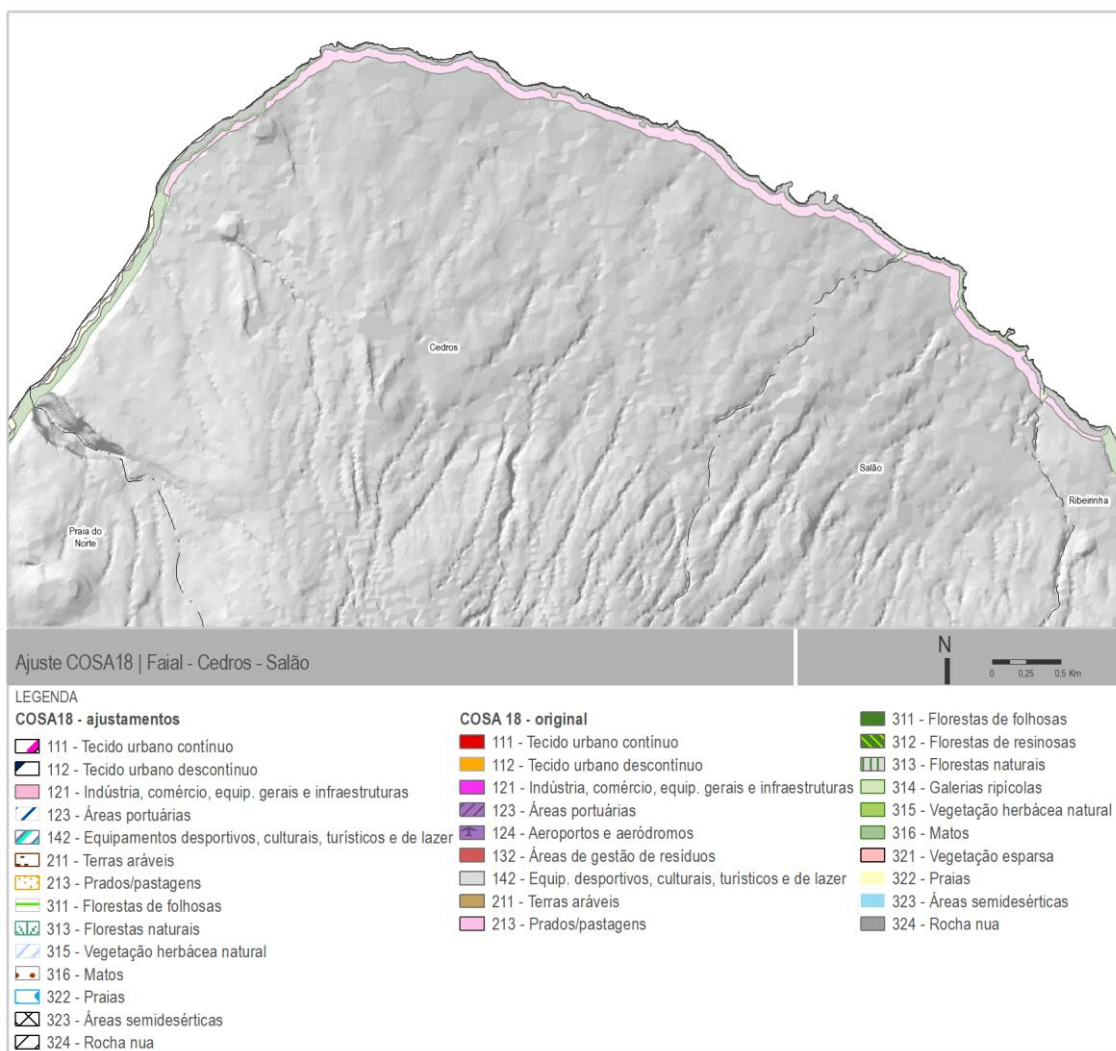
**Figura 4.20 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Feteira – nível 3.**



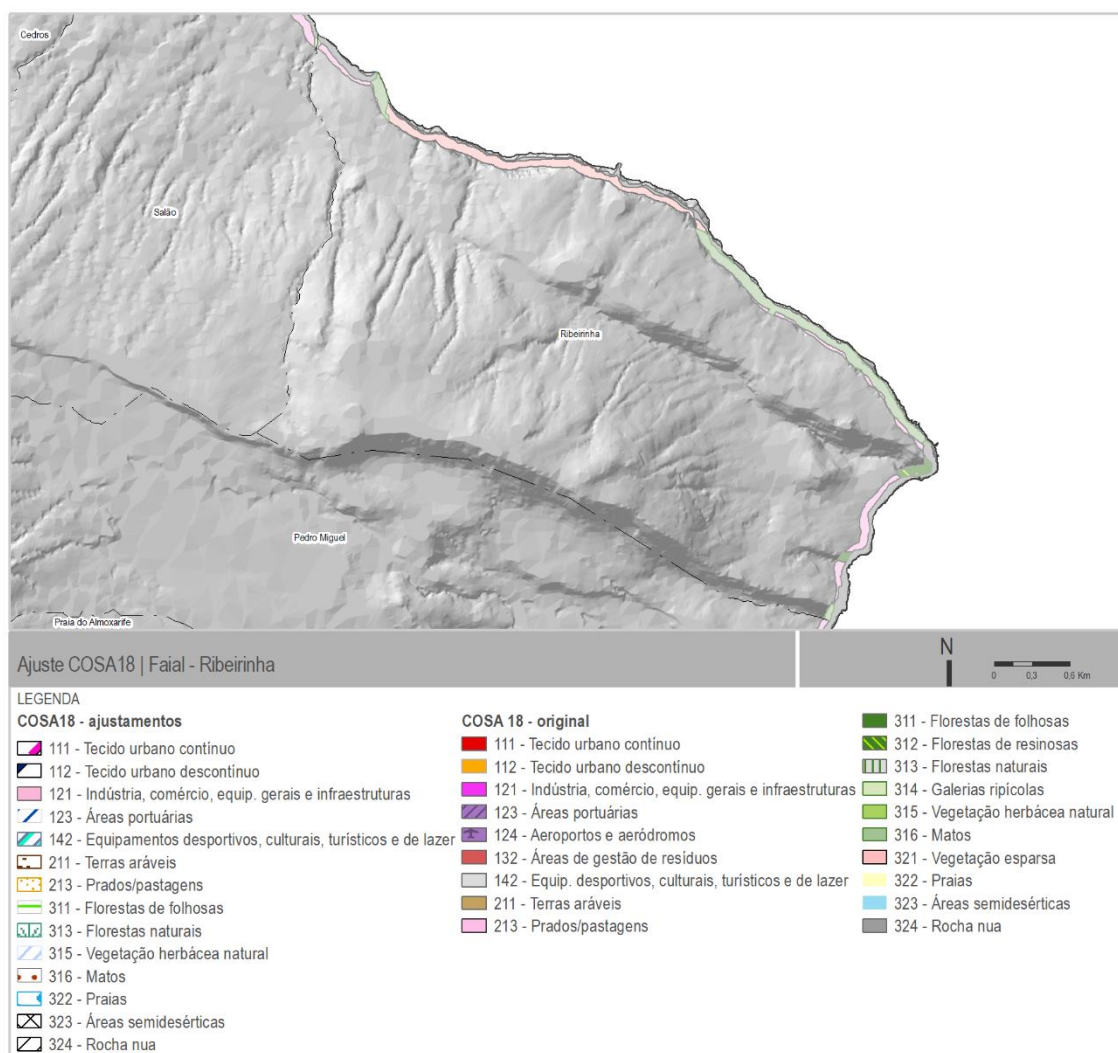
**Figura 4.21 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Castelo Branco – nível 3.**



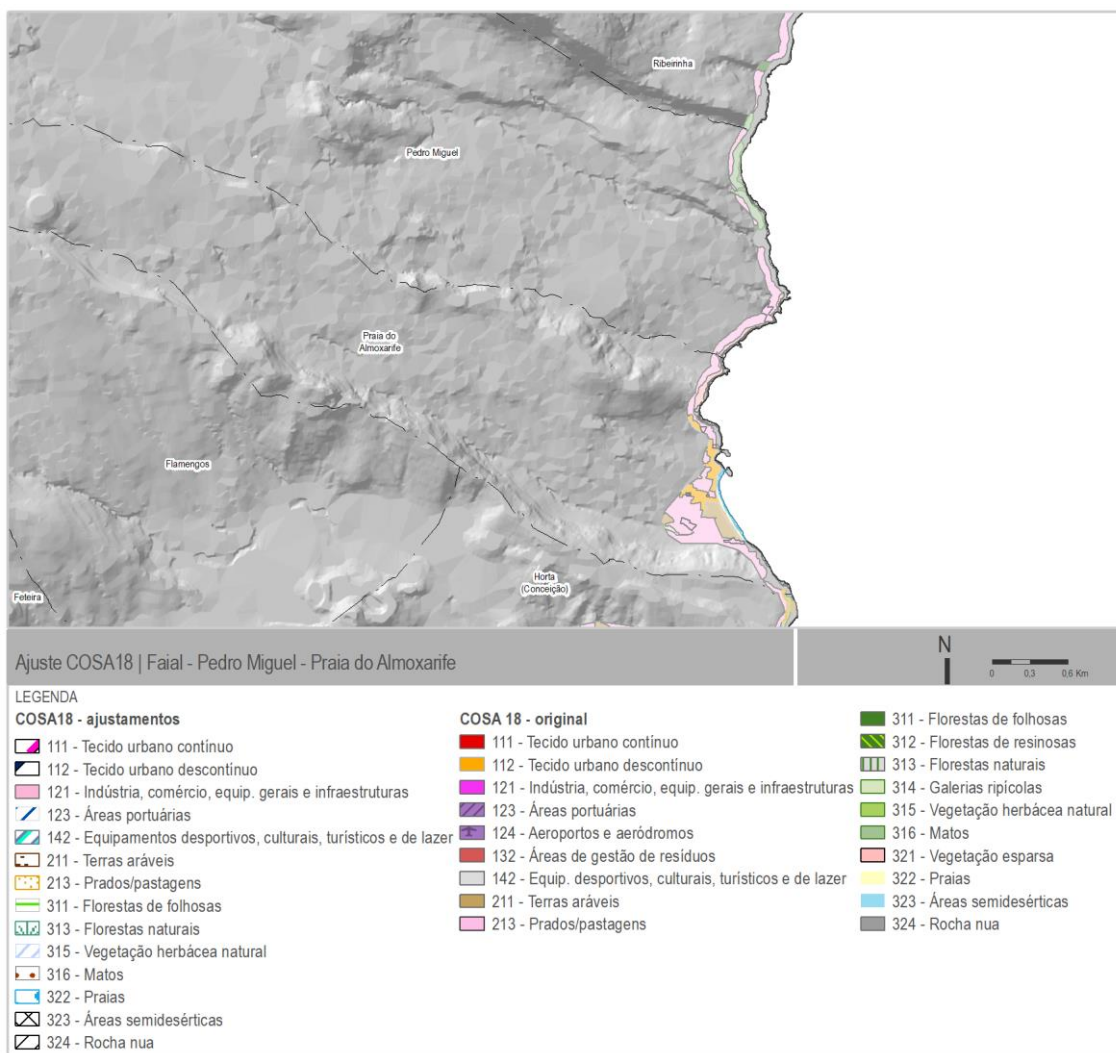
**Figura 4.22 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Capelo – Praia do Norte – nível 3.**



**Figura 4.23 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Cedros – Salão – nível 3.**

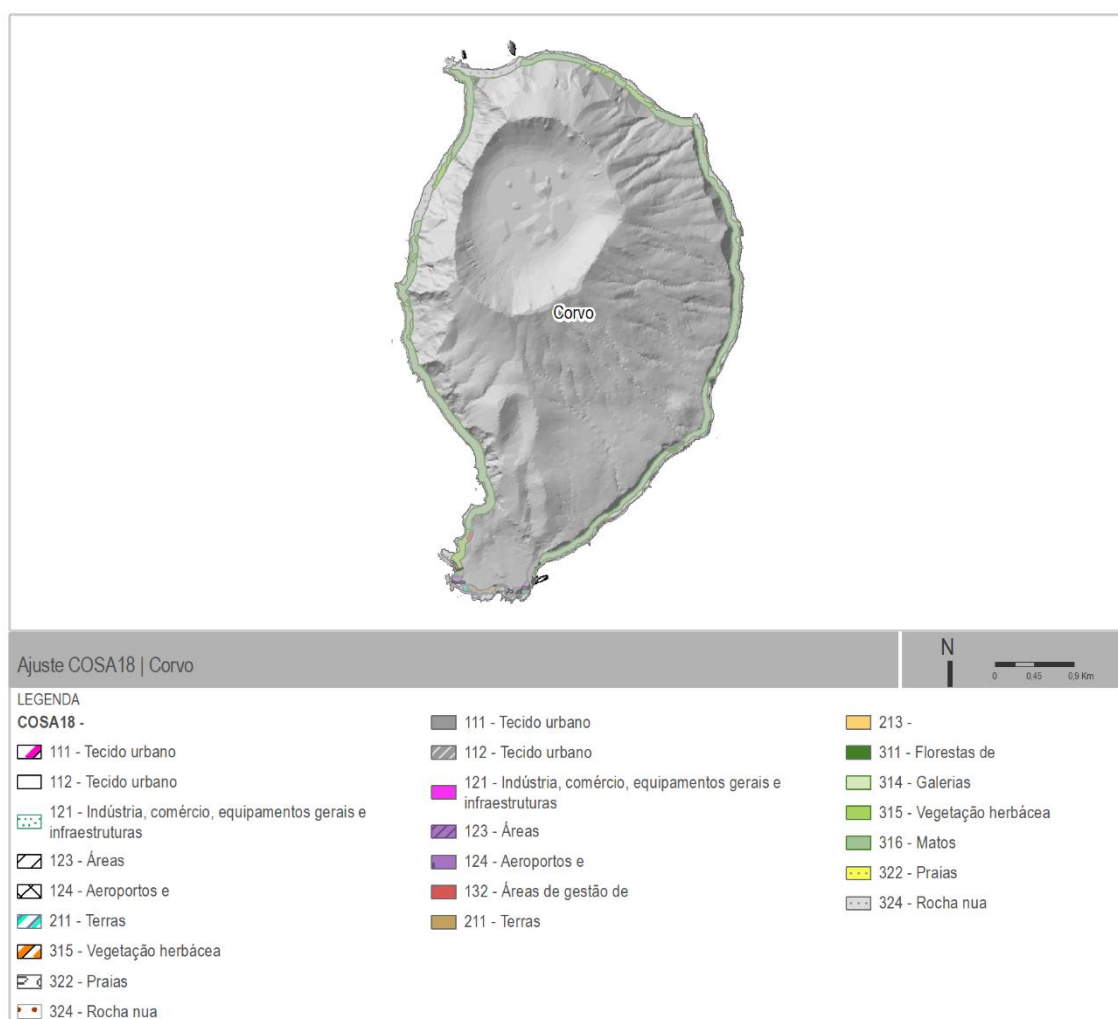


**Figura 4.24 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia de Ribeirinha – nível 3.**



**Figura 4.25 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para as Freguesias de Pedro Miguel – Praia do Almocharife – nível 3.**

#### 4.1.3.6. Corvo



**Figura 4.26 | Carta de ocupação do solo 2018 [DRA, 2018] e ajustamentos realizados para a Freguesia do Corvo – nível 3.**

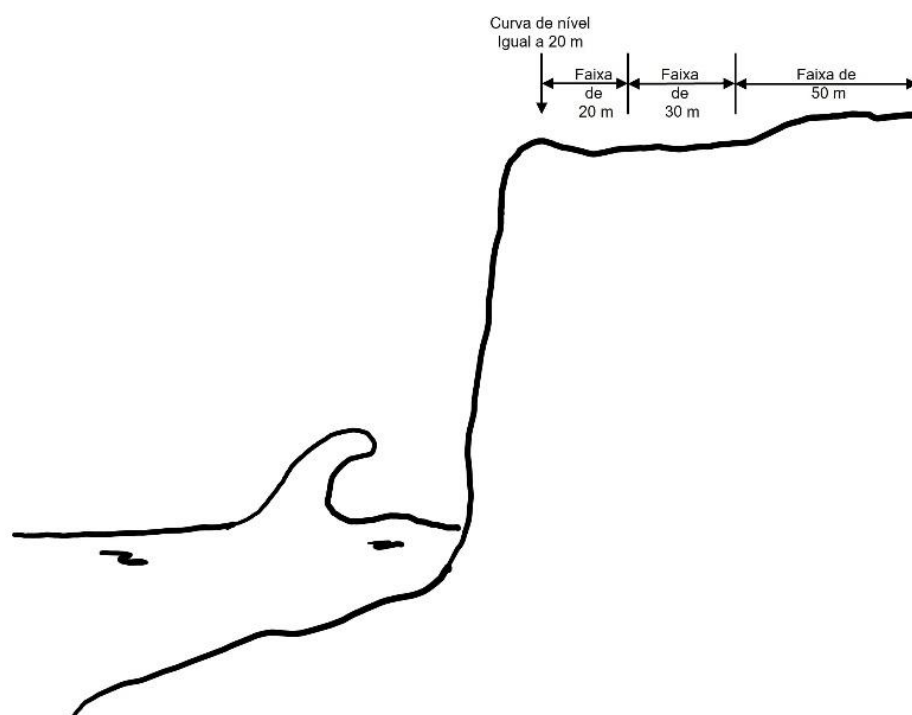
Posteriormente, foram classificadas as tipologias de ocupação do solo em 5 níveis, tendo em consideração a possível exposição a danos [humanos, económicos, ambientais ou patrimoniais]. Nesta fase foi determinado o risco usando a COS.A/2018 com os ajustes efetuados pela Equipa Técnica [COSA18 - ajustamentos] numa faixa de 100 metros para terra, sendo 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, matos, vegetação herbácea natural e vegetação esparsa - Exposição baixa [2];

- Zonas agrícolas, terras aráveis, culturas permanentes, prados/pastagens, áreas agrícolas heterogêneas, galerias ripícolas - 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], vegetação esparsa [adjacente a zonas de 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, praias [Infraestruturadas], zonas com equipamentos turísticos - Exposição muito elevada [8].

Para zonas costeiras de arriba com elevação superior a 20m, dado que a energia da onda é dissipada significativamente na arriba, no processo de rebentação da onda, 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 Figura 4.27 e na Tabela 4.6.



**Figura 4.27 | Representação esquemática grau de exposição para zonas costeiras de arriba superiores a 20m.**

**Tabela 4.6 | Grau de exposição para zonas costeiras de arriba superiores a 20m.**

COS.A/18 e COSA18 - ajustamentos	Grau de Exposição		
	Faixa 20m	Faixa 30m	Faixa 50m
Zonas de rocha nua [sem infraestruturas ou tecido urbano na envolvente]	0	0	0
Florestas, matos, vegetação herbácea natural e vegetação esparsa	2	0	0
Zonas agrícolas, terras aráveis, culturas permanentes, prados/pastagens, áreas agrícolas heterogêneas, galerias ripícolas	4	2	0
Zonas com equipamentos desportivos, culturais e de lazer, praias [naturais]	6	3	0
Rocha nua [com infraestruturas ou tecido urbano na envolvente], vegetação esparsa [adjacente a zonas de 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, praias [Infraestruturadas], 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:

- COSA18 - ajustamentos, com a Carta de Vulnerabilidade obtida, dividida pelo número de grelhas/matrizes utilizadas [2]

Seguidamente as grelhas/matrizes resultantes foram reclassificadas, obtendo-se, assim, as faixas de risco de galgamento e inundação costeira estruturadas em 4 níveis: Nulo; Baixo; Moderado; Elevado [Tabela 4.7]. Estes quatro níveis de risco são apresentados cartograficamente no Capítulo 5.2.

**Tabela 4.7 | Obtenção do grau de risco de galgamento e inundação costeira [(COS.A/2018 + Carta de Vulnerabilidade) / 2] ou [(COSA18 - ajustamentos + Carta de Vulnerabilidade) / 2].**

	Ponderação #	Vulnerabilidade			
		Nula	Baixa	Moderada	Elevada
		1	2	3	4
Ocupação solo [COS-A/18] e COSA18 - ajustamentos	0	0.5	1	1.5	2
	2	1.5	2	2.5	3
	4	2.5	3	3.5	4

Zonas com equipamentos desportivos, culturais e de lazer, praias [naturais], com exposição elevada	6	3.5	4	4.5	5
Rocha nua [com infraestruturas ou tecido urbano na envolvente], vegetação esparsa [adjacente a zonas de 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, praias [Infraestruturadas], zonas com equipamentos turísticos, com exposição muito elevada	8	4.5	5	5.5	6

\* Para zonas costeiras de arriba superiores a 20m o grau de exposição/ponderação corresponde ao da Tabela 4.6.

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

## 4.2. 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 impactos 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 impactos 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

peças 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 as zonas em avaliação, 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 e uma subida do nível do mar prevista para o cenário SSP5 – 8.5 do *Intergovernmental Panel on Climate Change* [IPCC], para o período 2081-2100, 0,7m.

### 4.3. Cartografia e Relatório Finais

Esta etapa referente à produção da cartografia e relatórios finais, resulta da ponderação de toda a informação e cartografia resultante da Fase 3 conjuntamente com a Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, 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].

## 5. Zonas/faixas costeiras com probabilidade de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras nos troços em análise

### 5.1. Introdução

Em conformidade com a metodologia e parâmetros descritos nos capítulos anteriores, foi elaborada cartografia, à escala 1:2000, com a delimitação da vulnerabilidade e do risco de galgamentos e/ou inundações costeiras nos troços:

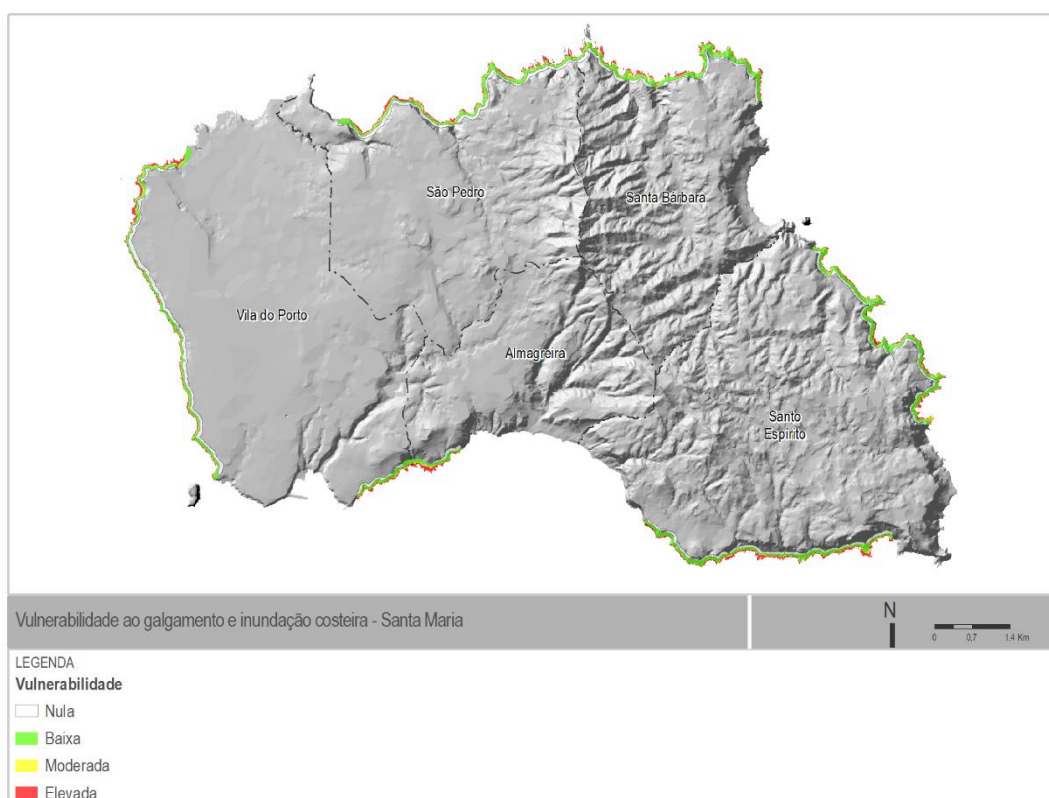
- Santa Maria: [conforme Figura 5.1 e Figura 5.7];
- Terceira, Angra do Heroísmo e Baía da Praia da Vitória: [conforme Figura 5.2 e Figura 5.8];
- Graciosa: [conforme Figura 5.3 e Figura 5.9];
- Pico, São Roque: [conforme Figura 5.4 e Figura 5.10];
- Faial: [conforme Figura 5.5 e Figura 5.11];
- Corvo: [conforme Figura 5.6 e Figura 5.12].

## 5.2. Cartografia

### 5.2.1. Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira

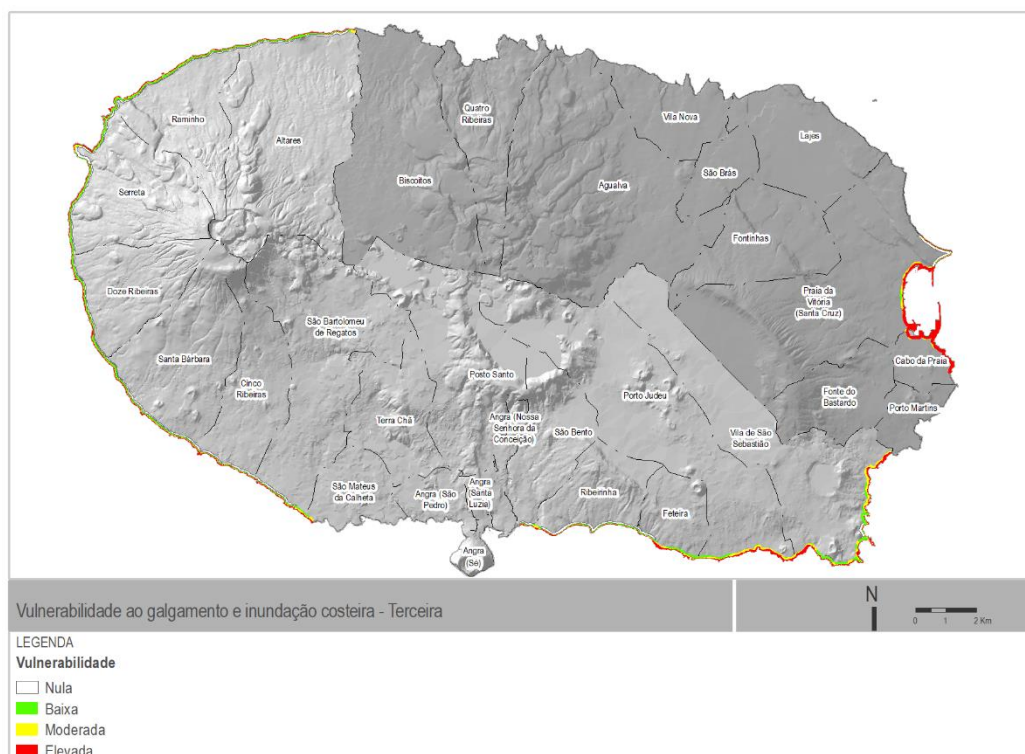
As figuras seguintes apresentam graficamente as cartas com a representação das faixas de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira propostas para as áreas em análise. No Anexo I são apresentadas as cartas à escala 1:2000.

#### 5.2.1.1. Santa Maria



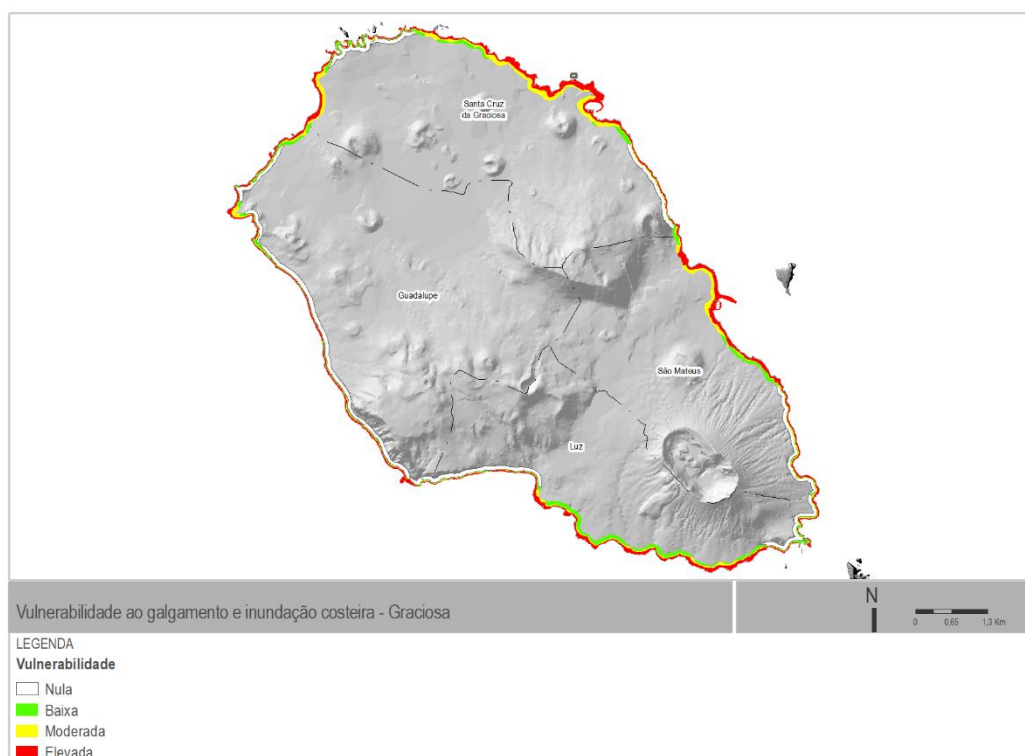
**Figura 5.1 | Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a ilha de Santa Maria.**

### 5.2.1.2. Terceira



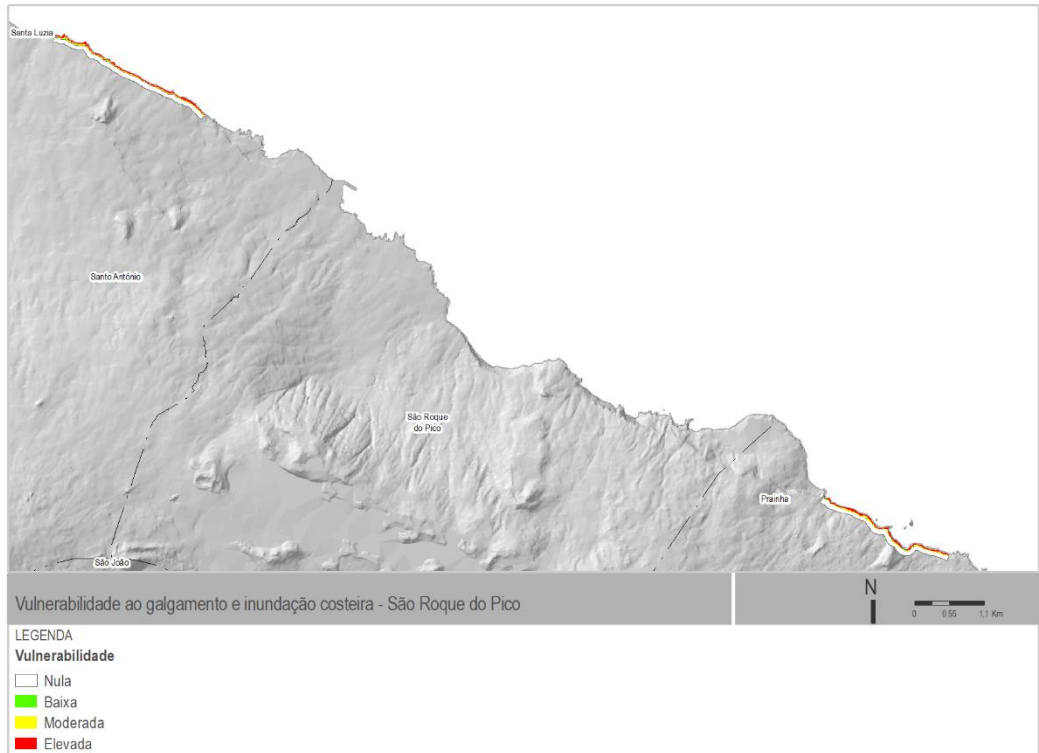
**Figura 5.2 | Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para o concelho de Angra do Heroísmo e Baía da Praia da Vitória.**

### 5.2.1.3. Graciosa



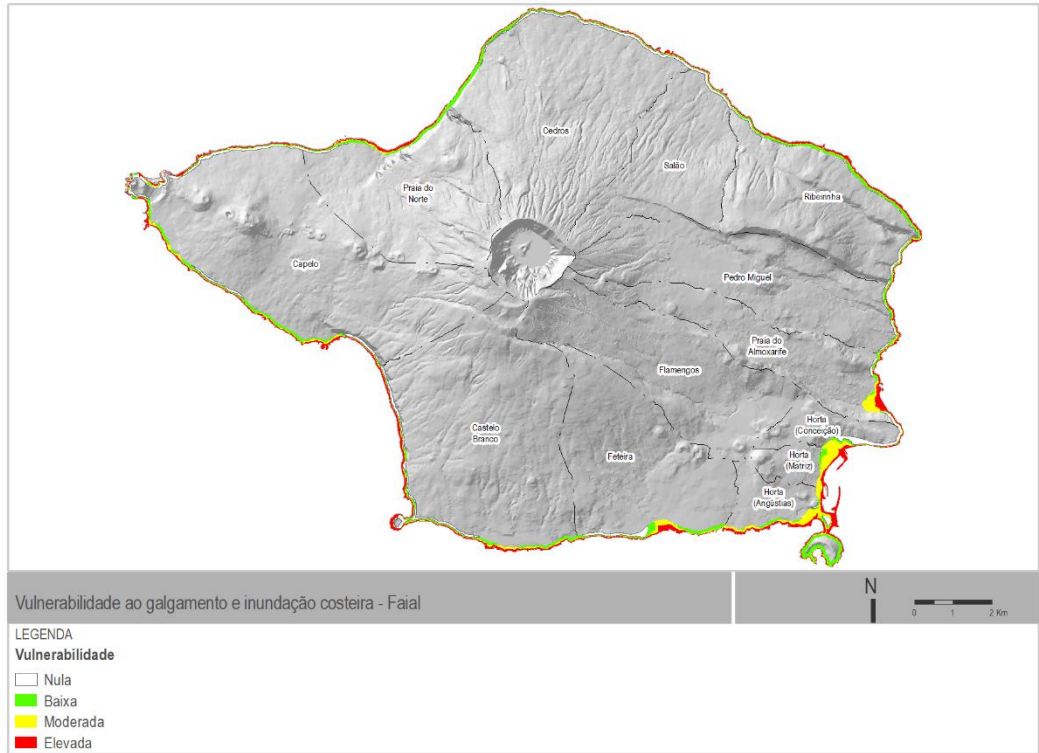
**Figura 5.3 | Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a ilha Graciosa.**

5.2.1.4. Pico



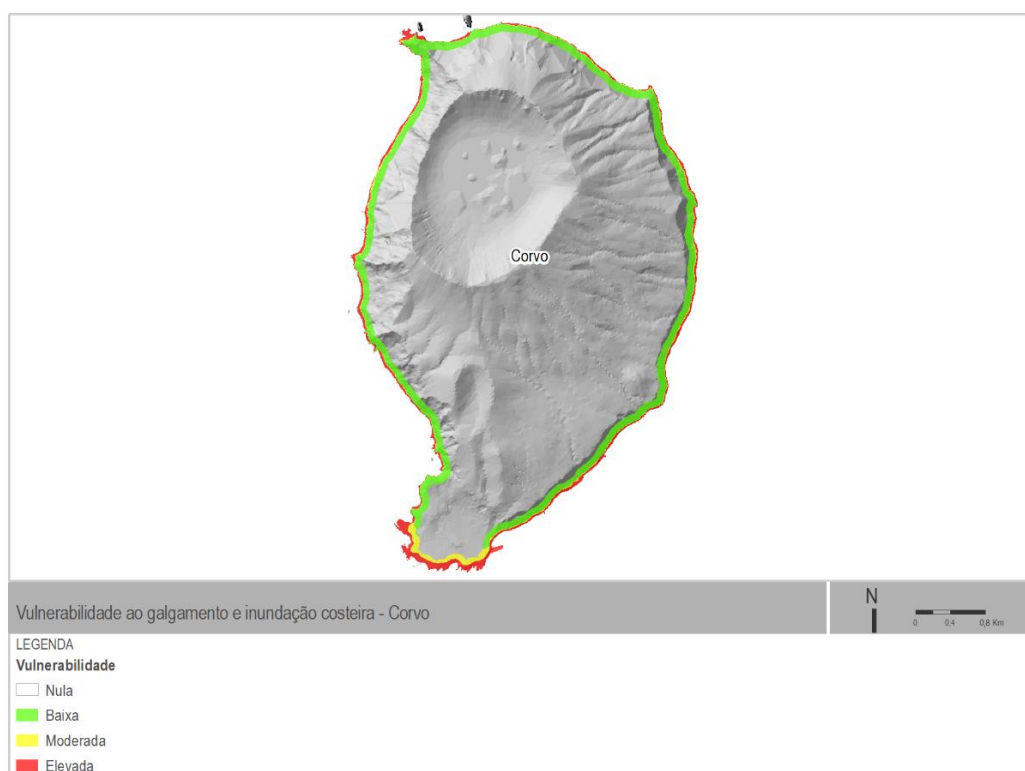
**Figura 5.4 | Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para o concelho de São Roque do Pico.**

5.2.1.5. Faial



**Figura 5.5 | Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a ilha do Faial.**

#### 5.2.1.6. Corvo



**Figura 5.6 | Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para a ilha do Corvo.**

#### 5.2.2. Carta de Risco de galgamento e inundação costeira

As cartas de riscos de galgamentos e inundações costeiras, propostas para as áreas em análise, apresentam de forma diferenciada os resultados tendo em consideração os resultados da carta de vulnerabilidade cruzados com:

- A COSA18 – ajustamentos , reajustada pela equipa técnica [equivalem às cartas com a referência “[ajustada]”].

No Anexo II são apresentadas as cartas à escala 1:2000.

5.2.2.1. Santa Maria

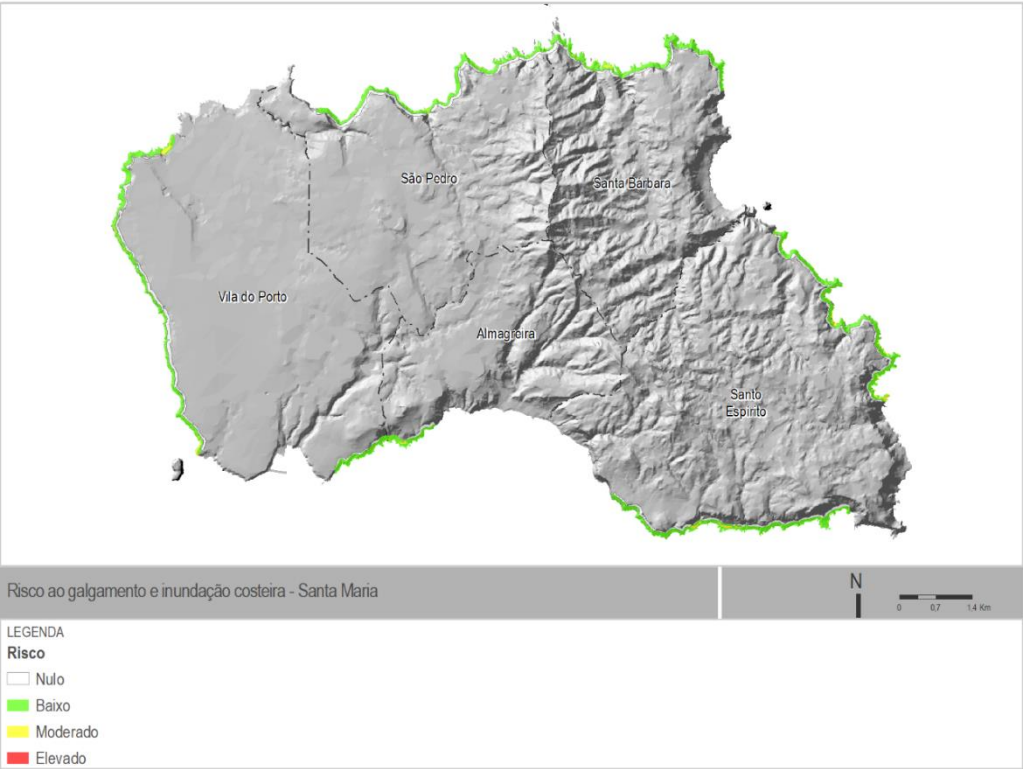


Figura 5.7 | Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para a ilha de Santa Maria.

5.2.2.2. Terceira

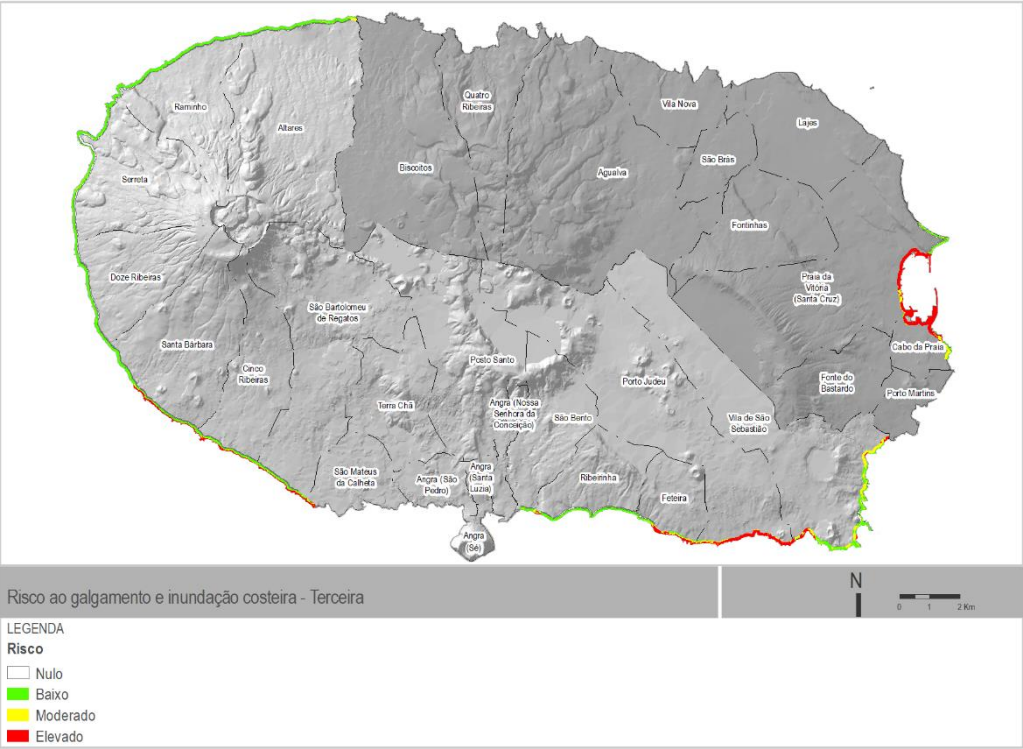


Figura 5.8 | Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para o concelho de Angra do Heroísmo e Baía da Praia da Vitória.

### 5.2.2.3. Graciosa

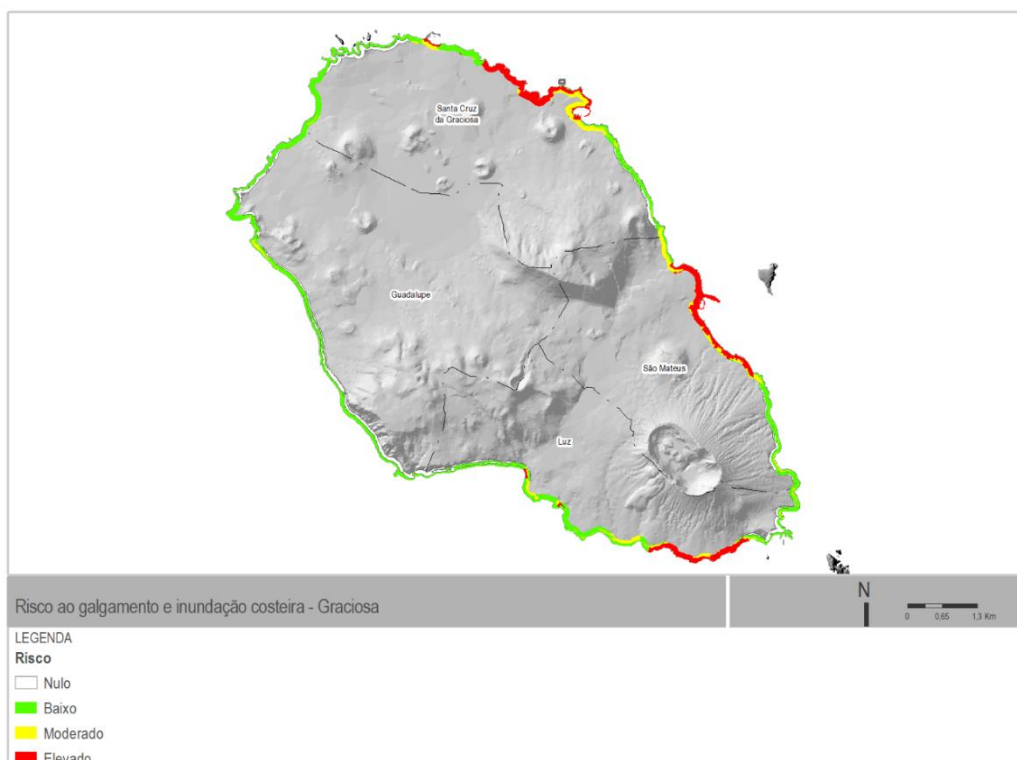


Figura 5.9 | Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para a ilha Graciosa.

### 5.2.2.4. Pico

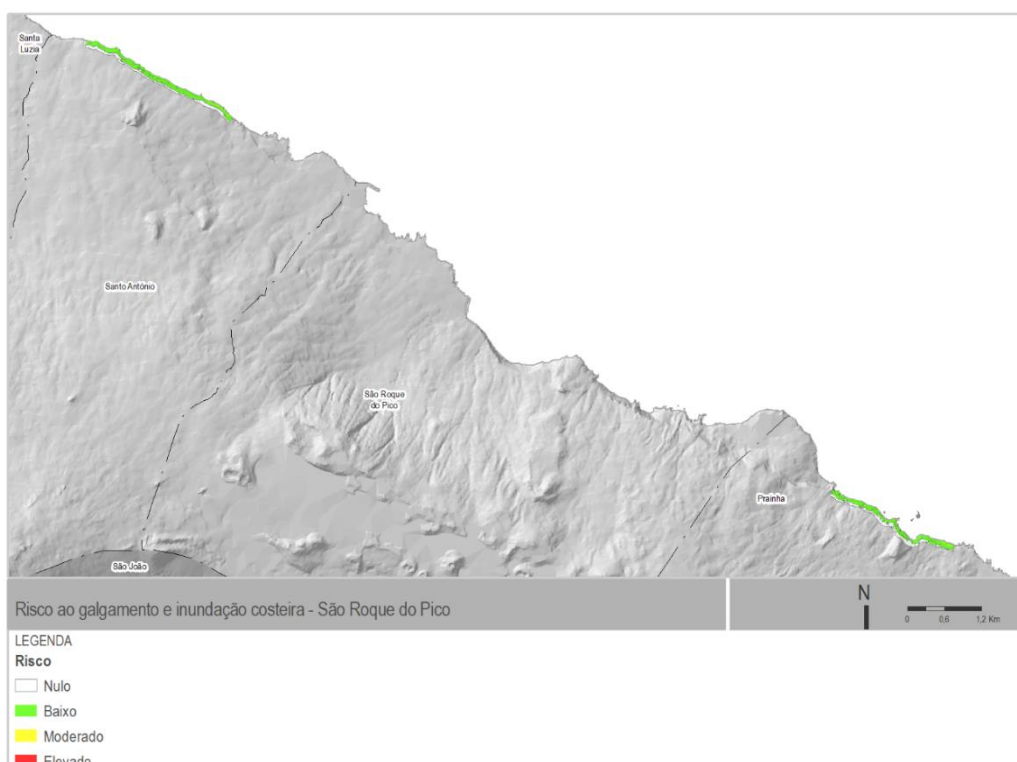


Figura 5.10 | Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para o concelho de São Roque do Pico.

#### 5.2.2.5. Faial

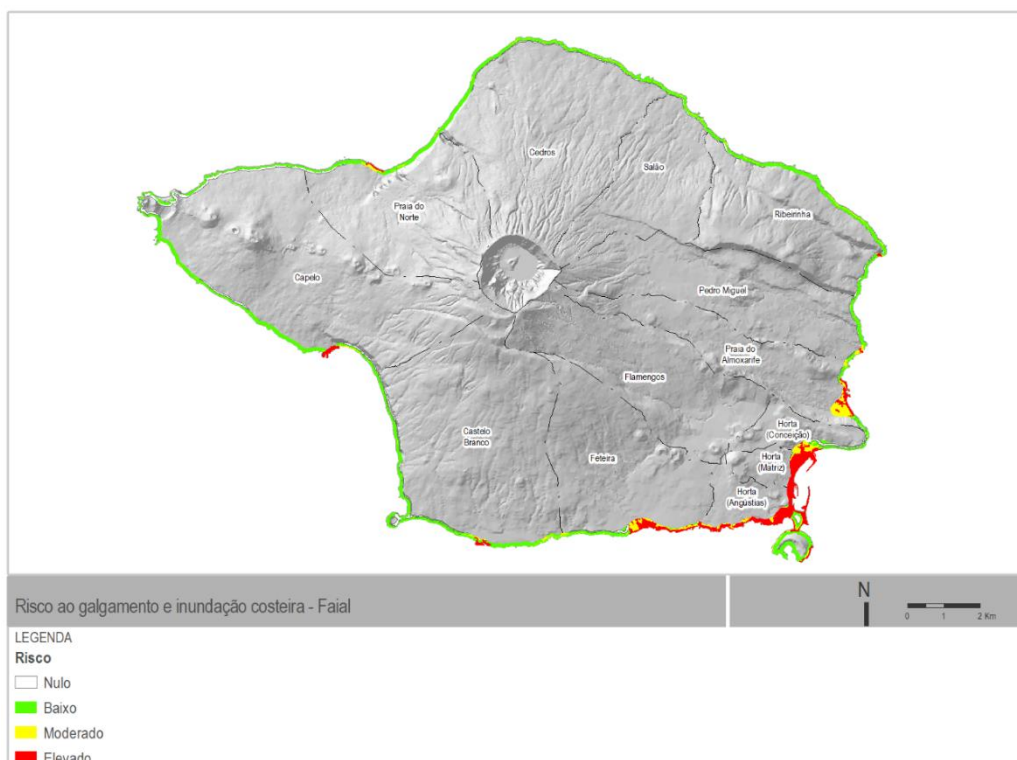


Figura 5.11 | Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para a ilha do Faial.

#### 5.2.2.6. Corvo

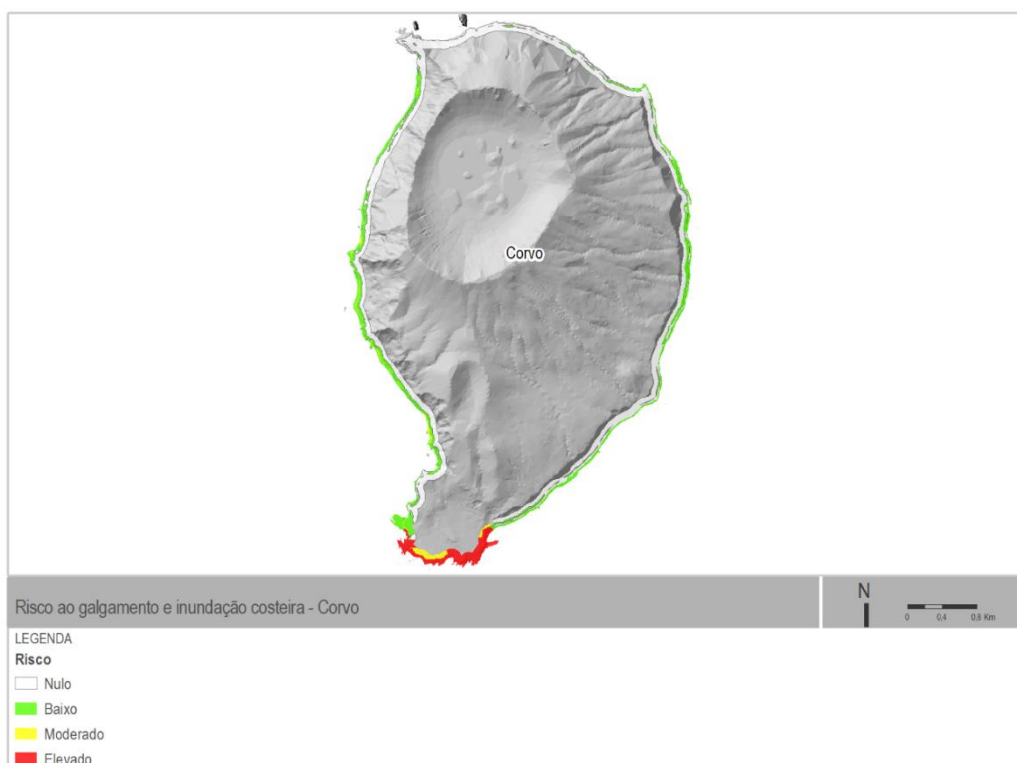


Figura 5.12 | Carta de risco ao galgamento e inundação costeira para a ilha do Corvo.

## 6. Conclusões e orientações para a 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 Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos e por outras entidades, de documentos técnicos [e.g. documentos científicos - dissertações de mestrado, teses de doutoramento e artigos científicos], na 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 as áreas em estudo.

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;
- Modelo digital do terreno de alta resolução referenciado ao elipsoide;
- 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, como 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, 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 realocização 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 deslocadas;

- 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 risco, ou de determinada tipologia da construção/infraestrutura [em particular as associadas a infraestruturas/edifícios de usufruto público e coletivo], deve ser apresentada cartografia de risco detalhada [escala 1:2 000], com exceção das áreas estudadas no presente relatório, 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 seguida pela implementação de medidas que adequem e adaptem o desenvolvimento e o uso do território às novas circunstâncias e aos novos parâmetros ambientais e de risco. Neste contexto, na Tabela 6.1 é apresentado um conjunto de medidas/orientações preliminares com o objetivo de contribuir para a adaptação do território aos graus de vulnerabilidade e de risco determinados, minimizando o efeito dos eventos extremos. Recomenda-se que as medidas propostas deverão ser tomadas em consideração nos diversos IGT que incidam sobre essas áreas.

**Tabela 6.1 | Recomendações e medidas para a adaptação e minimização do território ao grau de vulnerabilidade e de risco elevado para galgamentos e inundações costeiras.**

Recomendações e Medidas	Descrição
<b>Ações de monitorização de processos hidromorfodinâmicos da orla costeira</b>	<p>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.</p> <p>As ações de monitorização deverão incidir sobre [sem prejuízo de outros elementos que se venham relevar determinantes]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quantificação de eventos de galgamentos e inundações costeiras [registo de danos com descrição, valor monetário e área geográfica afetada];</li> <li>- Estudo de dados ambientais com base em deteção remota [ex: imagens de satélite; imagens de <i>drone</i>, entre outros], designadamente: afetação/estado de ecossistemas e habitats costeiros sensíveis, de áreas protegidas, de estruturas de defesa costeira, entre outros.</li> </ul>
<b>Cartografia de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras</b>	<p>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].</p>
<b>Levantamento e monitorização do estado de conservação das estruturas de defesa costeira existentes</b>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação do custo/benefício e custo/eficácia das estruturas de defesa costeira nas ações de conservação e manutenção;</li> </ul>

Recomendações e Medidas	Descrição
	<p>- 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].</p> <p>Ponderar se existe necessidade de demarcar novas possíveis frentes marítimas com risco potencial significativo de galgamentos e inundações costeiras, no próximo ciclo de planeamento da Diretiva 2007/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2007 – Diretiva Inundações;</p>
<b>Plano de realocização, reabilitação e manutenção de património construído</b>	<p>- Determinação de áreas prioritárias de realocização de património construído;</p> <p>- Definição de critérios claros e objetivos [por exemplo: parâmetros de afastamento, volumetria, índices de permeabilização, entre outros] para a realocização, reconstrução, reabilitação e manutenção nas áreas urbanas em áreas com grau de vulnerabilidade e/ou risco elevado.</p>
<b>Ações de comunicação e sensibilização de riscos e efeitos das alterações climáticas na orla costeira</b>	Deverão ser desenvolvidas ações de comunicação e sensibilização, destinadas a diferentes públicos-alvo, como a população em geral, autarquias [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.
<b>Interseção das bacias hidrográficas em que foi identificado risco potencial de ocorrência de cheias fluviais do PGRI com a cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras</b>	Quando existe interseção em termos de ordenamento deve prevalecer a classe de suscetibilidade/vulnerabilidade mais elevada.

## 7. 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, 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. 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., [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.
- Câmara Municipal da Lagoa [2015]. Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil da Lagoa [PMEPC-LAG].
- Câmara Municipal da Povoação [2017]. Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil da Povoação [PMEPC-PVC].
- Câmara Municipal do Nordeste [2018]. Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil do Nordeste [PMEPC-NOR].
- 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.
- Costa, M., Silva, R., e Vitorino, J., [2001]. Contribuição para o Estudo do Clima de Agitação Marítima na Costa Portuguesa. 2as Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária – Associação Internacional de Navegação, Pp. 20.
- 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 da Região Autónoma dos Açores, Diário da República: Série I, n.º 229/2019, pg. 5 – 158, 2019, Programa Regional para as Alterações Climáticas [PRAC].
- Direção Regional do Ambiente [DRA] [2011]. 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.

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.

Matos, A. [2015]. Caracterização da agitação marítima na central de energia das ondas do Pico, Açores. Mestrado em Energias Renováveis e Gestão de Energia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade do Algarve, 130 p.

Ng, K., [2013]. Feasibility study on multifunctional artificial reefs for the Azores. Ponta Delgada, Portugal: University of the Azores, Ph.D. thesis, 125p

Ng, K., Phillips, M.R., Borges, P., Thomas, T., August, P., Calado, H., Veloso-Gomes, F. [2014]. Maintaining a way of life for São Miguel Island [the Azores archipelago, Portugal]: An assessment of coastal processes and protection, Science of The Total Environment, Volume 481, Pages 142-156, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.067>.

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.

POOC Graciosa [2006]. Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha da Graciosa. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

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

Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas [SRAAC] [2021]. Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores 2022-2027 – versão para Consulta Pública.

Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia [2020]. Plano de Gestão de Riscos e Inundações da Região Autónoma dos Açores. 2.º Ciclo de Planeamento Cartas de zonas inundáveis e de riscos de inundações. 147



Cartografia de  
pormenor de  
risco de  
galgamentos  
e/ou inundações  
costeiras

Santa Maria  
Terceira  
Graciosa  
Pico  
Faial  
Corvo



AÇORES-14-62G6-FEDER-000002