



ANÁLISE E CARTOGRAFIA DA PERIGOSIDADE EM CABO VERDE

Comprehensive Hazard Assessment and Mapping in Cape Verde



Relatório Final: Perfil de Perigosidade de Cabo Verde
Final Report: Comprehensive National Hazard Profile of Cape Verde

Versão: F1.0

PARA: Nações Unidas – Cabo Verde

AUTORES: Nelson Mileu,

João Fonseca,

José Luis Zêzere,

António Lopes,

Mário Neves,

Carla Sousa

Novembro de 2014

Elaborado por:



IGOT
Instituto de Geografia e
Ordenamento do Território



110 ANOS 1902-2012
INSTITUTO DE HIGIENE E
MEDICINA TROPICAL
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

INFORMAÇÃO DO DOCUMENTO E REVISÕES

Autores		Nelson Mileu, João Fonseca, José Luis Zêzere, António Lopes, Mário Neves, Carla Sousa
Data de criação		2 de Maio de 2014

Versão	Data	Autor	Notas
P1.0	2-5-2014	Nelson Mileu	Versão inicial do Relatório Preliminar
F1.0	14-11-2014	Nelson Mileu	Versão revista de acordo com o Parecer técnico Deliverable II

APROVAÇÃO DO DOCUMENTO

Responsável	Data	Assinatura
Nelson Mileu	14-11-2014	

EQUIPA

Perigo	Equipa
Cheias\inundações	Nelson Mileu (Coordenação geral) Maria Manuela Ramos Vasco Francisco Bernardo Sargento
Secas	António Lopes Marcelo Fragoso Ezequiel Correia Carlos Santos
Vulcanismo	João Fonseca João Narciso Ana Flor Alexandre Gonçalves
Incêndios florestais	José Luis Zêzere
Sismos	Susana Vilanova
Deslizamentos	José Luis Zêzere Cristina Henriques
Epidemias	Carla Sousa
Erosão costeira	Mário Neves João Pinheiro

INDICE

GLOSSÁRIO	18
EXECUTIVE SUMMARY – PRELIMINARY REPORT	20
RESUMO – RELATÓRIO PRELIMINAR	23
1. ENQUADRAMENTO DO PROJETO	26
1.1. CONTEXTO	26
1.2. OBJETIVOS DO PROJETO	27
1.2.1. OBJECTIVO GERAL DO PROJECTO	27
1.2.2. OBJECTIVOS ESPECÍFICOS E ÂMBITO GEOGRÁFICO	28
1.3. CONSTRANGIMENTOS	29
1.4. BENEFÍCIOS EXPECTÁVEIS PARA A NAÇÃO	30
1.5. STAKEHOLDERS DO PROJETO	31
1.6. METODOLOGIA DO PROJETO	32
1.7. SÍNTESE DOS RESULTADOS	33
2. DADOS DE BASE E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA CARTOGRAFIA DE SUSCETIBILIDADE\PERIGOSIDADE	41
2.1. DADOS DE BASE	41
2.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	43
3. PERFIL DOS PERIGOS	44
3.1. Cheias\Inundações	44
3.1.1. Enquadramento do Fenómeno	44
3.1.2. Metodologia	45
3.1.3. Dados utilizados	47
3.1.4. Representação/visualização	48
3.1.5. Cartografia de perigosidade	49
3.1.6. Análise da perigosidade	105
3.1.7. Aplicação da cartografia de perigosidade	136
3.1.8. Recomendações	136
3.1.9. Notas	137
3.2. Secas	138
3.2.1. Enquadramento do Fenómeno	138
3.2.2. Metodologia	138

3.2.3.	Dados utilizados	141
3.2.4.	Representação/visualização	145
3.2.5.	Cartografia da perigosidade e suscetibilidade	146
3.2.5.1.	Cartografia da perigosidade	146
3.2.5.2.	Cartografia da suscetibilidade	156
3.2.6.	Análise da perigosidade e suscetibilidade	166
3.2.6.1.	Análise da perigosidade	166
3.2.6.2.	Análise da suscetibilidade	173
3.2.7.	Aplicação da cartografia de perigosidade	175
3.2.8.	Recomendações e Notas	175
3.3.	Vulcanismo	176
3.3.1.	Enquadramento do Fenómeno	176
3.3.2.	Metodologia	177
3.3.3.	Dados utilizados	183
3.3.4.	Representação/visualização	184
3.3.5.	Cartografia de perigosidade	185
3.3.6.	Análise da perigosidade	194
3.3.7.	Aplicação da cartografia de perigosidade	203
3.3.8.	Recomendações	203
3.3.9.	Notas	203
3.4.	Incêndios Florestais	204
3.4.1.	Enquadramento do Fenómeno	204
3.4.2.	Metodologia	207
3.4.3.	Dados utilizados	211
3.4.4.	Representação/visualização	211
3.4.5.	Cartografia de suscetibilidade	213
3.4.6.	Análise da suscetibilidade	222
3.4.7.	Aplicação da cartografia de suscetibilidade	231
3.4.8.	Recomendações	231
3.4.9.	Notas	232
3.5.	Sismos	233
3.5.1.	Enquadramento do Fenómeno	233
3.5.2.	Metodologia	234
3.5.2.1.	Parametização do modelo	235

3.5.2.1.1.	O catálogo de Trabalho	235
3.5.2.1.2.	A definição e caracterização das zonas fonte	237
3.5.2.1.3.	Os modelos de atenuação dos movimentos sísmicos	242
3.5.2.1.4.	A análise em árvore lógica	243
3.5.2.1.5.	O modelo de amplificação devido a efeitos locais	244
3.5.3.	Dados utilizados	245
3.5.4.	Representação/visualização	246
3.5.5.	Cartografia de perigosidade	247
3.5.6.	Análise da perigosidade	256
3.5.7.	Aplicação da cartografia de perigosidade	260
3.5.8.	Recomendações	260
3.5.9.	Notas	261
3.6.	Movimentos de Vertente	262
3.6.1.	Enquadramento do Fenómeno	262
3.6.2.	Metodologia	263
3.6.3.	Dados utilizados	266
3.6.4.	Representação/visualização	277
3.6.5.	Cartografia de suscetibilidade	279
3.6.6.	Análise da Suscetibilidade e Perigosidade	306
3.6.7.	Aplicação da cartografia de perigosidade	311
3.6.8.	Recomendações	311
3.6.9.	Notas	312
3.7.	Epidemias	313
3.7.1.	Enquadramento do Fenómeno	313
3.7.2.	Metodologia	313
3.7.3.	Dados utilizados	318
3.7.4.	Representação/visualização	320
3.7.5.	Cartografia de perigosidade	321
3.7.6.	Análise da perigosidade	325
3.7.7.	Aplicação da cartografia de perigosidade	328
3.7.8.	Notas	328
3.8.	Erosão costeira	329
3.8.1.	Enquadramento do Fenómeno	329
3.8.2.	Metodologia	331

3.8.3.	Dados utilizados	337
3.8.4.	Representação/visualização	338
3.8.5.	Cartografia de perigosidade	340
3.8.6.	Análise da suscetibilidade	358
3.8.7.	Aplicação da cartografia de perigosidade	375
3.8.8.	Recomendações	376
3.8.9.	Notas	377
4.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	378

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Relação entre a extensão do litoral ocupado por praias e a extensão total do litoral de cada ilha do arquipélago de Cabo Verde.	39
Figura 2 - Número e distribuição mensal das ocorrências classificadas como Cheias/Inundações (Fonte: Relatório de Levantamentos de Dados Históricos registados sobre os Desastres Ocorridos em Cabo Verde desde o ano de 1900).	44
Figura 3 – Fluxograma para elaboração da cartografia de perigosidade de cheias\inundações	45
Figura 4 - Perigosidade - Ribeira Brava	49
Figura 5 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Cruz	50
Figura 6 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Cruzinha	51
Figura 7 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Garça	52
Figura 8 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Praia Grande	53
Figura 9 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Tabuga	54
Figura 10 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Desembarcadouro	55
Figura 11 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Paul	56
Figura 12 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Tarrafal	57
Figura 13 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Grande	58
Figura 14 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Calhau	59
Figura 15 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Grande	60
Figura 16 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Aguada	61
Figura 17 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Fajã	62
Figura 18 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Ferreiros	63
Figura 19 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Moinhos	64
Figura 20 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Cabaceira	65
Figura 21 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Trindade	66
Figura 22 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Montinho	67
Figura 23 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Lagoa	68
Figura 24 - Perigosidade Cheias/Inundações - Palmeira	69
Figura 25 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Madama de Baixo	70
Figura 26 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Parda	71
Figura 27 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Água Doce	72
Figura 28 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Beirona	73
Figura 29 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Feijoa	74
Figura 30 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Praia Formosa	75
Figura 31 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Águas Belas	76
Figura 32 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Ribeireta	77
Figura 33 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de S. Domingos	78
Figura 34 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de S. Francisco	79
Figura 35 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Santa Ana	80
Figura 36 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Santa Clara	81
Figura 37 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Charco	82
Figura 38 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Flamengos	83

Figura 39 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Picos	84
Figura 40 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Grande	85
Figura 41 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Principal do Sal	86
Figura 42 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Santa Cruz	87
Figura 43 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Seca	88
Figura 44 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Trindade	89
Figura 45 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira S. Miguel	90
Figura 46 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Água Amargosa	91
Figura 47 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Brava	92
Figura 48 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Areia	93
Figura 49 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Prata	94
Figura 50 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Covoada	95
Figura 51 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Palhal	96
Figura 52 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Calhaus	97
Figura 53 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Fundo da Bananeira	98
Figura 54 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Água do Porto	99
Figura 55 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Grande	100
Figura 56 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Manuel Bau	101
Figura 57 - Perigosidade Cheias/Inundações - Porto Grande	102
Figura 58 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Julião	103
Figura 59 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Calhau	104
Figura 60 - Esquema conceptual/Workflow para a avaliação da perigosidade e suscetibilidade das secas em Cabo Verde.	139
Figura 61 - Regime médio anual da precipitação da precipitação em alguns locais de Cabo Verde (1962-2013).	140
Figura 62 - Postos pluviométricos selecionados para a avaliação do perigo de secas em Cabo Verde.	143
Figura 63 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Santo Antão).	147
Figura 64 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Boavista).	148
Figura 65 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Brava).	149
Figura 66 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Fogo).	150
Figura 67 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Maio).	151
Figura 68 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Sal).	152
Figura 69 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Santiago).	153
Figura 70 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (S. Nicolau).	154
Figura 71 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (S. Vicente).	155
Figura 72 - Suscetibilidade à seca em Santo Antão.	157
Figura 73 - Suscetibilidade à seca na Boavista.	158

Figura 74 - Suscetibilidade à seca na Brava.	159
Figura 75 - Suscetibilidade à seca no Fogo.	160
Figura 76 - Suscetibilidade à seca no Maio.	161
Figura 77 - Suscetibilidade à seca no Sal.	162
Figura 78 - Suscetibilidade à seca em Santiago.	163
Figura 79 - Suscetibilidade à seca em S. Nicolau.	164
Figura 80 - Suscetibilidade à seca em S. Vicente.	165
Figura 81 - – Postos pluviométricos afetados pela ocorrência de seca entre 1962/63 e 2012/13.	167
Figura 82 - – Cronologia de eventos de seca afectando a estação das chuvas em Cabo Verde e graus de severidade.	168
Figura 83 - -Séries de SPI-4 (estação chuvosa) em alguns postos pluviométricos das ilhas agrícolas.	169
Figura 84 - Rede de estações sismográficas telemétricas operadas pelo INMG nas ilhas de Fogo, Brava, Santo Antão e São Vicente. Os dados são recebidos em tempo real na delegação do INMG no Mindelo, onde são analisados. Extraído de Faria e Fonseca (2014).	177
Figura 85 – Esquema de elaboração da cartografia de perigosidade à atividade vulcânica.	180
Figura 86 - Rosas de vento para três altitudes, baseadas nos dados do NCEP/AR. Os diagramas indicam a direção para onde sopra o vento.	182
Figura 87 - Condições de vento correspondentes aos percentis 10, 50 e 90, para o vulcão Pico do Fogo.	182
Figura 88 – Zonamento da perigosidade vulcânica em Santo Antão.	185
Figura 89 – Zonamento da perigosidade vulcânica na Boavista.	186
Figura 90 – Zonamento da perigosidade vulcânica na Brava.	187
Figura 91 – Zonamento da perigosidade no Fogo.	188
Figura 92 – Zonamento da perigosidade no Maio.	189
Figura 93 – Zonamento da perigosidade no Sal.	190
Figura 94 – Zonamento da perigosidade em Santiago.	191
Figura 95 – Zonamento da perigosidade em S. Nicolau.	192
Figura 96 – Zonamento da perigosidade em S. Vicenteo.	193
Figura 97 - Zonamento grosseiro da perigosidade associada a correntes de densidade de piroclastos (Pyroclast Density Currents, ou PDC) de uma erupção no vulcão Tope de Coroa, Santo Antão. Após esta análise preliminar, o zonamento é refinado tendo em conta a topografia. Base cartográfica de Tarff e Day (2013).	194
Figura 98 - Zonamentos grosseiros da perigosidade parcial associada a escoadas de lava e a PDC, para os vários cenários eruptivos da Ilha de Santo Antão. As zonas estão classificadas segundo a Tabela V-4. Consideram-se apenas as cores das formas poligonais. Base cartográfica segundo Tarff and Day (2013).	195
Figura 99 - Previsão de queda de tefra, para uma erupção com VEI=5 no vulcão Tope de Coroa (a esta escala os resultados para uma erupção no vulcão Cova de Paul podem considerar-se idênticos), para condições de vento correspondentes aos percentis 10, 50 e 90.	196
Figura 100 - Zonamento grosseiro da perigosidade associada a correntes de densidade de piroclastos (Pyroclast Density Currents, ou PDC) de uma erupção freatomagmática na Ilha Brava. Base cartográfica de Madeira e tal. (2010).	197
Figura 101 - Zonamento grosseiro da perigosidade associada a escoadas de lava resultantes de uma erupção no rifte NNE do Vulcão do Fogo, no interior da Chã das Caldeiras. Após esta análise preliminar, o zonamento é refinado tendo em conta a topografia.	198

Figura 102 - Zonamentos grosseiros da perigosidade parcial associada a escoadas de lava para os vários cenários eruptivos da Ilha do Fogo. As zonas estão classificadas segundo a Tabela V-4. Consideram-se apenas as cores das formas poligonais. Base cartográfica segundo Torres e tal. (1997).	199
Figura 103 - Previsão de queda de tefra na Ilha do Fogo (Km/m²), VEI=2 e VEI=3 no Pico do Fogo, para condições de vento correspondentes aos percentis 10, 50 e 90.	200
Figura 104 - Previsão de queda de tefra na Ilha do Fogo e ilhas vizinhas (Kg/m²), VEI=4 no Pico do Fogo, para condições de vento correspondentes aos percentis 10, 50 e 90.	201
Figura 105 - Resultado da aplicação da metodologia MIAVITA aos resultados da modelação de queda de tefra, para uma erupção com VEI=3 no Pico do Fogo.	202
Figura 106 - Número e distribuição mensal das ocorrências classificadas como incêndios florestais e incêndios agrícolas no período de 1901 a 2013 (Fonte: Nações Unidas, 2013).	205
Figura 107 - Evolução anual das ocorrências classificadas como incêndios florestais e incêndios agrícolas no período de 1901 a 2013 (Fonte: Nações Unidas, 2013).	205
Figura 108 - Metodologia de avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais.	210
Figura 109 - Suscetibilidade a incêndios florestais em Santo Antão.	213
Figura 110 - Suscetibilidade a incêndios florestais na Boavista.	214
Figura 111 - Suscetibilidade a incêndios florestais na Brava.	215
Figura 112 - Suscetibilidade a incêndios florestais no Fogo.	216
Figura 113 - Suscetibilidade a incêndios florestais no Maio.	217
Figura 114 - Suscetibilidade a incêndios florestais no Sal.	218
Figura 115 - Suscetibilidade a incêndios florestais em Santiago.	219
Figura 116 - Suscetibilidade a incêndios florestais em S. Nicolau.	220
Figura 117 - Suscetibilidade a incêndios florestais em S. Vicente.	221
Figura 118 - Sobreposição dos incêndios florestais com a cartografia de suscetibilidade em Santo Antão.	223
Figura 119 - Sobreposição dos incêndios florestais com a cartografia de suscetibilidade no Fogo.	227
Figura 120 - Sobreposição dos incêndios florestais com a cartografia de suscetibilidade em Santiago.	230
Figura 121 – Enquadramento regional da região de estudo. Sismicidade com magnitude superior a M3.9 de acordo com ISC (2010).	234
Figura 122 – Esquema metodológico para elaboração da cartografia de perigosidade sísmica.	235
Figura 123 - Análise qualitativa da estacionaridade do processo sísmico. Os sismos (Mw 3.4-6.5) ocorridos no período de tempo identificado encontram-se destacados a amarelo.	238
Figura 124 - Modelos de zonas de geração representando diferentes hipóteses sobre os níveis de estacionaridade e representatividade do catálogo, sobrepostos ao mapa batimétrico da região.	240
Figura 125 - Análise de exaustividade ou plenitude do catálogo sísmico através da metodologia de Stepp (1972) para diferentes grupos de magnitude Mw.	241
Figura 126 - Ajuste do parâmetro <i>b</i> do modelo exponencial através do método de Weichert (1980) para dois valores de magnitude mínima.	241
Figura 127 - Perigosidade sísmica em Santo Antão.	247
Figura 128 - Perigosidade sísmica na Boavista.	248
Figura 129 - Perigosidade sísmica na Brava.	249
Figura 130 - Perigosidade sísmica no Fogo.	250
Figura 131 - Perigosidade sísmica no Maio.	251

Figura 132 - Perigosidade sísmica no Sal.	252
Figura 133 - Perigosidade sísmica em Santiago.	253
Figura 134 - Perigosidade sísmica em S. Nicolau.	254
Figura 135 - Perigosidade sísmica em S. Vicente.	255
Figura 136 - Mapa resultado da análise da perigosidade sísmica. O valor de PGA em cada ponto corresponde à média ponderada da distribuição de valores de PGA nesse ponto, nos mapas resultante da análise em árvore lógica.	256
Figura 137 - Mapa correspondente ao percentil 15 da análise da perigosidade sísmica. O valor de PGA em cada ponto corresponde ao percentil 15 da distribuição de valores de PGA nesse ponto, nos mapas resultante da análise em árvore lógica.	257
Figura 138 - Mapa correspondente ao percentil 85 da análise da perigosidade sísmica. O valor de PGA em cada ponto corresponde ao percentil 85 da distribuição de valores de PGA nesse ponto, nos mapas resultante da análise em árvore lógica.	257
Figura 139 - Mapa de perigosidade sísmica (média ponderada) para 10% de probabilidade de excedência em 50 anos considerando a amplificação devida a efeitos locais. O modelo de condições locais baseia-se na carta geológica 1:500.000.	258
Figura 140 - Número e distribuição mensal das ocorrências classificadas como movimentos de vertente no período de 1901 a 2013 (Fonte: Projeto RRD (Nações Unidas, 2013)).	263
Figura 141 – Matriz de classificação da perigosidade.	265
Figura 142 – Fluxograma de avaliação da suscetibilidade e perigosidade aos movimentos de vertente.	266
Figura 143- Curvas de Sucesso dos modelos de suscetibilidade a movimentos de vertentes nas ilhas de Cabo Verde.	278
Figura 144 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em Santo Antão.	279
Figura 145 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação em Santo Antão.	280
Figura 146 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos em Santo Antão.	281
Figura 147 – Suscetibilidade a movimentos de vertente na Boavista.	282
Figura 148 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação na Boavista.	283
Figura 149 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos na Boavista.	284
Figura 150 – Suscetibilidade a movimentos de vertente na Brava.	285
Figura 151 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação na ilha Brava.	286
Figura 152 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos na ilha Brava.	287
Figura 153 – Suscetibilidade a movimentos de vertente no Fogo.	288
Figura 154 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação no Fogo.	289
Figura 155 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos no Fogo.	290
Figura 156 – Suscetibilidade a movimentos de vertente no Maio.	291
Figura 157 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação no Maio.	292
Figura 158 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos no Maio.	293
Figura 159 – Suscetibilidade a movimentos de vertente no Sal.	294
Figura 160 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação no Sal.	295
Figura 161 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos no Sal.	296
Figura 162 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em Santiago.	297
Figura 163 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação em Santiago.	298
Figura 164 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos em Santiago.	299
Figura 165 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em S. Nicolau.	300
Figura 166 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em S. Nicolau.	301

Figura 167 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em S. Nicolau.	302
Figura 168 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em S. Vicente.	303
Figura 169 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação em S. Vicente.	304
Figura 170 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos em S. Vicente.	305
Figura 171 - Epidemias transmitidas por mosquitos - Modelos de adequabilidade de habitat.	318
Figura 172 - Distribuição das espécies vetoras <i>Aedes aegypti</i> e <i>Anopheles arabiensis</i> no arquipélago de Cabo Verde	321
Figura 173 – Índice palúdico de casos autóctones no arquipélago de Cabo Verde	322
Figura 174 - Distribuição de casos de dengue registados entre 10 de Novembro e 14 de Dezembro no arquipélago de Cabo Verde	323
Figura 175 – Aeroportos e tráfego aéreo no arquipélago de Cabo Verde	324
Figura 176 - Características da ondulação em Cabo Verde. Frequência relativa de: A-direção das ondas; B-altura significativa das ondas (Fonte de dados: Hidroprojecto, 1997b).	330
Figura 177 - Fluxograma das fases seguidas para determinar a suscetibilidade à erosão das praias.	334
Figura 178 - Fluxograma das fases seguidas para determinar a suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira.	336
Figura 179 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha da Boavista.	340
Figura 180 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha da Boavista.	341
Figura 181 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha Brava.	342
Figura 182 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha Brava.	343
Figura 183 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Fogo.	344
Figura 184 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Fogo.	345
Figura 185 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Maio.	346
Figura 186 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Maio.	347
Figura 187 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Sal.	348
Figura 188 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Sal.	349
Figura 189 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santiago.	350
Figura 190 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santiago.	351
Figura 191 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santo Antão.	352
Figura 192 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santo Antão.	353
Figura 193 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de São Nicolau.	354
Figura 194 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de São Nicolau.	355
Figura 195 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de São Vicente.	356
Figura 196 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de São Vicente.	357

INDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Percentagem das classes de perigosidade por área total estudada em cada ilha.	33
Tabela 2 - Percentagem de área por classes de suscetibilidade às Secas em Cabo Verde.	34
Tabela 3 - Síntese da perigosidade vulcânica nas ilhas de Cabo Verde.	35
Tabela 4 - Suscetibilidade a incêndios florestais nas ilhas de Cabo Verde.	35
Tabela 5 - Perigosidade sísmica nas ilhas de Cabo Verde.	36
Tabela 6 - Suscetibilidade a movimentos de vertente nas ilhas de Cabo Verde.	37
Tabela 7 - Perigosidade a movimentos de vertente com desencadeamento por precipitação nas ilhas de Cabo Verde.	37
Tabela 8 - Perigosidade a movimentos de vertente com desencadeamento por sismo nas ilhas de Cabo Verde.	37
Tabela 9 - Suscetibilidade à erosão das praias de Cabo Verde.	39
Tabela 10 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira das ilhas de Cabo Verde.	40
Tabela 11 - Principais características das bacias hidrográficas de Santo Antão.	105
Tabela 12 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)	107
Tabela 13 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Santo Antão)	109
Tabela 14 - Principais características das bacias hidrográficas da Boavista.	110
Tabela 15 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)	110
Tabela 16- Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Boavista)	111
Tabela 17 - Principais características das bacias hidrográficas da Brava.	112
Tabela 18 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Brava)	113
Tabela 19 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Brava)	113
Tabela 20 - Principais características das bacias hidrográficas do Fogo.	114
Tabela 21 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)	115
Tabela 22 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Fogo)	115
Tabela 23 - Principais características das bacias hidrográficas do Maio.	116
Tabela 24 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)	116
Tabela 25 - Percentagem por classe de perigosidade da área da Ribeira da Lagoa (Maio)	117
Tabela 26 - Principais características das bacias hidrográficas do Sal.	118
Tabela 27 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Sal)	119
Tabela 28 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Sal)	120
Tabela 29 - Principais características das bacias hidrográficas de Santiago.	121
Tabela 30 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santiago)	124
Tabela 31 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Santiago)	128
Tabela 32 - Principais características das bacias hidrográficas de São Nicolau.	129
Tabela 33 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (S. Nicolau)	131
Tabela 34 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (São Nicolau)	133
Tabela 35 - Principais características das bacias hidrográficas de S. Vicente.	134
Tabela 36 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)	135

Tabela 37 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (São Vicente)	135
Tabela 38 - Escalas temporais de análise, adotadas para o cálculo do índice SPI.	140
Tabela 39 - Classificação da severidade das secas.	141
Tabela 40 - Séries de precipitação mensal utilizadas na análise do perigo de seca em Cabo Verde.	142
Tabela 41 - Probabilidade (%) de ocorrência de seca na estação das chuvas, na estação das chuvas alargada e no ano climatológico em Cabo Verde.	169
Tabela 42 - Limiares de precipitação (mm) correspondentes aos diversos graus de severidade da seca durante a estação das chuvas em Cabo Verde.	170
Tabela 43 - Percentagem de área por classes de suscetibilidade às Secas em Cabo Verde.	173
Tabela 44 – Tabela de classes de intensidade usados neste estudo. De notar que a definição do índice é independente do fenómeno adverso em causa. Adaptado de Thierry et al. (2010).	178
Tabela 45 - Equivalente numérico do índice de intensidade. O nível 100 corresponde à perda de vidas humanas. Adaptado de Thierry et al. (2010).	179
Tabela 46 - Classes de frequência e índices de frequência para os fenómenos adversos, em função dos respetivos períodos de retorno. Adaptado de Thierry et al. (2010). O índice de frequência efetiva obtém-se multiplicando o índice de frequência pela fração da área efetivamente afetada pelo fenómeno. Por exemplo, numa zona em que as escoadas de lava têm um índice de frequência 0.2 e onde cada escoada cobre 10% da área total, o índice de frequência efetiva será 0.02. . Adaptado de Thierry et al. (2010).	179
Tabela 47 - Níveis de perigosidade correspondentes a cada combinação de equivalente numérico de intensidade e de índice de frequência efetiva. <i>As cores indicam a classificação dos níveis de perigosidade: abaixo de 0.01 – desprezável; de 0.01 a 0.1: residual; de 0.1 a 1: muito baixo; de 1 a 5: baixo; de 5 a 100: moderado; acima de 100: alto. . Adaptado de Thierry et al. (2010).</i>	179
Tabela 48 - Cenários de emissão de tefra, no vulcão Pico do Fogo. (Susanna Jenkins, comunicação pessoal)	181
Tabela 49 - Parâmetros utilizados na modelação de cenários de emissão de tefra.	183
Tabela 50 - Parâmetros utilizados na modelação de cenários de emissão de tefra.	183
Tabela 51 - Índices de frequência para os vários cenários eruptivos na Ilha do Fogo.	199
Tabela 52 - Impacto dos incêndios nas áreas florestadas no arquipélago de Cabo Verde. Fonte: Inventário Nacional Florestal, 2012. Nota: Não estão disponíveis os dados para o Fogo.	206
Tabela 53 - Ponderação dos critérios utilizados na avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais.	208
Tabela 54 - Ponderação final das classes dos temas utilizados na avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais.	209
Tabela 55- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (Santo Antão).	222
Tabela 56- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (Boavista).	223
Tabela 57- Suscetibilidade aos incêndios florestais por freguesia (Brava).	224
Tabela 58- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (Fogo).	224
Tabela 59- Suscetibilidade aos incêndios florestais por freguesia (Maio).	227
Tabela 60- Suscetibilidade aos incêndios florestais por freguesia (Sal).	227
Tabela 61- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (Santiago).	228
Tabela 62- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (S. Nicolau).	230
Tabela 63- Suscetibilidade aos incêndios florestais por freguesia (S. Vicente).	231
Tabela 64- Listagem do catálogo de trabalho. As referências são as seguintes: ISC (ISC, 2011); ISC-GEM (Storchak et al., 2013) ; NEIC (NEIC, 2014).	236

Tabela 65- Critérios utilizados na definição dos modelos de zonas fonte.	239
Tabela 66 - Caracterização dos parâmetros a e b do modelo exponencial de recorrência sísmica	241
Tabela 67 - Representação dos diversos ramos da árvore lógica considerados na análise de PSHA. Os pesos atribuídos a cada ramo da árvore lógica encontram-se representados dentro de parênteses retos. O peso final do mapa resultado corresponde ao produto dos pesos dos ramos da árvore lógica correspondentes.	243
Tabela 68 - Classes consideradas para a caracterização regional das condições locais e respectivos factores de amplificação.	245
Tabela 69 - Parâmetros morfométricos dos movimentos de vertente inventariados nas ilhas de Cabo Verde.	267
Tabela 70 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha de S. Antão	269
Tabela 71 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha da Boavista	270
Tabela 72 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha Brava	271
Tabela 73 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha do Maio	272
Tabela 74 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha do Sal	273
Tabela 75 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha de Santiago	274
Tabela 76 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha de S. Nicolau	275
Tabela 77 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha de S. Vicente	276
Tabela 78 - Valor Informativo dos factores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha do Fogo (calculado a partir das médias aritméticas das classes equivalentes determinadas nas ilhas de S. Antão, Brava, Santiago, S. Nicolau e S. Vicente)	277
Tabela 79 - Perigosidade a movimentos de vertente por concelho (Santo Antão).	306
Tabela 80 - Perigosidade a movimentos de vertente por concelho (Boavista).	306
Tabela 81 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por concelho (Brava).	307
Tabela 82 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por concelho (Fogo).	307
Tabela 83 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por freguesia (Maio).	308
Tabela 84 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por concelho (Sal).	308
Tabela 85 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por freguesia (Santiago).	309
Tabela 86 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por freguesia (S. Nicolau).	310
Tabela 87 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por freguesia (S. Vicente).	310
Tabela 88 - Factores e variáveis utilizados na avaliação de suscetibilidade à erosão das praias.	333
Tabela 89 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha da Boavista (em %).	358
Tabela 90 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha da Boavista (em %).	359
Tabela 91 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha Brava (em %).	360
Tabela 92 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente em arribas na ilha Brava (em %).	361
Tabela 93 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Fogo (em %).	362
Tabela 94 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Fogo (em %).	363

Tabela 96 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Maio (em %).	364
Tabela 96 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Maio (em %).	365
Tabela 97 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Sal (em %).	366
Tabela 98 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Sal (em %).	367
Tabela 99 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santiago (em %).	368
Tabela 100 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santiago (em %).	369
Tabela 101 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santo Antão (em %).	370
Tabela 102 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santo Antão (em %).	371
Tabela 103 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de S. Nicolau (em %).	372
Tabela 104 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de S. Nicolau (em %).	373
Tabela 105 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de S. Vicente (em %).	374
Tabela 106 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de S. Vicente (em %).	375

GLOSSÁRIO

Sigla	Descrição
AH	Ano Hidrológico
AMC	Adaptação às Mudanças Climáticas
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
CIT	Convergência Inter Tropical
CRIF	Cartografia de Risco de Incêndio Florestal
EC	Estação Chuvosa
ECA	Estação Chuvosa Alargada
EPSG	European Petroleum Survey Group
EUA	Estados Unidos da América
EVI	Enhanced Vegetation Index
FAO	Food and Agriculture Organization
MAHOT	Ministério do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território
MDT	Modelo Digital de Terreno
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NESDIS	National Environmental Satellite, Data, and Information Service
NGDC	National Geophysical Data Center
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NUREG	US Nuclear Regulatory Commission Regulation
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
ORSTOM	Office de la recherche scientifique et technique outre-mer
PDC	Pyroclast Density Currents
PDF	Portable Document Format
PGA	Parâmetro de ACeleração de Pico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PSHA	Análise Probabilista da Perigosidade Sísmica
RRC	Redução do Risco de Catástrofes
SCS	Soil Conservation Service
SE	Seca Extrema
SHP	Shapefile
SID	Multiresolution Seamless Image Database
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SM	Seca Moderada
SNIR	Sistema Nacional de Informação de Risco
SNPC	Serviço Nacional de Protecção Civil
SPI	Standardized Precipitation Index
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SS	Seca Severa

SSZ	Modelo de zonas fonte (Seismic Source Zones)
SSZA	Modelo de zonas fonte A
SSZB	Modelo de zonas fonte B
SSZC	Modelo de zonas fonte C
UCCP	Unidade de Coordenação do Cadastro Predial
USGS	United States Geological Survey
VDD	Vector-Dependent Diseases
VEI	Índice de Explosividade Vulcânica
WGS	World Geodetic System
XLS	eXcel File Format
XML	Extensible Markup Language
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

EXECUTIVE SUMMARY – PRELIMINARY REPORT

Background

The Cabo Verde Republic is a volcanic origin archipelago, located in the Atlantic Ocean, 640 km west of the African coast. Associated to its volcanic origin and its geographical characteristics, the archipelago of Cabo Verde is exposed to a group of hazards that affect several islands with different degrees of social, economic and environmental severity. As noted by Monteiro et al (2009) "besides the seismic and volcanic hazards, limited to the islands of Brava, in the first case and Fogo in both cases, and the hazard of drought, desertification and soil erosion, related to the clima and archipelago geography, other natural hazards such as flash floods, landslides, storms and even forest fires often have events that result in high economic and social impacts." Additionally, diseases transmitted by Culicidae vectors (mosquitoes), like malaria that have seasonal nature and by dengue are another concern in Cabo Verde, because of its emerging character (WHO, 2009).

Project Priorities and Objectives

The United Nations Program for Development, the Ministry of Environment, Housing and Spatial Planning and the National Civil Protection Service of Cabo Verde developed a project called "Strengthening Disaster Risk Reduction and Management in Cape Verde (2012-2016)". Integrated in this project, this work ensures the first key priority – National Risk Assessment and Mapping for the following phenomena: flash floods, droughts, volcanic eruptions, forest fires, earthquakes, landslides, epidemics and coastal erosion.

Methodology

The methodology was organized into several sections depending on the type of hazard addressed. For all hazards the work began with the collection and compilation of all bibliographic information, cartography, meteorological data, historical records of disasters, provided by different government agencies of Cape Verde and international sources. After the data collection, it was validated and processed for the next step. The hazard mapping for all hazards included cartographic modeling according to well-established scientific and technical methodologies. After obtaining the results, these have been validated, to ensure the best approximation to reality.

Summary of Key Findings

This comprehensive hazard assessment generated a series of findings for the eight hazards analyzed in Cabo Verde. The following points consist in a summary of the key findings organized by hazard:

- The results of the hydrologic analysis, allowed to identify that the following watersheds: in Santiago Island Ribeira de Águas Belas, Ribeira do Charco, Ribeira dos Flamengos, Ribeira de Santa Cruz, Ribeira de S. Jorge da Trindade, Ribeira de Santa Ana, Ribeira de Santa Clara, Ribeira dos Picos and in Santo Antão Island Ribeira de Santa Ana and Ribeira da Praia Grande are those where the water flow are more significant. The flood hazard assessment revealed that the watersheds of Ribeira dos Picos, Ribeira dos Flamengos, Ribeira Seca and on the island of Santiago, the watersheds of Ribeira Grande and Ribeira de Tabuga on the island of Santo Antão, as well as the watershed of the Ribeira da Lagoa on the island of*

Maio and Ribeira Grande on the island of Boavista, have the greatest expression in the classes of high and very high hazard.

- *The drought hazard assessment shows that in Cabo Verde "Flat Islands" the susceptibility is high. On the other islands (with the exception of Fogo), high susceptibility is common, which shows the great importance of the phenomenon in the context of natural risks in this archipelago. The low susceptibility class has values between about 2% in Fogo and 12% on Santiago Island.*
- *Because of the recent geological evidence in S. Vicente, S. Nicolau, Sal, Boavista, Santiago and Maio islands the volcanic hazard was considered negligible. The Fogo Island is characterized by moderate volcanic hazard on the east flank and inside Chã das Caldeiras. The exception in this island is the area between Bangaeira and Fernão Gomes where the hazard is low. The volcanic hazard is also low in sectors NNE and NNW, with very low or residual in the western half of the island. The Brava Island is characterized by very low or residual volcanic hazard. Also for the island of Santo Antão volcanic hazard is very low or residual.*
- *The forest fire susceptibility analysis, assessed by multicriteria analysis found that the classes of high and very high susceptibility cover 6.1% of the territory of the 9 islands of Cabo Verde. Santiago Island is the one that presents the most unfavorable situation regarding to the propensity for forest fires, with 18.9% of the area integrated in the two classes of highest susceptibility.*
- *The seismic hazard in Cape Verde has small importance. Following the seismic assessment results (according with the logic tree branch used) the islands where the hazard has greater relevance are Brava, Fogo, Santo Antão and São Vicente, since they are in the lower threshold of moderate class. On the island of Santiago the hazard class is low, while in S. Nicolau the hazard is distributed between the low and moderate classes. In the islands of Boavista, Sal and Maio the seismic hazard is residual which reinforce the low expression of the phenomenon in the archipelago of Cabo Verde.*
- *The landslide susceptibility analysis shows that high and very high susceptibility classes covers 12.6% of the area in the 9 islands of Cape Verde. The worst situation occurs in Santo Antão, where this class of susceptibility covers 23.8% of the island territory, almost the double of the average of Cabo Verde. Santiago, São Nicolau and Brava occupy the following positions in the hierarchy of this hazard, confirmed by the territorial expression of high and very high susceptibility classes (17.7%, 16.2% and 15.7% of the respective areas).*
- *Based on the collected records, the Aedes aegypti species is present in all inhabited islands of the archipelago and therefore there is a potential risk in all islands, for an outbreak of dengue if the introduction of the respective arboviruses occurs. For malaria, although there are records that confirm the presence of the vector in all islands (exception for Santo Antão and S. Vicente), the cases of disease in recent decades, occurred only in Santiago Island.*
- *The coastal erosion hazard assessment found that the majority of Cabo Verde beaches were classified in the moderate susceptibility class. However 1/3 of the beaches are in the high susceptibility class.*

Applications of the Study Results

The Comprehensive National Hazard Assessment and Mapping in Cape Verde successfully identified hazard-prone areas and respective hazard zones. The results of this work will support the development of a national risk profile, which will help the government, humanitarian and development agencies to develop and implement a national disaster reduction and management strategy. The hazard assessment and mapping can be integrated into the national disaster risk management framework in the following ways:

- *The hazard mapping can be used by policy makers, decision makers and planners as a basis for future master plans.*
- *National and local civil protection authorities may use the results of hazard assessment to establish and implement effective disaster management strategies.*
- *The hazard mapping can support municipalities in introducing and enforcing building codes and permitting regulations to protect homes and infrastructure.*
- *Humanitarian and international agencies can set priorities for interventions on prevention, response and recovery components.*
- *The Ministry of Rural Development may use hazard mapping to optimize their structural and nonstructural measures.*
- *The hazard assessment report can be used as an education tool about natural and technological hazards that exists in the archipelago.*

Organization of Chapters

The first chapter of the report provides a background of the project, where it describes the context, the general and specific objectives, stakeholders, methodology, and a summary of key findings. The second chapter provides a list of the basic data used in the project and the technical cartography characteristics. The third chapter provides the analysis and mapping for the eight selected hazards. For each hazard can be found the hazard description, methodology, data used, the legend, hazard maps for the islands, analysis of results and a set of notes and recommendations.

RESUMO – RELATÓRIO PRELIMINAR

Enquadramento

A República de Cabo Verde, é um arquipélago de origem vulcânica localizada no Oceano Atlântico, a 640 km a oeste da costa africana. Associado à sua origem vulcânica e às suas características geográficas, o arquipélago de Cabo Verde encontra-se exposto a um conjunto diversificado de perigos que têm afetado as várias ilhas com diferentes graus de gravidade social, económica e ambiental. Como notam Monteiro *et al* (2009) “para além dos riscos sísmico e vulcânico, praticamente limitados às Ilhas da Brava, no primeiro caso e do Fogo, nos dois casos, e dos riscos de seca, desertificação e erosão dos solos, ligados à localização geográfica e climática do arquipélago, outros riscos naturais, tais como as cheias/inundações, os movimentos em massa nas vertentes, as tempestades e, mesmo, os incêndios florestais têm, frequentemente, manifestações que se traduzem em fortes impactos económicos e sociais”. Para além destes perigos, as doenças transmitidas por vetores culicídeos (mosquitos), designadamente a malária ou paludismo de carácter epidémico e marcadamente sazonal e pelo dengue constituem outra das preocupações em Cabo Verde, pelo seu carácter emergente (OMS, 2009).

Objetivos e prioridades do projeto

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o Ministério do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território e o Serviço Nacional de Proteção Civil de Cabo Verde desenvolveram em conjunto um projeto designado por “Reforço da minimização e da gestão dos riscos em Cabo Verde (2012 - 2016)”. Enquadrado neste projeto, este trabalho assegura a componente de análise e cartografia da perigosidade para Cabo Verde tendo como principais objetivos a obtenção do perfil nacional de perigosidade e a elaboração da cartografia de perigosidade para os fenómenos de cheias rápidas, secas, vulcanismo, incêndios florestais, sismos, instabilidade de vertentes, epidemias e erosão costeira, que constituem a base para o desenvolvimento dum perfil de riscos nacionais que informa e alimenta o Sistema Nacional de Informação sobre riscos.

Metodologia

A metodologia de análise foi segmentada em várias etapas que variaram em função do perigo analisado. Para todos os perigos o trabalho teve início com a recolha e compilação de toda a informação bibliográfica, cartográfica, meteorológica, registos históricos de catástrofes de desastres graves, disponibilizados pelos diferentes organismos do Governo de Cabo Verde e entidades internacionais. Com base na recolha efetuada os dados foram validados e processados para serem integrados na etapa de modelação. A elaboração da cartografia de perigosidade, envolveu para todos os perigos analisados, a modelação cartográfica do fenómeno de acordo com um conjunto de metodologias científicas e técnicas amplamente disseminadas. Após a obtenção dos resultados cartográficos, estes foram validados, para garantir a melhor aproximação à realidade.

Resumo das principais conclusões

Resultado da análise e cartografia de perigosidade obtiveram-se um conjunto de conclusões para os oito perigos analisados para Cabo Verde. Os pontos seguintes consistem nas principais conclusões organizadas por perigo:

- Os resultados da análise hidrológica para as várias bacias hidrográficas estudadas, permitiram identificar que as bacias hidrográficas da Ribeira de Águas Belas, Ribeira do Charco, Ribeira dos Flamengos, Ribeira de Santa Cruz, Ribeira da Trindade, Ribeira de Santa Ana, Ribeira de Santa Clara e Ribeira dos Picos, na ilha de Santiago, as bacias hidrográficas da Ribeira Grande, Ribeira Tabuga e Ribeira da Cruz, na ilha de Santo Antão, e as bacias hidrográficas da Ribeira Grande e Ribeira do Calhau, na ilha da Boavista são aquelas onde os caudais de ponta são mais significativos. Relativamente à análise da perigosidade destacam-se as bacias hidrográficas da Ribeira dos Picos, Ribeira dos Flamengos e Ribeira Seca na ilha de Santiago, as bacias hidrográficas da Ribeira Grande e Ribeira de Tabuga na ilha de Santo Antão, bem como a bacia hidrográfica da Ribeira da Lagoa na ilha do Maio e bacia da Ribeira Grande na ilha da Boavista, por assumirem a maior expressão nas classes de perigosidade alta e muito alta.
- A análise à suscetibilidade às secas mostra que as “Ilhas Rasas” de Cabo Verde apresentam uma suscetibilidade elevada. Nas restantes ilhas, com exceção do Fogo, a classe largamente dominante é igualmente a suscetibilidade elevada, o que traduz a grande relevância do fenómeno Seca no contexto dos riscos naturais neste arquipélago. A suscetibilidade baixa regista-se em percentagens que variam entre cerca de 2% no Fogo e 12% na ilha de Santiago.
- Para as ilhas de S. Vicente, S. Nicolau, Sal, Boavista, Maio e Santiago a perigosidade vulcânica foi considerada desprezável, em face da evidência geológica recente. A ilha do Fogo é caracterizada por perigosidade vulcânica moderada no flanco leste e no interior da Chã das Caldeiras, com exceção da zona entre Bangaeira e Fernão Gomes onde a perigosidade é baixa. A perigosidade vulcânica é igualmente baixa nos sectores NNE e SSE da ilha do Fogo, sendo muito baixa ou residual na metade ocidental da ilha. A Ilha Brava é caracterizada por perigosidade vulcânica muito baixa ou residual. Igualmente para a Ilha de Santo Antão a perigosidade vulcânica obtida é muito baixa ou residual.
- A suscetibilidade aos incêndios florestais, avaliada por análise multicritério, mostra que a expressão das classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrange 6,1% do território das 9 ilhas do arquipélago. A ilha de Santiago é a que apresenta a situação mais desfavorável no que respeita à propensão para os incêndios florestais, com 18,9% do território integrados nas duas classes de suscetibilidade mais alta.
- A perigosidade sísmica em Cabo Verde tem pouca expressão. De acordo com o exemplo apresentado (um dos ramos da árvore lógica a utilizar) as ilhas onde a perigosidade apresentam maior relevância são a Brava, Fogo, Santo Antão e S. Vicente, com uma perigosidade no limiar inferior da classe moderada. Na ilha de Santiago a perigosidade é baixa, enquanto em S. Nicolau a perigosidade reparte-se entre as classes baixa e moderada. Nas ilhas da Boavista, Maio e Sal a perigosidade sísmica é residual o que reforça a pouca expressão do fenómeno no arquipélago de Cabo Verde.
- A avaliação da suscetibilidade aos movimentos de vertente, mostra que as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada se estendem a 12,6% da superfície das 9 ilhas de Cabo Verde. A situação mais desfavorável verifica-se em Santo Antão, onde a expressão espacial das referidas classes de suscetibilidade se alarga a 23,8% do território, quase duplica o valor médio do arquipélago. Santiago, S. Nicolau e Brava ocupam as posições seguintes na hierarquia deste perigo, facto atestado pela expressão territorial das classes de suscetibilidade elevada e muito elevada (17,7%, 16,2% e 15,7% das respetivas áreas).

- Com base no conjunto de registos recolhidos, a espécie *Aedes aegypti* está presente em todas ilhas habitadas do arquipélago e portanto existe o risco potencial, em todas as ilhas, de ocorrer um surto de dengue, caso ocorra a introdução do respetivo arbovírus. Quanto à malária, apesar de existirem registos da presença do vetor em todas as ilhas à exceção de St. Antão e S. Vicente, os casos autóctones de doença, nas últimas décadas, ocorreram apenas na ilha de Santiago.
- Na avaliação da suscetibilidade à erosão litoral, a maioria das praias de Cabo Verde, ficou classificada na classe de suscetibilidade moderada, registando-se, no entanto cerca de 1/3 das praias na classe de suscetibilidade elevada.

Aplicabilidade dos resultados do estudo

O trabalho de análise e cartografia da perigosidade para Cabo Verde permitiu obter um perfil de perigosidades para Cabo Verde, tendo identificado e cartografado de forma detalhada as áreas propensas aos diferentes perigos analisados. Os resultados deste trabalho serão o suporte para uma análise e avaliação de risco à escala nacional, que ajudará o governo, agências humanitárias e de desenvolvimento a definir estratégias e a desenvolver planos de redução do risco de catástrofes. O perfil de perigosidade e a cartografia de perigosidade obtida, poderá ser integrada no sistema nacional de gestão de riscos das seguintes formas:

- A cartografia de perigosidade pode ser utilizada por políticos, decisores, técnicos ligados ao ordenamento do território como suporte ao desenvolvimento de planos de ordenamento do território.
- As autoridades nacionais e municipais de proteção civil poderão utilizar os resultados da análise de perigosidade para adequar as estratégias de prevenção e meios de resposta à realidade.
- A cartografia de perigosidade pode apoiar os municípios na definição de regulamentos de edificação adaptados a cada realidade.
- As agências humanitárias e de apoio internacionais podem definir prioridades relativamente às intervenções nas componentes da prevenção, resposta e recuperação.
- O Ministério do Desenvolvimento Rural poderá utilizar a cartografia de perigosidade para otimizar as suas ações e o conjunto de medidas estruturais e não estruturais que tem em curso no domínio das suas atribuições.
- O relatório de análise da perigosidade em Cabo Verde pode ser utilizado como uma ferramenta de educação sobre os perigos naturais e antrópicos existentes no arquipélago.

Organização do relatório

O primeiro capítulo do relatório consiste em enquadramento do projeto, onde se descreve o contexto de desenvolvimento do projeto, os objetivos gerais e específicos, os *stakeholders*, a metodologia e uma síntese dos resultados. O segundo capítulo providencia uma relação dos dados de base utilizados no projeto e as características técnicas da cartografia temática produzida. O terceiro capítulo diz respeito à análise e cartografia dos oito perigos selecionados. Para cada perigo consta um enquadramento do fenómeno, a metodologia, os dados utilizados, explicação da legenda que consta na cartografia, a representação cartográfica do perigo para as várias ilhas a uma escala pequena, análise dos resultados e um conjunto de notas e recomendações.

1. ENQUADRAMENTO DO PROJETO

1.1. CONTEXTO

A República de Cabo Verde, é um arquipélago de origem vulcânica localizada no Oceano Atlântico, a 640 km a oeste da costa africana, entre as latitudes 14º47' e 17º13'N e longitudes 22º38' e 25º22'O. Tem uma área total de aproximada de 4049 km², sendo constituído por dez ilhas. A ilha de Santiago com uma área de 1002 km², principal ilha do arquipélago, divide-se em 9 municípios: Praia, Ribeira Grande de Santiago, São Domingos, Santa Catarina, Santa Cruz, São Lourenço dos Órgãos, São Salvador do Mundo, São Miguel e Tarrafal. A ilha de Santo Antão tem uma área de 785 km² e divide-se em 3 municípios: Porto Novo, Paúl e Ribeira Grande. A ilha da Boavista 631 km² tem uma área de 785 km² e é composta por apenas um município: Boavista. A ilha do Fogo tem uma área de 471 km² e divide-se em 3 municípios: São Filipe, Santa Catarina e Mosteiros. A ilha de S. Nicolau tem uma área de 345 km² e divide-se em 2 municípios: Ribeira Brava e Tarrafal. A ilha do Maio tem uma área de 274 km² e é composta por apenas um município: Maio. A ilha de S. Vicente tem uma área de 225 km² e é composta por apenas um município: S. Vicente. A ilha da Brava tem uma área de 63 km² e é composta por apenas um município: Brava. A ilha de Santa Luzia é desabitada e a mais pequena do arquipélago com uma área de 35 km² sendo composta por apenas um município: Tarrafal.

Associado à sua origem vulcânica e às suas características geográficas, o arquipélago de Cabo Verde encontra-se exposto a um conjunto diversificado de perigos que têm afetado as várias ilhas com diferentes graus de gravidade social, económica e ambiental. Como notam Monteiro *et al* (2009) “para além dos riscos sísmico e vulcânico, praticamente limitados às Ilhas da Brava, no primeiro caso e do Fogo, nos dois casos, e dos riscos de seca, desertificação e erosão dos solos, ligados à localização geográfica e climática do arquipélago, outros riscos naturais, tais como as cheias/inundações, os movimentos em massa nas vertentes, as tempestades e, mesmo, os incêndios florestais têm, frequentemente, manifestações que se traduzem em fortes impactos económicos e sociais”. Para além destes perigos, as doenças transmitidas por vetores culicídeos (mosquitos), designadamente a malária ou paludismo de carácter epidémico e marcadamente sazonal e pelo dengue constituem outra das preocupações em Cabo Verde, pelo seu carácter emergente (OMS, 2009).

1.2. OBJETIVOS DO PROJETO

1.2.1. OBJECTIVO GERAL DO PROJECTO

O PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento), UNICEF (Fundo das Nações Unidas para a Infância) e FNUAP (Fundo das Nações Unidas para a População), o Ministério do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território e o Serviço Nacional de Proteção Civil de Cabo Verde desenvolveram em conjunto um projeto designado por “Reforço da minimização e da gestão dos riscos em Cabo Verde (2012 - 2016)”.

O objectivo geral do projeto é a minimização dos impactos associados a desastres graves e catástrofes, e proteger os ganhos de desenvolvimento, melhorando as capacidades nacionais para a gestão de risco de catástrofes. Especificamente, o projeto busca fortalecer as capacidades nacionais para desenvolver e implementar uma estratégia nacional de redução e gestão de risco de catástrofes.

Para atingir este objetivo, o projeto foi organizado em três prioridades: (i) realização de uma Avaliação Nacional de Riscos para apoio à tomada de decisões; (ii) a integração da gestão da Redução dos Riscos de Catástrofes (RRC) e a estratégia de adaptação às mudanças climáticas (AMC) nos desenvolvimentos promovidos pelo Governo e no planeamento setorial; (iii) o fortalecimento dos mecanismos institucionais e operacionais para a implementação da Política de Redução dos Riscos de Catástrofes.

Esta fase do projeto, está orientada para a primeira prioridade chave. A avaliação global dos riscos em Cabo Verde procura desenvolver uma Matriz Nacional de Risco para apoio ou reformulação da estratégia nacional de Redução do Riscos de Catástrofes e melhoria das capacidades nacionais em matéria de avaliação de riscos de catástrofes. Especificamente, será um contributo para a obtenção do Resultado 1: Uma base sólida para a monitorização e gestão de risco, na forma de um Sistema de Informação de Risco Nacional (SIRN) é criado e informa o processo de tomada de decisão.

Esta avaliação global do risco será implementada em 3 fases:

Fase 1- Realizar um exercício nacional de disponibilidade para avaliação do Risco de Catástrofes.

Fase 2 - Desenvolvimento de um perfil nacional do risco de catástrofes através de metodologias de análise de perigosidade (análise espacial, temporal e dimensional).

Fase 3 - Desenvolvimento de um perfil abrangente de riscos nacional (multiriscos e em todos os setores).

O presente estudo e relatório, enquadra-se na fase 2 do desenvolvimento do processo de avaliação e cartografia de risco. Foi lançado um concurso internacional para a **análise e cartografia da**

perigosidade para Cabo Verde, tendo-se iniciado esta componente do projeto em Novembro de 2013 através da assinatura do contrato entre o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e a Municípiã, SA. A equipa da Municípiã, em conjunto com os consultores especializados do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território, Instituto Superior Técnico e Instituto de Higiene e Medicina Tropical, trabalharam em estreita articulação com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, o Ministério do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território, Serviço Nacional de Proteção Civil de Cabo Verde e os diferentes pontos focais no desenvolvimento do estudo. O estudo para análise e cartografia da perigosidade em Cabo Verde abrangeu oito perigos, designadamente as cheias/inundações, secas, incêndios florestais, deslizamentos, erosão litoral, sismos, vulcanismo e epidemias. O trabalho desenvolvido forneceu uma oportunidade para partilha de dados, recursos e a possibilidade de desenvolvimento e aplicação das diferentes metodologias propostas para elaboração da cartografia da perigosidade. A elaboração da cartografia de perigosidade e respetiva análise, integrou os diferentes estudos sectoriais desenvolvidos, dados recolhidos junto das entidades oficiais, levantamento de dados históricos e bases cartográficas o que permitiu obter a cartografia para os diferentes perigos desagregada para as várias ilhas.

1.2.2. OBJECTIVOS ESPECÍFICOS E ÂMBITO GEOGRÁFICO

Os objetivos específicos do projeto de análise e cartografia da perigosidade para Cabo Verde são os seguintes:

1. Desenvolvimento do perfil nacional de perigosidade e identificação das áreas de maior perigosidade e respetiva cartografia;
 - A.1. Elaboração dos mapas de perigosidade para os seguintes perigos:
 - a. cheias rápidas;
 - b. secas;
 - c. vulcanismo;
 - d. incêndios florestais;
 - e. sismos;
 - f. movimentos de vertente;
 - g. epidemias;
 - h. erosão costeira.
 - A.2. Análise dos fatores desencadeantes, frequência e probabilidade, extensão, consequências em termos de vidas humanas, socioeconómicas e ambientais;

2. Desenvolvimento e reforço das capacidades nacionais no que se refere à avaliação de risco e elaboração de cartografia de perigosidade através do envolvimento dos técnicos nacionais. A avaliação do risco (perigo e vulnerabilidade) é uma parte integral do processo de tomada de decisão. Para assegurar da problemática dos riscos com que Cabo Verde se depara e sustentabilidade da avaliação de risco, tornou-se necessário o envolvimento de políticos e decisores, bem como dos técnicos nacionais, no desenvolvimento do projeto.
3. Integração dos resultados da análise de perigosidade, modelos e cartografia de perigosidade no Sistema Nacional de Informação de Risco (SNIR). O SNIR será um sistema nacional de apoio à decisão para apoio à gestão dos riscos e futuros desenvolvimentos. Será suportado por um SIG para permitir uma avaliação dinâmica do risco e visualização da cartografia.

O âmbito geográfico da cartografia de perigosidade para Cabo Verde foi o seguinte:

1. Boavista;
2. Brava;
3. Fogo;
4. Maio;
5. Sal;
6. Santiago;
7. Santo Antão;
8. São Nicolau;
9. São Vicente.

1.3. CONSTRANGIMENTOS

- **Disponibilidade de dados:** A análise e cartografia dos oito perigos identificados, pressupõe a existência de vários dados de diferente natureza: cartografia de base, geológica, solos, hidrológica, meteorológica, sísmica, inventário florestal, dados de agitação marítima, dados entomológicos e epidemiológicos e dados censitários. Alguns destes dados encontravam-se disponíveis, apesar de um conjunto de dados não ter sido disponibilizada. Este constrangimento limitou o desenvolvimento do trabalho e a complexidade dos modelos de análise, tendo a equipa de trabalho utilizado os dados disponíveis, fontes secundárias e adequado a metodologia aos requisitos dos modelos de análise.

- **Metodologia técnica:** As diferentes metodologias adotadas para a cartografia de perigosidade têm uma relação de dependência com a disponibilidade de dados.
- **Limitação de tempo:** O tempo previsto para a execução do trabalho encontrava-se limitado a seis meses. Neste período, a análise e elaboração da cartografia de perigosidade foi desenvolvida tendo em consideração a dependência de dados das fontes oficiais.
- **Integração de dados vindos de várias fontes:** a integração dados oriundos de diferentes sistemas de projeção, de diferentes escalas e formatos, constituiu um constrangimento pelo tempo adicional de processamento e precisão cartográfica final.
- **Envolvimento dos stakeholders:** O envolvimento dos vários *stakeholders* no fornecimento dos dados e na fase de reforço de capacitação revelou algumas limitações que restringiram os resultados finais do projeto.

1.4. BENEFÍCIOS EXPECTÁVEIS PARA A NAÇÃO

- Os resultados do perfil e cartografia de perigosidade para Cabo Verde, constituirá uma base para uma avaliação dos elementos expostos, vulnerabilidades e riscos no sentido da definição de uma estratégia de prevenção e mitigação dos riscos.
- É expectável que o perfil nacional de perigosidade de Cabo Verde resultante deste estudo, permita aos políticos e decisores definir prioridades relativamente às medidas de mitigação e investimentos na prevenção e mecanismos de resposta a desastres graves e catástrofes, no sentido de minimizar danos humanos e materiais.
- Por outro lado, permitirá suportar os mecanismos de financiamento das agências e entidades internacionais em articulação com uma estratégia de minimização de riscos ajustada ao contexto do país.
- Encontram-se publicados estudos, para diferentes ilhas, sobre vários perigos, contendo representações cartográficas a várias escalas. Com o presente estudo será possível obter uma visão de conjunto dos perigos, para todas as ilhas e de uma forma normalizada.
- Com este trabalho é possível identificar as áreas de maior perigosidade e apoiar a identificação dos elementos expostos e eventuais medidas de mitigação.
- Será possível de uma forma sectorial aos *stakeholders* estabelecer prioridades na implementação de medidas de mitigação.
- A caracterização, análise e a elaboração da cartografia de perigosidade de forma sistematizada são passos fundamentais para o adequado desenvolvimento dos processos de planeamento de emergência e de ordenamento do território.

- A componente de reforço de capacitação permitirá criar uma base de conhecimento que possibilitará a aplicação das metodologias utilizadas e a elaboração da cartografia de perigosidade a escalas maiores ou noutras locais.

1.5. STAKEHOLDERS DO PROJETO

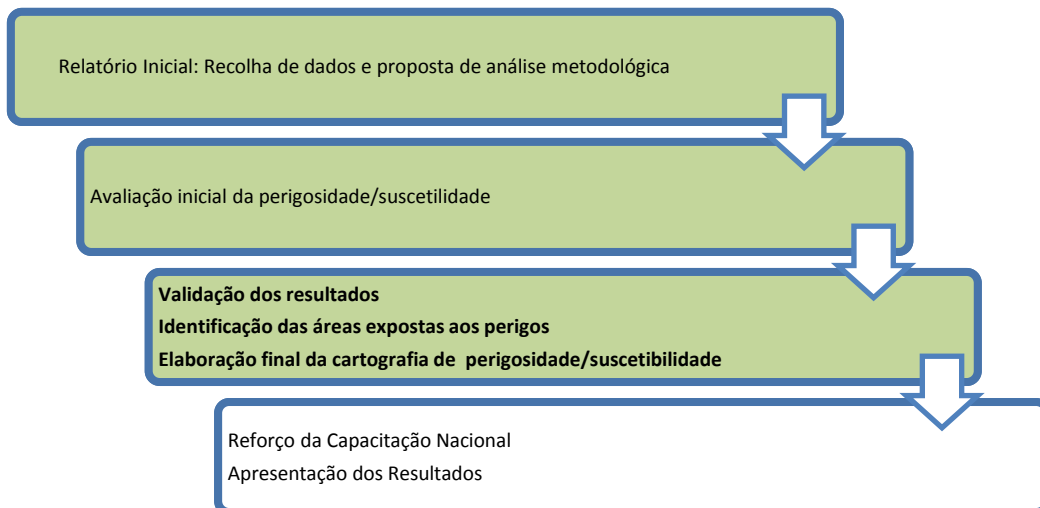
O projeto tem associado três tipos de *stakeholders*, designadamente a equipa de consultores, as instituições focais e os beneficiários (PNUD, MAHOT e SNPC). A tabela seguinte resume por especialidade o consultor e o respetivo ponto focal identificados:

Perigo	Consultores	Contacto	Ponto Focal - CV	Contacto
Cheias\Inundações	Município	Nelson Mileu nmileu@municipia.pt	Instituto Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos	Fernanda Spencer
Secas	IGOT	António Lopes antonio.lopes@campus.ul.pt	Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica	Francisco Correia \ João Spencer
Vulcanismo	IST	João Fonseca jfonseca@ist.utl.pt	Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica	Bruno Faria
Incêndios Florestais	IGOT	José Luis Zêzere zezere@campus.ul.pt	MDR / DGASP / Dir. Silvicultura	Maria da Cruz Gomes Soares
Sismos	IST	João Fonseca jfonseca@ist.utl.pt	Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica	Bruno Faria
Movimentos de vertente	IGOT	José Luis Zêzere zezere@campus.ul.pt	-Serviço Nacional de Proteção Civil -Laboratório de Engenharia Civil de Cabo Verde -Unidade de Coordenação do Cadastro Predial	Hélio Semedo Jair Rodrigues Euda Miranda Sandro Semedo
Epidemias	IHMT	Carla Sousa CASousa@ihmt.unl.pt	Direcção Nacional da Saúde	Júlio Rodrigues Maria Matilde Cisneros
Erosão Costeira	IGOT	Mário Neves marioneves@campus.ul.pt	Instituto Marítimo e Portuário	João Silva

1.6. METODOLOGIA DO PROJETO

A metodologia do projeto foi planeada em várias fases e tarefas em função do perigo analisado. A fase inicial de análise e cartografia de perigosidade envolveu a compilação de fontes bibliográficas, recolha de dados cartográficos, recolha de dados meteorológicos, dados sísmicos, inventários relacionados com os fenómenos, análise do histórico de desastres e catástrofes e reuniões de trabalho com os *stakeholders*. A recolha inicial de dados, permitiu elaborar uma proposta de análise metodológica. Todos os dados recolhidos foram selecionados e validados para assegurar o rigor final dos resultados cartográficos. A análise e cartografia para os 8 perigos, teve em consideração a análise integrada dos registos históricos, a sua frequência, intensidade e distribuição geográfica. A modelação cartográfica, realizada na fase de avaliação inicial da perigosidade, baseou-se num conjunto de metodologias científicas reconhecidas e amplamente disseminadas e que serão descritas neste relatório.

Após a avaliação inicial da perigosidade\suscetibilidade foi elaborada a versão final da cartografia de perigosidade\suscetibilidade onde foram integradas as sugestões dos *stakeholders* nacionais.



1.7. SÍNTESE DOS RESULTADOS

Para os diferentes perigos analisados produziram-se as diferentes cartas de perigosidade\suscetibilidade e obtiveram-se vários resultados quanto aos potenciais impactos no território de Cabo Verde. Estes resultados permitiram definir o perfil de perigosidade de Cabo Verde desagregado por ilha e município, encontrando-se nos pontos seguintes as principais conclusões organizadas por perigo:

A. Cheias\inundações:

O levantamento histórico das ocorrências de cheias\inundações mostra que este fenómeno assume particular destaque nas ilhas de Santiago e Santo Antão, assumindo maior expressão nos meses de Agosto, Setembro e Outubro.

Os resultados da análise hidrológica para as várias bacias hidrográficas estudadas, permitiram identificar que as bacias hidrográficas da Ribeira de Águas Belas, Ribeira do Charco, Ribeira dos Flamengos, Ribeira de Santa Cruz, Ribeira da Trindade, Ribeira de Santa Ana, Ribeira de Santa Clara e Ribeira dos Picos, na ilha de Santiago, as bacias hidrográficas da Ribeira Grande, Ribeira Tabuga e Ribeira da Cruz, na ilha de Santo Antão, e as bacias hidrográficas da Ribeira Grande e Ribeira do Calhau, na ilha da Boavista são aquelas onde os caudais de ponta são mais significativos.

Relativamente à análise da perigosidade destacam-se as bacias hidrográficas da Ribeira dos Picos, Ribeira dos Flamengos e Ribeira Seca na ilha de Santiago, as bacias hidrográficas da Ribeira Grande e Ribeira de Tabuga na ilha de Santo Antão, bem como a bacia hidrográfica da Ribeira da Lagoa na ilha do Maio e a bacia da Ribeira Grande na ilha da Boavista, por assumirem a maior expressão nas classes de perigosidade alta e muito alta. No total das bacias analisadas no arquipélago de Cabo Verde a classe de perigosidade alta assume uma extensão relativa considerável (0,71%), enquanto a perigosidade muito alta assume um valor inferior de 0,32%.

Tabela 1 - Percentagem das classes de perigosidade por área total estudada em cada ilha.

Perigosidade	Ilhas									
	Boavista	Brava	Fogo	Maio	Sal	Santiago	S.Antão	S.Nicolau	S.Vicente	Cabo Verde
Muito Baixa	1.61	0.10	0.25	0.90	1.13	0.61	0.15	0.27	2.42	0.83
Baixa	0.78	0.02	0.08	0.46	0.53	0.28	0.06	0.14	1.08	0.38
Média	1.33	0.04	0.10	1.05	0.28	0.52	0.11	0.24	1.40	0.56
Alta	1.65	0.07	0.23	2.15	0.08	1.04	0.24	0.41	0.51	0.71
Muito Alta	0.40	0.13	0.57	0.21	0.00	0.66	0.69	0.22	0.02	0.32
Nula	94.23	99.65	98.77	95.24	98.00	96.89	98.75	98.73	94.58	97.20
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

B. Secas:

No quadro seguinte apresenta-se distribuição percentual das áreas correspondentes às três classes de suscetibilidade definidas, com indicação da percentagem em cada ilha e no conjunto do arquipélago. Neste quadro é possível observar que as “Ilhas Rasas” de Cabo Verde apresentam uma suscetibilidade elevada. Nas restantes ilhas, com exceção do Fogo, a classe largamente dominante é igualmente a suscetibilidade elevada, o que traduz a grande relevância do fenómeno Seca no contexto dos riscos naturais neste arquipélago. A suscetibilidade baixa regista-se em percentagens que variam entre cerca de 2% no Fogo e 12% na ilha de Santiago.

Tabela 2 - Percentagem de área por classes de suscetibilidade às Secas em Cabo Verde.

Suscetibilidade	Ilhas									
	Boavista	Brava	Fogo	Maio	Sal	Santiago	S.Antão	S.Nicolau	S.Vicente	Cabo Verde
Baixa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	7.1	0.0	0.0	5.1
Moderada	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	31.8	12.8	11.6	0.0	17.0
Elevada	100.0	80.0	100.0	100.0	100.0	55.5	80.1	88.4	100.0	77.9
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

C. Vulcanismo:

Aplicou-se a metodologia MIAVITA de Thierry et al. (2010), com adaptações, à avaliação da perigosidade vulcânica das ilhas de Fogo, Brava e Santo Antão. Para as restantes ilhas, a perigosidade vulcânica foi considerada desprezável, em face da evidência geológica recente. Os resultados apresentados traduzem-se em categorias - perigosidade alta, moderada, baixa, muito baixa, residual e desprezável - e a margem de erro associada à avaliação é de uma categoria para cima ou para baixo.

A ilha do Fogo é caracterizada por perigosidade vulcânica moderada no flanco leste e no interior da Chã das Caldeiras, com exceção da zona entre Bangaeira e Fernão Gomes onde a perigosidade é baixa. A perigosidade vulcânica é igualmente baixa nos sectores NNE e SSE da ilha do Fogo, sendo muito baixa ou residual na metade ocidental da ilha.

A Ilha Brava é caracterizada por perigosidade vulcânica muito baixa ou residual. Igualmente para a Ilha de Santo Antão a perigosidade vulcânica obtida é muito baixa ou residual. Nestas duas ilhas, a perigosidade está ligada à ocorrência de erupções de elevada explosividade mas com um período de retorno muito longo.

Tabela 3 - Síntese da perigosidade vulcânica nas ilhas de Cabo Verde.

Perigosidade	Ilhas									
	Brava	Fogo	S. Antão	Boavista	Maio	Sal	Santiago	S. Nicolau	S. Vicente	Cabo Verde
Desprezável	14.30	19.55	43.24	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	76.0
Residual	20.40	41.70	27.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3
Muito Baixa	53.30	38.75	29.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6
Baixa	20.40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
Moderada	14.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
Total	100.0	100.00	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

D. Incêndios florestais:

Os incêndios florestais podem traduzir-se em perdas avultadas dos pontos de vista social, económico e ambiental, podendo hipotecar os esforços no sentido da arborização no arquipélago de Cabo Verde, cujo início remonta à primeira década do século XX.

O levantamento histórico com base documental de ocorrências de incêndios florestais mostra que este perigo é particularmente importante nas ilhas de Santo Antão, Fogo e Santiago, tendo maior incidência nos meses entre Maio e Agosto.

A suscetibilidade aos incêndios florestais, avaliada por análise multicritério, mostra que a expressão das classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrange 6,1% do território das 9 ilhas do arquipélago. A ilha de Santiago é a que apresenta a situação mais desfavorável no que respeita à propensão para os incêndios florestais, com 18,9% do território integrados nas duas classes de suscetibilidade mais alta. As ilhas do Fogo, Brava, S. Antão e S. Nicolau ocupam os lugares seguintes na hierarquia face a este perigo, com extensão de área abrangida pelas duas classes de suscetibilidade mais alta variável entre 4,7% e 10,6% das respetivas superfícies. A suscetibilidade aos incêndios florestais é baixa nas ilhas de Maio e S. Vicente (apenas 2,9% e 2,6% dos respetivos territórios integrados nas classes de suscetibilidade elevada ou muito elevada) e residual na Boavista e no Sal (97,2% e 99,9% dos respetivos territórios abrangidos pelas classes de suscetibilidade baixa ou muito baixa).

Tabela 4 - Suscetibilidade a incêndios florestais nas ilhas de Cabo Verde.

Suscetibilidade	Ilhas									
	Boavista	Brava	Fogo	Maio	Sal	Santiago	S. Antão	S. Nicolau	S. Vicente	Cabo Verde
Muito baixa	88.74	79.89	45.44	81.56	98.56	20.90	74.34	62.47	88.80	71.19
Baixa	8.83	2.71	23.40	2.79	1.35	24.46	4.10	12.40	2.95	9.22
Moderada	1.92	7.04	20.57	12.80	0.07	35.76	16.87	20.46	5.70	13.46
Elevada	0.50	7.28	8.25	2.80	0.01	15.68	3.13	4.04	2.47	4.91

Muito elevada	0.02	3.08	2.34	0.05	0.00	3.20	1.56	0.62	0.08	1.22
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

E. Sismos:

A perigosidade sísmica em Cabo Verde tem pouca expressão. De acordo com o exemplo apresentado (mapa médio ponderado com estimativa de efeitos locais) as ilhas onde a perigosidade apresentam maior relevância são a Brava, S. Nicolau e S. Vicente com alguma perigosidade no limiar inferior da classe moderada. Na ilha do Fogo, Santo Antão, Boavista, Maio, Sal, Santiago e Santo Antão a perigosidade sísmica é baixa o que reforça a pouca expressão do fenómeno no arquipélago de Cabo Verde.

Tabela 5 - Perigosidade sísmica nas ilhas de Cabo Verde.

Perigosidade	Ilhas									
	Boavista	Brava	Fogo	Maio	Sal	Santiago	S. Antão	S. Nicolau	S. Vicente	Cabo Verde
Residual	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Baixa	100.0	29.5	97.5	100.0	100.0	100	99.5	86.5	88.2	96.6
Moderada	0.0	70.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.5	13.5	11.8	3.4
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.0

F. Movimentos de vertente:

Os movimentos de vertente ocorrem em todo o arquipélago de Cabo Verde, mas têm a sua maior expressão nas ilhas que possuem um relevo mais acidentado. No que respeita à tipologia dos movimentos, destacam-se os desabamentos (quedas), os deslizamentos (escorregamentos) e as escoadas (fluxos). O levantamento histórico de ocorrências, baseado em análise documental, indica que os movimentos de vertente têm tido especial incidência nas ilhas de Santiago, Santo Antão e Brava, com maior concentração no período entre Agosto e Outubro.

A avaliação da suscetibilidade aos movimentos de vertente, efetuada com recurso a inventários detalhados de instabilidades e utilizando o método estatístico do Valor Informativo, mostra que as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada se estendem a 12,6% da superfície das 9 ilhas de Cabo Verde. A situação mais desfavorável verifica-se em Santo Antão, onde a expressão espacial das referidas classes de suscetibilidade se alarga a 23,8% do território, quase duplica o valor médio do arquipélago. Santiago, S. Nicolau e Brava ocupam as posições seguintes na hierarquia deste perigo, facto atestado pela expressão territorial das classes de suscetibilidade elevada e muito elevada (17,7%, 16,2% e 15,7% das respetivas áreas). A expressão das classes de maior suscetibilidade é menor nas ilhas do

Fogo (14,8%) e S. Vicente (13,1%), reduzindo-se substancialmente nas ilhas de Maio, Boavista e Sal, onde as classes de suscetibilidade baixa e muito baixa são largamente maioritárias (entre 85,0% e 97,4% da totalidade da área das ilhas).

Tabela 6 - Suscetibilidade a movimentos de vertente nas ilhas de Cabo Verde.

Suscetibilidade	Ilhas									
	Boavista	Brava	Fogo	Maio	Sal	Santiago	S.Antão	S.Nicolau	S.Vicente	Cabo Verde
Muito baixa	86.65	46.14	40.42	80.03	94.51	48.72	31.80	55.42	59.73	60.38
Baixa	1.96	13.33	24.03	4.94	2.89	10.51	14.10	9.77	7.78	9.92
Moderada	5.27	24.86	20.79	9.79	1.88	23.06	30.28	18.62	19.43	17.11
Elevada	2.95	9.09	11.75	3.22	0.30	10.48	14.54	8.83	8.03	7.69
Muito elevada	3.16	6.58	3.02	2.02	0.42	7.24	9.28	7.36	5.03	4.90
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

A perigosidade aos movimentos de vertente foi efetuada cruzando em matriz a suscetibilidade com a precipitação máxima mensal com período de retorno de 100 anos (cenário de desencadeamento por precipitação) e com os valores de PGA com 10% de probabilidade de excedência em 50 anos, incorporando os efeitos de sítio (cenário de desencadeamento por sismo).

Santo Antão apresenta os valores de perigosidade mais elevada, para movimentos de vertente desencadeados por precipitação e por sismos. Santiago e o Fogo têm uma perigosidade mais elevada quando o desencadeamento dos movimentos ocorre por precipitação, enquanto na Brava, S. Vicente e S. Nicolau a perigosidade das vertentes está essencialmente associada aos sismos. As ilhas da Boavista, Maio e Sal têm perigosidade residual a movimentos de vertente em qualquer cenário desencadeante.

Tabela 7 - Perigosidade a movimentos de vertente com desencadeamento por precipitação nas ilhas de Cabo Verde.

Perigosidade	Ilhas									
	Boavista	Brava	Fogo	Maio	Sal	Santiago	S.Antão	S.Nicolau	S.Vicente	Cabo Verde
Baixa	99.42	84.14	74.46	99.95	99.62	69.62	63.78	81.38	95.68	85.34
Moderada	0.58	9.27	14.44	0.05	0.38	15.84	17.81	10.29	4.32	8.11
Elevada	0.00	6.59	9.12	0.00	0.00	10.59	13.67	7.62	0.00	5.29
Muito elevada	0.00	0.00	1.99	0.00	0.00	3.95	4.74	0.71	0.00	1.27
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tabela 8 - Perigosidade a movimentos de vertente com desencadeamento por sismo nas ilhas de Cabo Verde.

Perigosidade	Ilhas									
	Boavista	Brava	Fogo	Maio	Sal	Santiago	S.Antão	S.Nicolau	S.Vicente	Cabo Verde
Baixa	96.17	60.03	84.41	97.97	99.50	86.04	61.21	69.44	66.87	80.18
Moderada	3.36	15.00	11.20	2.03	0.47	8.37	20.69	15.78	18.86	10.64
Elevada	0.47	19.50	3.30	0.00	0.03	5.59	11.01	10.48	8.98	6.60
Muito elevada	0.00	5.48	1.09	0.00	0.00	0.00	7.09	4.30	5.29	2.58
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

G. Epidemias:

Para este relatório foram disponibilizados alguns documentos que, apesar de não fornecerem dados georreferenciados sobre a presença/ausência de *Anopheles arabiensis* Patton, 1905 e *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) ou sobre os casos de doença (malária e dengue), permitiram uma análise complementar à realizada com base nos dados bibliográficos disponíveis na literatura. De qualquer modo, a cartografia de risco apresentada pouco mais espelha do que a distribuição geográfica, por ilha, dos vetores e os casos de doença. Assim, é muito pouco informativa ao nível de avaliação de risco, tendo que a sua interpretação ser cuidadosa e salvaguardando-se que não é mais que uma sistematização e apresentação gráfica da distribuição das espécies vetoras e casos de doenças. Com base no conjunto de registos recolhidos, a espécie *Aedes aegypti* está presente em todas as ilhas habitadas do arquipélago e portanto existe o risco potencial, em todas as ilhas, de ocorrer um surto de dengue, caso ocorra a introdução do respetivo arbovírus. Quanto à malária, apesar de existirem registos da presença do vetor em todas as ilhas à exceção de St. Antão e S. Vicente, os casos autóctones de doença, nas últimas décadas, ocorreram apenas na ilha de Santiago e mais recentemente na ilha da Boavista. Assim, apesar destas duas regiões apresentarem potencial risco de emergência de um novo surto de malária mais elevado, não se pode descartar a hipótese de a transmissão desta patologia reemergir noutras ilhas do arquipélago.

H. Erosão litoral:

1. Suscetibilidade à erosão das praias de Cabo Verde

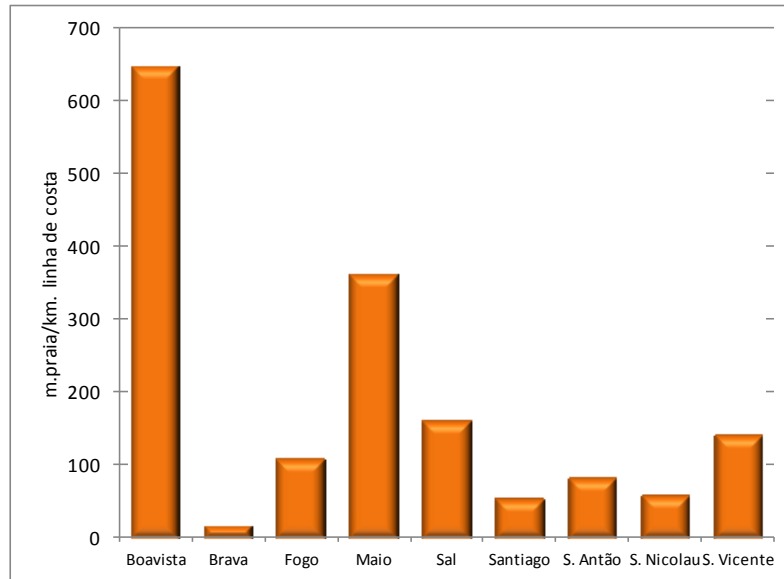


Figura 1 - Relação entre a extensão do litoral ocupado por praias e a extensão total do litoral de cada ilha do arquipélago de Cabo Verde.

A faixa costeira do arquipélago de Cabo Verde caracteriza-se por um predomínio de litorais rochosos em que os troços com praia ocupam somente 155 m./km. de linha de costa.

Este arquipélago encontra-se localizado num sector do Atlântico Oriental dominado pelos ventos alíseos de NE que, não só influenciam o clima geral das ilhas, como condicionam a direção da ondulação predominante em grande parte do ano, como ainda promovem o transporte de areias provenientes do deserto do Sahara, depositando-as principalmente nas ilhas mais orientais. Em consequência, Boavista, Maio e Sal – ilhas orientais que possuem unicamente 25% da faixa costeira do conjunto das ilhas – detêm 2/3 da extensão litoral total de Cabo Verde ocupada por praias. O predomínio de praias de areia ocorre em todas as ilhas do sector oriental e central de Cabo Verde, só tendo sido registadas duas ilhas com predomínio de praias de calhaus, precisamente as mais ocidentais, Santo Antão e Brava.

Tabela 9 - Suscetibilidade à erosão das praias de Cabo Verde.

		Total
suscetibilidade	Reduzida	12,8
	Moderada	52,4
	Elevada	34,8

Na avaliação da suscetibilidade à erosão, a maioria das praias de Cabo Verde, ficou classificada na classe de suscetibilidade moderada, registando-se, no entanto cerca de 1/3 das praias na classe de suscetibilidade elevada.

2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira das ilhas de Cabo Verde

Tabela 10 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira das ilhas de Cabo Verde.

	Ilhas	Boavista	Brava	Fogo	Maio	S. Nicolau	S. Vicente	Sal	Santiago	S. Antão	Cabo Verde
Suscetibilidade	Muito baixa	96,0	1,9	27,5	95,3	71,5	54,9	91,1	48,2	35,1	59,5
	Baixa	1,0	3,0	13,9	2,0	7,2	3,4	3,3	10,1	17,4	7,9
	Moderada	2,2	32,2	13,1	2,5	11,9	15,7	3,5	16,1	32,2	14,4
	Elevada	0,7	29,1	19,4	0,1	5,9	12,2	1,5	7,2	13,7	8,5
	Muito elevada	0,1	33,8	26,1	0,1	3,5	13,9	0,7	18,4	1,6	9,7

No conjunto da faixa costeira das ilhas de Cabo Verde predomina a suscetibilidade baixa a muito baixa - 67,4% da faixa costeira - salientando-se as ilhas do Sal, Boavista e Maio com valores, no agregado destas duas classes, superiores a 90%. Por oposição, a Brava é a ilha que menos contribui para estas classes, com um valor inferior a 5%.

A faixa costeira com suscetibilidade elevada a muito elevada representa 18,2% no conjunto das ilhas do arquipélago. No entanto, a importância destas classes nas várias ilhas é muito desigual. Enquanto nas ilhas de Maio, Boavista e Sal têm um peso relativo muito baixo, inferior a 2,5%, nas ilhas do Fogo e da Brava, estas duas classes agrupadas representam respetivamente 45,5% e 62,9% da faixa costeira. É de salientar igualmente a ilha de Santiago por apresentar praticamente 1/5 da faixa costeira classificada com suscetibilidade muito elevada. Devido ao facto de esta ser a maior ilha do arquipélago, estes sectores representam 41% do conjunto das faixas costeiras de Cabo Verde classificadas com suscetibilidade muito elevada.

Comparados com a totalidade da suscetibilidade das ilhas a movimentos de vertente, a faixa costeira apresenta valores relativamente semelhantes de suscetibilidade baixa a muito baixa (diferença de - 0,7%) mas ostenta valores 3,6% superiores na classe de suscetibilidade muito elevada.

2. DADOS DE BASE E CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DA CARTOGRAFIA DE SUSCETIBILIDADE\PERIGOSIDADE

2.1. DADOS DE BASE

O quadro seguinte sintetiza, no quadro projeto, os dados utilizados no projeto:

Tema	Fonte	Abrangência Geográfica	Sistema de Referência	Referência Temporal	Formato	Escala
Carta de Zonagem Agro-ecológica e da Vegetação	Instituto de Investigação Científica e Tropical	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG		1984	jpg	1:50.000
Carta Agrícola	Junta de Investigações do Ultramar	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; SL; STG; SANT		1957	jpg, shp	1:50.000
Carta de Vegetação	AGeoBw	FG; SV; SAL; SANT	Geographic coordinate System WGS 84		jpg, shp	1:50.000
Carta Geológica	JICU IICT AGeoBw	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT		vários anos	jpg, shp	1:50.000
Carta de Ocupação dos Solos		BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT		1981	jpg	1:25.000
Cartografia	KLM	Espargos, Mindelo, Praia e Santa Maria		1990	DWG	1:1000 e 1:2000
Cartografia	Município	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT	Cónica Secante Lambert, WGS84	2003	DGN	1:10000 e 1:2000
Cartografia	Grafcan	BV; MA; SN; SV; SAL; STG; SZ	Cabo Verde National Grid Cónica Conforme Lambert, WGS84	2010	SHP	1:5000 e 1:1000
Ortofotomapas	Município	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT	Cónica Secante Lambert, WGS84	2003	SID	0,5m
Ortofotomapas	Grafcan	BV; BR; MA; SN; SV; SAL; STG; SZ	Cabo Verde National Grid Cónica Conforme Lambert, WGS84	2010	ECW	0,4m
Planos Diretores Municipais (Condicionantes)	várias	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT	Vários	vários anos	PDF	1:10000
Limites administrativos oficiais	UCCP	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SL, SAL; STG; SANT	Cabo Verde-ITRF96-Cónica Secante de Lambert		SHP	
Gestão da Zona Costeira (Volume I e II)	Direcção Geral de Marinha e Portos	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; SL, STG; SANT			PDF	
Fotografias aéreas do litoral	UCCP	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; SL, STG; SANT		vários anos	jpg	
Inventário histórico de desastres e catástrofes	Dra. Sílvia Monteiro	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT			XLS	
Précipitações journalières de l'origine des stations. à '1977 - îles du Cap-	Ministère de la Coopération, ORSTOM, Paris 1983.	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT		até 1977	PDF	

Vert						
Global Land Cover 2000 Project (GLC 2000)			BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT		2000	SHP
MODIS (MCD12Q1) LAND COVER (Version 005)			BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT			SHP
Catálogo global sísmico		International Seismological Centre (ISC, 2010)				
Precipitação		INMG	BV; BR; FG; MA; SN; STG; SANT		1962-2013	MSEXcel
Precipitação		FAO, 2001 - FAOClim 2.0. Agroclimatic Database.	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT		até 1987	MSAccess
Precipitação		Hernández, 2008 - Caracterização dos solos da ilha de Santiago (Cabo Verde) numa perspectiva de sustentabilidade e ambiental	STG		até 2006	PDF
MODIS Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid NDVI		USGS Earth Resources Observation & Science Center (EROS) Sioux Falls, USA, 2014	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT	Sinusoidal grid tiling system	Julho de 2002/ Junho de 2003 Julho de 2005/ Junho de 2006	HDF-EOS
SPOT Programme	Vegetation	VITO /Flemish Institute for Technological Research	BV; BR; FG; MA; SN; SV; SAL; STG; SANT	Plate Carrée WGS84	Novembro 1998/2013	HDF

BV – Boavista; BR – Brava; FG- Fogo; MA - Maio; SN - S. Nicolau; SV - S. Vicente; SAL – Sal; SL – Santa Luzia; STG – Santiago; SANT – Santo Antão

2.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

As principais características técnicas da cartografia de perigosidade, por ilha, são as seguintes:

Ilha	Sistema de Referência	Formatos e resolução	Data de produção
Boavista	EPSG: 4826 Cabo Verde National Grid Cónica Conforme Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014
Brava	Cónica Secante Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014
Fogo	Cónica Secante Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014
Maió	EPSG: 4826 Cabo Verde National Grid Cónica Conforme Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014
S. Nicolau	EPSG: 4826 Cabo Verde National Grid Cónica Conforme Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014
S. Vicente	EPSG: 4826 Cabo Verde National Grid Cónica Conforme Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014
Sal	EPSG: 4826 Cabo Verde National Grid Cónica Conforme Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014
Santiago	EPSG: 4826 Cabo Verde National Grid Cónica Conforme Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014
Santo Antão	Cónica Secante Lambert, WGS84	ASCII (10m), Shapefile	Novembro de 2014

3. PERFIL DOS PERIGOS

3.1. CHEIAS\INUNDAÇÕES

3.1.1. Enquadramento do Fenómeno

Em Cabo Verde não existem cursos de água superficiais permanentes (Lima *et al*, 2003). No entanto, a problemática das cheias\inundações e em particular o fenómeno das cheias rápidas em Cabo Verde, pela sua importância e consequências adversas constitui um tema abordado por vários autores (Rebelo, 1999; Monteiro e Cunha, 2011). De acordo com o Relatório de Levantamentos de Dados Históricos registados sobre os Desastres Ocorridos em Cabo Verde desde o ano de 1900 (Nações Unidas, 2013), foram identificados 64 registos classificados como cheias\inundações no período de 1907 a 2013, com destaque para a ilha de Santiago e Santo Antão. O período de maior frequência verifica-se entre os meses de Agosto a Novembro, correspondendo Setembro ao mês com mais registos (50%).

Figura 2 - Número e distribuição mensal das ocorrências classificadas como Cheias/Inundações (Fonte: Relatório de Levantamentos de Dados Históricos registados sobre os Desastres Ocorridos em Cabo Verde desde o ano de 1900).

Associado às perturbações da CIT e à passagem de tempestades tropicais (Rebelo, 1999; Lima, 2012), as chuvas que ocorrem na época das chuvas caracterizam-se pela sua forte intensidade e curta duração (3 a 6 horas), podendo ocasionalmente durar um dia ou mais, cobrindo todo ou parte do arquipélago e na maioria das vezes as ilhas de sotavento (Lima *et al*, 2003). Adicionalmente ao fator desencadeante das precipitações intensas, Correia (2011) identifica como fatores que contribuem para a alteração das condições das cheias as fortes inclinações, a geologia constituída por solos impermeáveis e a inexistência de redes de drenagem pluvial. Trata-se de um fenómeno complexo, pois como nota Lima *et al* (2003) o regime hidrológico do tipo torrencial, tem como consequência um importante transporte sólido, favorecido pela pouca vegetação, pendentes abruptas e os solos pouco profundos. O Programa de Acção Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas de Cabo Verde (INMG, 2007) identifica, relativamente ao fenómeno das cheias/inundações, impactos atuais e potenciais associados às mudanças e variabilidade climáticas ao nível das populações com a migração das populações costeiras para o interior das ilhas, a perda de vidas humanas e de animais e ao nível estrutural e ao nível económico a destruição de infraestruturas, tais como: portuárias, turísticas, vias de comunicação, campos de cultivo, erosão dos solos, modificação do leito das ribeiras. O mesmo documento verifica que os eventos extremos (cheias devastadoras associados a chuvas torrenciais) referenciam o ponto mais

alto da variabilidade e das mudanças climáticas. Ao nível da perigosidade verifica ainda a perceção do aumento da frequência dos eventos de precipitação intensos e de curta duração. Neste trabalho, a cartografia das zonas inundáveis foi executada com uma abrangência nacional, tendo-se analisado 55 bacias hidrográficas, cuja suscetibilidade foi considerada elevada.

3.1.2. Metodologia

A metodologia para cartografia das áreas inundáveis, para os diferentes períodos de retorno em análise pode resumir-se aos seguintes passos:

1. Criação da Rede Irregular de Triângulos por bacia usando a extensão 3D Analyst do ArcGIS;
2. Extração das bacias hidrográficas e perfil dos rios\ribeiras a partir do MDT de cada ilha usando o HEC- GeoHMS;
3. Caracterização hidrológica do regime de cheias usando o HEC-HMS;
4. Criação da linha do eixo do rio (River), margens (Banks), linhas de fluxo (Flowpaths) e seções transversais (XSCutLines) em plataforma GIS usando o HEC-GeoRAS;
5. Estimativa das áreas inundáveis para diferentes períodos de retorno (esta análise utiliza três diferentes períodos de retorno 10, 20, 50 e 100 anos) para cada rio selecionado, usando uma distribuição de eventos extremos (Função Gumbel) com recurso ao HEC-RAS.

a. Função utilizada: $F(x) = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$

6. Exportação do resultado do HEC-RAS para formato SIG.
7. Desenvolvimento da cartografia de áreas inundáveis em ArcGIS (Ponto 3.1.5), de acordo com o fluxograma da Figura 3.

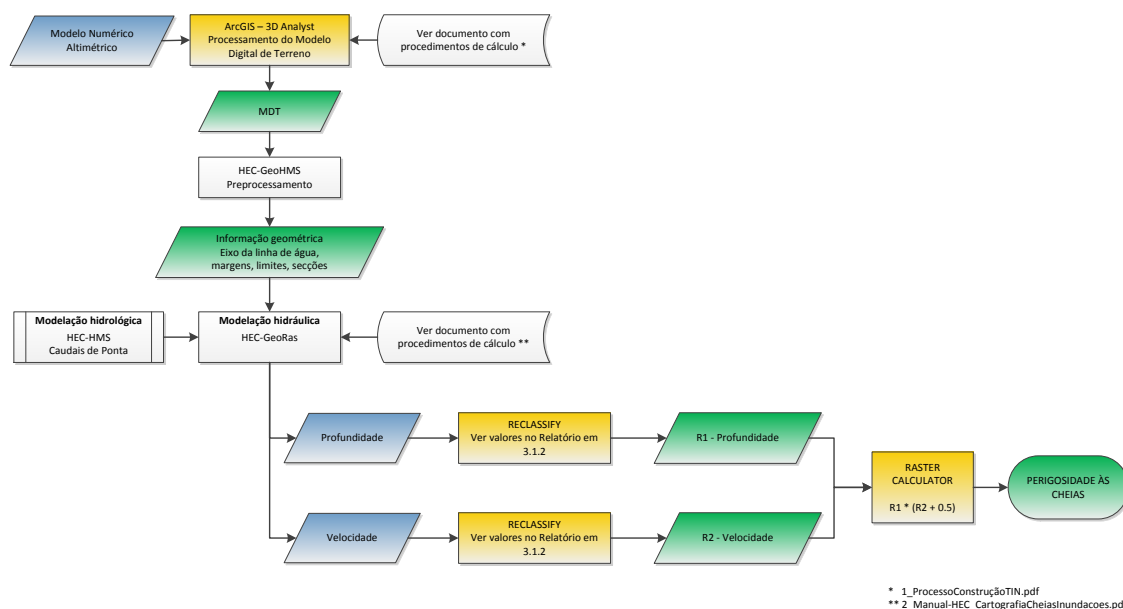


Figura 3 – Fluxograma para elaboração da cartografia de perigosidade de cheias\inundações

A caracterização hidrológica do regime de cheias nas bacias analisadas, baseou-se na aplicação do programa HEC-HMS- "Hydrologic Modeling System" da autoria do Hydrologic Engineering Center, U.S.A

Army Corps of Engineers. A metodologia adotada – modelo de simulação do tipo precipitação-escoamento – afigurou-se o mais adequado para a caracterização do regime das cheias, uma vez que não se dispõem de amostras de registos de pontas de cheia. Na aplicação do modelo HEC-HMS, as componentes selecionadas, para a simulação do processo de escoamento em cheia, nas bacias analisadas, foram a precipitação (hietogramas das chuvadas críticas), os fenómenos de interceção-retenção-infiltração (segundo a metodologia preconizada pelo SCS), o escoamento superficial (adotando o hidrograma unitário sintético do SCS) e a propagação das ondas de cheia ao longo da rede hidrográfica. Tendo em consideração a falta de informação detalhada do solo, definiram-se a perdas iniciais (Initial Loss) com o valor correspondente a um solo saturado (0), para a taxa de infiltração (Constant Rate) utilizaram-se os valores do Manual Técnico do HEC-HMS que têm origem no SCS e a impermeabilidade (Impervious) foi verificada por fotointerpretação em função da ocupação e tipo de solo.

A estimativa das áreas inundáveis para os diferentes períodos de retorno, foi efetuada por aplicação do modelo HEC-RAS (River Analysis System da autoria do Hydrologic Engineering Center), nomeadamente da rotina de modelação de escoamento gradualmente variado. O cálculo das condições de escoamento é efetuado por resolução da expressão que traduz o teorema de Bernoulli, recorrendo a um método de diferenças finitas denominado “standard step method”.

Assim, a equação de conservação da energia num dado troço de cálculo é resolvida iterativamente, partindo das condições de escoamento (conhecidas) na secção de controlo.

A quantificação das perdas de carga contínuas é feita por aplicação da expressão de Manning-Strickler.

A simulação hidráulica dos fenómenos fluviais (em que se verifica uma influência recíproca entre o escoamento e a sua fronteira) é extremamente complexa, tendo como consequência o recurso a formulações físicas e matemáticas simplificadas para a resolução prática dos problemas.

Relembra-se que na modelação efetuada não é analisada a componente de material sólido (isto é, considera-se que as secções da rede hidrográfica, constante da cartografia se encontram desobstruídas) nem são consideradas possibilidades de rutura de confinamentos laterais, passagens hidráulicas, etc. (com a consequente alteração da capacidade de vazão do leito em que se inserem).

Para as zonas com ocupação edificada (dotadas de redes de drenagem pluvial, em que as bacias drenantes não coincidem com a delimitação das bacias efetuada com base na informação topográfica) e/ou em zonas em que existem infraestruturas que poderão funcionar como zonas preferenciais de escoamento (derivação e drenagem de caudais, que transbordam do curso de água, para outros locais fora da rede hidrográfica), os resultados obtidos devem ser encarados como aproximações, podendo não reproduzir o fenómeno real.

A execução dos processos anteriormente descritos produziu dois temas relativos à profundidade (m) e à velocidade do escoamento superficial (m³/s) para os períodos de retorno de 10 anos, 20 anos, 50 anos e 100 anos. Para o cálculo da perigosidade de cada bacia foi utilizada uma adaptação da metodologia proposta por Wallingford *et al* (2006):

$$P = p_{T100} \times (v_{T100} + 0.5)$$

Onde

p – profundidade (m)

v – velocidade do escoamento superficial (m³/s)

A perigosidade foi classificada de acordo com as classes que constam no quadro seguinte:

Perigosidade	Descrição
< 0,75	Muito Baixa
0,75 - 1,25	Baixa
1,25 - 2,5	Média
2,5 - 7	Alta
> 7	Muito Alta

3.1.3. Dados utilizados

O cálculo da perigosidade exigiu dados de diversa natureza, designadamente dados meteorológicos, hidrológicos, uso do solo, geologia e altimétricos. Relativamente aos dados altimétricos, importa salientar que estes estiveram na origem da construção das redes irregulares de triângulos e modelos digitais de terreno das várias ilhas e foram obtidos a partir da cartografia à escala 1:10000 e 1:5000 fornecida pela Unidade de Coordenação do Cadastro Predial do Ministério do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território. Sobre a escala do trabalho deve ser salientado que os trabalhos desta natureza devem preferencialmente ser desenvolvidos à escala 1:1000 ou 1:2000 para garantir a precisão das delimitações cartográficas das áreas inundáveis. Na lista seguinte podem observar-se as diferentes fontes de dados utilizadas, organizadas por categoria:

- A. **Dados hidrológicos** - Fonte: Olivry (1989) e Ribeiro (2008);
 - a. Precipitações (mm) para T=10, T=20, T=50 e T=100 anos para as ilhas de S. Nicolau Olivry (1989) e Santiago Ribeiro (2008).
- B. **Dados meteorológicos** – Fonte: ORSTOM (1983) e INMG (Ficheiros XLS com as precipitações máximas diárias para 73 postos udométricos);
 - a. Precipitações máximas diárias (mm).
- C. **Uso\Ocupação do Solo** – Fonte: Cartografia 1:10000 (Produtor: Município), Global Land Cover 2000 Project (GLC 2000), MODIS (MCD12Q1) LAND COVER (Version 005);
 - a. GLC Global Class (<http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php>)
- D. **Geologia** – Fonte: ver ponto 2.1.
 - a. Litologia.
- E. **Altimetria\Modelo Digital de Terreno** – Fonte: Cartografia 1:10000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5000 (Produtor: Grafcan);
 - a. Resolução do MDT 10m.
- F. **Rede hidrográfica** – Fonte: Cartografia 1:10000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5000 (Produtor: Grafcan).

Relativamente ao software utilizado no processo de delimitação cartográfica das áreas inundáveis foi o seguinte:

- A. **ArcGIS 10.1**, com as seguintes extensões:
- 3D Analyst.
 - Spatial Analyst.
 - HEC-GeoHMS¹.
 - HEC-GeoRAS².
- B. **HEC-HMS**³.
- C. **HEC-RAS**⁴.

A análise de qualidade da informação hidrológica, designadamente as amostras de precipitações máximas anuais, fornecidas pelo INMG, baseou-se na utilização do teste estatístico não paramétrico do Qui-quadrado no sentido de aceitar ou rejeitar uma hipótese. Apesar dos resultados do teste do qui-quadrado, para o nível de significância de 95%, evidenciarem a rejeição da hipótese para alguns postos (Santana em Santiago, Vila da Ribeira Brava em São Nicolau, Rabil na Boavista, Vila (Porto Inglês) no Maio), optou-se, face à escassez de dados pela sua inclusão na análise hidrológica. A validação da extensão das áreas inundadas teve por base as evidências/marcas das inundações que se manifestam nas características morfológicas, pedológicas, sedimentológicas e fitogeográficas.

3.1.4. Representação/visualização

A seleção das bacias hidrográficas e dos troços da rede hidrográfica a estudar baseou-se no cruzamento dos troços classificados com suscetibilidade elevada, a partir do modelo de avaliação proposto por Reis (2011) com o inventário histórico de ocorrências de cheias/inundações (Nações Unidas, 2013) em articulação com os pontos focais de Cabo Verde.

As cartas das zonas inundáveis encontram-se organizadas por bacia hidrográfica e têm representado cartograficamente a perigosidade encontrando-se representadas nas figuras do ponto 3.1.5.

Cada carta tem representado cartograficamente os seguintes elementos:

- Limites administrativos dos municípios
- Limite da bacia hidrográfica
- Toponímia dos lugares
- Perigosidade. Cada cor no mapa representa uma classe de perigosidade, de acordo com o quadro seguinte:

Representação	Descrição
	Muito Baixa
	Baixa
	Média
	Alta
	Muito Alta

¹ HEC-geoHMS 10.1 - <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-geohms/>

² HEC-geoRAS 10.1 - <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-georas/>

³ HEC-HMS 3.5 - <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/>

⁴ HEC-RAS 4.1 - <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

3.1.5. Cartografia de perigosidade

A. Santo Antão

A1. Ribeira Brava

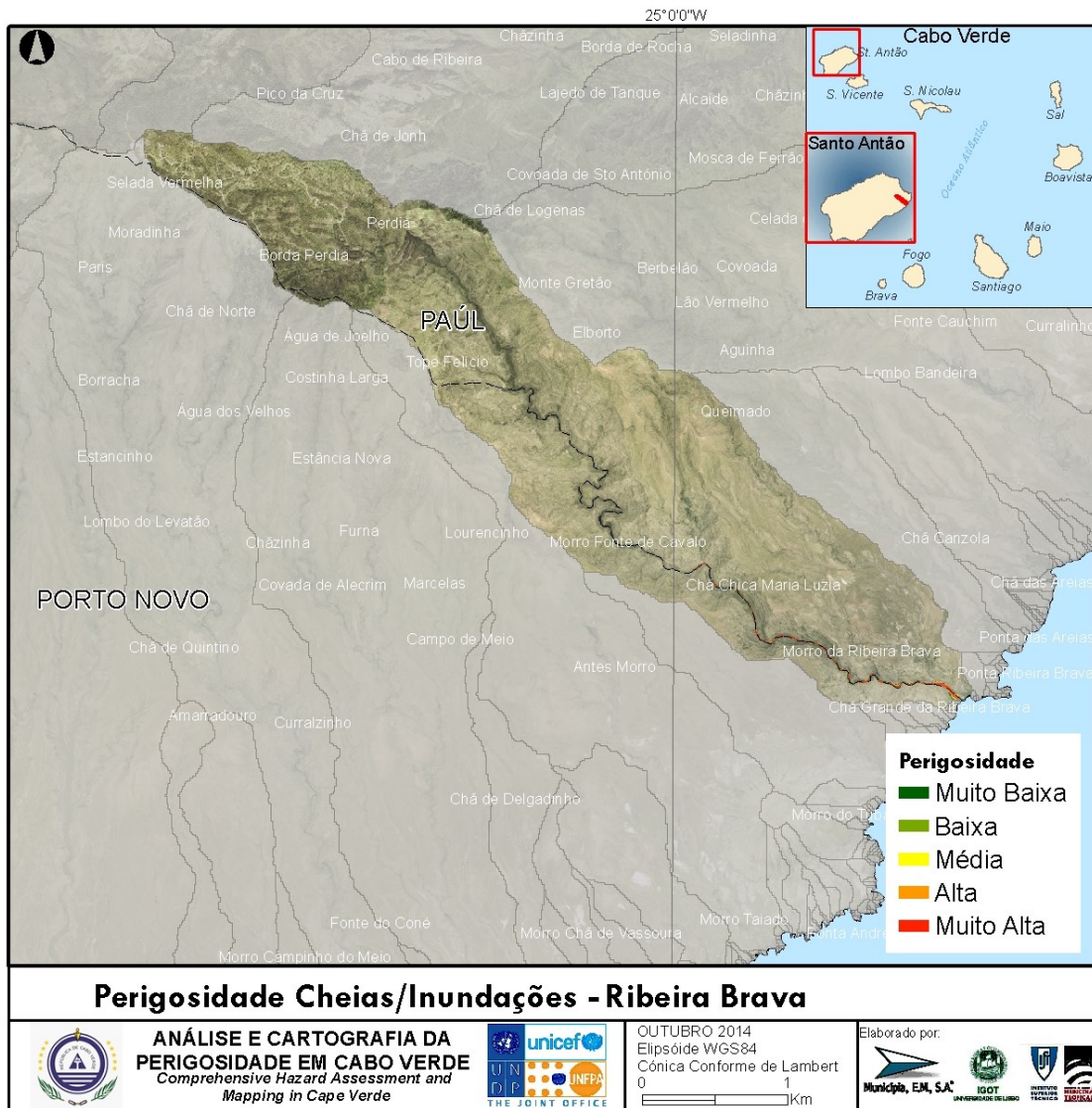


Figura 4 - Perigosidade - Ribeira Brava

A2. Ribeira da Cruz



Figura 5 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Cruz

A3. Ribeira da Cruzinha

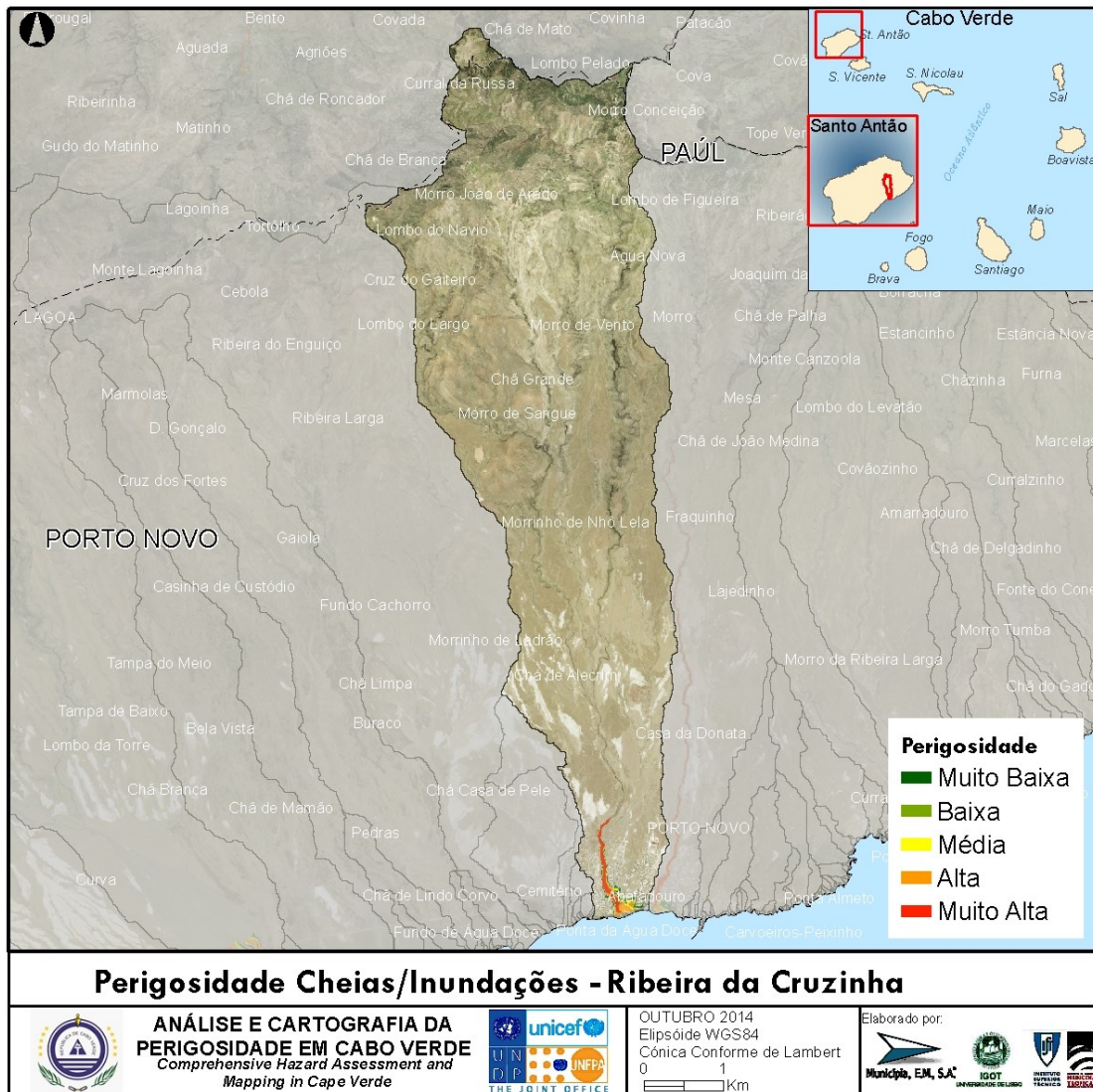


Figura 6 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Cruzinha

A4. Ribeira da Garça

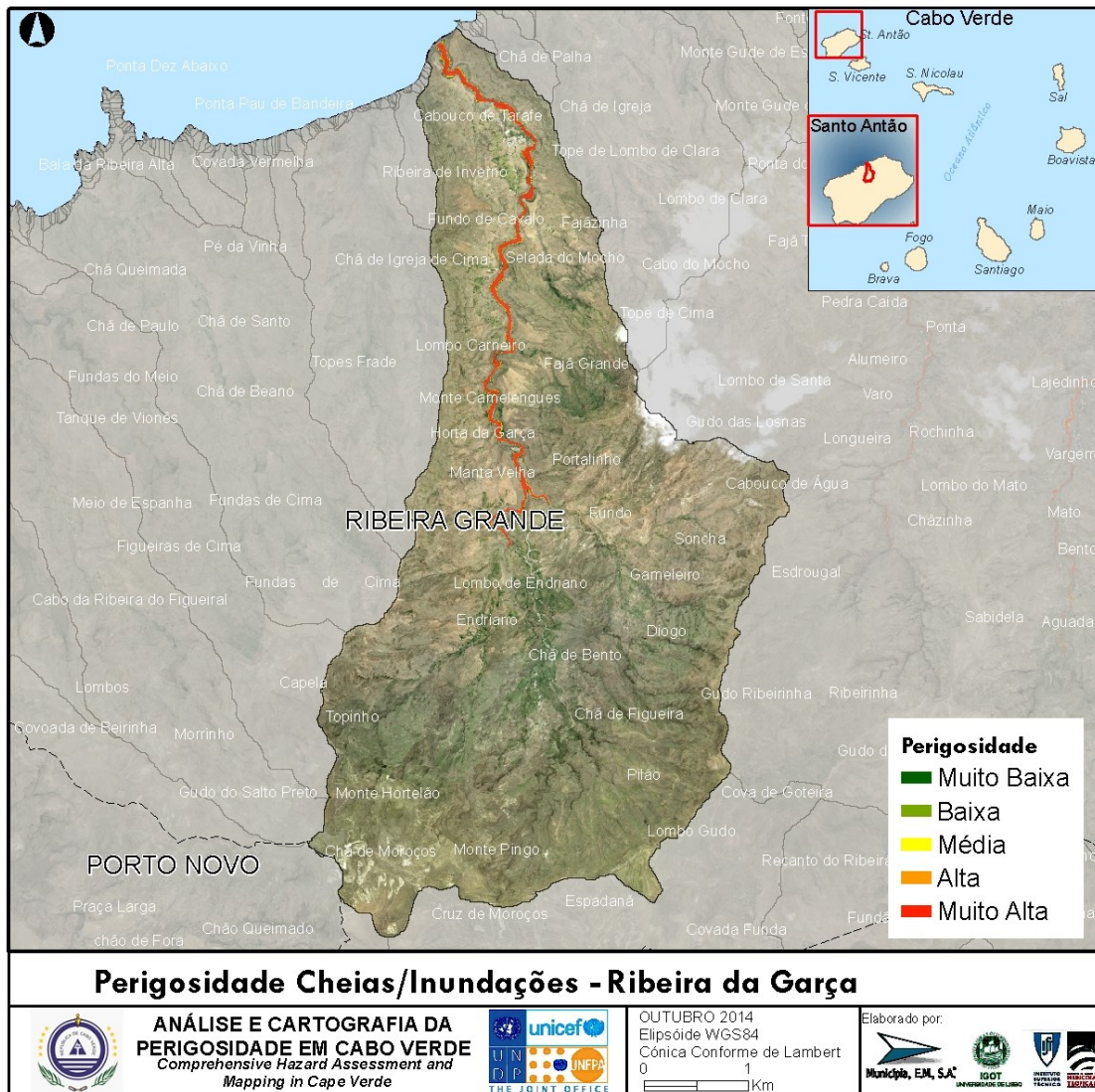


Figura 7 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Garça

A5. Ribeira da Praia Grande

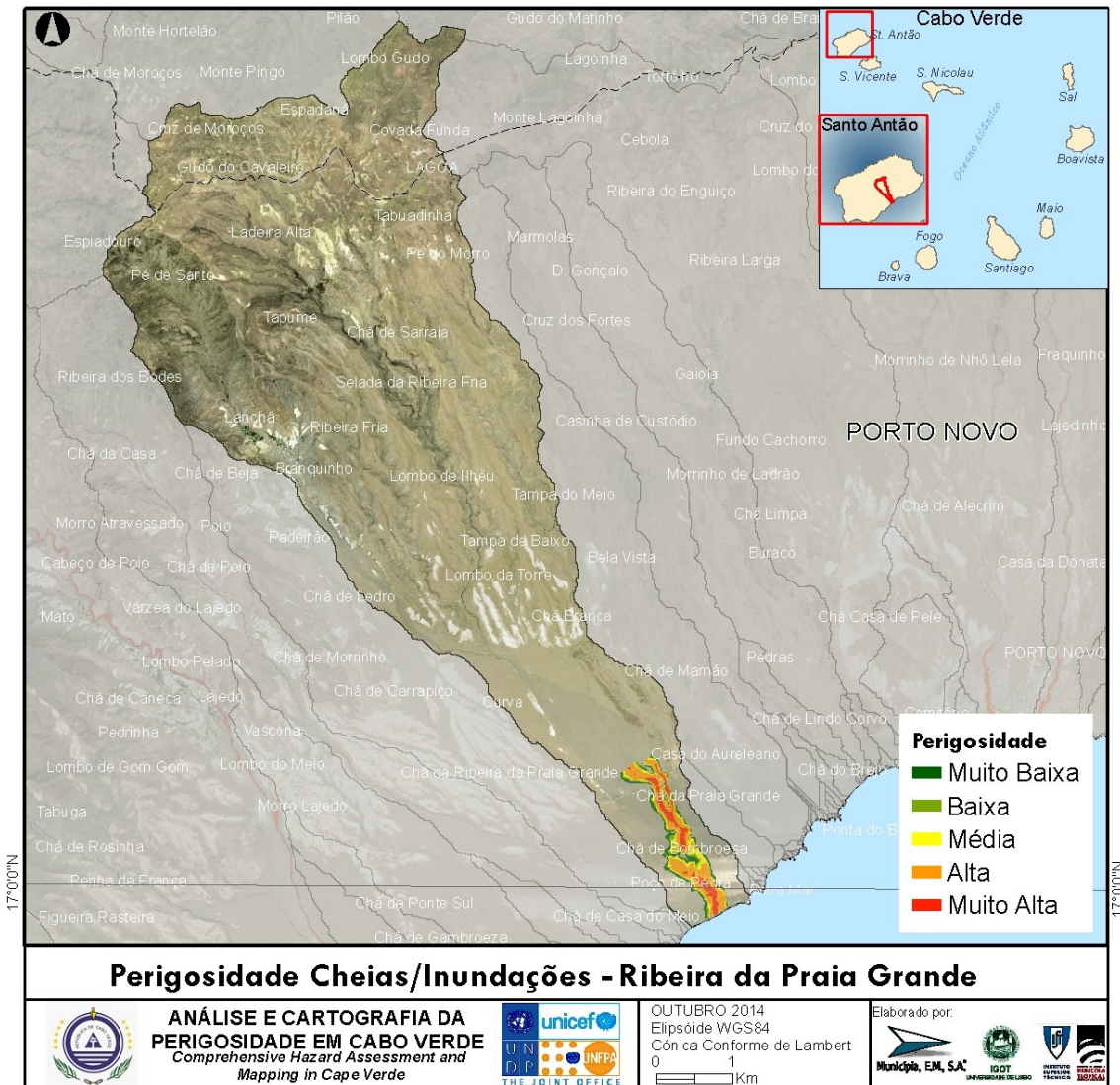


Figura 8 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Praia Grande

A6. Ribeira de Tabuga

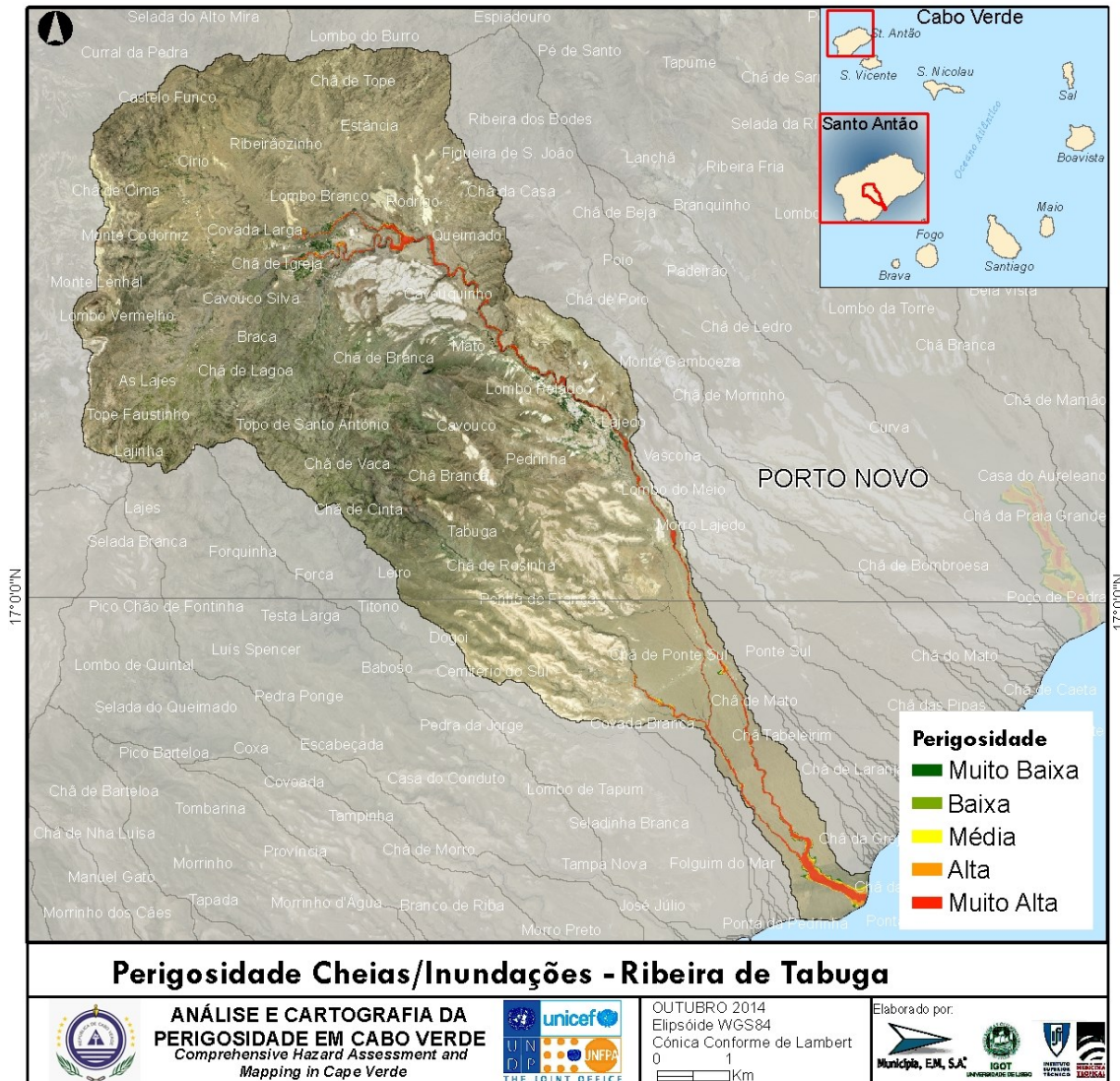


Figura 9 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Tabuga

A7. Ribeira do Desembarcadouro

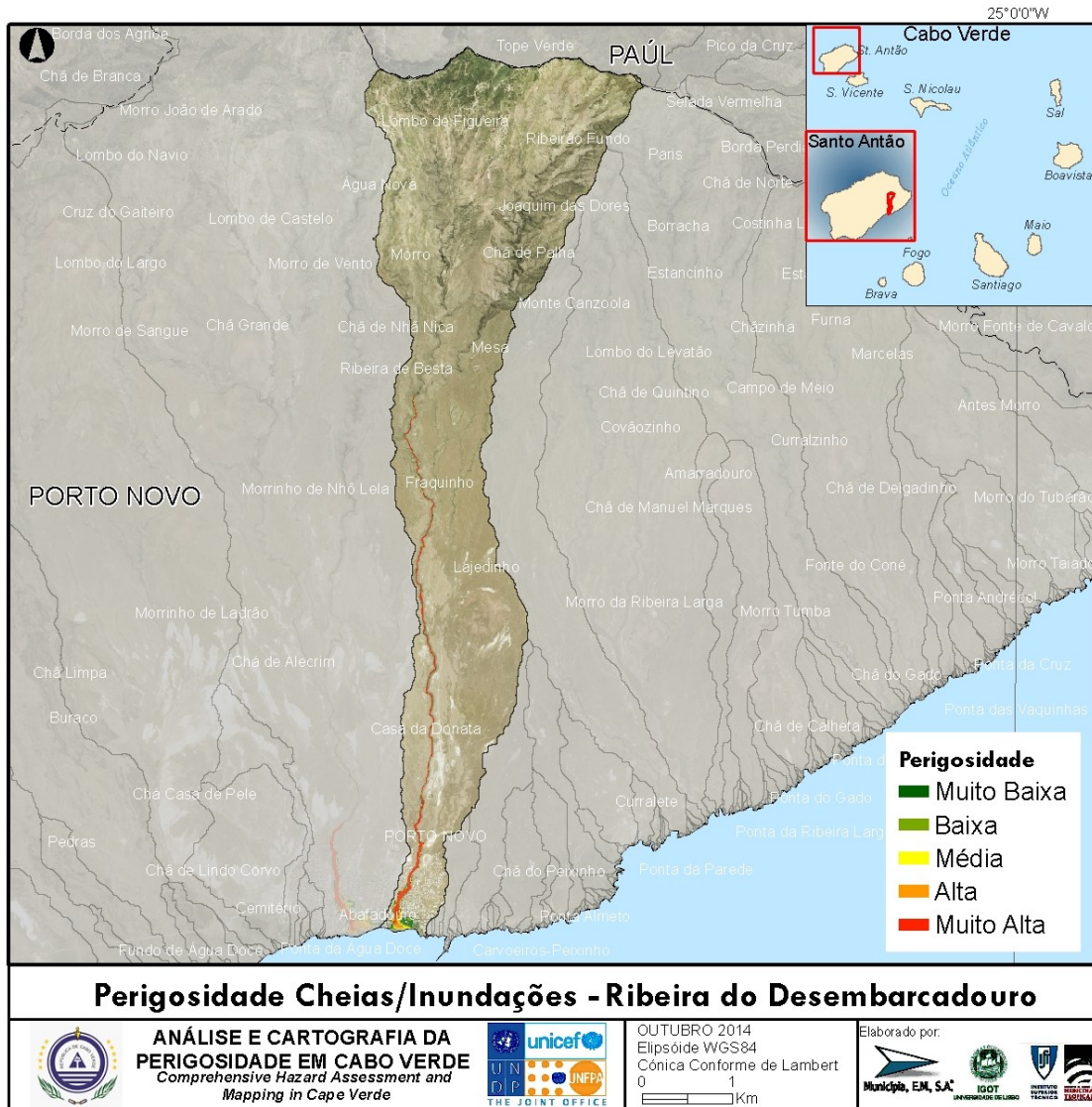


Figura 10 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Desembarcadouro

A8. Ribeira do Paul

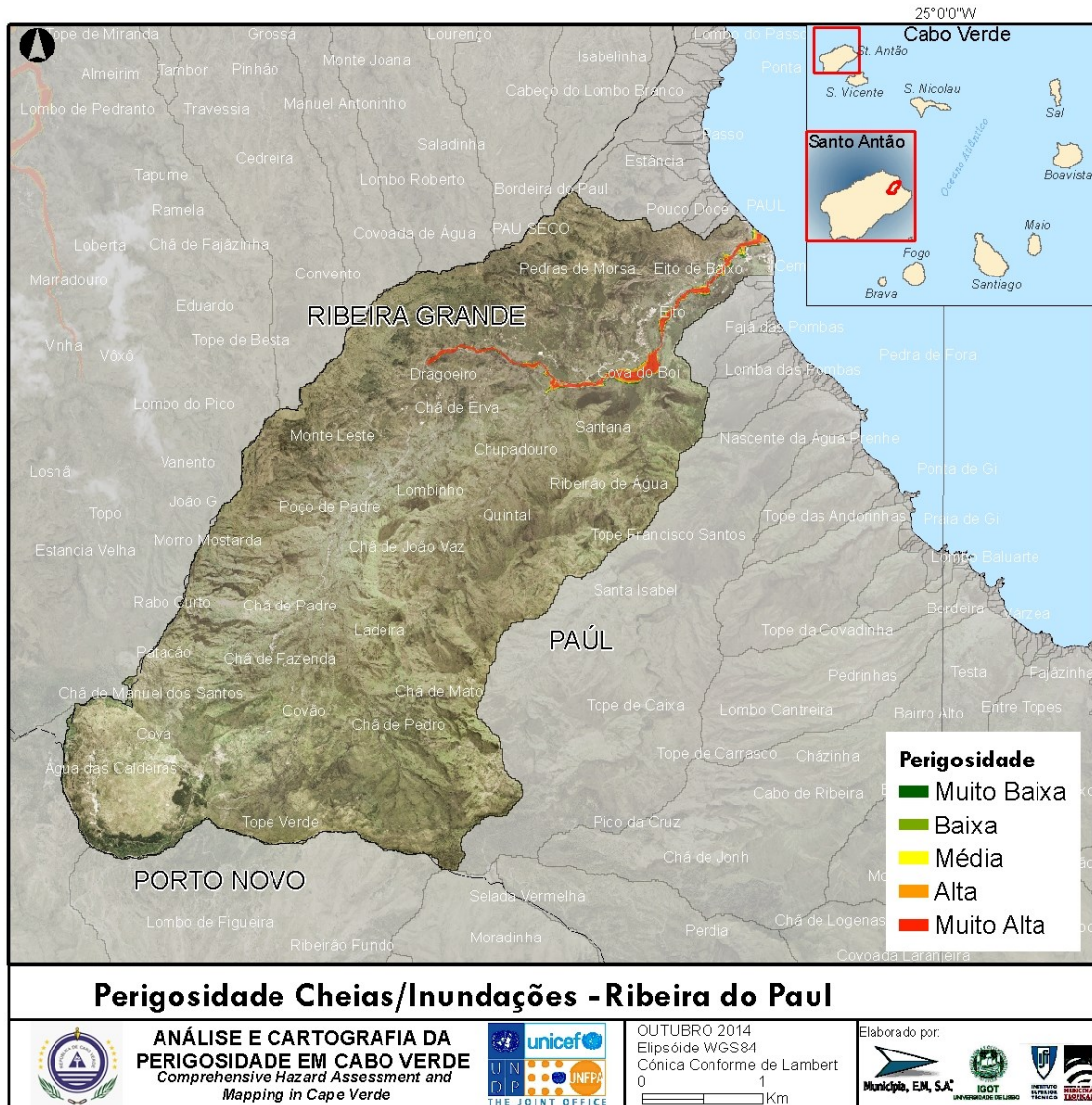


Figura 11 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Paul

A9. Ribeira do Tarrafal

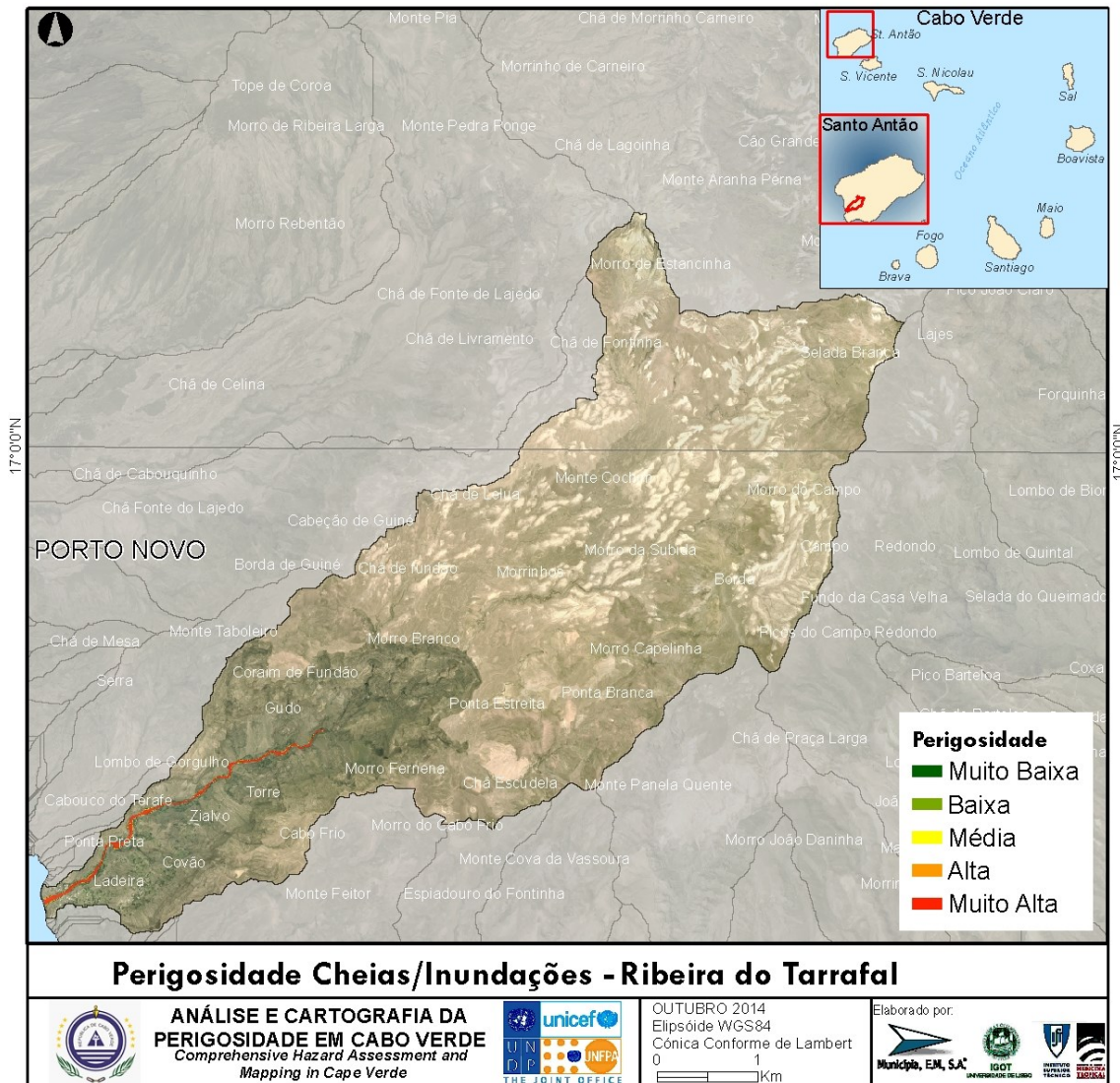


Figura 12 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Tarrafal

A10. Ribeira Grande

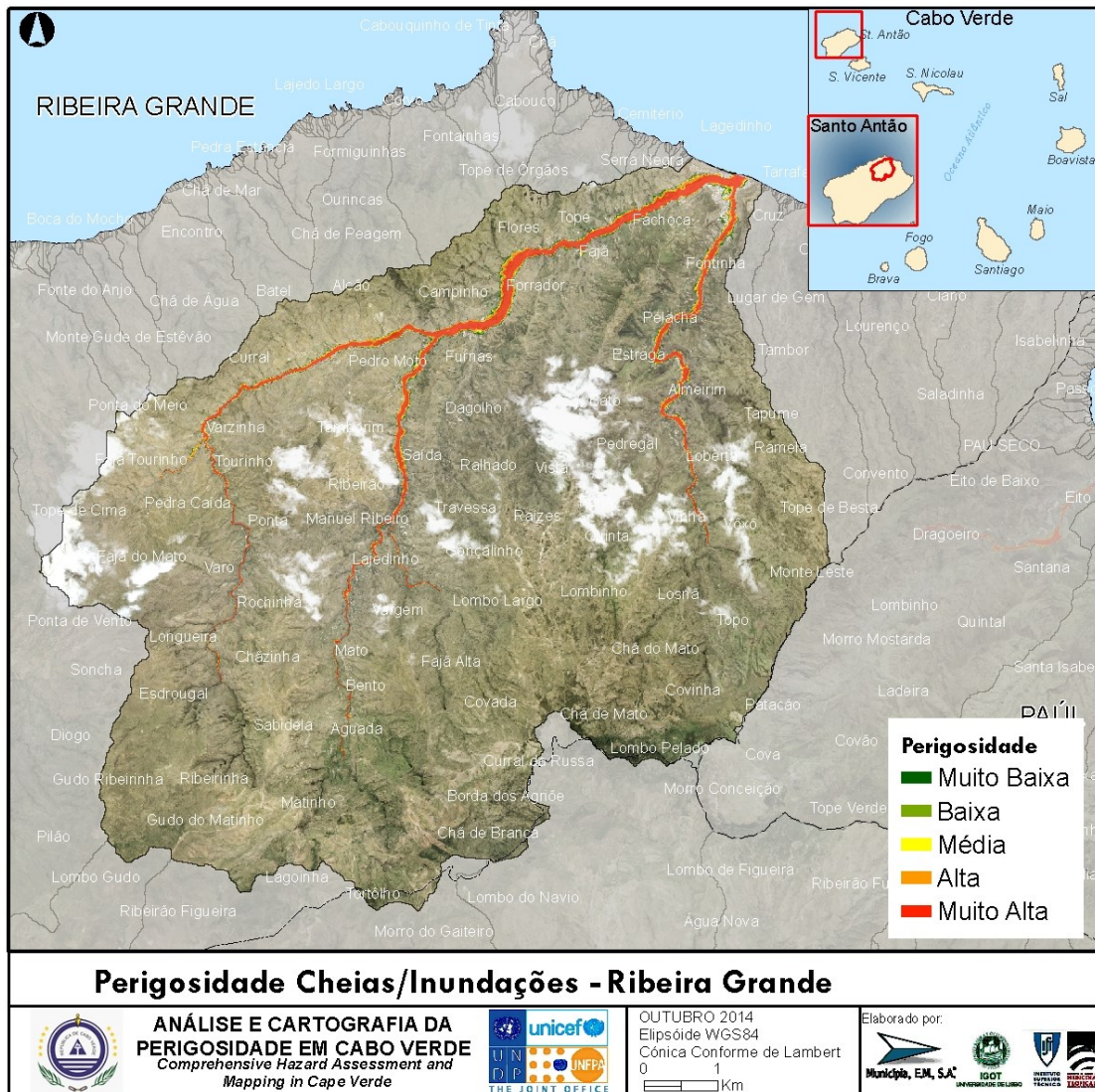


Figura 13 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Grande

B. Boavista
B1. Ribeira do Calhau



Figura 14 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Calhau

B2. Ribeira Grande

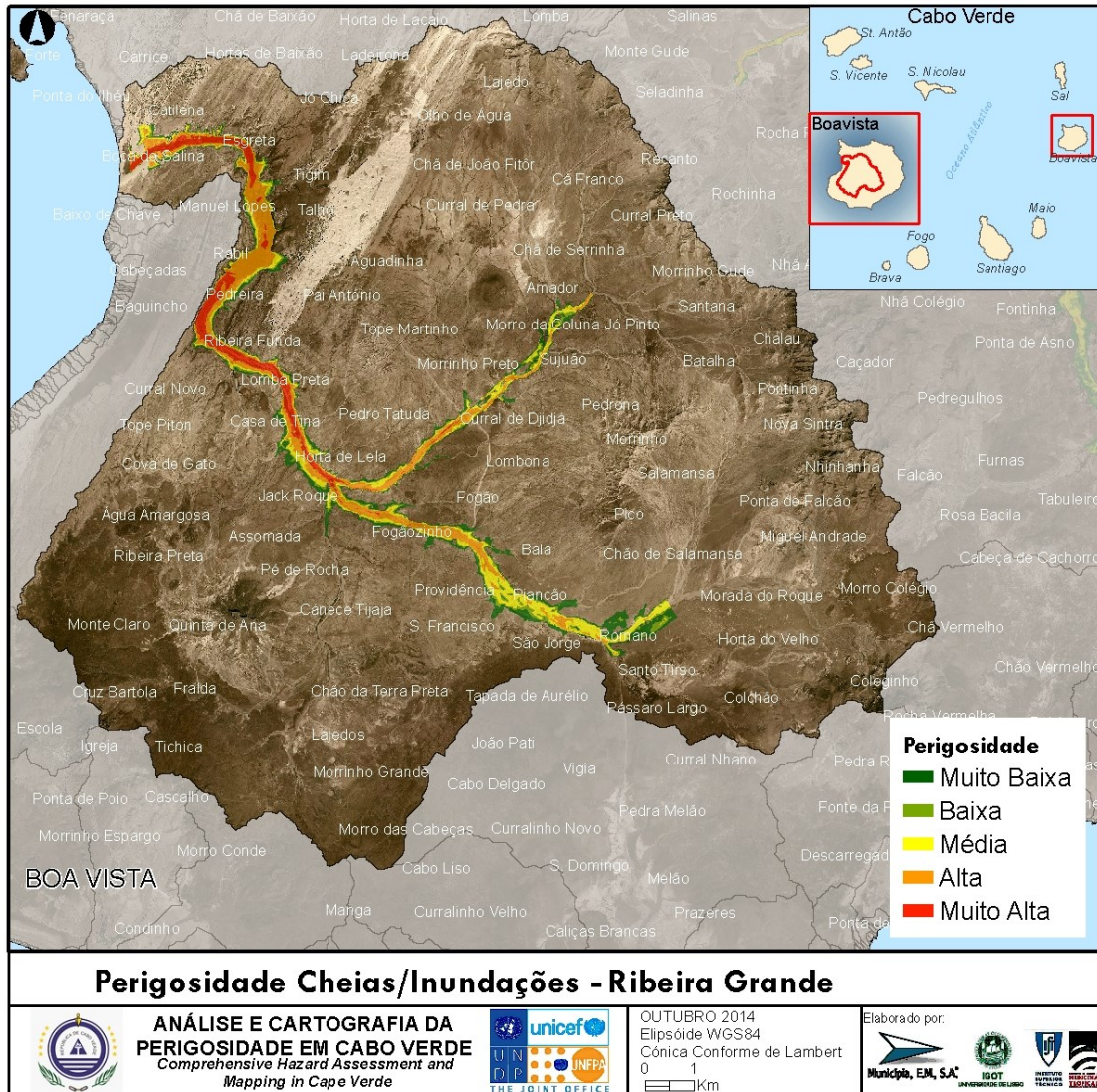


Figura 15 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Grande

C. Brava
C1. Ribeira da Aguada

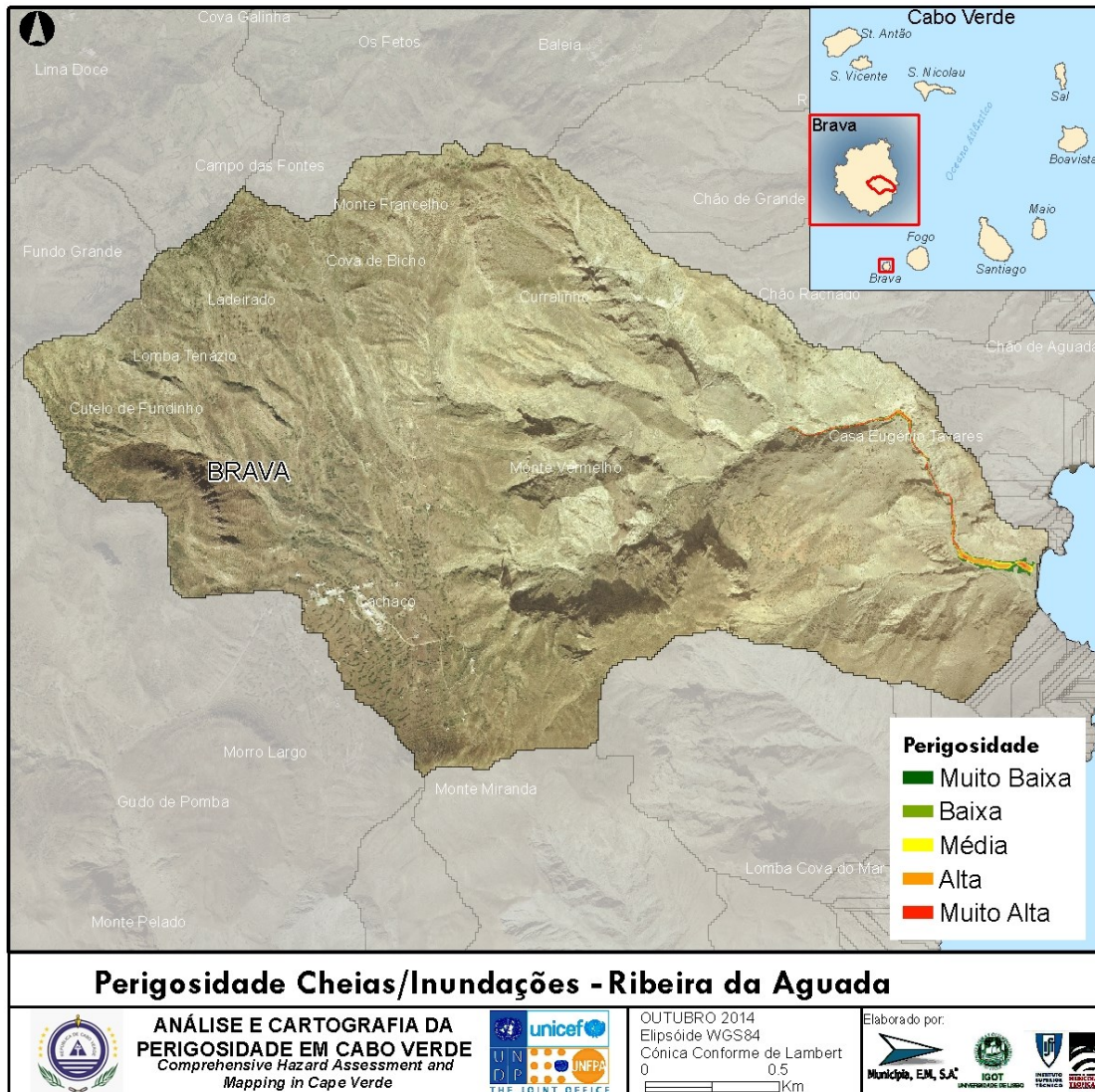


Figura 16 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Aguada

C2. Ribeira da Fajã

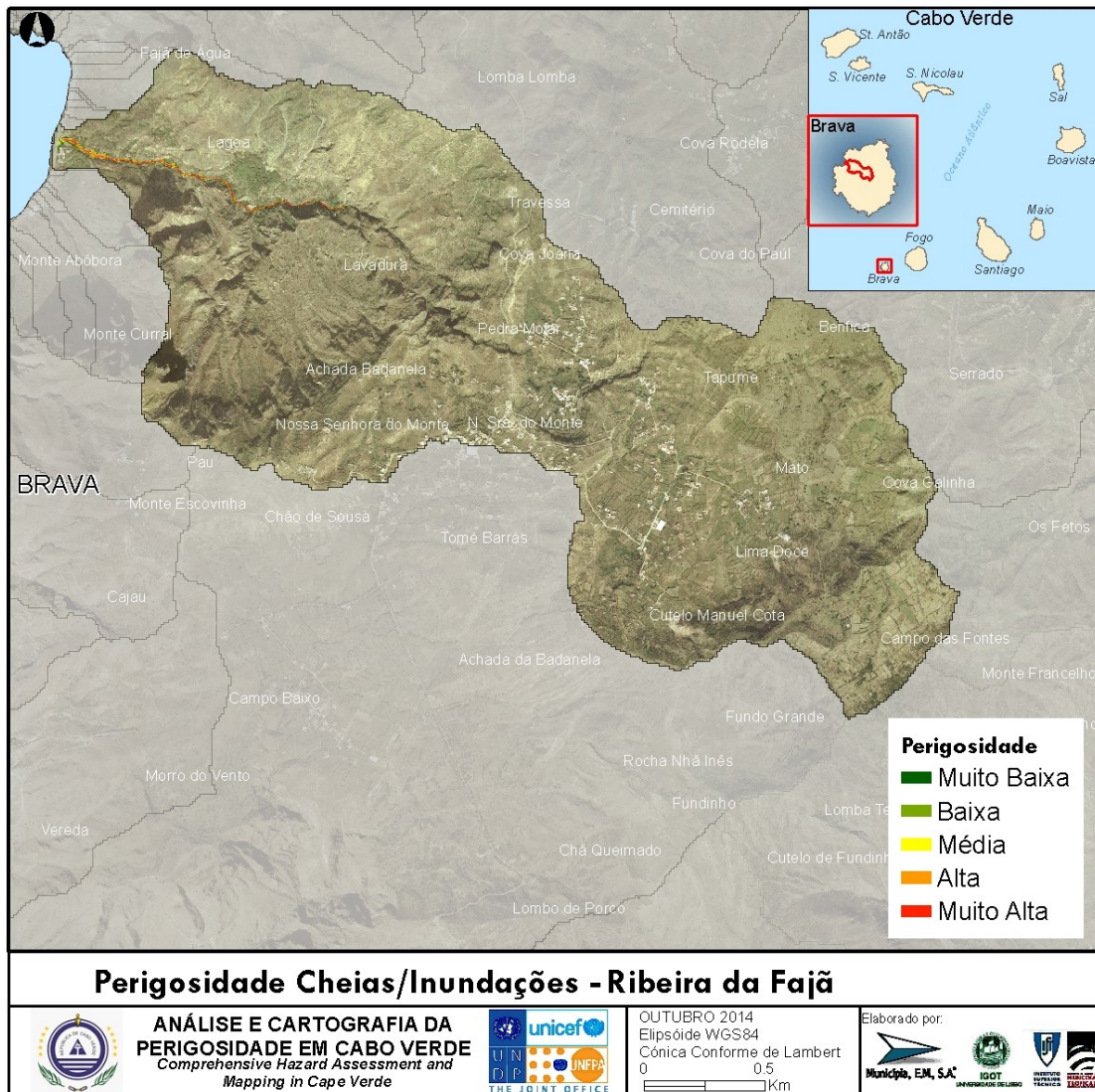


Figura 17 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Fajã

C3. Ribeira dos Ferreiros

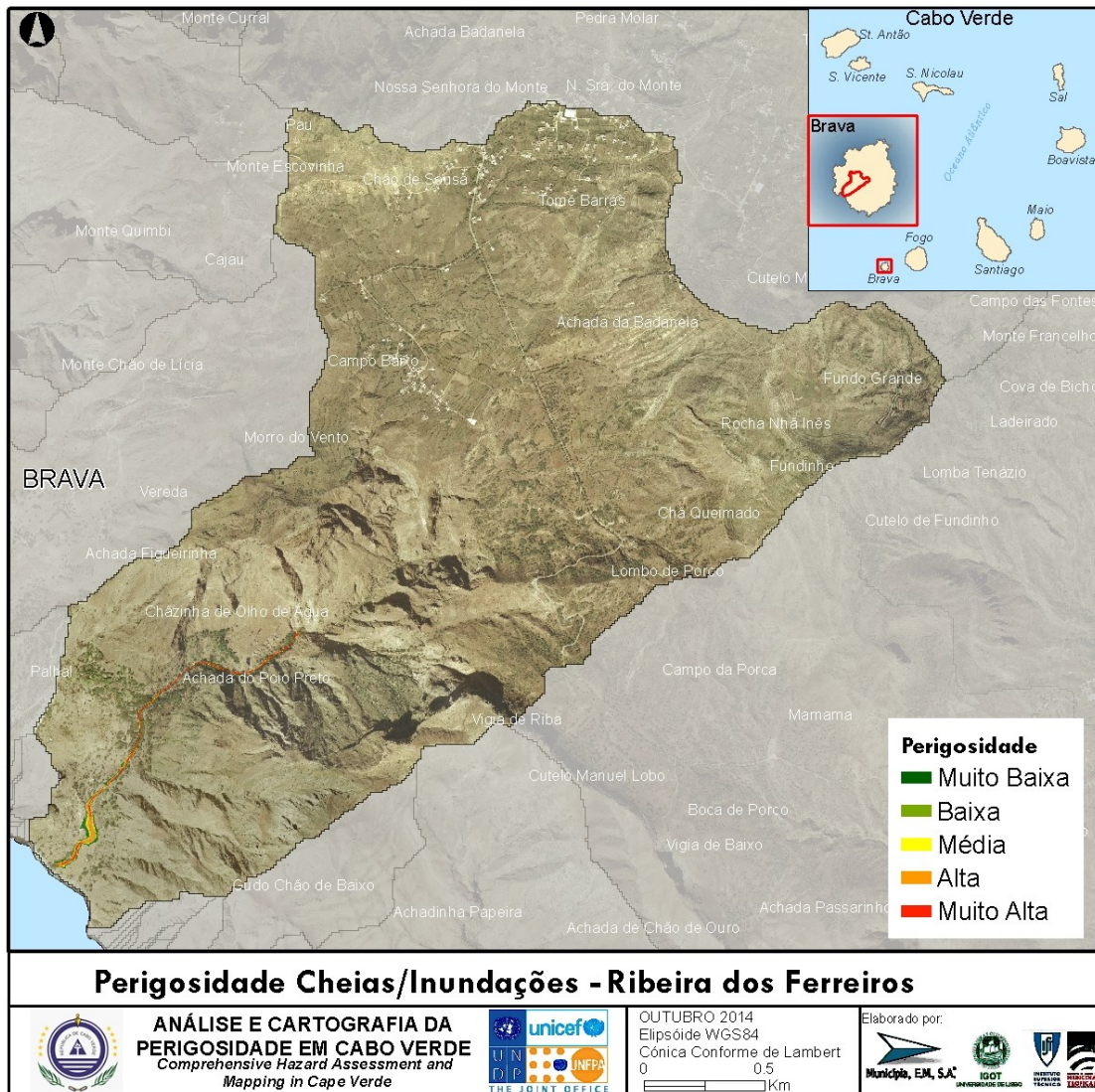


Figura 18 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Ferreiros

C4. Ribeira dos Moinhos

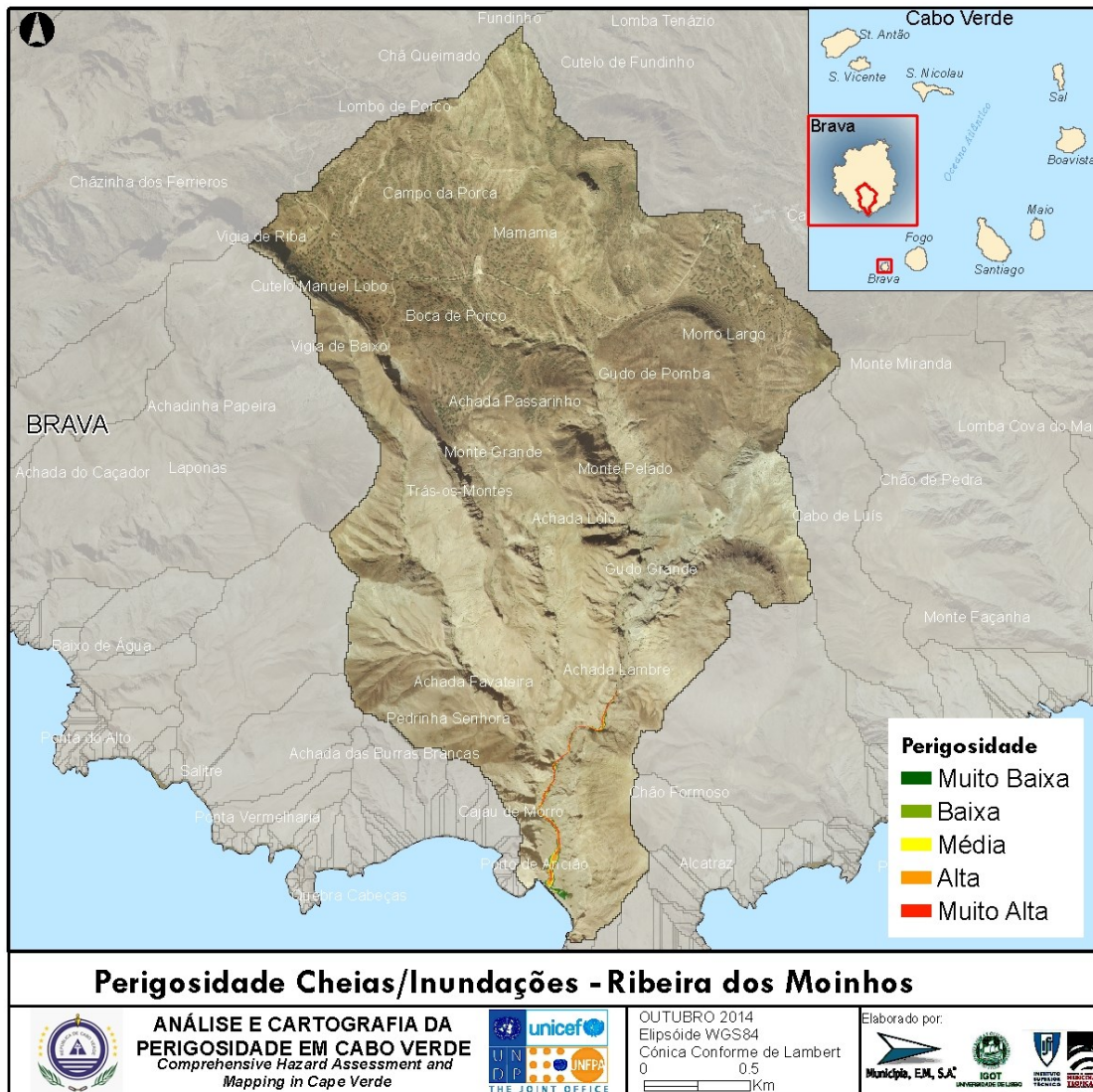


Figura 19 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Moinhos

D. Fogo

D1. Ribeira Cabaceira

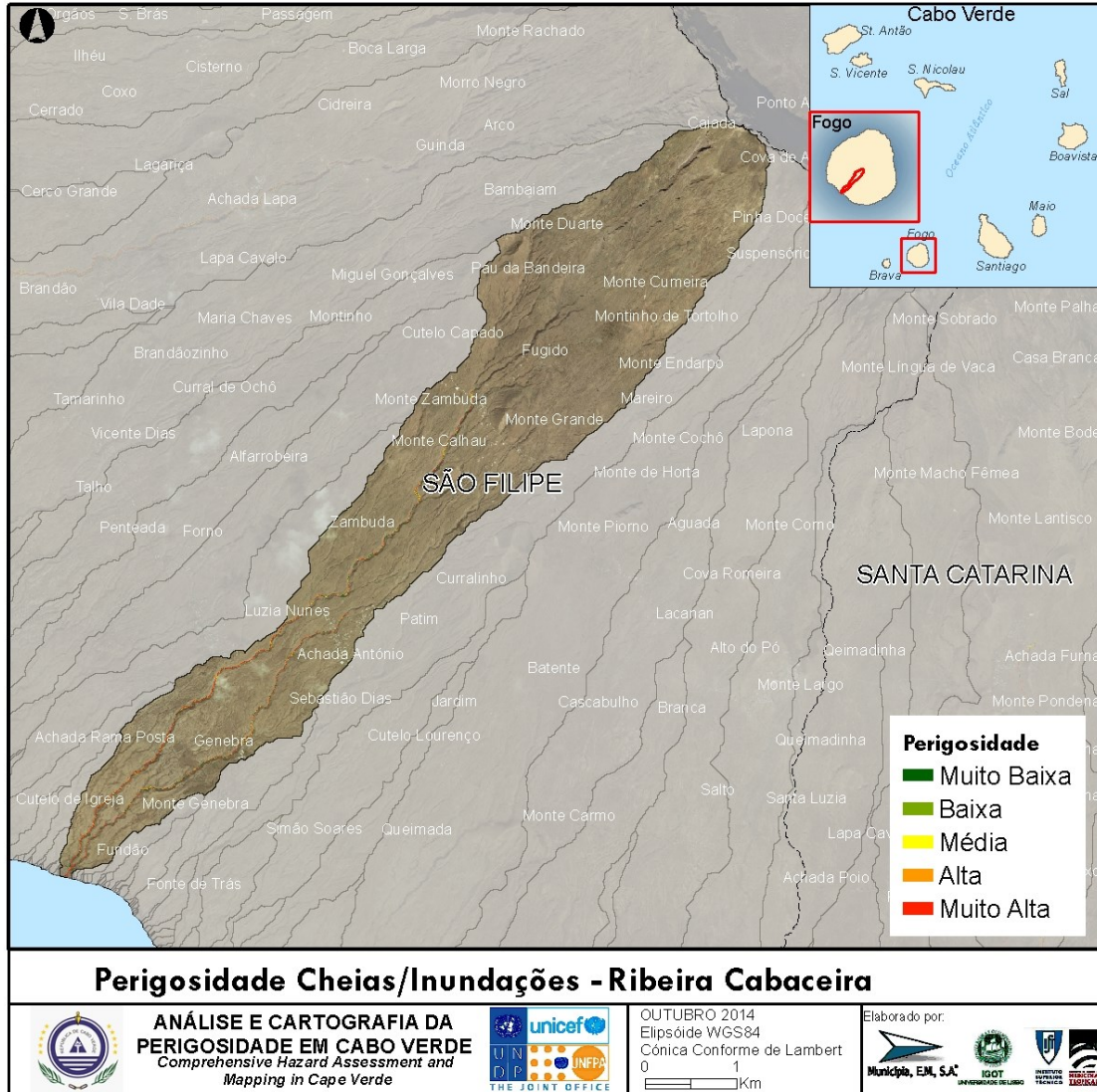


Figura 20 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Cabaceira

D2. Ribeira da Trindade

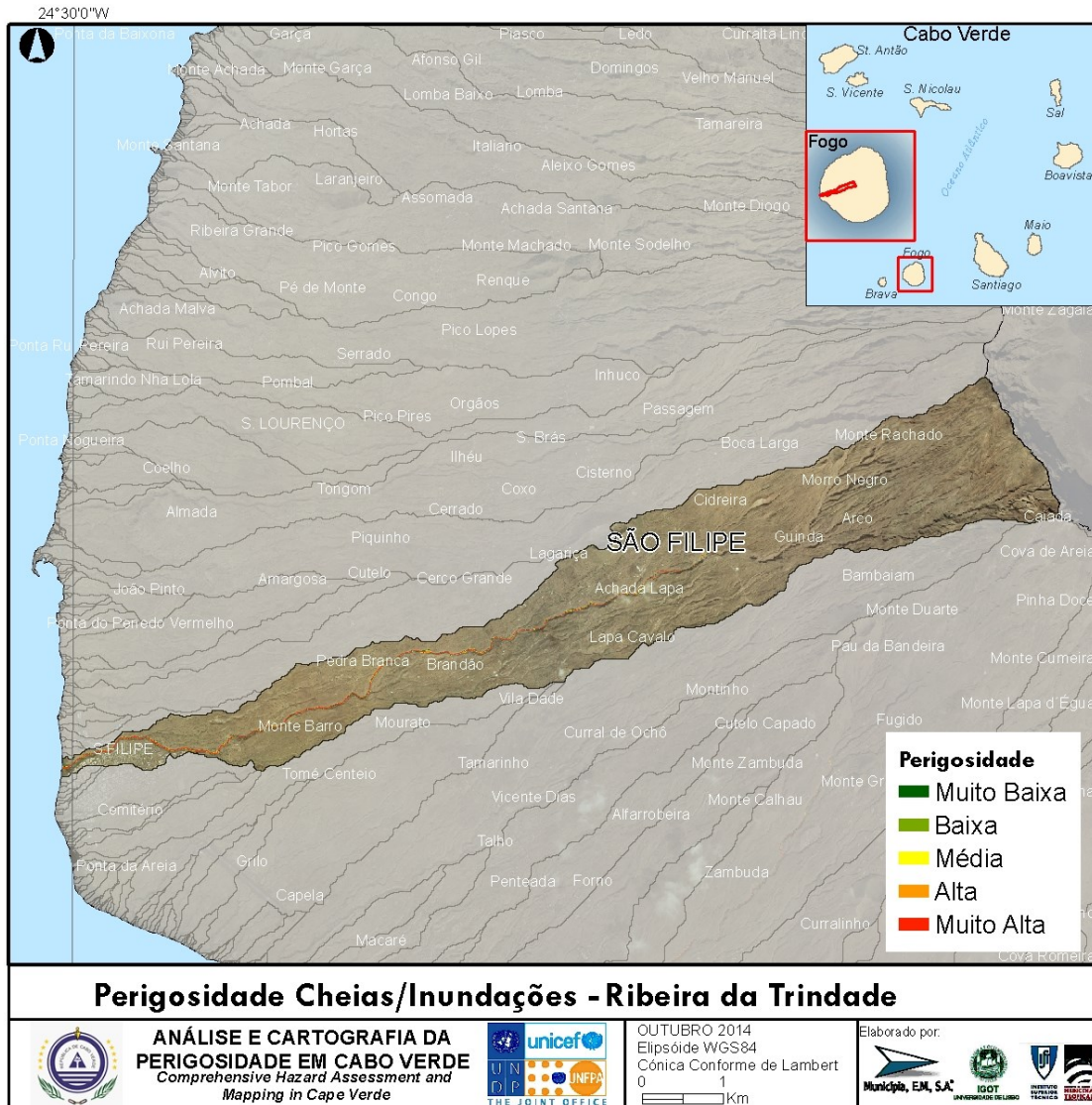


Figura 21 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Trindade

D3. Ribeira Montinho

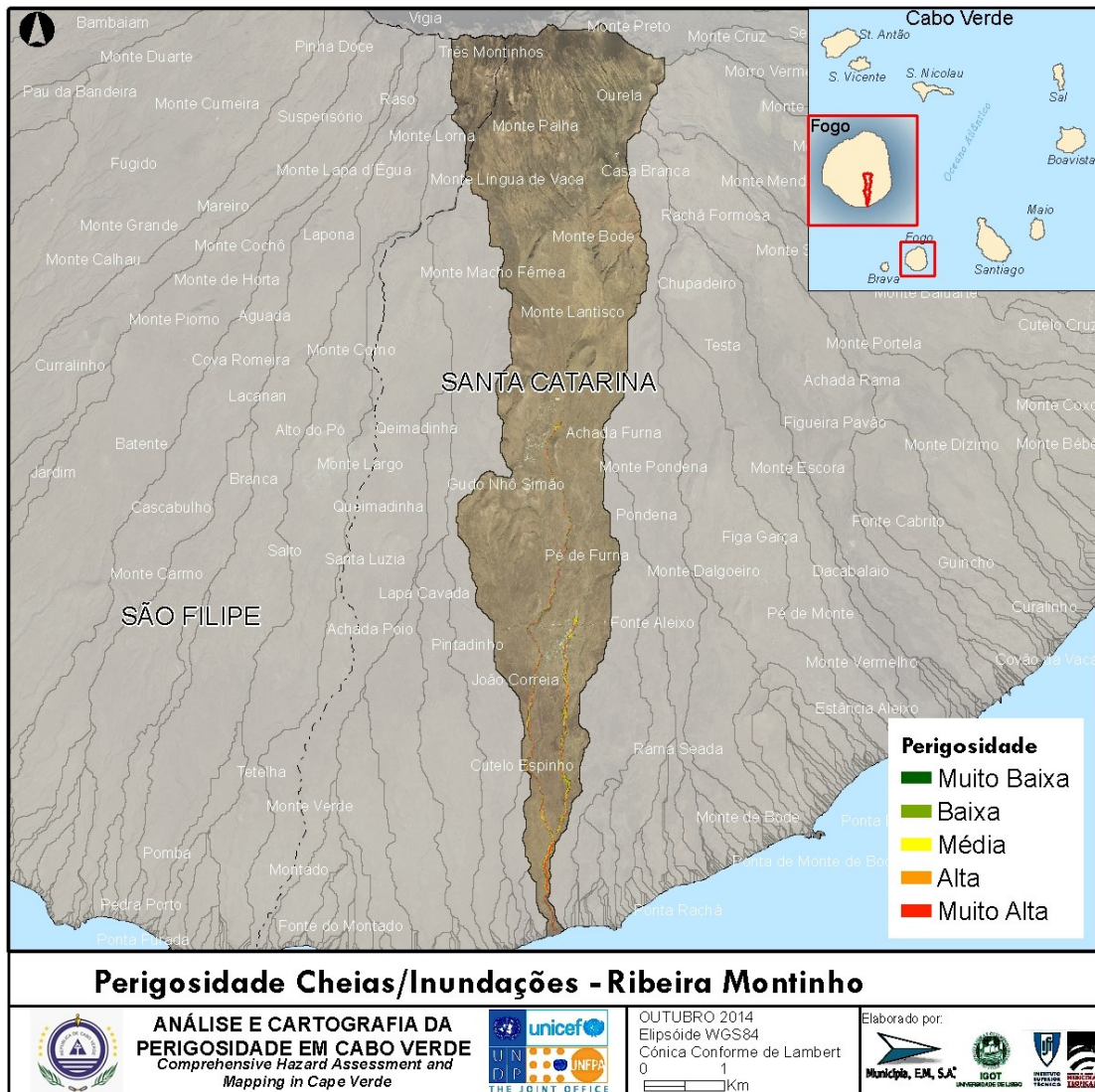


Figura 22 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Montinho

E. Maio

E1. Ribeira da Lagoa

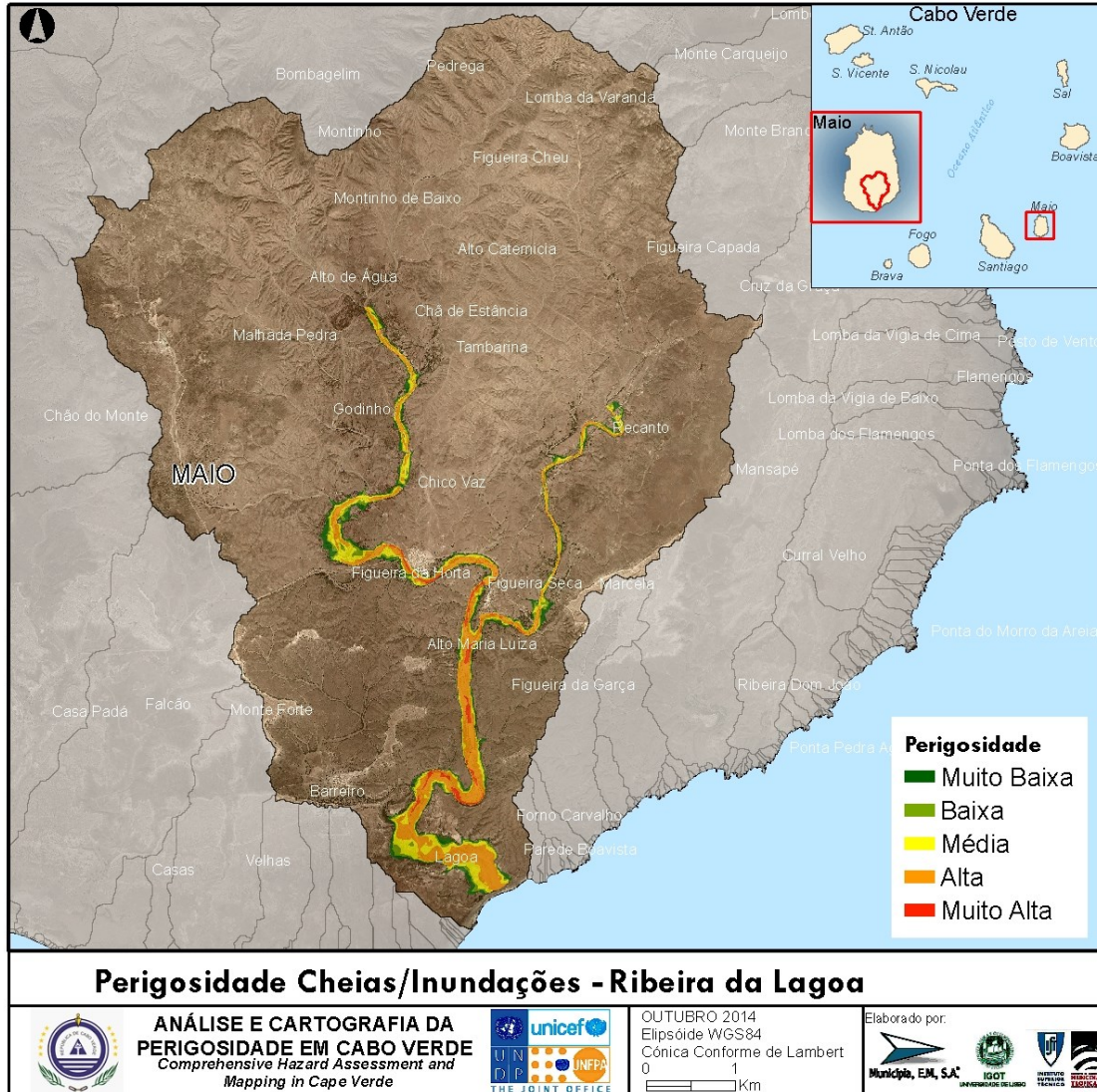


Figura 23 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Lagoa

F. Sal

F1. Palmeira

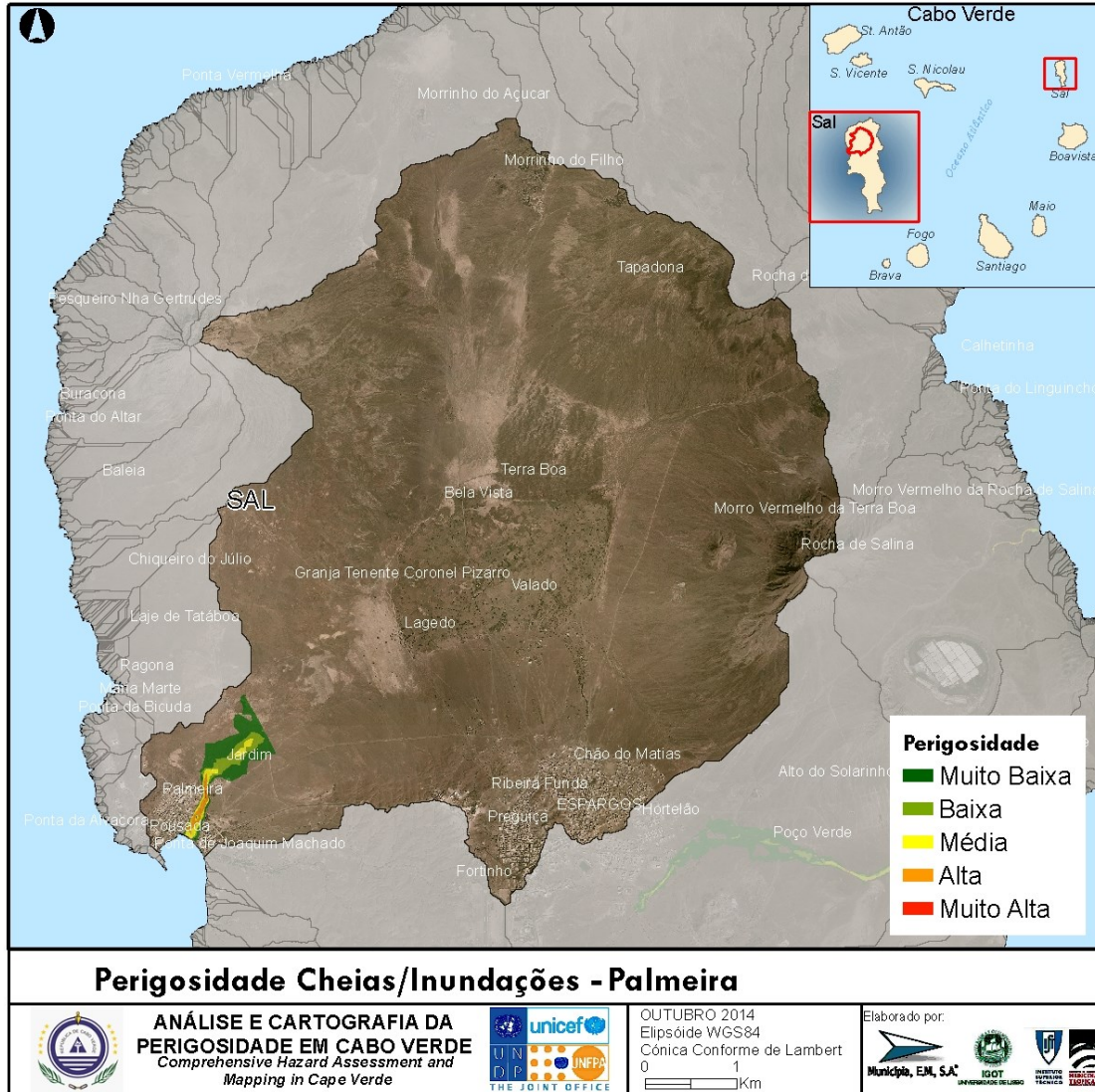


Figura 24 - Perigosidade Cheias/Inundações - Palmeira

F2. Ribeira da Madama de Baixo

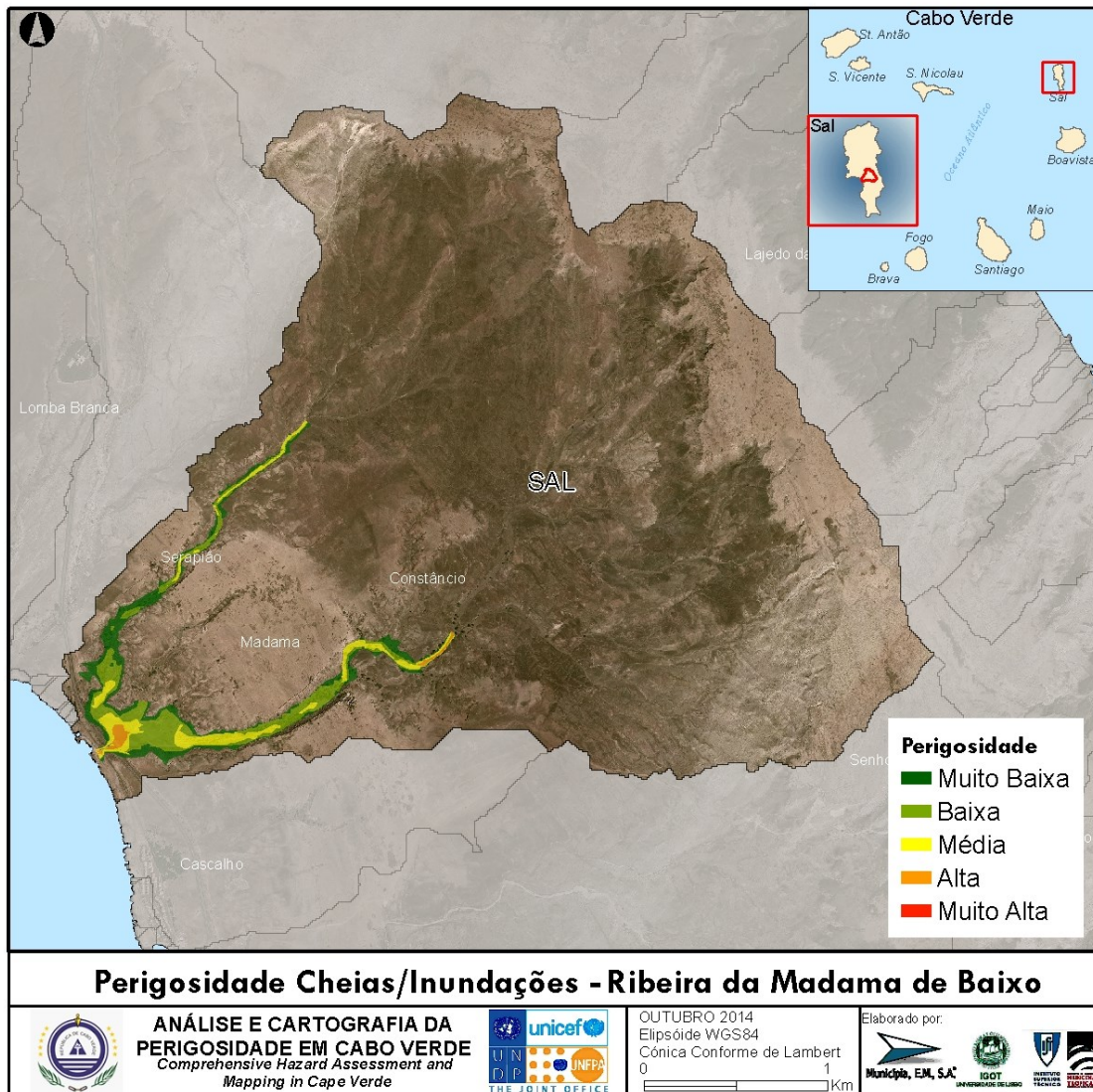


Figura 25 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Madama de Baixo

F3. Ribeira da Parda

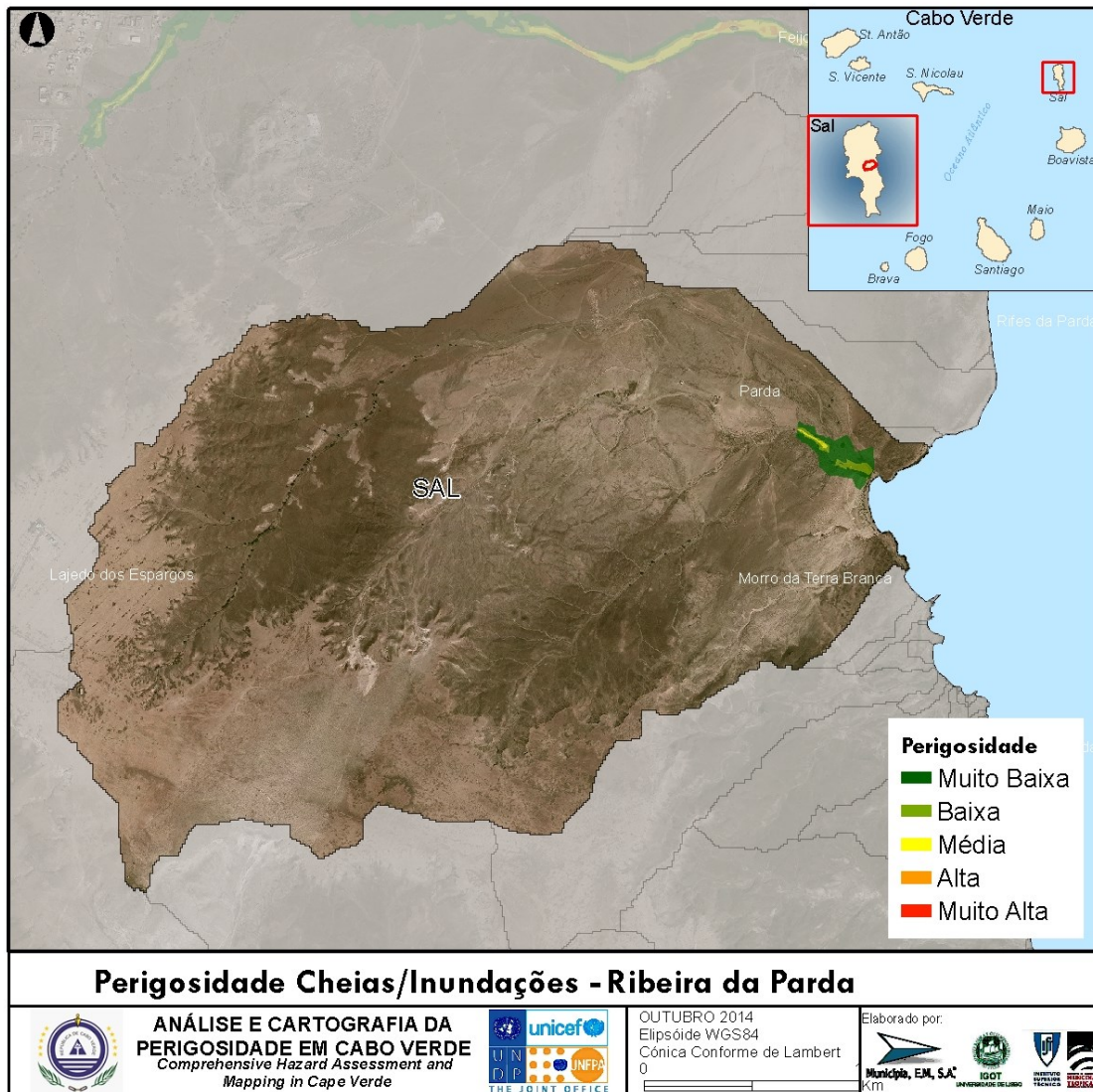


Figura 26 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Parda

F4. Ribeira de Água Doce

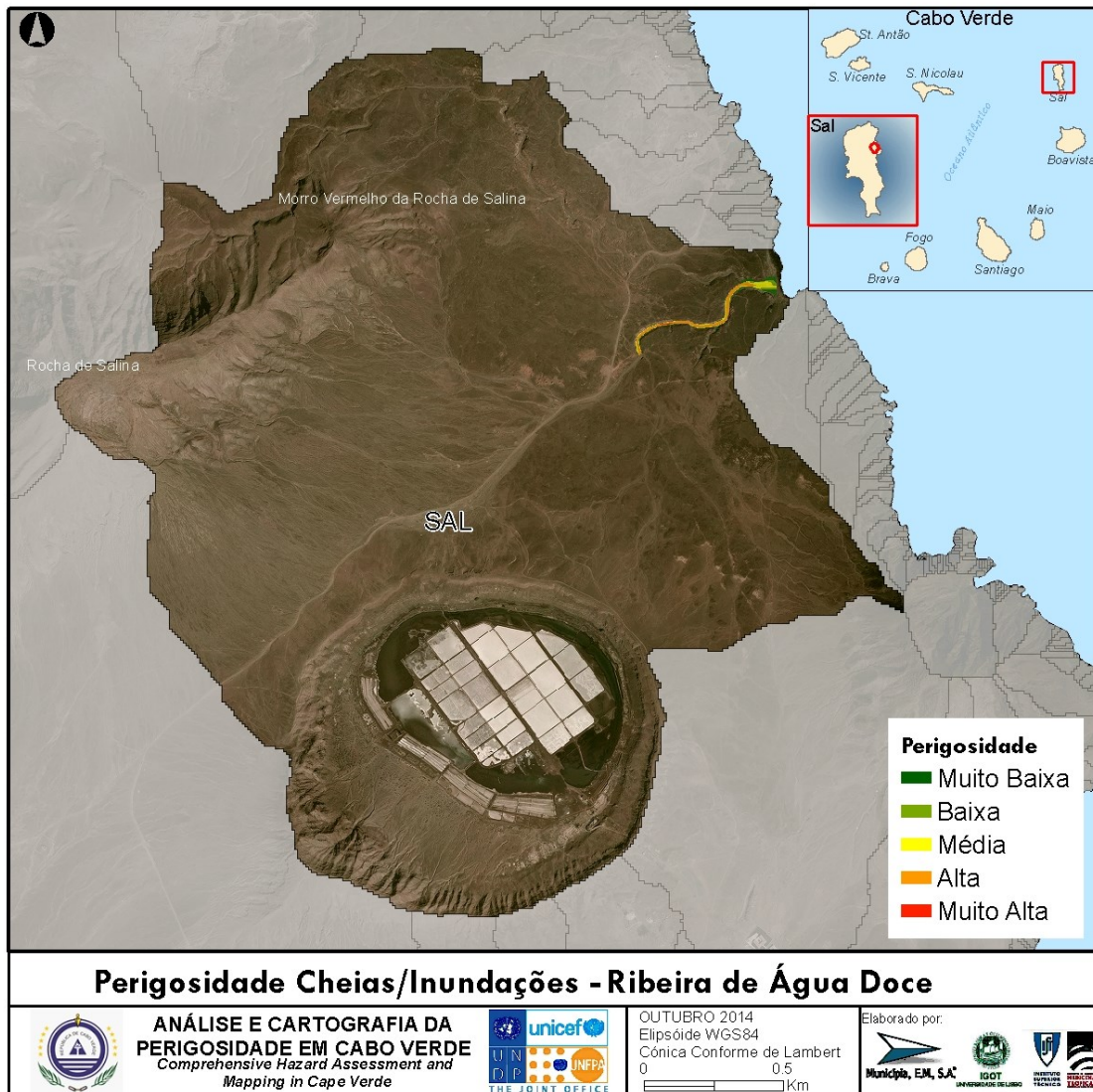


Figura 27 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Água Doce

F5. Ribeira de Beirona

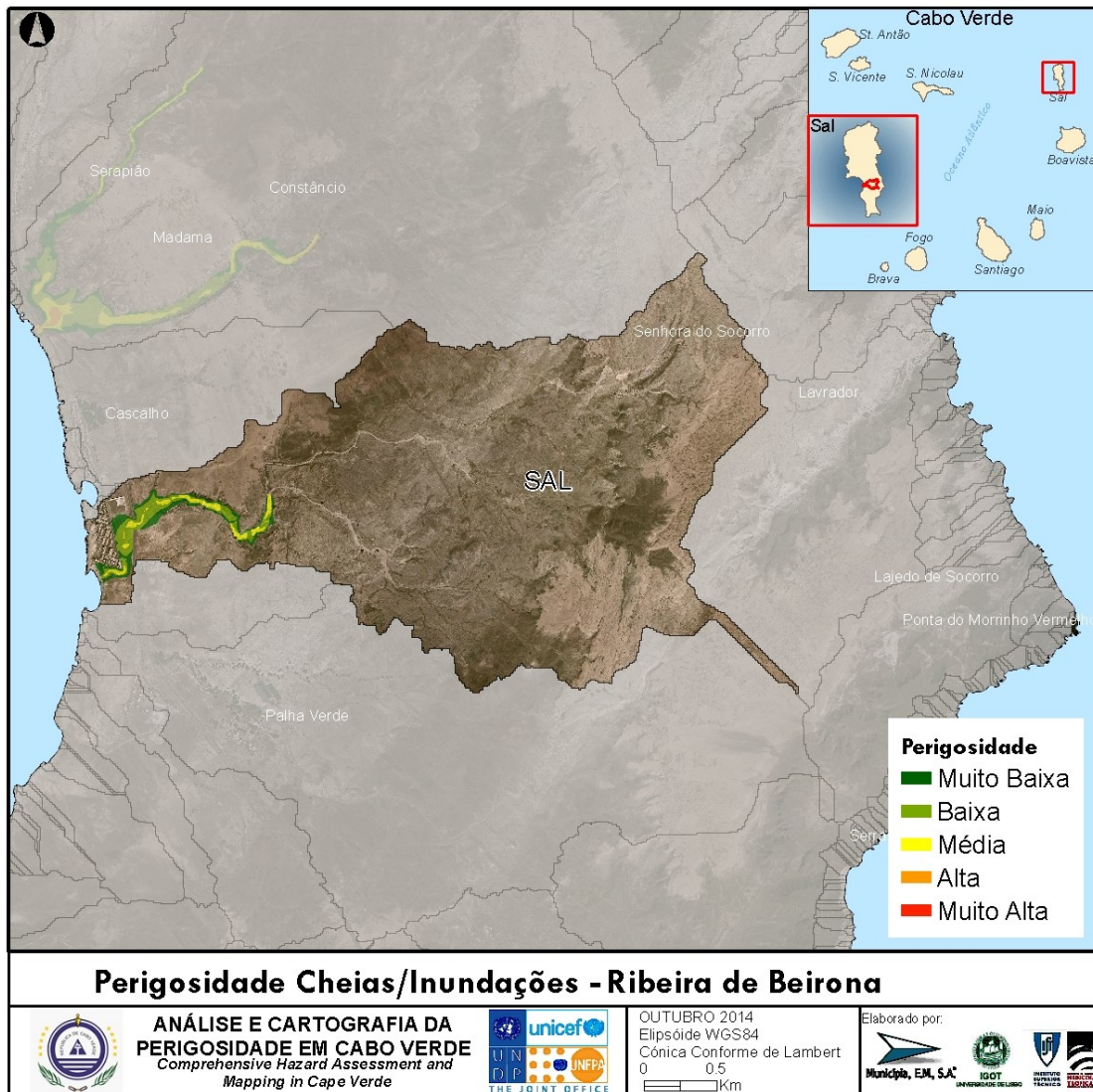


Figura 28 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Beirona

F6. Ribeira do Feijoa

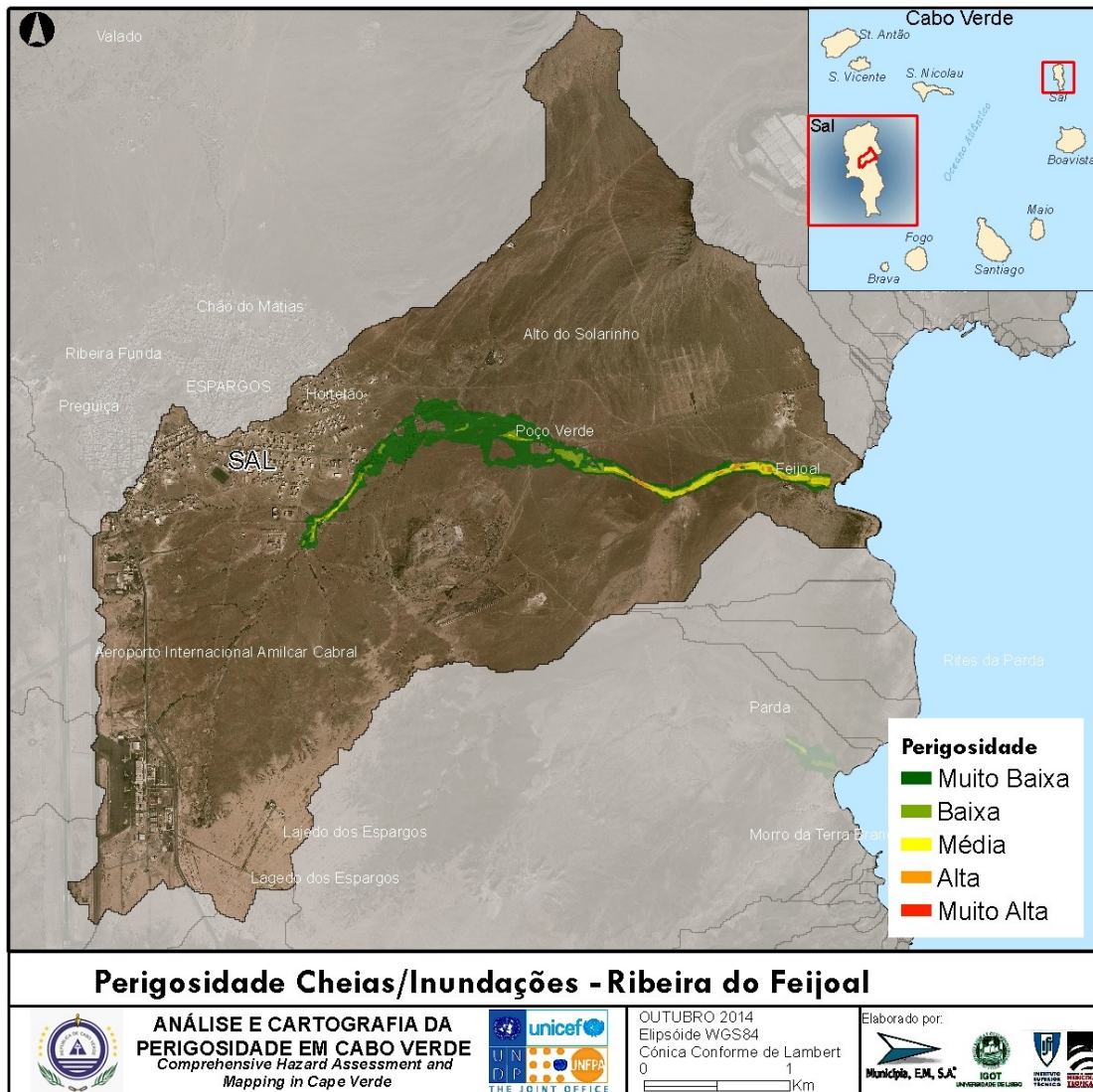


Figura 29 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Feijoa

G. Santiago

G1. Ribeira da Praia Formosa

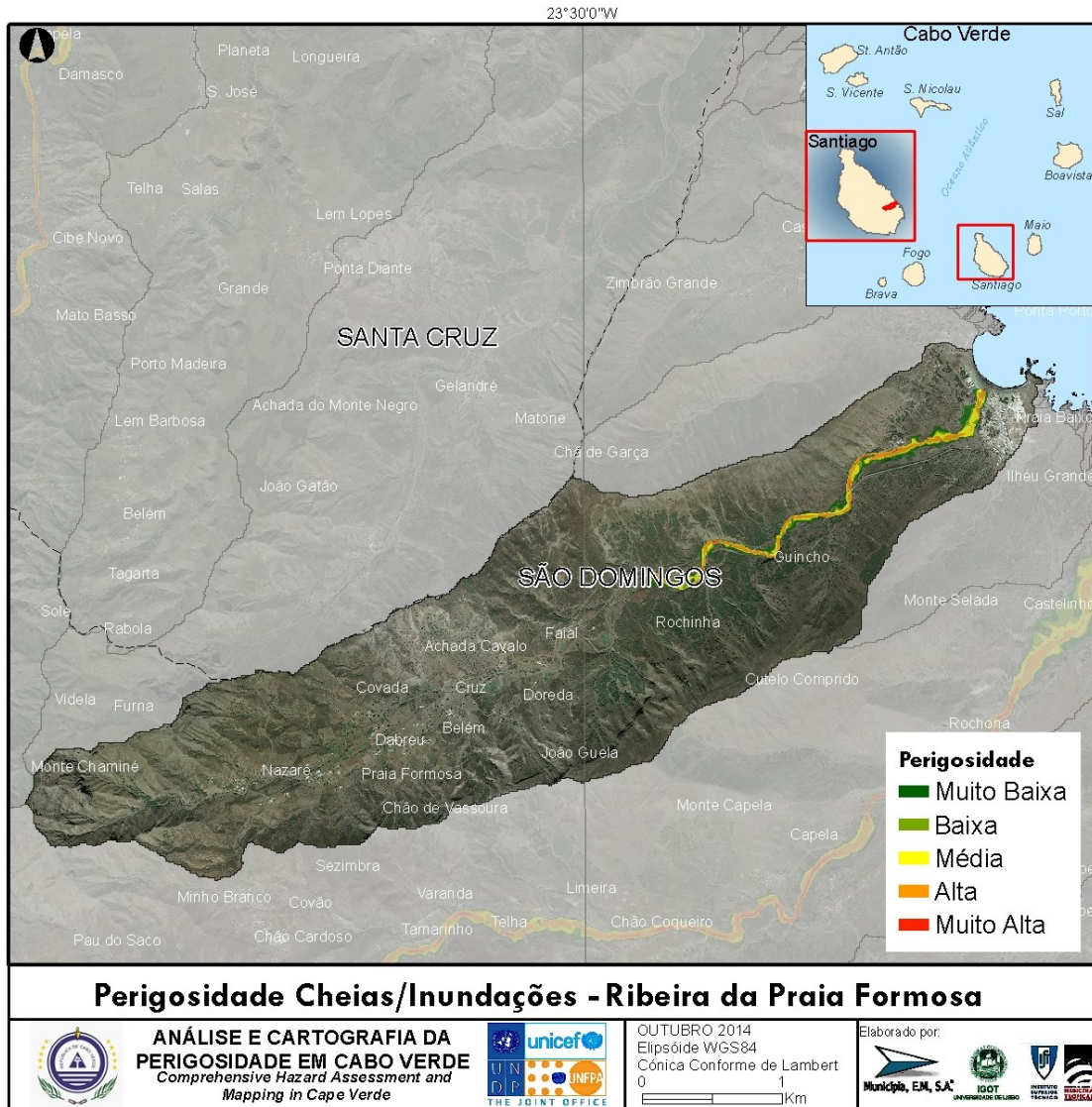


Figura 30 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Praia Formosa

G2. Ribeira de Águas Belas

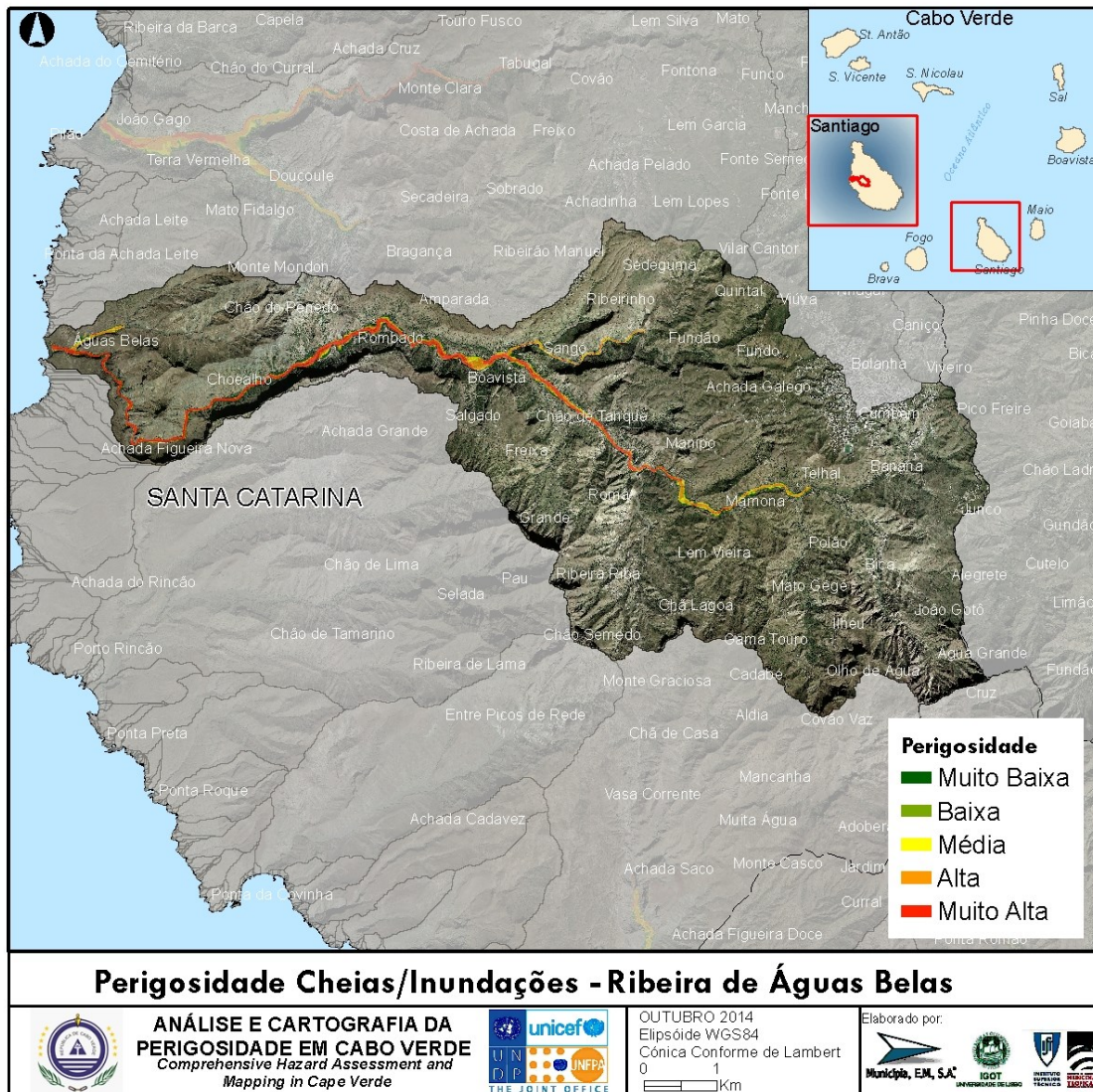


Figura 31 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Águas Belas

G3. Ribeira de Ribeireta

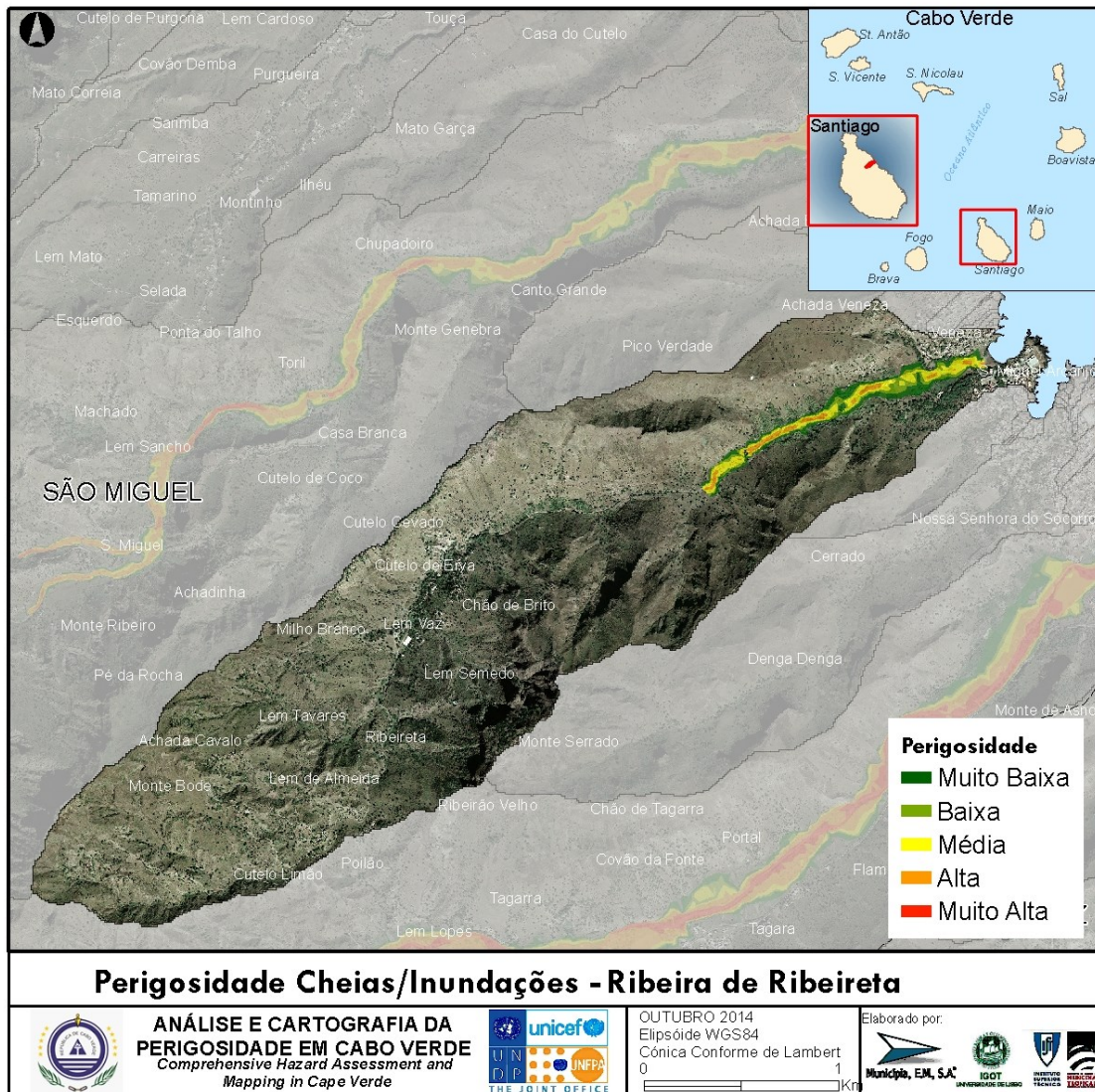


Figura 32 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Ribeireta

G4. Ribeira de S. Domingos

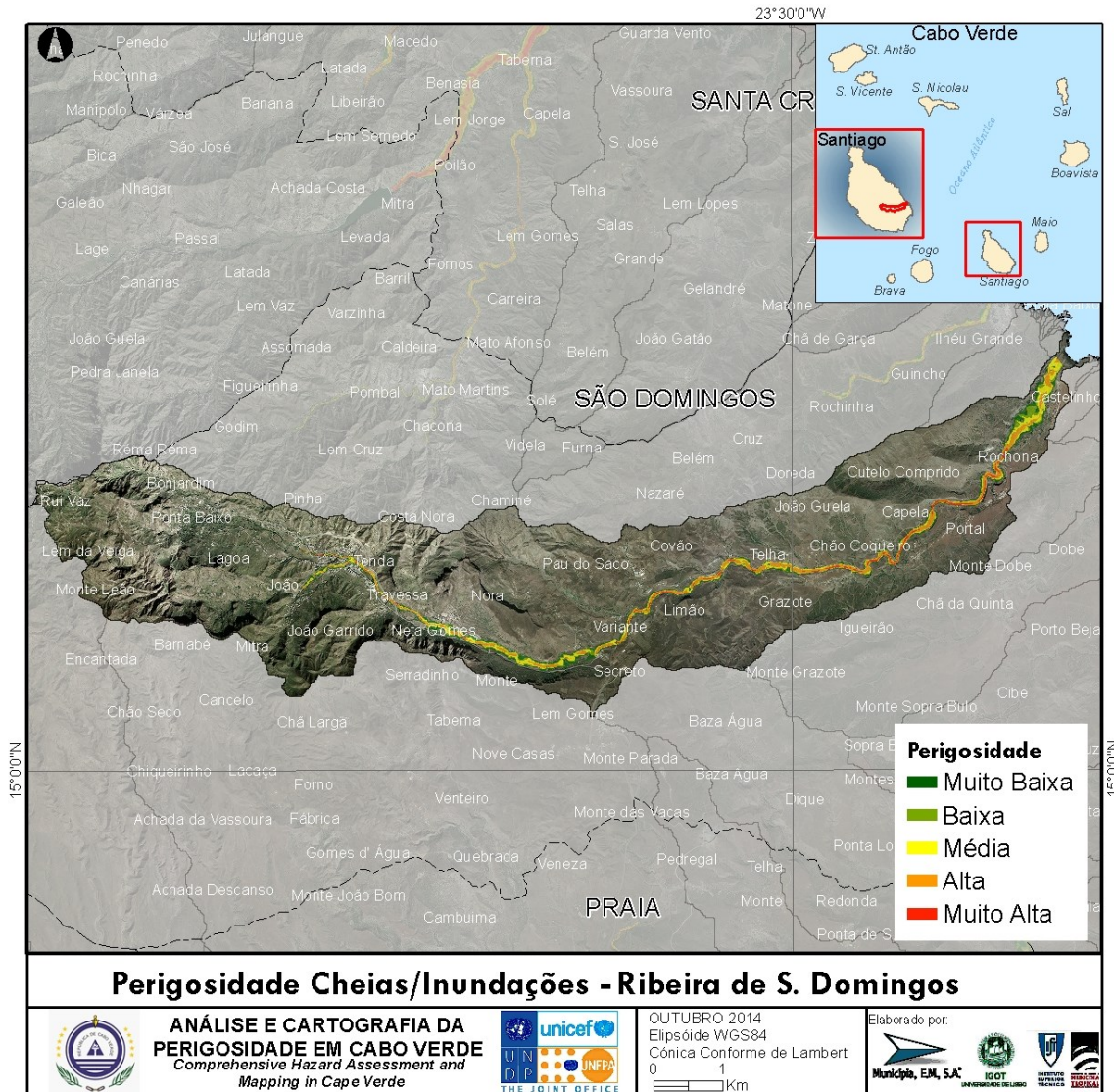


Figura 33 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de S. Domingos

G5. Ribeira de S. Francisco



Figura 34 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de S. Francisco

G6. Ribeira de Santa Ana



Figura 35 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Santa Ana

G7. Ribeira de Santa Clara

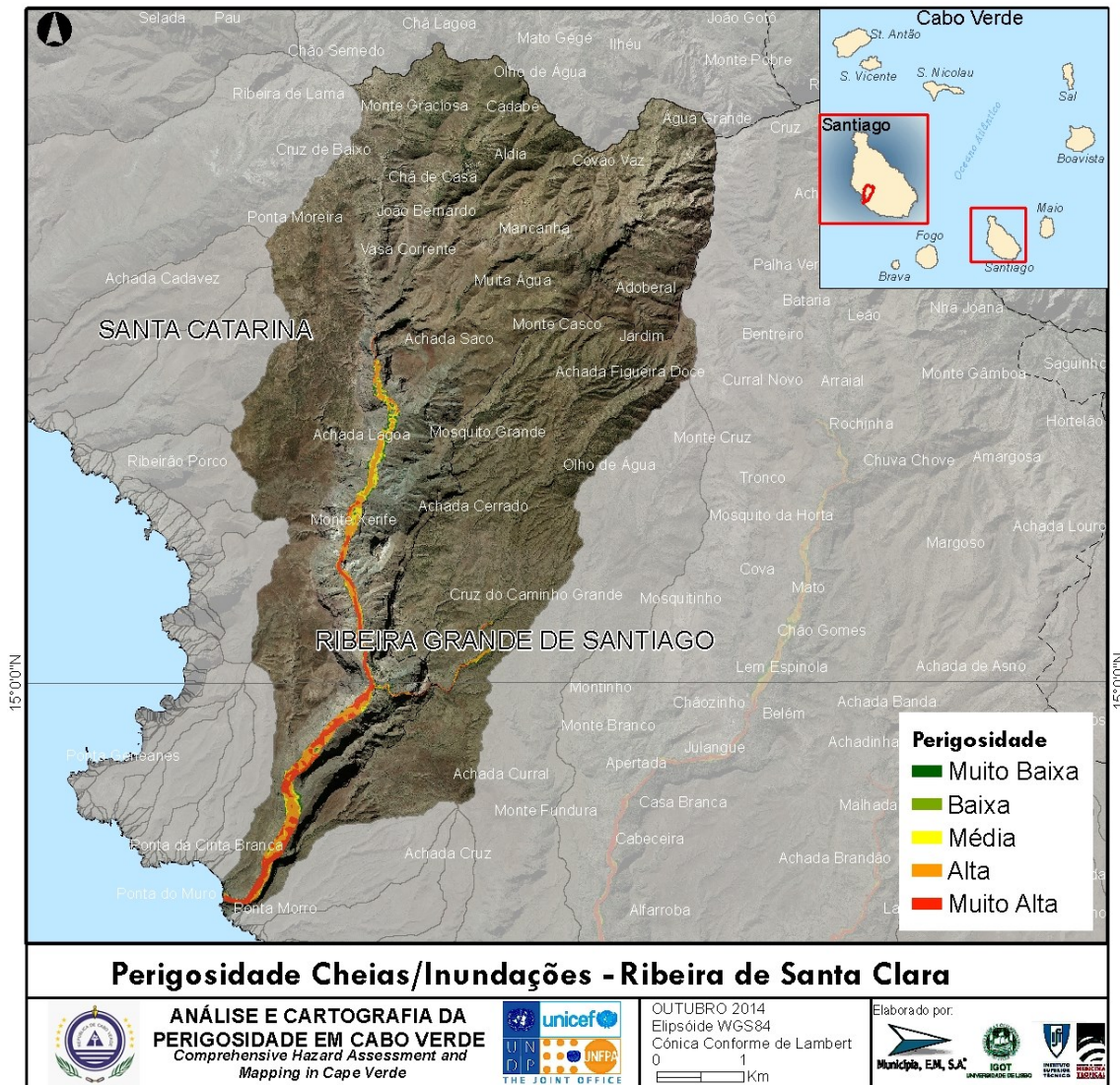


Figura 36 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Santa Clara

G8. Ribeira do Charco

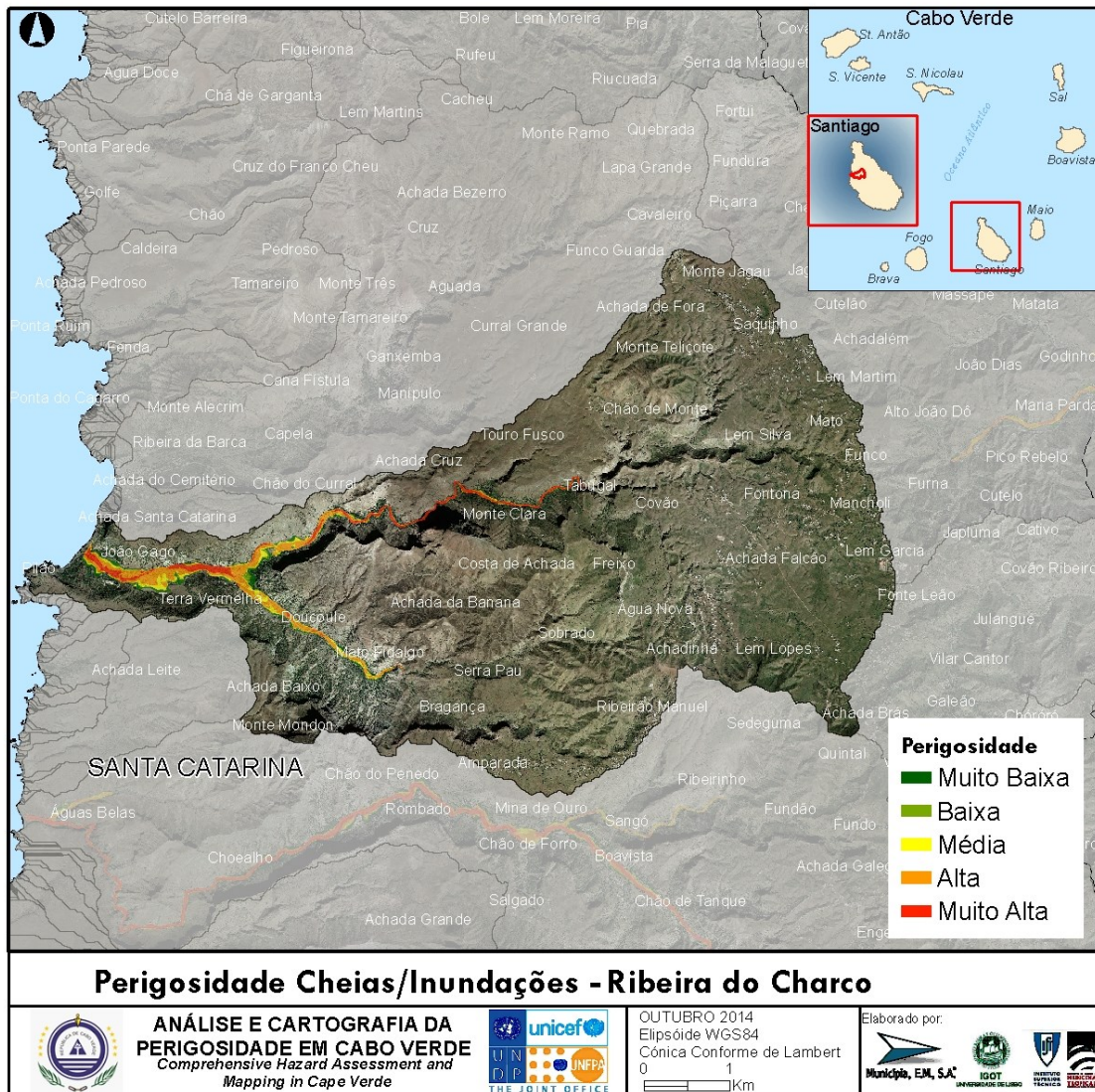


Figura 37 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Charco

G9. Ribeira dos Flamengos

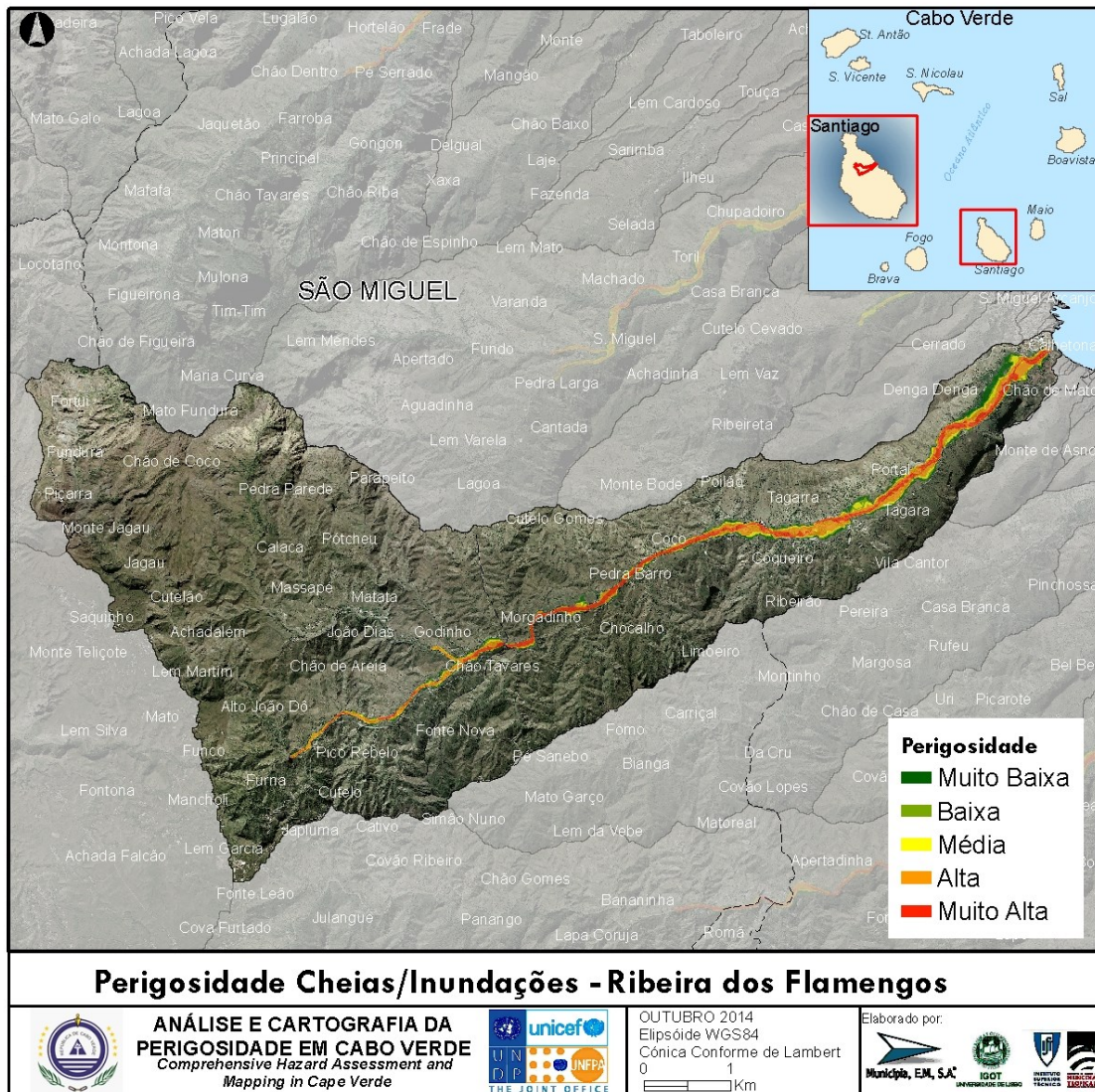


Figura 38 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Flamengos

G10. Ribeira dos Picos

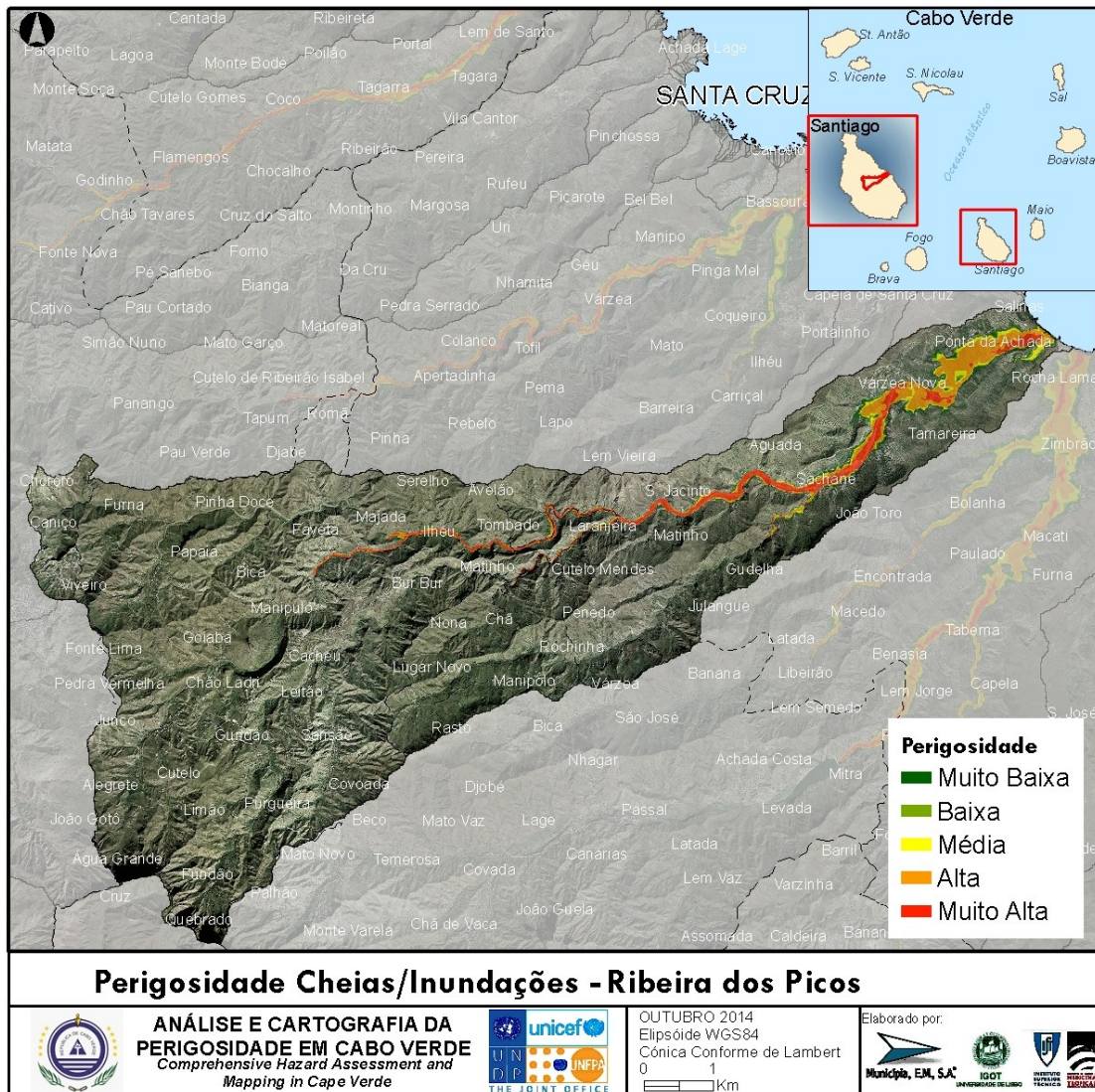


Figura 39 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Picos

G11. Ribeira Grande

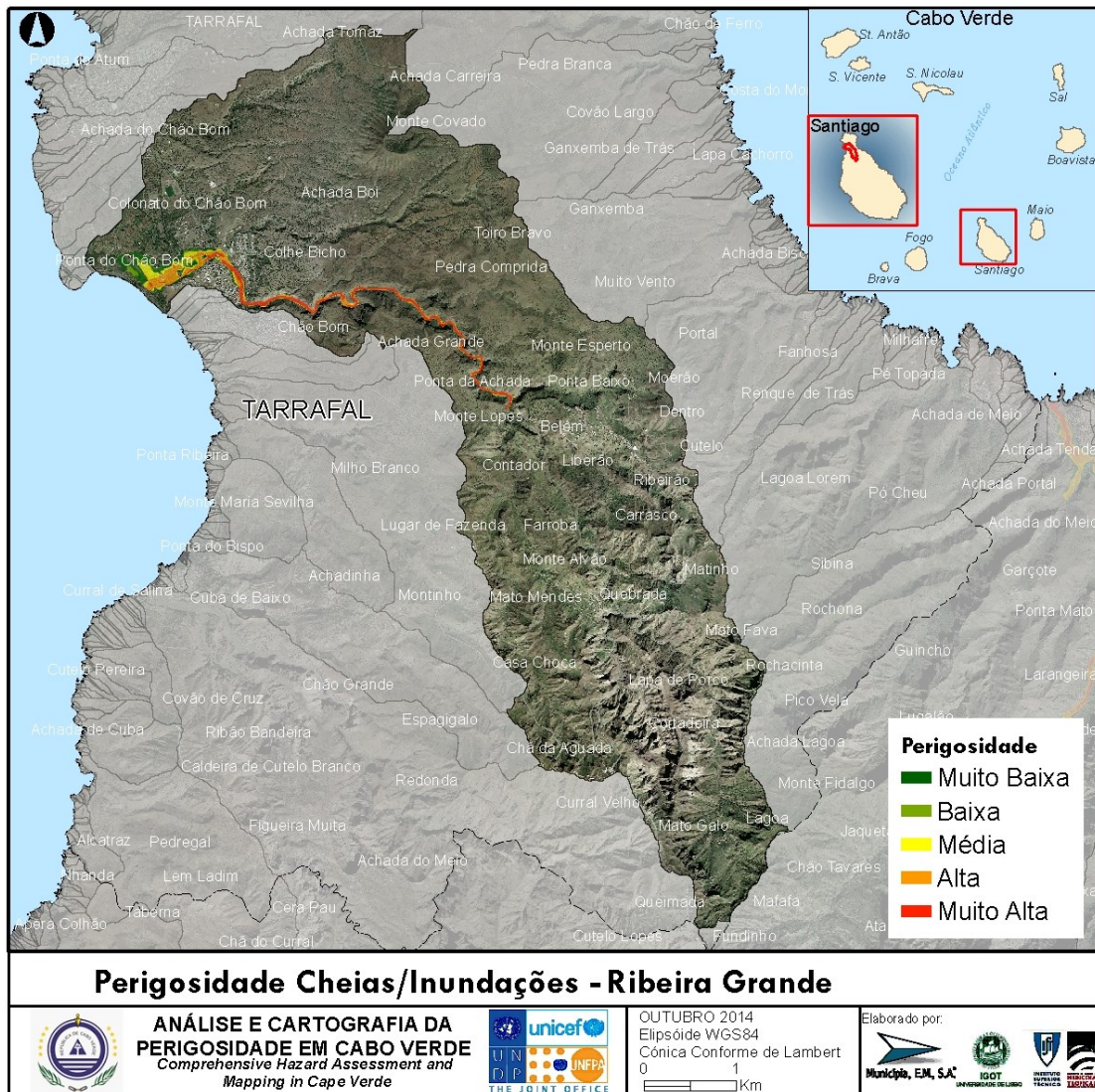


Figura 40 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Grande

G12. Ribeira Principal do Sal

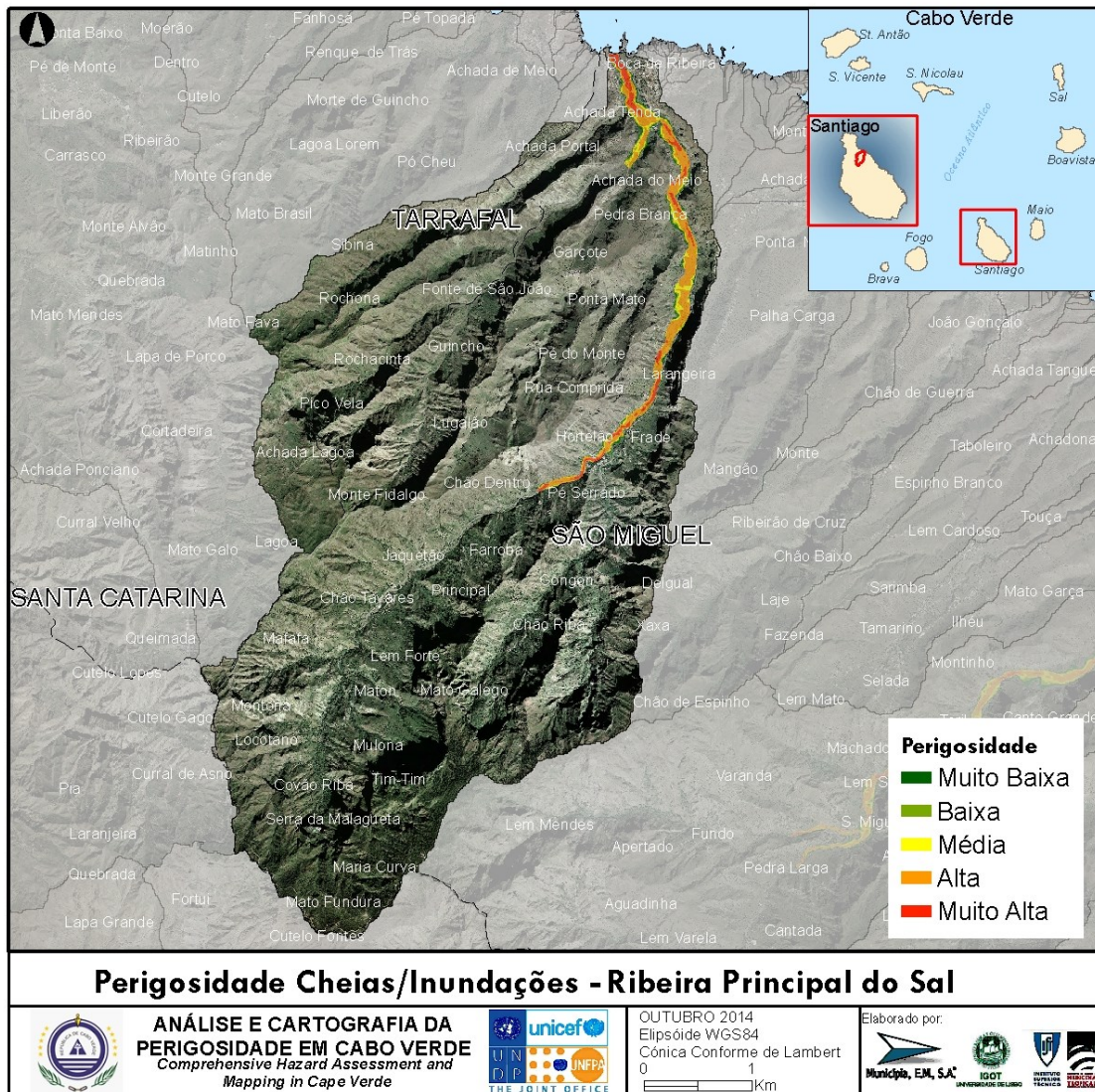


Figura 41 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Principal do Sal

G13. Ribeira Santa Cruz

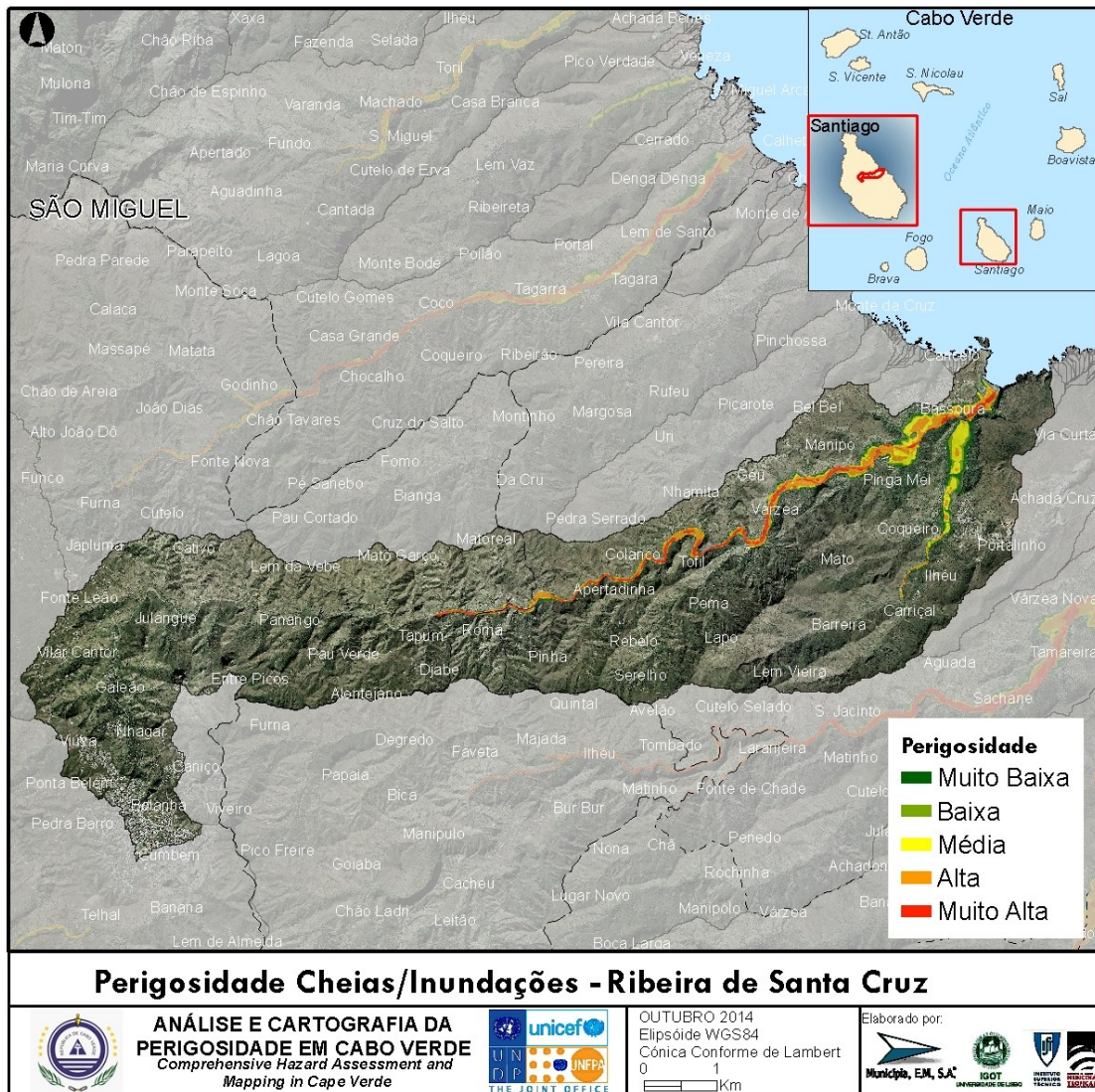


Figura 42 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Santa Cruz

G14. Ribeira Seca

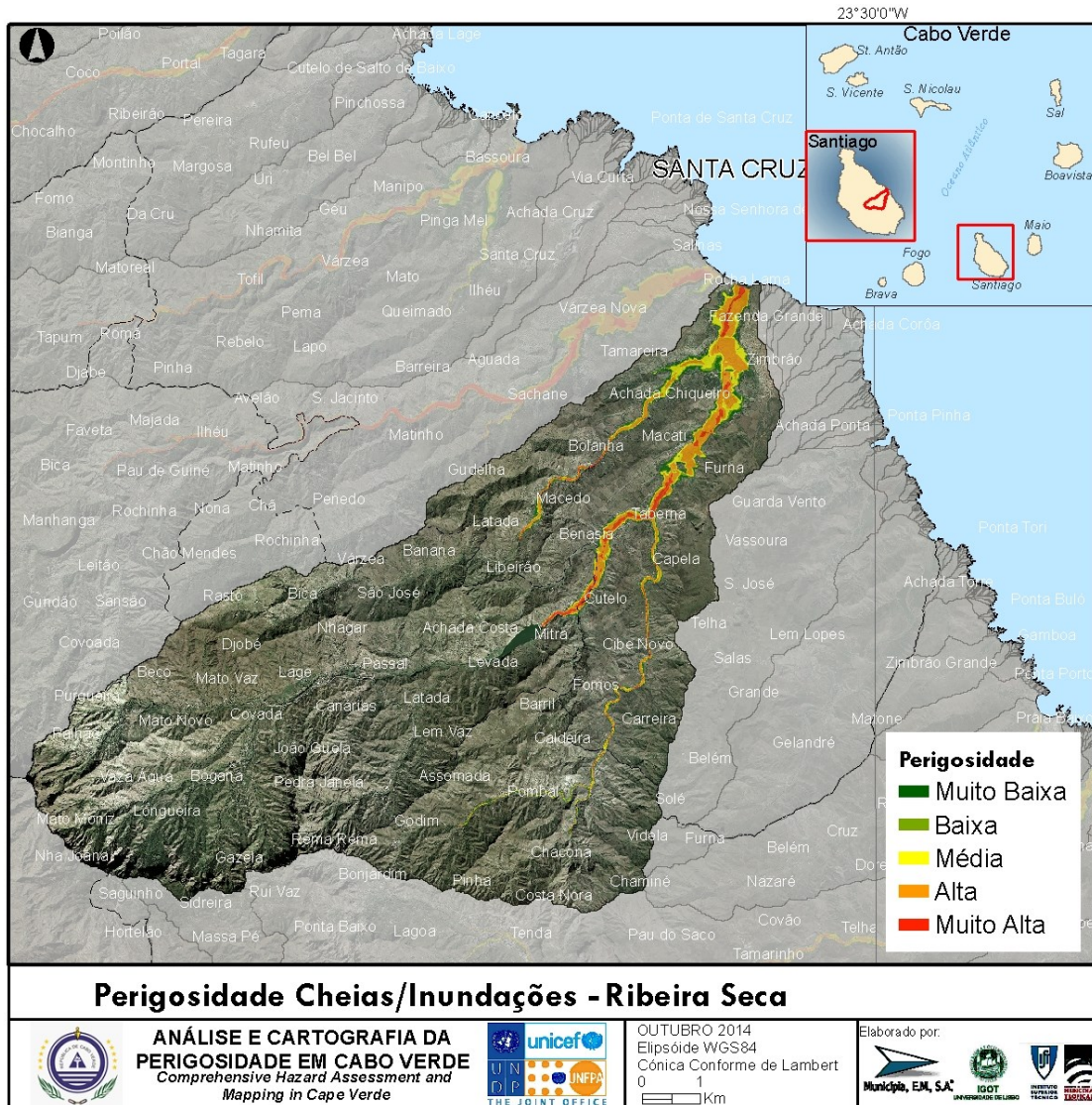


Figura 43 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Seca

G15. Ribeira da Trindade

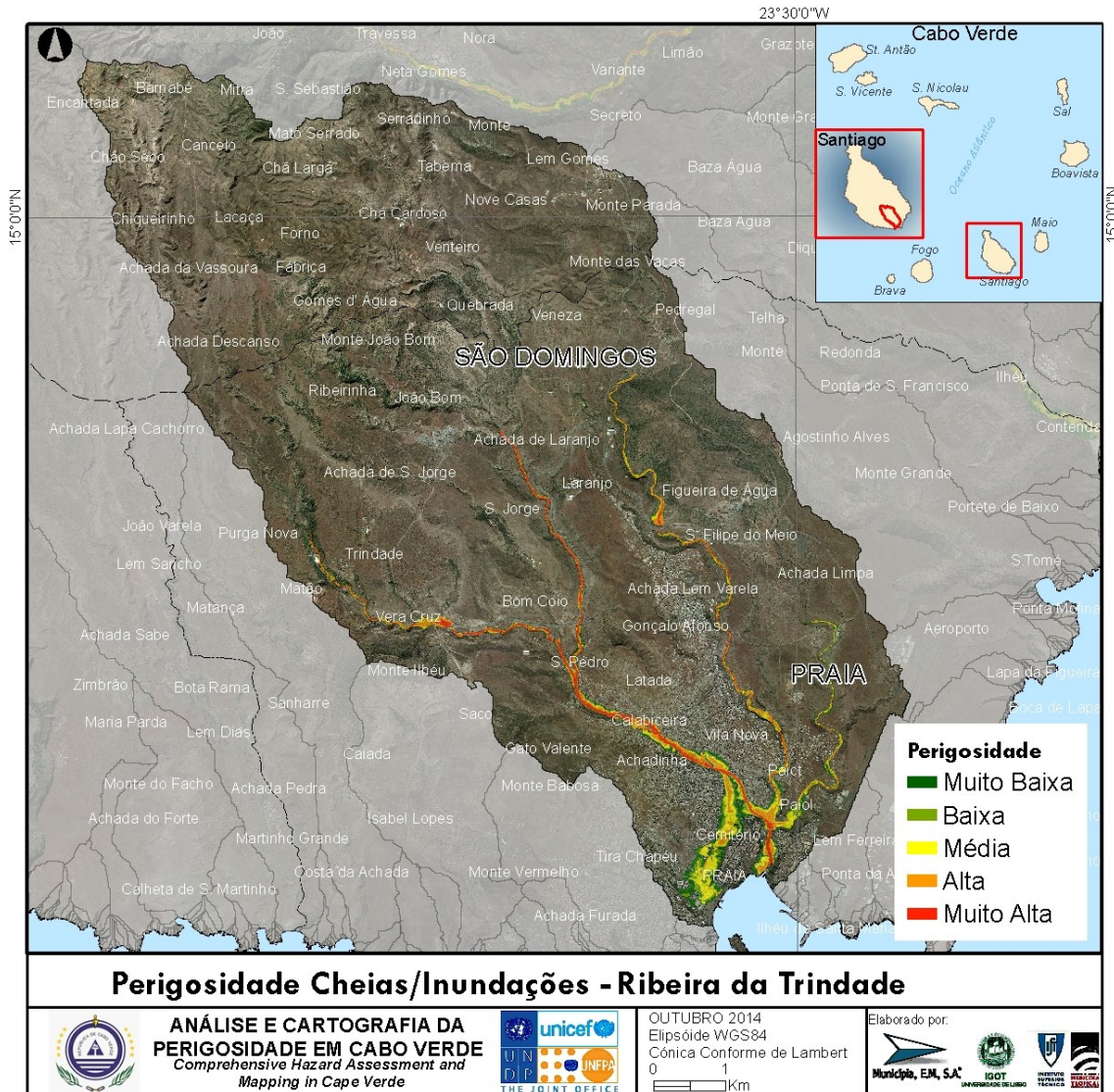


Figura 44 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Trindade

G16. Ribeira S. Miguel

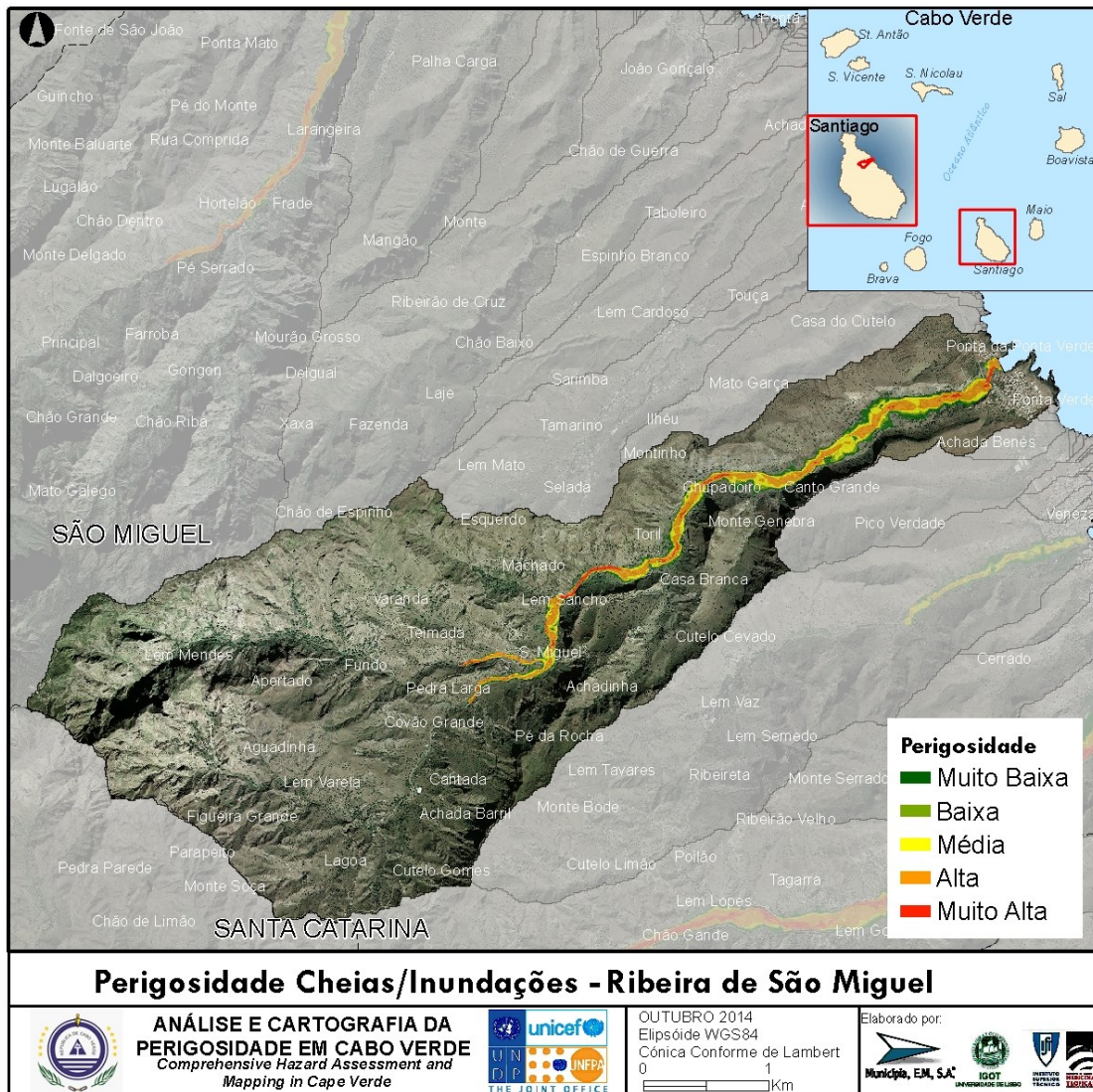


Figura 45 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira S. Miguel

H. São Nicolau

H1. Ribeira Água Amargosa

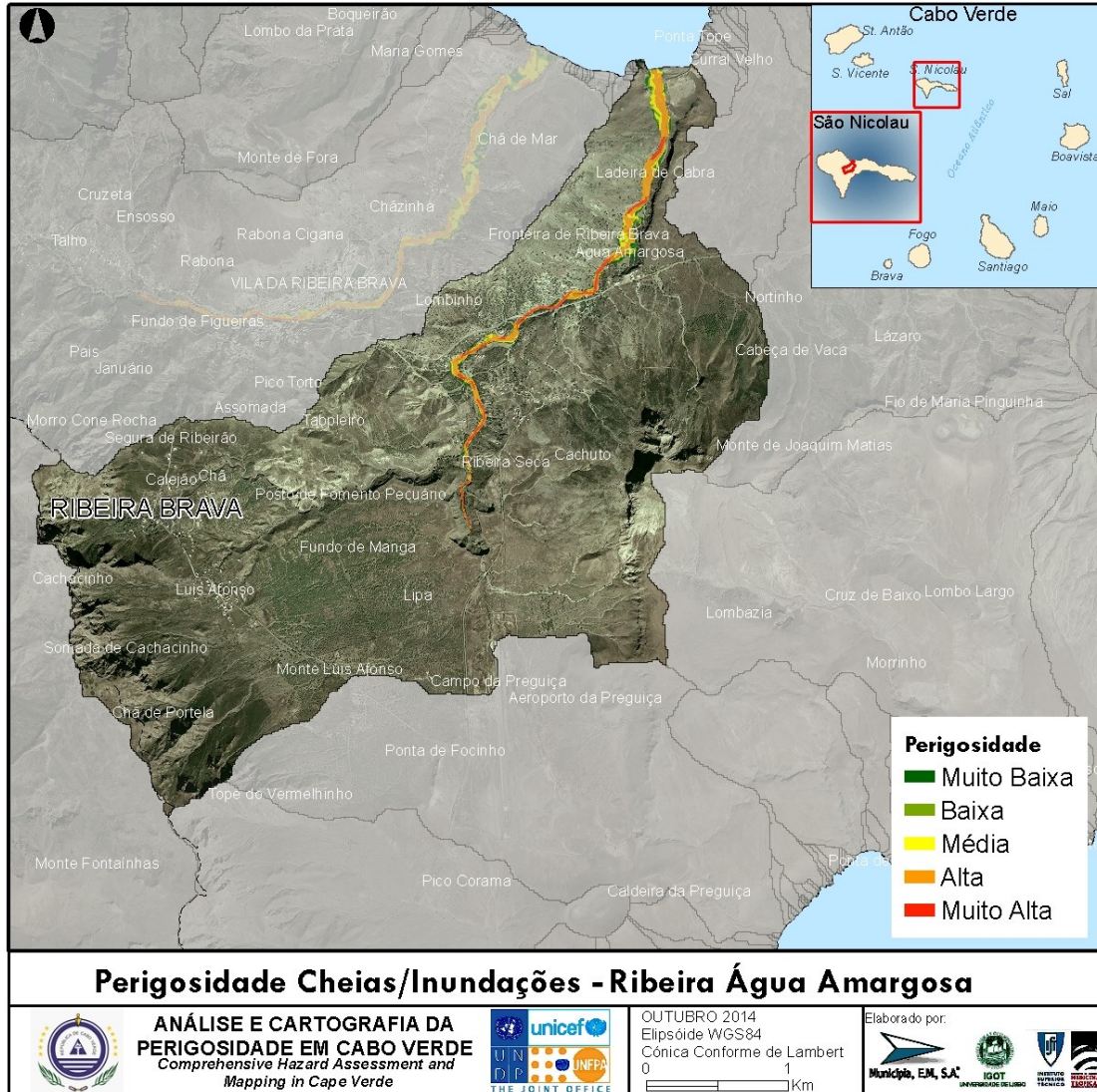


Figura 46 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Água Amargosa

H2. Ribeira Brava

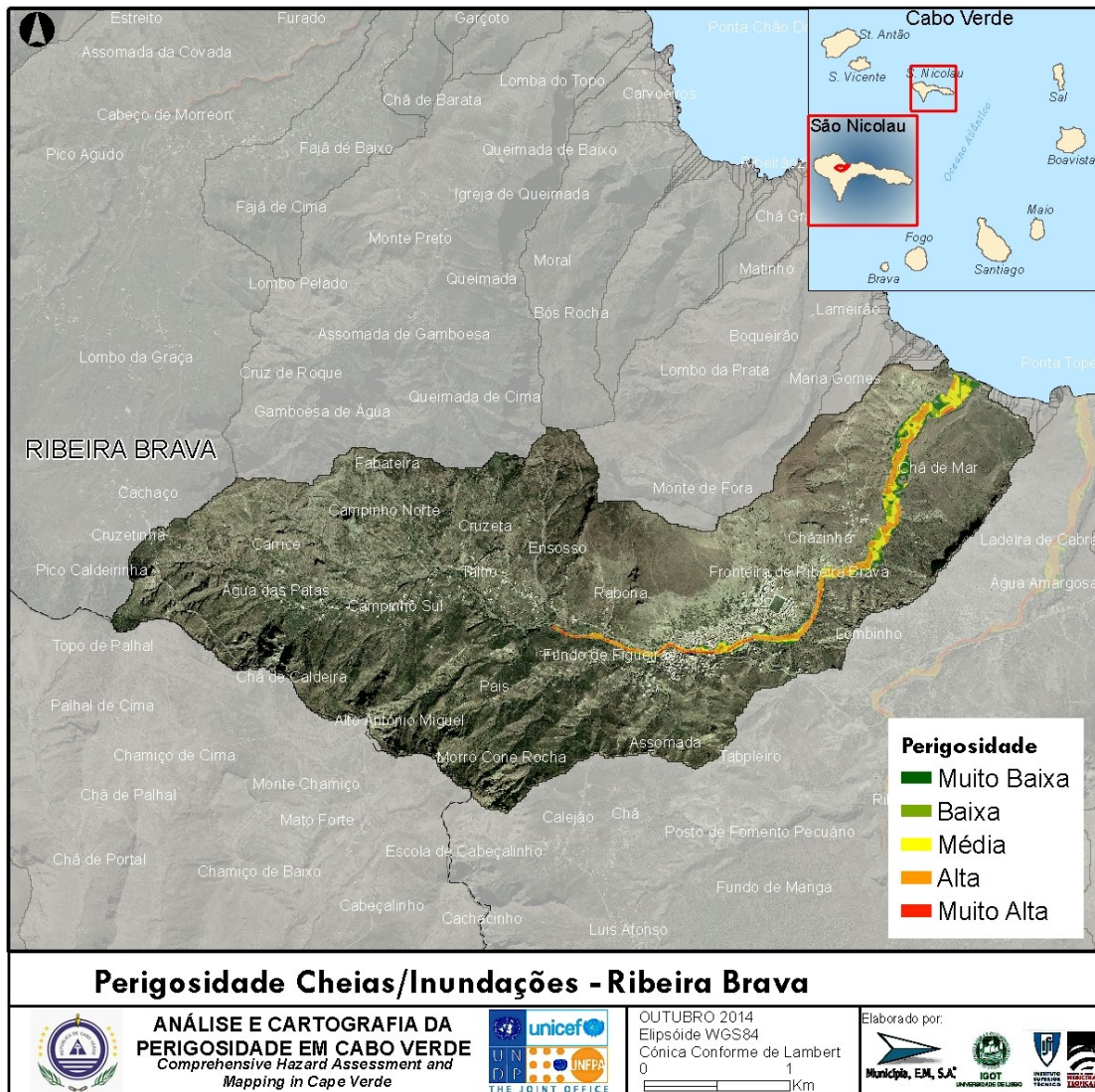


Figura 47 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Brava

H3. Ribeira da Areia

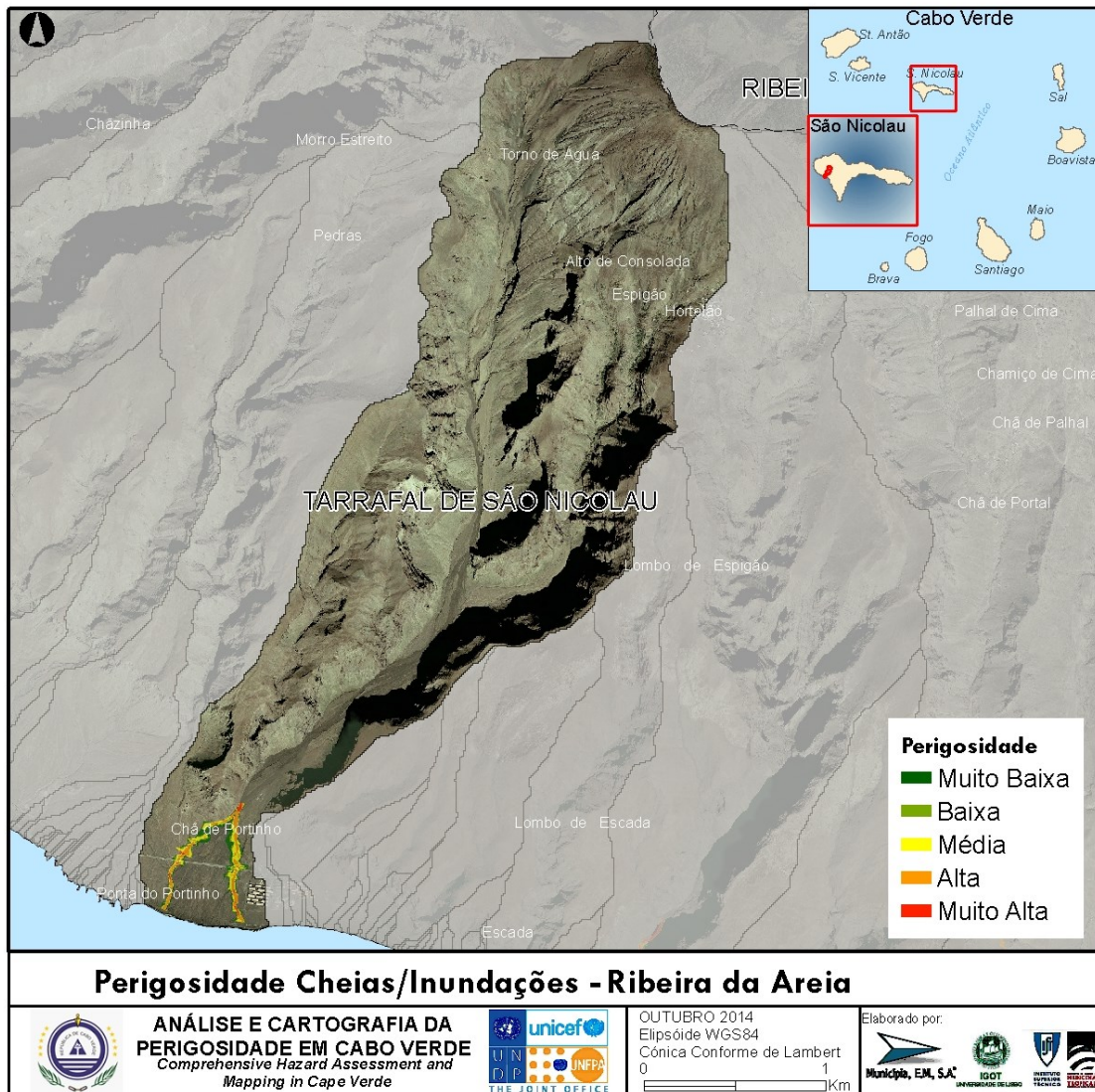


Figura 48 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Areia

H4. Ribeira da Prata

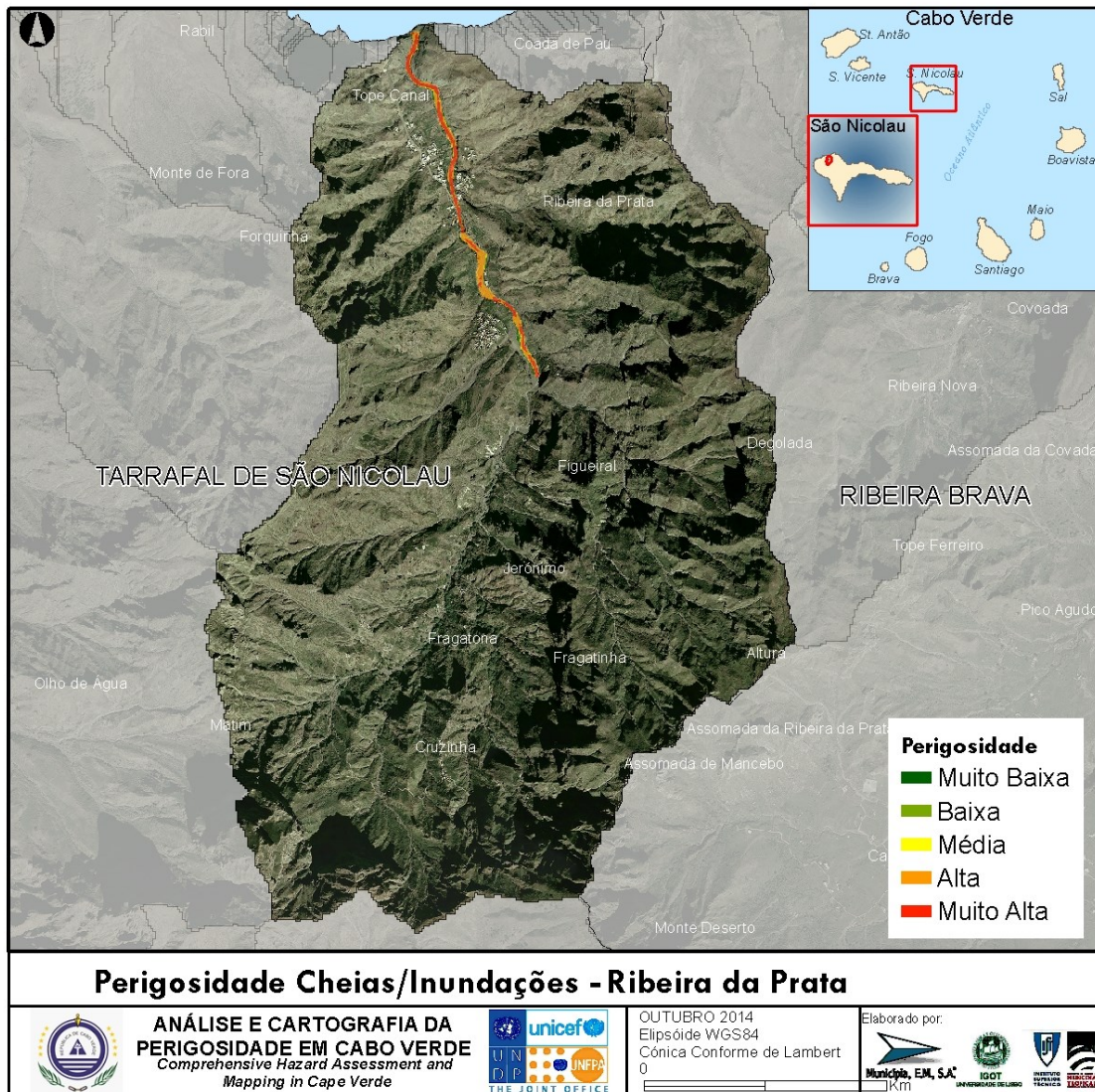


Figura 49 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira da Prata

H5. Ribeira do Covoadá

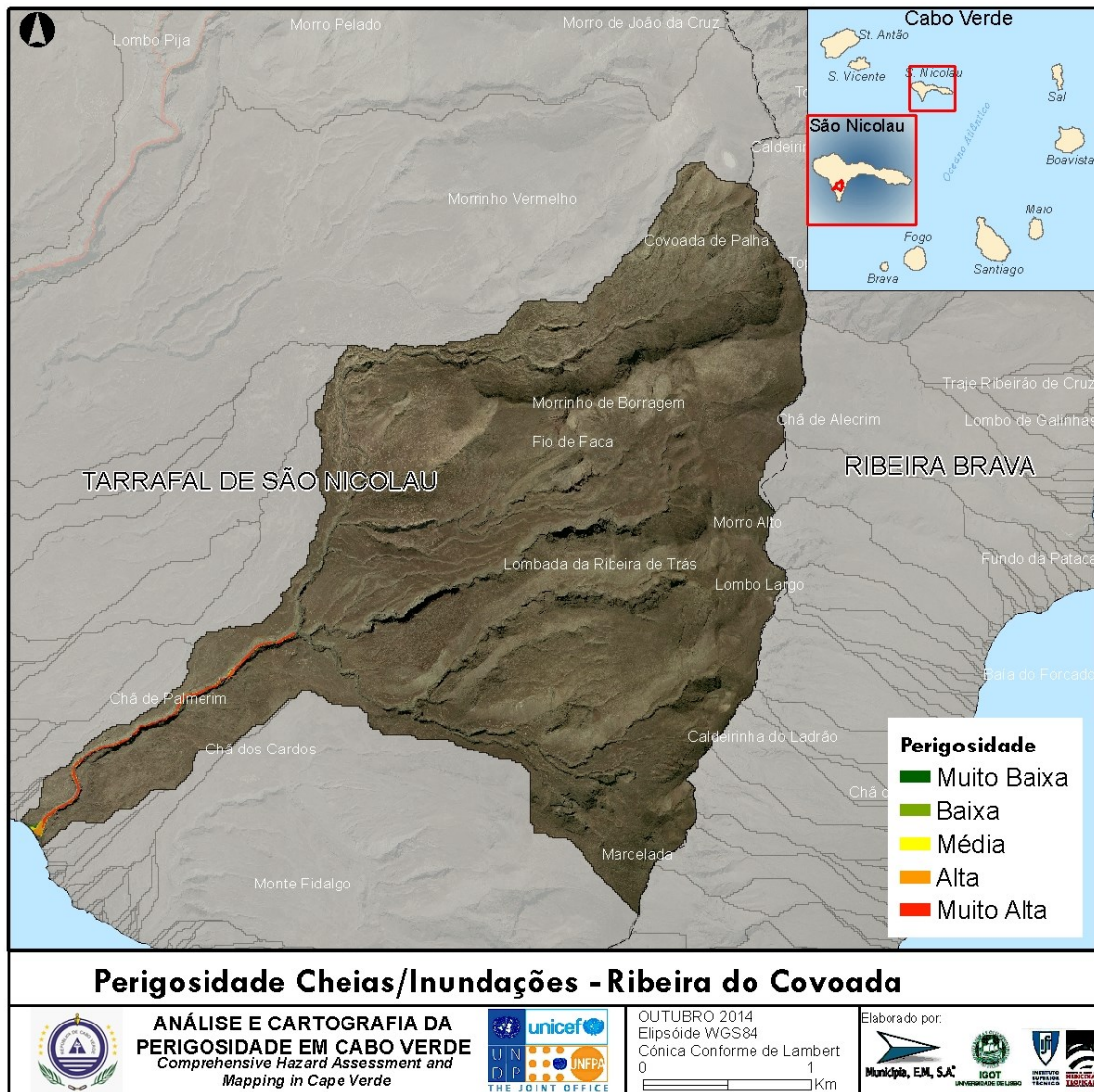


Figura 50 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Covoadá

H6. Ribeira do Palhal

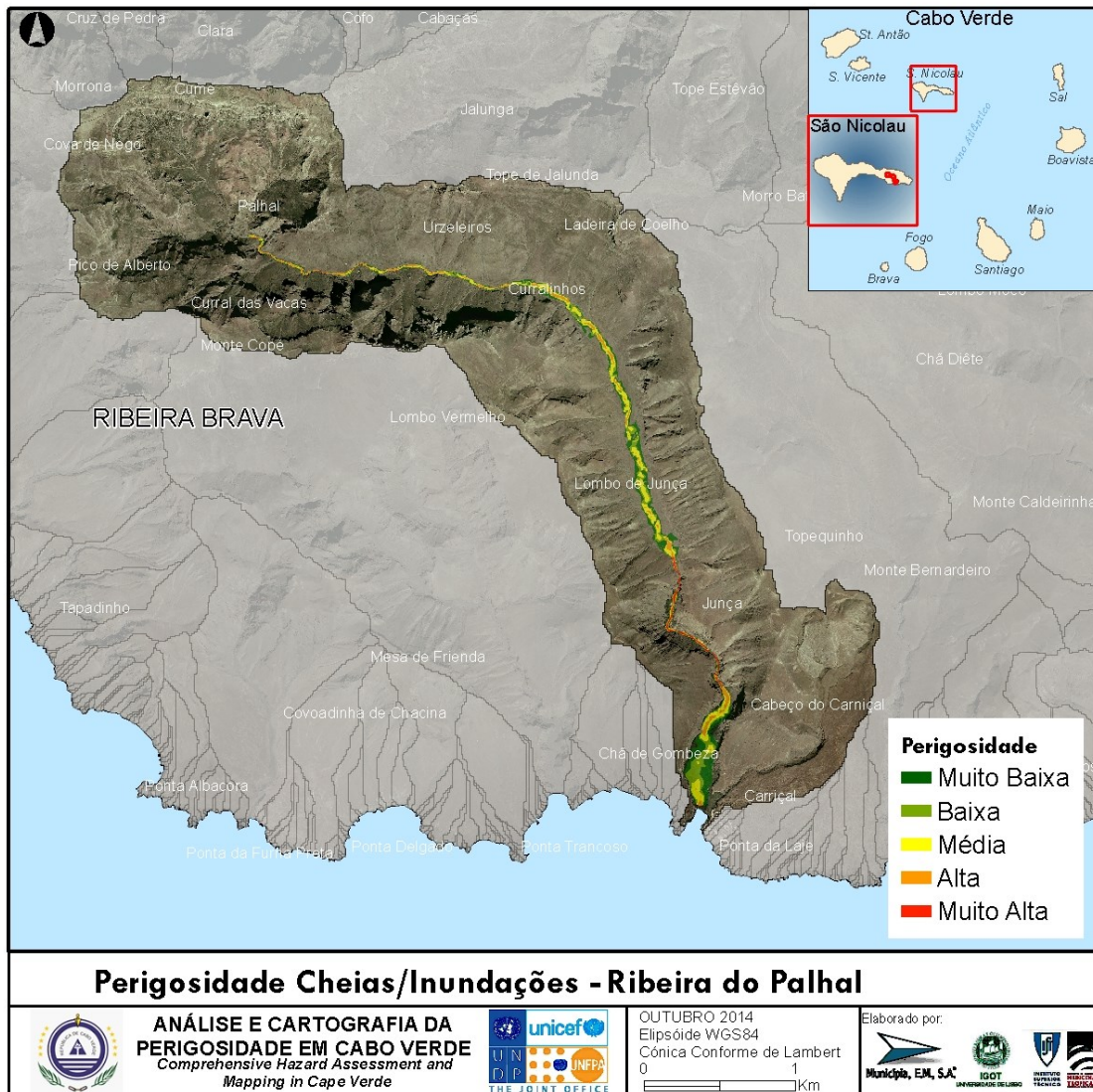


Figura 51 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Palhal

H7. Ribeira dos Calhaus

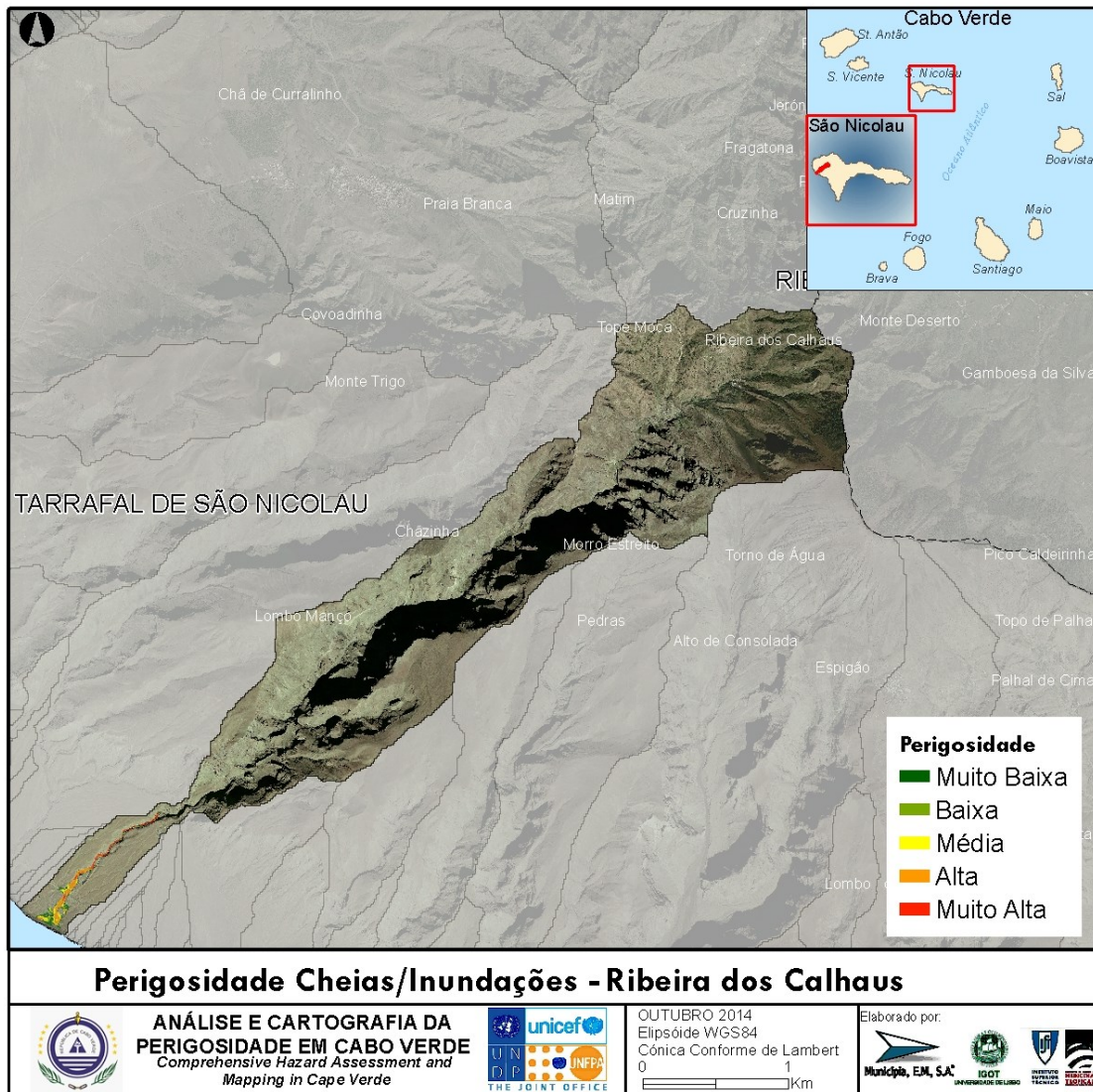


Figura 52 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira dos Calhaus

H8. Ribeira Fundo Bananeira

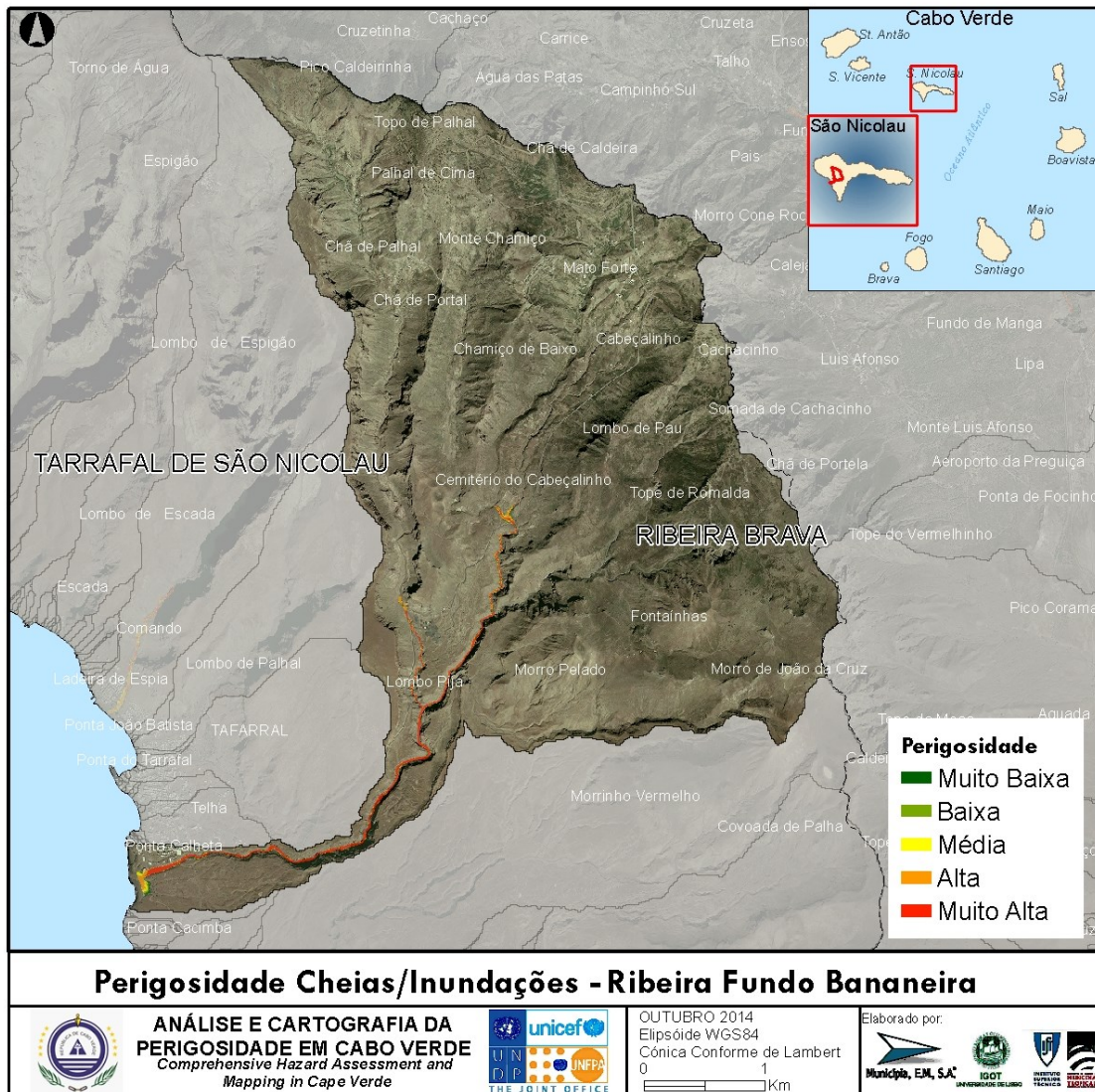


Figura 53 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Fundo da Bananeira

H9. Ribeira Fundo de Água do Porto

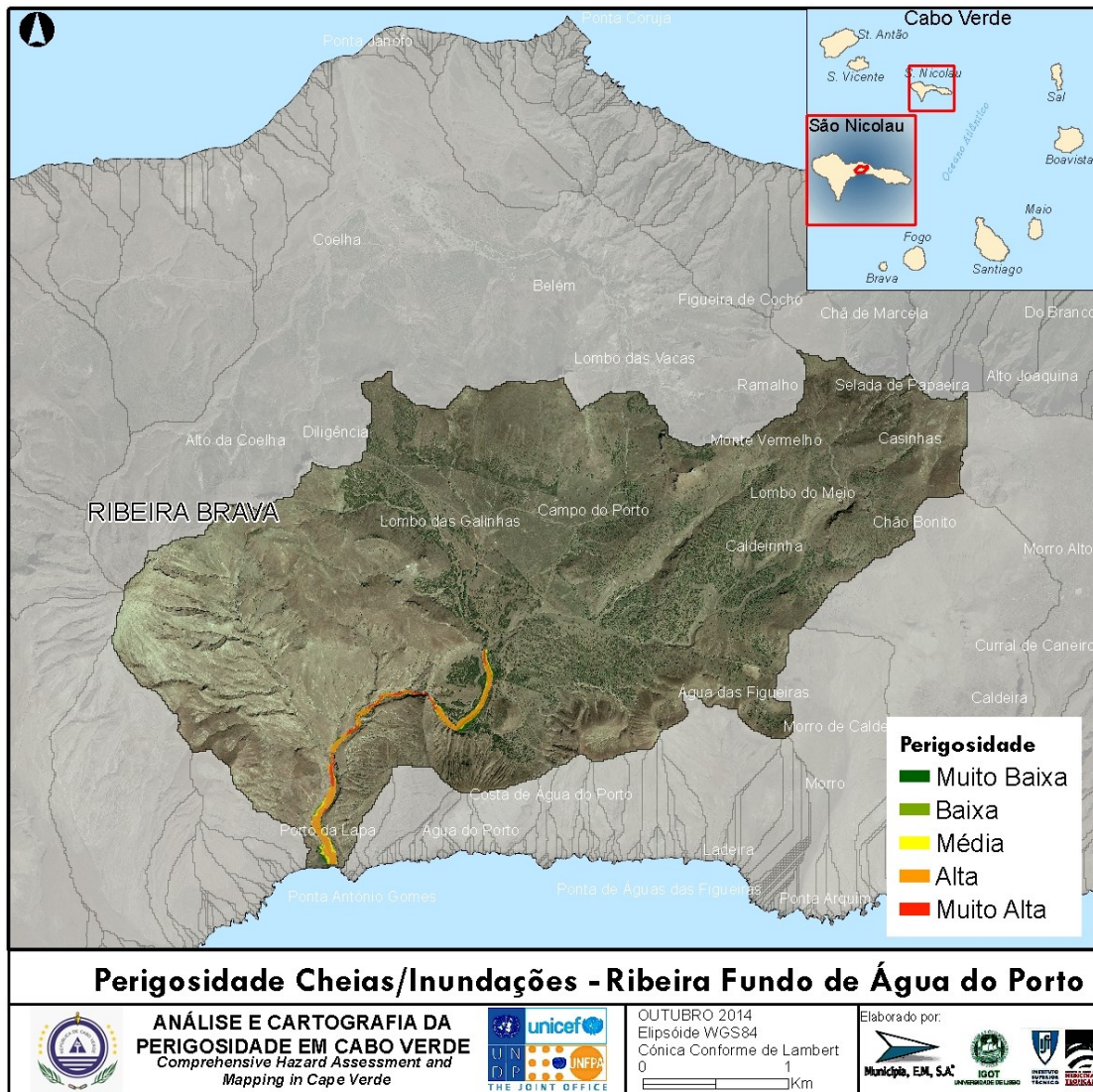


Figura 54 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Água do Porto

H10. Ribeira Grande

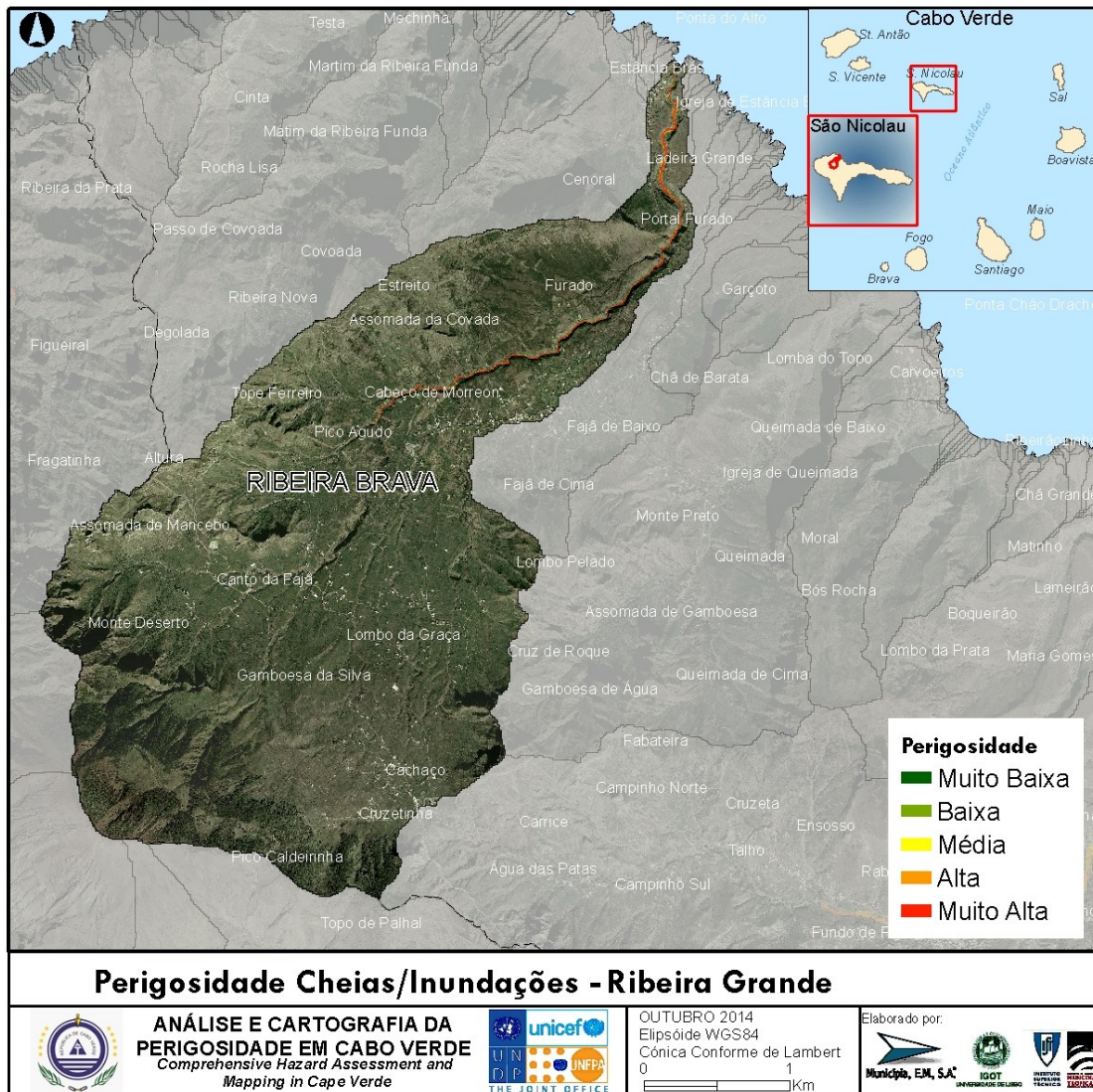


Figura 55 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Grande

H11. Ribeira Manuel Bau

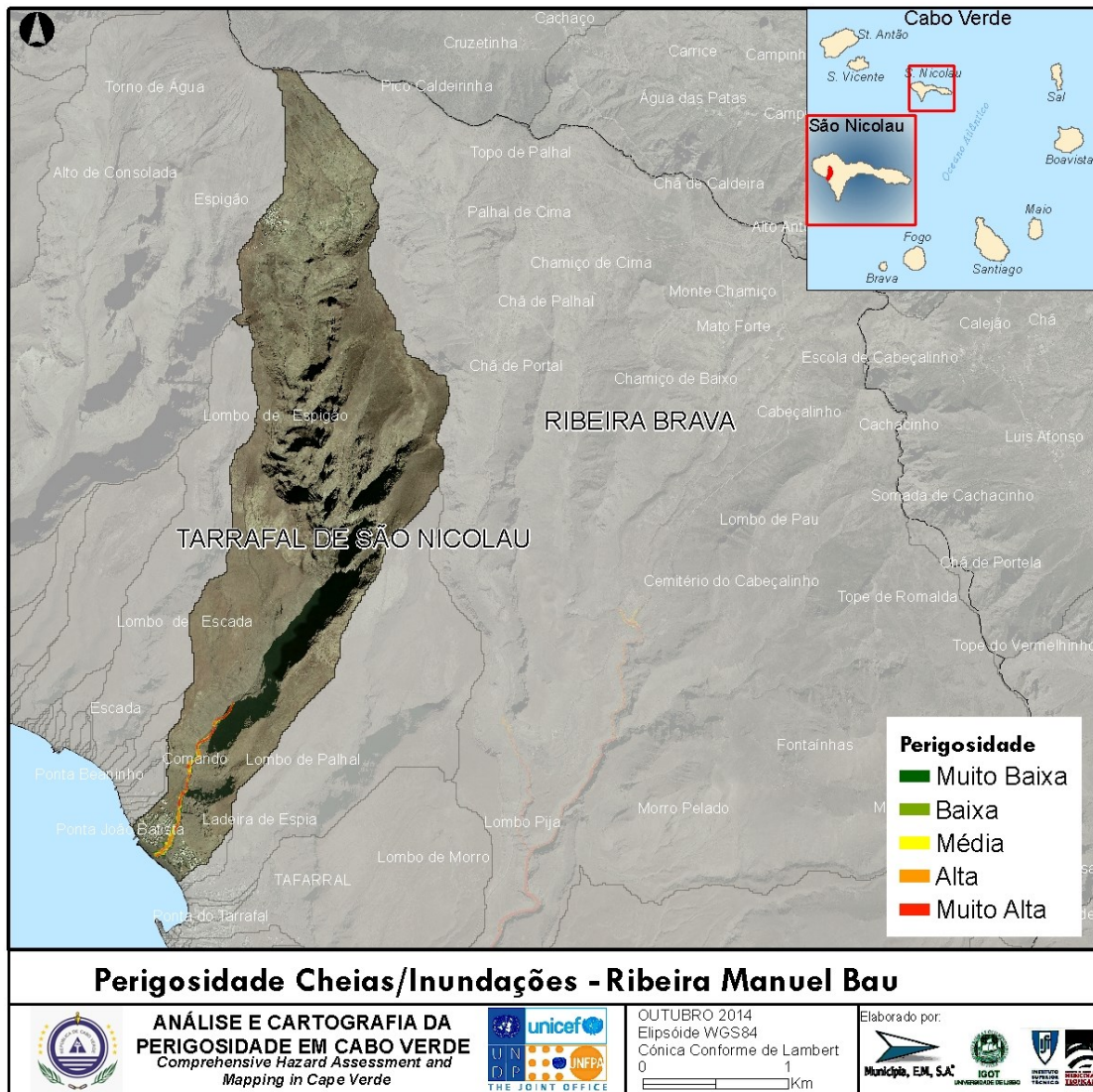


Figura 56 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira Manuel Bau

I. São Vicente

I1. Porto Grande

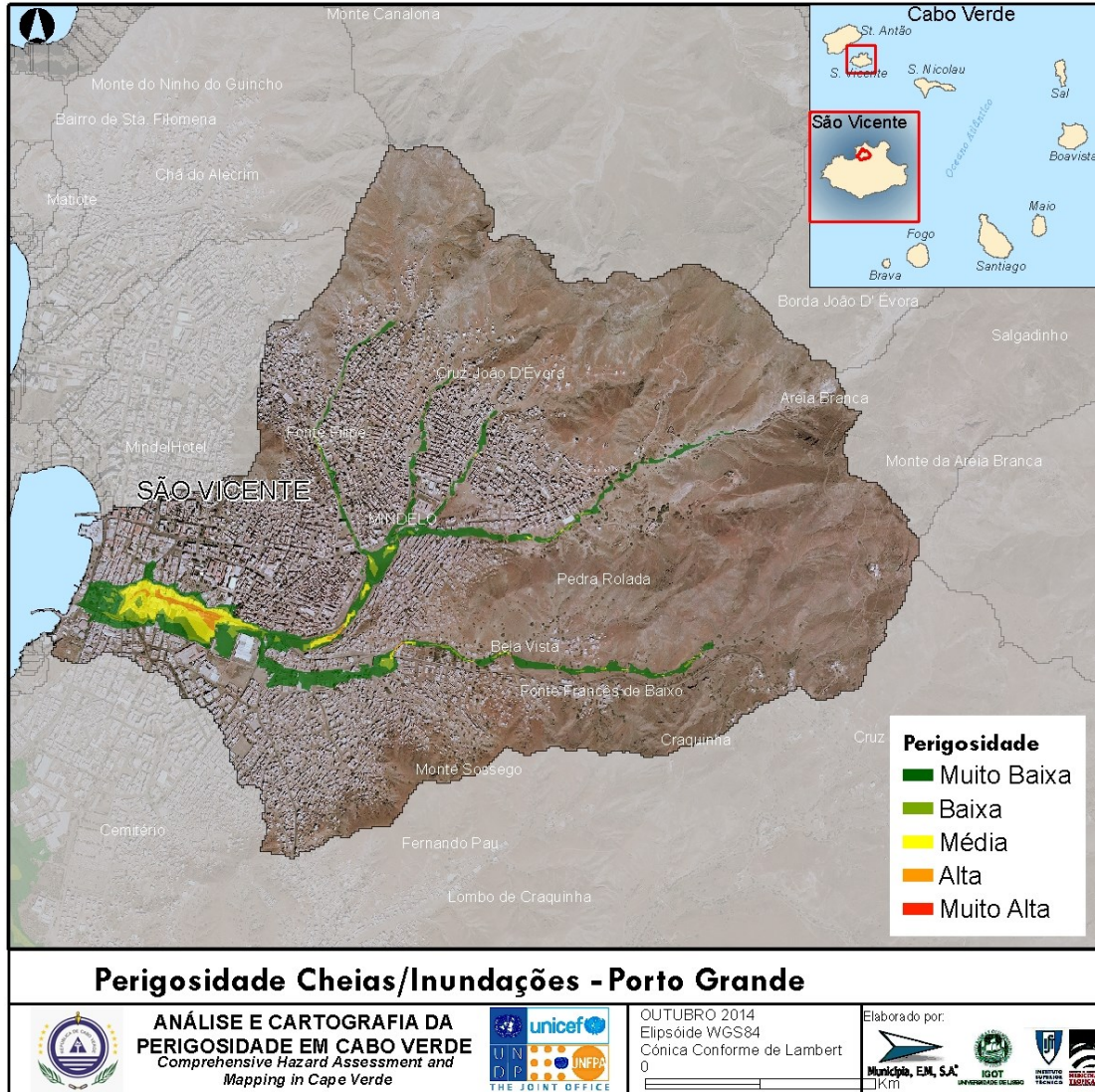


Figura 57 - Perigosidade Cheias/Inundações – Porto Grande

12. Ribeira de Julião

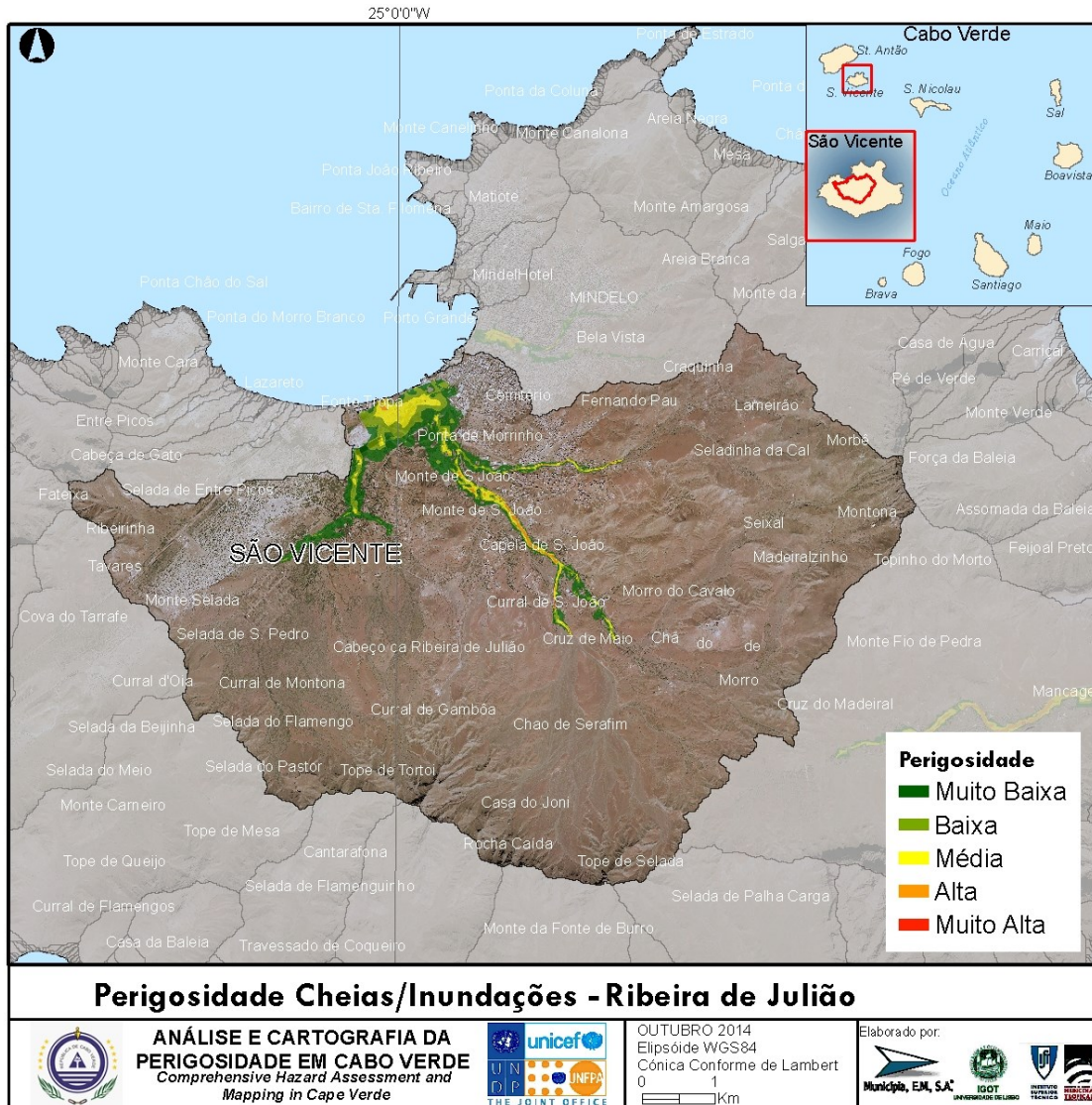


Figura 58 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira de Julião

13. Ribeira do Calhau

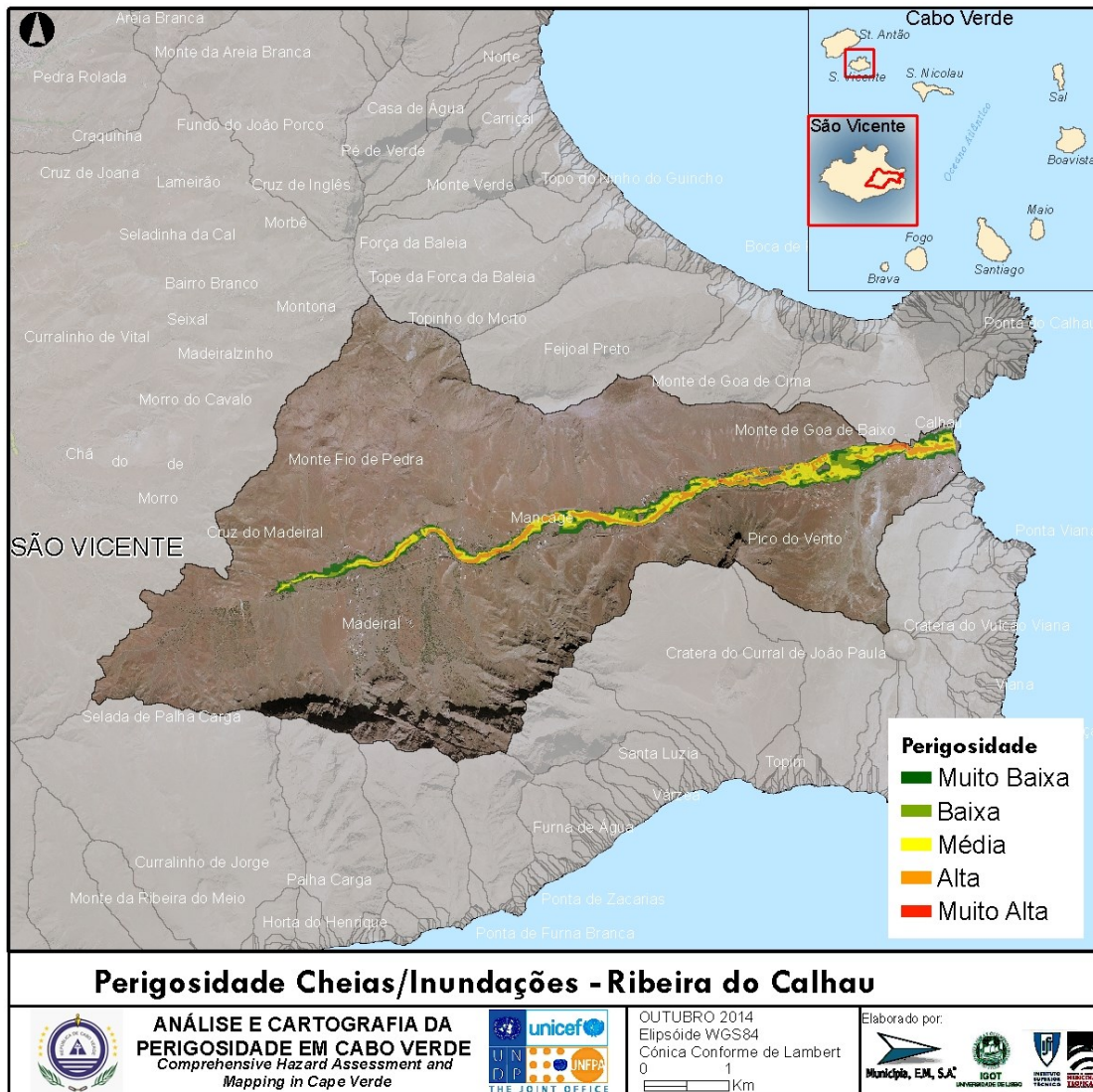


Figura 59 - Perigosidade Cheias/Inundações - Ribeira do Calhau

3.1.6. Análise da perigosidade

A. Santo Antão

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias de Santo Antão estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro	Área	Densidade de Drenagem	Comprimento total linhas água	Cota máxima da bacia	Cota mínima da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia	Cota máxima do curso de água mais longo	Declive médio do curso de água mais longo	Índice de compacidade de Gravelius	Caudal de Ponta T=10 (Foz)	Caudal de Ponta T=20 (Foz)	Caudal de Ponta T=50 (Foz)	Caudal de Ponta T=100 (Foz)
		Km	Km ²	Km/ Km ²	Km	m	m	m	%	m	%	-	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Santo Antão	A1. Ribeira Brava	21	6	14.0	89	1586	0	648	86	1062.0	9.5	2.3	180	229	293.5	341
Santo Antão	A2. Ribeira da Cruz	48	47	15.0	704	1863	0	1050	54	1483.3	8.4	2.0	1639	2107	2713.4	3167
Santo Antão	A3. Ribeira da Cruzinha	37	23	14.5	328	1497	0	736	43	1291.6	5.5	2.2	639	814	1041.3	1211
Santo Antão	A4. Ribeira da Garça	31	21	13.6	286	1766	0	740	91	1513.4	12.2	1.9	815	1035	1320.4	1533
Santo Antão	A5. Ribeira da Praia Grande	46	34	11.5	391	1811	0	798	50	1510.6	7.7	2.2	1152	1474	1893.1	2207
Santo Antão	A6. Ribeira de Tabuga	53	50	14.6	724	1827	0	713	62	1060.5	5.4	2.1	1733	2228	2870.3	3351
Santo Antão	A7. Ribeira do Desembarcadouro	32	12	15.5	191	1509	0	693	49	1046.7	14.1	2.5	345	440	563.2	655
Santo Antão	A8. Ribeira do Paul	27	16	15.8	259	1513	0	623	93	1262.8	10.2	1.9	483	614	755.5	879
Santo Antão	A9. Ribeira do Tarrafal	37	23	13.9	320	1836	0	1158	47	1465.3	5.8	2.1	796	1025	1320.9	1542
Santo Antão	A10. Ribeira Grande	53	70	14.9	1050	1610	0	641	82	1315.3	5.8	1.8	2726	3476	4411.8	5124

Tabela 11 - Principais características das bacias hidrográficas de Santo Antão.

A maior bacia estudada nesta ilha é a da Ribeira Grande com 70 km² e a menor é a Ribeira Brava com 6 km². As cotas máximas das bacias situam-se acima dos 1490 m sendo a cota mínima de 0 metros. O declive médio das bacias situa-se entre os 43% e os 93%. Na ilha de Santo Antão todas as bacias têm um índice de compacidade igual ou superior a 1,8. Para além destas características, importa referir os elevados caudais de ponta obtidos, designadamente nas Ribeira da Cruz, Ribeira de Tabuga e Ribeira Grande, com valores superiores a 3000m³/s (para T=100 anos).

Na tabela seguinte constam as percentagens de área inundada por profundidade e velocidade, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Ribeira Brava	Profundidade (m)	<0.5	0.03	0.03	0.04	0.03
		0.51 - 2	0.29	0.34	0.38	0.38
		>2	0.18	0.12	0.04	0.01
		Nula	99.50	99.51	99.55	99.58
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.18	0.19	0.17	0.12
		0.51 - 2	0.03	0.03	0.03	0.03

		>2	0.37	0.34	0.32	0.30	
		Nula	99.43	99.44	99.48	99.56	
Ribeira da Cruz	Profundidade (m)	<0.5	0.01	0.01	0.01	0.01	
		0.51 - 2	0.07	0.08	0.08	0.09	
		>2	0.34	0.31	0.27	0.23	
			Nula	99.58	99.60	99.64	99.66
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.06	0.06	0.06	0.06	
		0.51 - 2	0.06	0.06	0.05	0.05	
		>2	0.31	0.29	0.27	0.25	
		Nula	99.57	99.59	99.62	99.65	
Ribeira da Cruzinha	Profundidade (m)	<0.5	0.09	0.09	0.09	0.10	
		0.51 - 2	0.26	0.24	0.21	0.20	
		>2	0.19	0.17	0.15	0.13	
			Nula	99.46	99.50	99.54	99.57
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.07	0.06	0.06	0.06	
		0.51 - 2	0.08	0.08	0.07	0.08	
		>2	0.40	0.37	0.33	0.30	
		Nula	99.45	99.49	99.53	99.56	
Ribeira da Garça	Profundidade (m)	<0.5	0.04	0.05	0.05	0.06	
		0.51 - 2	0.26	0.31	0.38	0.45	
		>2	1.16	1.06	0.91	0.77	
			Nula	98.54	98.58	98.66	98.72
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.23	0.23	0.21	0.21	
		0.51 - 2	0.34	0.33	0.32	0.31	
		>2	0.95	0.91	0.85	0.79	
		Nula	98.49	98.54	98.62	98.68	
Ribeira da Praia Grande	Profundidade (m)	<0.5	0.39	0.41	0.44	0.47	
		0.51 - 2	1.58	1.56	1.47	1.38	
		>2	0.25	0.18	0.10	0.06	
			Nula	97.78	97.85	97.99	98.10
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.25	0.27	0.28	0.31	
		0.51 - 2	0.67	0.69	0.70	0.68	
		>2	1.31	1.20	1.03	0.92	
		Nula	97.77	97.85	97.98	98.09	
Ribeira de Tabuga	Profundidade (m)	<0.5	0.06	0.06	0.06	0.06	
		0.51 - 2	0.33	0.35	0.36	0.39	
		>2	1.32	1.21	1.07	0.92	
			Nula	98.29	98.38	98.50	98.62
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.37	0.35	0.35	0.33	
		0.51 - 2	0.32	0.31	0.29	0.28	
		>2	1.08	1.01	0.91	0.82	
		Nula	98.24	98.33	98.45	98.57	
Ribeira do Desembarcadouro	Profundidade (m)	<0.5	0.14	0.14	0.13	0.13	
		0.51 - 2	0.34	0.33	0.36	0.40	
		>2	0.69	0.64	0.54	0.41	
			Nula	98.83	98.89	98.97	99.06
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.13	0.12	0.12	0.10	
		0.51 - 2	0.16	0.15	0.15	0.15	
		>2	0.95	0.90	0.83	0.75	
		Nula	98.77	98.83	98.90	99.00	
Ribeira do Paul	Profundidade (m)	<0.5	0.07	0.06	0.07	0.07	
		0.51 - 2	0.28	0.28	0.28	0.29	

		>2	0.74	0.67	0.58	0.46	
		Nula	98.91	98.99	99.07	99.18	
Velocidade (m/s)		<0.5	0.28	0.25	0.24	0.21	
		0.51 - 2	0.31	0.28	0.24	0.20	
		>2	0.54	0.51	0.47	0.44	
		Nula	98.88	98.96	99.04	99.15	
		<0.5	0.02	0.03	0.03	0.03	
Profundidade (m)		0.51 - 2	0.12	0.13	0.14	0.14	
		>2	0.35	0.32	0.27	0.22	
		Nula	99.51	99.53	99.57	99.60	
	Velocidade (m/s)		<0.5	0.07	0.07	0.07	0.06
			0.51 - 2	0.03	0.03	0.03	0.03
		>2	0.41	0.39	0.35	0.32	
	Nula	99.49	99.51	99.55	99.58		
Ribeira do Tarrafal	Profundidade (m)	<0.5	0.15	0.16	0.18	0.18	
		0.51 - 2	0.80	0.89	1.03	1.13	
		>2	1.87	1.68	1.39	1.11	
		Nula	97.18	97.27	97.41	97.58	
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.32	0.32	0.33	0.34	
		0.51 - 2	0.66	0.66	0.67	0.64	
		>2	1.86	1.77	1.62	1.49	
Nula		97.15	97.24	97.38	97.52		

Tabela 12 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)

A bacia da Ribeira Brava apresenta uma extensão relativa de área inundada de 0,61%, onde a classe de perigosidade muito alta predomina (0,333%). A distribuição desta classe de perigosidade é regular ao longo do troço analisado (entre o km 0+0 e o km 2+600), justificada pelo facto do vale onde corre a ribeira ser bastante encaixado, conduzindo ao aumento da velocidade de escoamento e ao consequente aumento da perigosidade.

A extensão relativa de área inundada da Ribeira da Cruz (0,41%) é a mais reduzida das bacias analisadas na ilha de Santo Antão, apresentando no entanto uma predominância clara da classe de perigosidade muito alta (0,279%) em todo o troço analisado. Uma vez mais, a elevada presença desta classe justifica-se pelo encaixe acentuado do vale que contribui para o aumento da profundidade e da velocidade de escoamento. Destaca-se o troço entre o km 2+220 e o km 3+670 da Ribeira da Cruz pela presença de algumas habitações dispersas, estradas e áreas agrícolas junto ao leito de cheia.

A bacia da Ribeira da Cruzinha tem uma extensão relativa de área inundada de 0,55%. A classe de perigosidade com maior presença é a muito alta (0,223%) seguida da classe alta (0,131%). A jusante verifica-se um alargamento progressivo da área inundada (entre o km 0+425 e o km 0+0) que requer maior atenção pelo edificado que se observa em zona de perigo. Para além deste troço, verifica-se ao longo da restante área analisada a presença de várias habitações junto ao leito de cheia, que podem ser afetadas aquando da ocorrência de um evento desta natureza.

A área inundada da bacia da Ribeira da Garça tem uma extensão relativa de 1,45%. A classe de suscetibilidade muito alta sobrepõem-se com bastante evidência em relação às restantes, verificando-se uma presença regular em toda a área analisada. A perigosidade revela maior importância quando associada à presença de edificado, como se verifica com maior evidência no km 0+200 e depois entre o km 0+830 e o km 2+200, no km 3+070 e no km 5+430, apesar da cota de passagem da água ser a um

nível diferente das construções. Destaca-se ainda a presença de alguns edifícios sob o leito de cheia, por exemplo no km 0+55, no km 0+650 e no km 1+107, que podem ser devastados na ocorrência de um episódio de inundação.

A bacia da Ribeira da Praia Grande caracteriza-se por apresentar declives pouco acentuados, pelo que a extensão de área inundada se alastra com maior facilidade, correspondendo desta forma à segunda maior extensão relativa (2,14%) das bacias analisadas na ilha de Santo Antão. A classe de perigosidade com maior expressão é a classe alta (0,829%), verificando-se uma distribuição equilibrada pelas restantes classes. Os troços com maior grau de perigosidade identificam-se entre o km 0+0 e o km 0+770 bem como no troço compreendido entre o km 1+100 e o km 2+100 da Ribeira Grande. Também a Ribeira da Cadela apresenta unidades de terreno com perigosidade muito alta, verificadas entre o km 0+0 e o km 0+800. Tanto na Ribeira da Praia Grande, nomeadamente no km 2+000 onde há uma passagem hidráulica, como na Ribeira da Cadela, nomeadamente no Km 0+500 onde há uma passagem hidráulica, as cheias podem afetar as estradas.

A bacia da Ribeira de Tabuga apresenta uma extensão relativa de área inundada de 1,70%, correspondendo à terceira maior extensão das bacias analisadas na ilha de Santo Antão. Por outro lado, a perigosidade é bastante elevada como se pode comprovar pela percentagem registada na classe de perigosidade muito alta (1,170%). Quando comparados os valores de perigosidade muito alta em todas as bacias analisadas no arquipélago de Cabo Verde, a bacia da Ribeira de Tabuga engloba o conjunto das 5 mais perigosas. Todas as ribeiras desta bacia apresentam vales estreitos e bastante encaixados que contribuem para o aumento da velocidade de escoamento e para o conseqüente aumento da perigosidade. Por outro lado, o facto de estarem contidas em vales profundos diminui a vulnerabilidade associada aos elementos expostos. Contudo, a velocidade de escoamento e a força atingida é tal, que poderá arrastar sedimentos sólidos, podendo provocar conseqüências devastadoras para as povoações próximas do leito de cheia. Desta forma, destaca-se o troço entre o km 4+700 e o km 5+000 da Ribeira das Patas onde existe uma ponte (a ribeira nesta zona está a uma cota muito inferior às povoações), o troço da Ribeira das Lajes entre o km 2+350 e o km 2+700, o troço da Ribeira de Tabuga entre o km 3+500 e o km 3+800 a montante da ponte da estrada e a Ribeira do Morro Lajedo entre o km 1+000 e o km 1+100 onde também há uma ponte.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira do Desembarcadouro é de 1,23%, onde, à semelhança das restantes bacias analisadas na ilha de Santo Antão, a classe de perigosidade muito alta tem a maior expressão (0,772%). Apesar desta classe se verificar em praticamente toda a área analisada, destaca-se o troço a jusante, entre o km 0+0 e o km 1+350, pela incidência em vários edifícios da povoação do Porto Grande, que pela velocidade de escoamento e pelo possível arrastamento de sedimentos sólidos, poderão sofrer conseqüências graves na ocorrência de um episódio de cheia.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira do Paul é de 1,01%, onde a classe de perigosidade muito alta predomina (0,613%), seguida da classe alta (0,174%). Ao longo de toda a ribeira observam-se várias habitações e áreas agrícolas próximas do leito de cheia, sendo que em alguns casos o edificado se localiza na área inundada, como se observa por exemplo a jusante entre o km 0+0 e o km 0+310 e entre o km 0+650 e o km 0+850. No km 3+500 e no km 2+500 verifica-se o galgamento das estradas. Ao km 2+300 existe uma ponte que poderá sofrer as conseqüências da cheia.

A bacia da Ribeira do Tarrafal tem uma extensão relativa de área inundada reduzida (0,51%), embora se verifique maior presença na classe de perigosidade muito alta, justificada pelo facto de a ribeira correr

sob um vale bastante encaixado. Verificam-se alguns edifícios junto ao leito de cheia, como se observa no km 1+360, e a jusante entre o km 0+0 e o km 0+430, que merecem especial atenção não só pelas consequências graves da ocorrência de um episódio de cheia, mas também pelo arrastamento de sedimentos sólidos que deste podem resultar.

A bacia da Ribeira Grande tem uma extensão de área inundada com cerca de 2 km², correspondentes a 2,85% da área total da bacia, sendo a maior extensão de área inundada das bacias analisadas na ilha de Santo Antão. Para além desta evidência, a bacia da Ribeira Grande possui a maior percentagem (1,73%) na classe de perigosidade muito alta, quando comparada com as restantes bacias estudadas no arquipélago de Cabo Verde. A segunda classe com maior expressão nesta bacia é a classe de perigosidade alta (0,552%), verificando-se pouca percentagem nas classes de perigosidade baixa (0,032%) e muito baixa (0,103%). Os elementos presentes em zonas de perigosidade elevada são diversos (habitações, estradas, equipamentos desportivos, terrenos agrícolas, entre outros), e verificam-se nas várias ribeiras que constituem a bacia da Ribeira Grande. Apesar de toda a área analisada merecer um controlo e prevenção constante, destaca-se o troço entre o km 2+500 e o km 5+200 da Ribeira Grande, por se verificar um elevado número de infraestruturas potencialmente afetadas, bem como na foz da bacia onde a povoação de Nossa Senhora do Rosário pode ser fortemente afetada.

A tabela seguinte sintetiza para as diferentes bacias hidrográficas analisadas as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Ribeira Brava	0.128	0.070	0.022	0.059	0.333	99.387
Ribeira da Cruz	0.042	0.025	0.030	0.032	0.279	99.592
Ribeira da Cruzinha	0.099	0.032	0.064	0.131	0.223	99.451
Ribeira da Garça	0.124	0.061	0.094	0.177	0.992	98.552
Ribeira da Praia Grande	0.353	0.175	0.377	0.829	0.405	97.862
Ribeira de Tabuga	0.114	0.057	0.110	0.250	1.170	98.298
Ribeira do Desembarcadouro	0.164	0.059	0.086	0.151	0.772	98.768
Ribeira do Paul	0.112	0.040	0.073	0.174	0.613	98.988
Ribeira do Tarrafal	0.053	0.017	0.021	0.048	0.372	99.488
Ribeira Grande	0.270	0.107	0.196	0.552	1.730	97.145

Tabela 13 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Santo Antão)

B. Boavista

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias da Boavista estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro Km	Área Km ²	Densidade de Drenagem Km/Km ²	Comprimento total linhas água Km	Cota máxima da bacia m	Cota mínima da bacia m	Altura média da bacia m	Declive médio da bacia %	Cota máxima do curso de água mais longo m	Declive médio do curso de água mais longo %	Índice de compactidade de Gravelius -	Caudal de Ponta T=10 (Foz) m ³ /s	Caudal de Ponta T=20 (Foz) m ³ /s	Caudal de Ponta T=50 (Foz) m ³ /s	Caudal de Ponta T=100 (Foz) m ³ /s
Boavista	B1. Ribeira do Calhau	80	122	10.6	1286	365	0	74	13	75.1	0.4	2.0	692	974	1332	1602
Boavista	B2. Ribeira Grande	101	198	12.5	2469	377	0	63	8	68.5	0.2	2.0	1006	1410	1939	2341

Tabela 14 - Principais características das bacias hidrográficas da Boavista.

As maiores bacias do arquipélago de Cabo Verde localizam-se na ilha da Boavista com áreas de 122 km² e 198 km². As cotas máximas das bacias são 365 metros e 377 metros. O declive médio das bacias situa-se entre os 8% e os 13%. Para além destas características, importa referir os elevados tempos de concentração nas duas bacias hidrográficas, com valores superiores a 11 horas.

Na tabela seguinte constam as percentagens de área inundada por profundidade e velocidade, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Ribeira do Calhau	Profundidade	<0.5	1.18	1.28	1.46	3.02
		0.51 - 2	3.32	3.28	3.18	1.49
		>2	1.88	1.56	1.06	0.64
	Velocidade	Nula	93.62	93.88	94.30	94.85
		<0.5	2.62	2.67	2.75	2.76
		0.51 - 2	3.72	3.43	2.94	2.39
		>2	0.05	0.04	0.02	0.01
		Nula	93.61	93.87	94.29	94.84
		Nula	93.61	93.87	94.29	94.84
Ribeira Grande	Profundidade	<0.5	0.81	0.84	0.86	0.88
		0.51 - 2	2.28	2.18	2.05	2.05
		>2	1.94	1.73	1.37	0.91
	Velocidade	Nula	94.96	95.25	95.72	96.16
		<0.5	1.39	1.33	1.25	1.19
		0.51 - 2	3.29	3.15	2.87	2.54
		>2	0.37	0.28	0.17	0.12
		Nula	94.95	95.24	95.71	96.15
		Nula	94.95	95.24	95.71	96.15

Tabela 15 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)

A bacia da Ribeira do Calhau apresenta uma extensão de área inundada com cerca de 8 Km², sendo a segunda mais extensa de todas as bacias analisadas no arquipélago de Cabo Verde, quer em termos absolutos, quer em termos relativos, ocupando 6,4% da área total da bacia analisada. A perigosidade

verificada na área inundada encontra-se regularmente distribuída entre as diferentes classes, à exceção da classe de perigosidade muito alta que revela menos expressão (0,097%). Observa-se a existência de vários terrenos agrícolas ao longo do leito de cheia, devendo-se porém dar especial atenção aos núcleos urbanos localizados nas margens das ribeiras: no troço compreendido entre o km 2+170 e o km 2+465 da Ribeira de Renca, na localidade do Cabeço dos Tarafes; entre o km 3+315 e o km 4+050 da Ribeira do Norte, na localidade de João Galego, onde a perigosidade é alta; bem como a zona entre a Ribeira do Norte km 0+750 e a Ribeira da Água da Prata onde fica a localidade Fundo de Figueiras. Apesar de se verificar com menos predominância relativamente às restantes classes, a perigosidade muito alta distribui-se com maior expressão no troço entre o km 3+350 e km 5+700 da Ribeira do Calhau.

A bacia da Ribeira Grande tem cerca de 10 Km² de extensão de área inundada, sendo a área inundada mais extensa de todas as bacias analisadas no arquipélago de Cabo Verde. No entanto, quando relativizada à dimensão total da bacia, a percentagem de área inundada ronda os 5,15%, sendo a quarta maior do arquipélago. As classes de perigosidade alta e muito alta revelam bastante presença, correspondendo a 1,626% e 0,708%, respetivamente, da área inundada. A perigosidade muito alta distribui-se maioritariamente pela Ribeira Grande, concretamente entre o km 0+0 e o km 11+970. É também neste troço que se identifica o maior número de elementos expostos, como habitações, estradas, pontes e diversos terrenos agrícolas. Nalguns casos, estes elementos manifestam-se junto ao limite da área inundável, como se verifica na localidade do Rabil e da Estância de Baixo. Noutros casos os elementos intersectam o leito de cheia, como se verifica por exemplo no km 1+1700 (Ponte que liga Sal Rei ao Aeroporto), km 9+550 e km 10+300.

A tabela seguinte sintetiza para as diferentes bacias hidrográficas analisadas as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Ribeira do Calhau	1.962	1.056	1.610	1.674	0.097	93.600
Ribeira Grande	1.260	0.500	1.055	1.626	0.708	94.852

Tabela 16- Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Boavista)

C. Brava

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias da Brava estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro	Área	Densidade de Drenagem	Comprimento total linhas água	Cota máxima da bacia	Cota mínima da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia	Cota máxima do curso de água mais longo	Declive médio do curso de água mais longo	Índice de compactidade de Gravelius	Caudal de Ponta T=10 (Foz)	Caudal de Ponta T=20 (Foz)	Caudal de Ponta T=50 (Foz)	Caudal de Ponta T=100 (Foz)
		Km	Km ²	Km/Km ²	Km	m	m	m	%	m	%	-	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Brava	C1. Ribeira da Aguada	13	5	19.2	99	946	0	546	54	757.8	17.8	1.6	79	96	118	133
Brava	C2. Ribeira da Fajã	16	5	14.4	67	974	0	597	50	899.3	17.9	2.0	71	86	106	120
Brava	C3. Ribeira dos Ferreiros	16	6	12.8	75	975	0	563	49	660.0	10.5	1.9	91	110	134	152
Brava	C4. Ribeira dos Moinhos	15	6	14.3	89	877	0	532	50	650.3	9.3	1.7	95	115	141	160

Tabela 17 - Principais características das bacias hidrográficas da Brava.

As bacias da ilha da Brava estudadas caracterizam-se pela sua reduzida dimensão, variando entre 5 a 6 Km². As cotas máximas das bacias situam-se acima dos 875 m sendo a cota mínima de 0 metros. O declive médio das bacias situa-se entre os 49% e os 54%. Para além destas características, importa referir os reduzidos caudais de ponta obtidos, com valores na ordem dos 100m³/s e tempos de concentração inferiores a uma hora.

Na tabela seguinte constam as percentagens de área inundada por profundidade e velocidade, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Ribeira da Aguada	Profundidade	<0.5	0.10	0.10	0.10	0.11
		0.51 - 2	0.24	0.23	0.21	0.19
		>2	0.03	0.02	0.02	0.01
	Velocidade	Nula	99.63	99.65	99.67	99.69
		<0.5	0.09	0.09	0.08	0.08
		0.51 - 2	0.05	0.05	0.05	0.06
		>2	0.24	0.23	0.21	0.19
		Nula	99.61	99.63	99.66	99.68
		Nula	99.61	99.63	99.66	99.68
Ribeira da Fajã	Profundidade	<0.5	0.08	0.07	0.07	0.18
		0.51 - 2	0.21	0.20	0.19	0.07
		>2	0.03	0.03	0.02	0.01
	Velocidade	Nula	99.68	99.70	99.72	99.74
		<0.5	0.08	0.07	0.07	0.07
		0.51 - 2	0.03	0.03	0.03	0.18
		>2	0.23	0.22	0.19	0.01
		Nula	99.66	99.68	99.70	99.74
		Nula	99.66	99.68	99.70	99.74
Ribeira dos Ferreiros	Profundidade	<0.5	0.10	0.10	0.10	0.09
		0.51 - 2	0.23	0.22	0.20	0.19
		>2	0.04	0.03	0.02	0.01
		Nula	99.63	99.65	99.68	99.71

Ribeira dos Moinhos	Velocidade	<0.5	0.08	0.07	0.07	0.06
		0.51 - 2	0.05	0.05	0.04	0.04
		>2	0.26	0.25	0.22	0.20
		Nula	99.61	99.63	99.66	99.69
	Profundidade	<0.5	0.08	0.08	0.08	0.08
		0.51 - 2	0.18	0.17	0.16	0.15
		>2	0.04	0.03	0.02	0.01
		Nula	99.71	99.72	99.74	99.76
	Velocidade	<0.5	0.04	0.04	0.04	0.04
		0.51 - 2	0.06	0.06	0.06	0.06
		>2	0.20	0.17	0.19	0.15
		Nula	99.70	99.73	99.72	99.75

Tabela 18 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Brava)

A extensão relativa de área inundada da bacia da Ribeira da Aguada (0,38%) é a segunda maior das bacias analisadas na ilha da Brava. A perigosidade é particularmente elevada entre o km 0+342 e o km 1+405, onde o leito é encaixado e a velocidade de escoamento elevada, comprovada pela percentagem da classe alta (0,094%) e muito alta (0,119%).

A bacia da Ribeira da Fajã apresenta uma extensão relativa de área inundada de 0,31%, onde a perigosidade muito alta (0,141%) predomina por toda a extensão analisada. Ao longo da ribeira verifica-se a presença de algumas habitações dispersas e um pequeno núcleo localizado na foz da ribeira.

A extensão relativa de área inundada da bacia da Ribeira dos Ferreiros (0,42%) é a maior das bacias analisadas na ilha da Brava, sendo também a que apresenta maior expressão na classe de perigosidade muito alta (0,149). À semelhança das restantes bacias analisadas nesta ilha, a bacia da Ribeira dos Ferreiros é também caracterizada por uma secção mais encaixada, evidenciada neste caso entre o km 0+950 e o km 1+660, onde a perigosidade é muito elevada; espalhando progressivamente com a aproximação à foz. Observa-se ainda a existência algumas habitações dispersas ao longo da área analisada.

A bacia da Ribeira dos Moinhos apresenta a menor extensão relativa de área inundada (0,30%) das quatro bacias analisadas na ilha da Brava. Também neste caso, a perigosidade muito alta é a classe com maior expressão (0,105%) observando-se continuamente por toda a área analisada.

A tabela seguinte sintetiza para as diferentes bacias hidrográficas analisadas as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Ribeira da Aguada		0.110	0.015	0.045	0.094	0.119	99.618
Ribeira da Fajã		0.078	0.010	0.024	0.059	0.141	99.689
Ribeira dos Ferreiros		0.117	0.029	0.041	0.084	0.149	99.581
Ribeira dos Moinhos		0.086	0.024	0.031	0.058	0.105	99.696

Tabela 19 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Brava)

D. Fogo

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias do Fogo estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro	Área	Comp. curso de água mais longo	Densidade de Drenagem	Cota máxima da bacia	Cota mínima da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia	Cota máxima do curso de água mais longo	Declive médio do curso de água mais longo	Índice de compactidade de Grauelius	Caudal de Ponta T=10 (Foz)	Caudal de Ponta T=20 (Foz)	Caudal de Ponta T=50 (Foz)	Caudal de Ponta T=100 (Foz)
		Km	Km ²	Km	Km/Km ²	m	m	m	%	m	%	-	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Fogo	D1. Ribeira Cabaceira	33	14	11.5	18.0	2464	0	997	31	1720.0	18.0	2.5	244	290	348	393
Fogo	D2. Ribeira da Trindade	37	13	14.4	20.4	2415	0	1043	32	1930.0	12.6	2.9	239	284	340	384
Fogo	D3. Ribeira Montinho	34	16	12.2	13.7	2335	0	1126	32	1717.0	16.1	2.4	280	333	400	452

Tabela 20 - Principais características das bacias hidrográficas do Fogo.

A dimensão das bacias estudadas da ilha do Fogo varia entre 13 e 16 Km². As cotas máximas das bacias situam-se acima dos 2335 m sendo a cota mínima de 0 metros. O declive médio das bacias situa-se entre os 31% e os 32%. Para além destas características, importa referir a elevada densidade drenagem, a forma alongada das bacias hidrográficas e os baixos tempos de concentração com tempos que rondam os 80 minutos.

Na tabela seguinte constam as percentagens de área inundada por profundidade e velocidade, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Ribeira Cabaceira	Profundidade	<0.5	0.12	0.12	0.12	0.12
		0.51 - 2	0.59	0.61	0.63	0.62
		>2	0.27	0.21	0.14	0.10
		Nula	99.03	99.06	99.11	99.16
	Velocidade	<0.5	0.24	0.23	0.22	0.22
		0.51 - 2	0.06	0.06	0.06	0.06
		>2	0.74	0.71	0.66	0.62
		Nula	98.97	99.01	99.06	99.11
Ribeira da Trindade	Profundidade	<0.5	0.12	0.12	0.12	0.12
		0.51 - 2	0.62	0.66	0.70	0.72
		>2	0.44	0.37	0.27	0.19
		Nula	98.82	98.86	98.91	98.96
	Velocidade	<0.5	0.18	0.18	0.18	0.12
		0.51 - 2	0.12	0.12	0.13	0.72
		>2	0.92	0.88	0.82	0.19
		Nula	98.77	98.81	98.87	98.96
Ribeira Montinho	Profundidade	<0.5	0.29	0.29	0.30	0.30
		0.51 - 2	0.84	0.80	0.75	0.71
		>2	0.16	0.13	0.10	0.09
		Nula	98.72	98.77	98.85	98.89
	Velocidade	<0.5	0.17	0.16	0.15	0.14

	0.51 - 2	0.24	0.24	0.24	0.23
	>2	0.92	0.87	0.80	0.76
	Nula	98.68	98.74	98.81	98.86

Tabela 21 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)

A extensão relativa de área inundada da bacia da Ribeira da Cabaceira é de 1,02%, correspondendo à área inundada menos extensa das bacias analisadas na ilha do Fogo. A classe de perigosidade muito alta é a que surge com maior expressão em toda a área analisada (0,602%), justificada pelo facto das ribeiras circularem sob um vale encaixado, contribuindo para o aumento da velocidade de escoamento e consequente aumento da perigosidade. Os locais críticos que requerem especial atenção situam-se entre o km 1+700 e o km 2+600 da Ribeira Patim, entre o km 4+200 e o km 4+670 da mesma Ribeira e no km 7+800 da Ribeira da Cabaceira, pela presença de algumas habitações, estradas e terrenos agrícolas, que embora não se localizem sob a área inundada, podem sofrer constrangimentos pela sua proximidade à zona de perigo.

A Ribeira da Trindade, embora não possua a maior área inundada das três bacias analisadas na ilha do Fogo, é a que apresenta maior percentagem na classe de perigosidade muito alta (0,672%). À semelhança das restantes bacias desta ilha, a Ribeira da Trindade caracteriza-se por apresentar uma variação de altitude bastante acentuada entre montante e jusante, onde as ribeiras circulam por vales bastante encaixados e íngremes. O local que requer maior controlo e prevenção nesta bacia localiza-se a jusante, entre o km 0+0 e o km 2+000, onde se observa a área urbana de São Filipe com alguma densidade de edificado. Existem ainda vários atravessamentos de estradas que podem necessitar de atenção, designadamente: km 4+700; km 6+585 e km 9+470.

A extensão relativa de área inundada da bacia da Ribeira Montinho é de 1,4%, correspondendo à área inundada mais extensa das bacias analisadas na ilha do Fogo. A perigosidade distribui-se de forma equilibrada pelas diferentes classes, embora se verifique uma ligeira vantagem da classe de perigosidade muito alta (0,439%). Destaca-se o troço compreendido entre o km 2+420 e o km 3+100 da Ribeira do Fundo, bem como o troço entre o km 6+935 e o km 7+210 da Ribeira Montinho, pelos pequenos núcleos urbanos que se observam na envolverência das referidas ribeiras. Em algumas situações verifica-se que o leito de cheia sobrepõe as habitações podendo estas sofrer danos graves no caso de ocorrência de um evento desta natureza. Refira-se ainda as estradas atravessadas pela Ribeira do Montinho fora dos núcleos urbanos no km 4+310 e km 6+750.

A tabela seguinte sintetiza para as diferentes bacias hidrográficas analisadas as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Ribeira Cabaceira	0.215	0.059	0.041	0.108	0.602	98.976
Ribeira da Trindade	0.237	0.069	0.062	0.187	0.672	98.773
Ribeira Montinho	0.301	0.102	0.205	0.398	0.439	98.554

Tabela 22 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Fogo)

E. Maio

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias do Maio estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro	Área	Comp. curso de água mais longo	Densidade de Drenagem	Cota máxima da bacia	Cota mínima da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia	Cota máxima do curso de água mais longo	Declive médio do curso de água mais longo	Índice de compactidade de Gravelius	Caudal de Ponta T=10 (Foz)	Caudal de Ponta T=20 (Foz)	Caudal de Ponta T=50 (Foz)	Caudal de Ponta T=100 (Foz)
		Km	Km ²	Km	Km/Km ²	m	m	m	%	m	%	-	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Mai	E1. Ribeira da Lagoa	45	45	16.8	15.6	311	0	82	11	127.1	0.7	1.9	421	517	672	788

Tabela 23 - Principais características das bacias hidrográficas do Maio.

Na ilha do Maio foi analisada a bacia hidrográfica da Ribeira da Lagoa. É uma bacia hidrográfica com uma área considerável (45 Km²) sendo a cota máxima da bacia de 311 metros. O declive médio da bacia é de 11%. Para além destas características, importa referir os tempos de concentração na ordem das 7 horas.

Na tabela seguinte constam as percentagens de área inundada por profundidade e velocidade, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Ribeira da Lagoa	Profundidade (m)	<0.5	0.69	0.73	0.79	0.84
		0.51 - 2	3.21	3.29	3.23	3.10
		>2	0.81	0.53	0.28	0.16
	Velocidade (m/s)	Nula	95.29	95.45	95.70	95.90
		<0.5	0.74	0.75	0.76	0.76
		0.51 - 2	2.86	2.86	2.86	2.81
		>2	1.15	0.98	0.71	0.56
		Nula	95.25	95.41	95.67	95.87

Tabela 24 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)

A bacia da Ribeira da Lagoa apresenta uma extensão de área inundada de 2,16 Km² correspondentes a cerca de 4,8% da área da total da bacia. Para além da elevada dimensão em termos relativos, a bacia da Ribeira da Lagoa conjuga também um nível de perigosidade bastante elevado, comprovado pela clara predominância da classe de perigosidade alta (2,145%). Apesar de se verificar perigosidade muito alta em vários troços, como por exemplo entre o km 1+745 e o km 3+547 ou entre km 3+930 e km 4+300 da Ribeira da Lagoa, merecem especial destaque os troços compreendidos entre o km 0+240 e o km 0+805, bem como o troço entre o km 1+585 e o km 2+595 da Ribeira Chico Vaz, devido à existência de núcleos habitacionais junto ao leito de cheia. Importa ainda referir que o cruzamento de algumas estradas com a área inundada pode gerar constrangimentos em caso de ocorrência de um evento de cheia. De salientar os cruzamentos do km1+1170 da Ribeira Figueira e do km 2+250 da Ribeira Chico Vaz que podem condicionar os acessos das povoações de Figueira da Horta e Figueira Seca.

A tabela seguinte sintetiza para a bacia hidrográfica analisada as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Ribeira da Lagoa		0.903	0.461	1.048	2.145	0.209	95.235

Tabela 25 - Percentagem por classe de perigosidade da área da Ribeira da Lagoa (Maio)

F. Sal

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias do Sal estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro	Área	Comp. curso de água mais longo	Densidade de Drenagem	Cota máxima da bacia	Cota mínima da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia	Cota máxima do curso de água mais longo	Declive médio do curso de água mais longo	Índice de compactidade de Gravelius	Caudal de Ponta T=10 (Foz)	Caudal de Ponta T=20 (Foz)	Caudal de Ponta T=50 (Foz)	Caudal de Ponta T=100 (Foz)
Sal	F1. Palmeira	41	41	9,8	7,2	29,7	0	29	4	34,3	0,1	1,8	103	143	194	235
Sal	F2. Ribeira da Madama de Baixo	21	11	4,6	10,6	76	0	28	6	25,5	0,3	1,7	66	83	104	121
Sal	F3. Ribeira da Parda	16	7	5,0	10,7	75	0	34	5	45,8	0,5	1,6	22	30	40	47
Sal	F4. Ribeira de Água Doce	14	5	2,3	11,3	29,6	0	49	11	37,1	1,4	1,6	27	35	45	53
Sal	F5. Ribeira de Beirona	22	7	5,4	8,4	68	0	31	5	35,0	3,8	2,3	26	36	47	57
Sal	F6. Ribeira do Feijoa	27	14	7,2	11,2	22,3	0	34	4	53,4	0,7	2,0	45	6	83	100

Tabela 26 - Principais características das bacias hidrográficas do Sal.

A dimensão das bacias estudadas da ilha do Sal varia entre 5 e 41 Km². As cotas máximas das bacias situam-se acima dos 68 m sendo a cota mínima de 0 metros. O declive médio das bacias situa-se entre os 4% e os 11%. Para além destas características, importa referir os baixos caudais de ponta obtidos, designadamente na Ribeira da Parda, Ribeira de Água Doce, Ribeira de Beirona e Ribeira do Feijoa, com valores inferiores a 100m³/s.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Palmeira	Profundidade (m)	<0,5	0,52	0,50	0,50	0,51
		0,51 - 2	0,55	0,48	0,38	0,25
		>2	0,00	0,00	-	-
	Velocidade (m/s)	Nula	98,94	99,02	99,12	99,24
		<0,5	0,48	0,46	0,43	0,38
		0,51 - 2	0,56	0,51	0,43	0,37
		>2	0,02	0,02	0,01	0,01
		Nula	98,93	99,01	99,12	99,24
		Nula	98,93	99,01	99,12	99,24
Ribeira da Madama de Baixo	Profundidade (m)	<0,5	0,80	0,87	0,98	1,12
		0,51 - 2	2,55	2,47	2,28	2,05
		>2	0,12	0,06	0,02	0,01
	Velocidade (m/s)	Nula	96,52	96,60	96,72	96,82
		<0,5	1,75	1,74	1,73	1,71
		0,51 - 2	1,69	1,64	1,56	1,47
		>2	0,08	0,06	0,04	0,03
		Nula	96,48	96,57	96,68	96,79
		Nula	96,48	96,57	96,68	96,79
Ribeira da Parda	Profundidade (m)	<0,5	0,40	0,42	0,44	0,44
		0,51 - 2	0,28	0,22	0,14	0,08
		>2	-	-	-	-

	Velocidade (m/s)	Nula	99.33	99.36	99.41	99.48
		<0.5	0.30	0.31	0.33	0.32
		0.51 - 2	0.37	0.33	0.25	0.20
		>2	-	-	-	-
	Profundidade (m)	Nula	99.32	99.36	99.41	99.48
		<0.5	0.06	0.06	0.06	0.07
		0.51 - 2	0.18	0.16	0.15	0.14
		>2	-	-	-	-
Ribeira de Água Doce	Velocidade (m/s)	Nula	99.76	99.77	99.78	99.79
		<0.5	0.03	0.03	0.03	0.03
		0.51 - 2	0.10	0.10	0.11	0.13
		>2	0.11	0.10	0.08	0.06
	Profundidade (m)	Nula	99.76	99.76	99.78	99.79
		<0.5	0.49	0.55	0.68	0.81
		0.51 - 2	1.81	1.68	1.47	1.26
		>2	0.01	0.00	0.00	-
Ribeira de Beirona	Velocidade (m/s)	Nula	97.70	97.76	97.85	97.93
		<0.5	1.43	1.41	1.40	1.40
		0.51 - 2	0.89	0.84	0.76	0.68
		>2	0.01	0.00	0.00	0.00
	Profundidade (m)	Nula	97.67	97.74	97.84	97.91
		<0.5	2.64	2.61	2.54	2.46
		0.51 - 2	1.22	1.04	0.81	0.61
		>2	0.01	0.01	0.00	0.00
Ribeira do Feijoa	Velocidade (m/s)	Nula	96.13	96.34	96.65	96.92
		<0.5	1.88	1.84	1.81	1.83
		0.51 - 2	1.95	1.79	1.53	1.26
		>2	0.05	0.03	0.02	0.01
	Profundidade (m)	Nula	96.12	96.33	96.64	96.91

Tabela 27 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Sal)

A bacia da Palmeira apresenta uma extensão relativa de área inundada de 1,07%, onde predominam as classes de perigosidade muito baixa (0,659%) e baixa (0,21%). Nesta bacia verifica-se um agravamento da perigosidade a jusante, onde a classe alta expressa alguma importância. Salienta-se nesta secção (km 0+0 a km 0+900) a proximidade da povoação da Palmeira, onde se pode verificar a presença de alguns edifícios e estradas de acesso sob o leito de cheia, podendo estes sofrer consequências graves aquando da ocorrência de um evento desta natureza.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira da Madama de Baixo é de 3,51%, correspondendo à segunda maior área inundada das bacias analisadas na ilha do Sal. Esta bacia apresenta uma perigosidade reduzida, uma vez que a classe de perigosidade alta tem pouca expressão (0,119%) e a classe muito alta é inexistente na área analisada. É no entanto, a bacia com maior expressão na classe de perigosidade alta das bacias analisadas. Destaca-se apenas a presença de algum edificado no km 1+390 da Ribeira da Madama de Baixo e o cruzamento de uma via principal no km 0+200 da mesma Ribeira, onde a perigosidade é alta.

A bacia da Ribeira da Parda apresenta a segunda menor extensão relativa de área inundada (0,75%) das bacias analisadas na ilha do Sal, sendo também a que regista menor perigosidade, comprovada pela ausência das classes de perigosidade alta e muito alta. O resultado verificado pode-se justificar pelos

declives pouco acentuados da extensão analisada, que contribuem para o alargamento da área inundada e consequente diminuição da velocidade de escoamento. A este facto pode-se associar também a influência da infiltração.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira de Água Doce é a mais reduzida (0,26%) das bacias analisadas na ilha do Sal, sendo no entanto uma das bacias com maior perigosidade nesta ilha. Apesar de se verificar uma presença diminuta da classe de perigosidade muito alta (0,005%), constata-se que a classe de perigosidade alta é a que têm maior expressão (0,090%) seguida da classe de perigosidade média (0,059%). A perigosidade alta observa-se entre o km 0+125 e o km 0+675, troço que chega a atingir perigosidade muito alta ao km 0+520 e km 0+625. Com a aproximação à foz a perigosidade diminui progressivamente, embora se verifique um alargamento da área inundada.

A bacia da Ribeira de Beirona apresenta uma extensão relativa de área inundada de 2,56%, onde a perigosidade é bastante reduzida. As classes de perigosidade alta e muito alta não revelam praticamente importância nesta bacia, verificando-se maior expressão na classe de perigosidade muito baixa (1,21%) e baixa (0,995%). A atenção deve manter-se a jusante da ribeira, entre o km 0+0 e o km 0+785, pela presença de várias habitações e acessos viários que podem sofrer constrangimentos.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira do Feijoal é de 3,85%, correspondendo à maior área inundada das bacias analisadas na ilha do Sal. Apesar da classe de perigosidade predominante ser muito baixa (2,982%) e de não se verificar a presença de perigosidade muito alta, identificam-se diversas habitações dispersas junto do leito de cheia (por exemplo ao km 0+290 e km 2+095), vários acessos viários e algum edificado perto da povoação do Hortelão, situado na parte montante da área estudada, que podem ser afetados. Deve-se ainda ressaltar alguns troços com perigosidade alta (0,088) como se verifica por exemplo entre o km 0+885 e km 1+585.

A tabela seguinte sintetiza para as diferentes bacias hidrográficas analisadas as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Palmeira		0.659	0.210	0.116	0.079	0.002	98.935
Ribeira da Madama de Baixo		1.245	1.371	0.779	0.119	-	96.486
Ribeira da Parda		0.634	0.107	0.014	-	-	99.245
Ribeira de Água Doce		0.058	0.045	0.059	0.090	0.005	99.743
Ribeira de Beirona		1.210	0.995	0.356	0.000	-	97.438
Ribeira do Feijoal		2.982	0.419	0.365	0.088	-	96.146

Tabela 28 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Sal)

G. Santiago

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias de Santiago estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro	Área	Comp. curso de água mais longo	Densidade de Drenagem	Cota máxima da bacia	Cota mínima da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia	Cota máxima do curso de água mais longo	Declive médio do curso de água mais longo	Índice de compatidade de Gravelius	Caudal de Ponta T=10 (Foz)	Caudal de Ponta T=20 (Foz)	Caudal de Ponta T=50 (Foz)	Caudal de Ponta T=100 (Foz)
Santiago	G1. Rib. da Praia Formosa	23	9	8.3	11.1	723	0	170	40	186.9	6.5	2.1	98	115	136	152
Santiago	G2. Rib. de Águas Belas	54	40	18.8	10.8	1148	0	422	51	649.2	3.3	2.4	674	814	1012	1177
Santiago	G3. Rib. de Ribeireta	17	6	5.9	10.1	536	0	185	49	175.1	2.6	2.0	133	154	177	193
Santiago	G4. Rib. de S. Domingos	52	31	21.0	9.3	893	0	308	40	729.0	3.0	2.6	288	352.	429	491
Santiago	G5. Rib. de S. Francisco	29	15	9.8	8.1	371	0	145	22	209.3	1.6	2.1	151	175	204	224
Santiago	G6. Rib. de Santa Ana	47	50	16.8	9.7	1387	0	488	48	825.4	4.8	1.8	1073	1403	1898	2324
Santiago	G7. Rib. de Santa Clara	39	32	13.2	10.3	1043	0	506	43	724.1	5.1	1.9	623	794	1046	1261
Santiago	G8. Rib. do Charco	40	31	13.4	9.2	720	0	367	37	456.5	16.4	2.0	487	680	872	1043
Santiago	G9. Rib. dos Flamengos	46	30	18.4	11.8	1068	0	314	51	517.7	2.7	2.4	574	670	788	874
Santiago	G10. Rib. dos Picos	57	49	21.6	10.5	1320	0	341	49	542.9	2.8	2.3	850	1088	1436	1727
Santiago	G11. Rib. Grande	38	20	13.3	8.5	830	0	284	50	374.9	2.4	2.3	403	467	543	597
Santiago	G12. Rib. Principal do Sal	30	24	10.3	10.6	1067	0	372	76	539.0	2.5	1.7	554	637	734	801
Santiago	G13. Rib. Santa Cruz	53	36	20.2	10.0	705	0	254	42	463.2	2.1	2.5	617	769	983	1157
Santiago	G14. Rib. Seca	55	71	18.3	9.6	1391	0	290	45	510.6	2.5	1.8	1001	1287	1706	2056
Santiago	G15. Rib. da Trindade (Várzea)	55	68	19.1	7.9	858	0	239	22	568.4	1.1	1.9	698	857	1073	1251
Santiago	G16. Rib. S. Miguel	28	14.2	9.3	11	1063	0	318	58	325.8	3.3	2.1	334	385	444	484

Tabela 29 - Principais características das bacias hidrográficas de Santiago.

A dimensão das bacias estudadas da ilha de Santiago varia entre 6 e 71 Km². A média das cotas máximas das bacias ronda os 900m, localizando-se a cota máxima estudada na bacia da Ribeira Seca (1391m). O declive médio das bacias situa-se entre os 22% e os 76%. Para além destas características, importa referir os elevados caudais de ponta obtidos, designadamente na Ribeira de Águas Belas, Ribeira do Charco, Ribeira dos Flamengos, Ribeira de Santa Cruz, Ribeira de S. Jorge da Trindade, Ribeira de Santa Ana, Ribeira de Santa Clara e Ribeira dos Picos, com valores superiores a 1000m³/s.

Na tabela seguinte constam as percentagens de área inundada por profundidade e velocidade, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Ribeira da Praia Formosa	Profundidade (m)	<0.5	0.67	0.67	0.69	0.69
		0.51 - 2	1.43	1.35	1.21	1.11

		>2	0.05	0.04	0.03	0.02
		Nula	97.85	97.95	98.08	98.18
Velocidade (m/s)		<0.5	0.34	0.35	0.34	0.34
		0.51 - 2	1.22	1.17	1.12	1.09
		>2	0.63	0.57	0.49	0.42
		Nula	97.81	97.91	98.04	98.15
		<0.5	0.26	0.29	0.32	0.36
Profundidade (m)		0.51 - 2	1.31	1.31	1.31	1.31
		>2	0.95	0.85	0.71	0.59
		Nula	97.48	97.55	97.65	97.74
Velocidade (m/s)		<0.5	0.28	0.27	0.26	0.26
		0.51 - 2	0.40	0.40	0.39	0.39
		>2	1.90	1.84	1.75	1.65
		Nula	97.42	97.50	97.60	97.69
		<0.5	0.85	0.88	0.94	0.96
Profundidade (m)		0.51 - 2	1.65	1.55	1.41	1.31
		>2	0.00	0.00	0.00	0.00
		Nula	97.50	97.57	97.65	97.73
Velocidade (m/s)		<0.5	0.63	0.63	0.63	0.64
		0.51 - 2	1.57	1.53	1.50	1.46
		>2	0.33	0.29	0.24	0.18
		Nula	97.47	97.54	97.63	97.71
		<0.5	0.88	0.97	1.09	1.22
Profundidade (m)		0.51 - 2	2.93	2.81	2.63	2.40
		>2	0.54	0.42	0.28	0.17
		Nula	95.65	95.80	96.00	96.21
Velocidade (m/s)		<0.5	0.85	0.85	0.85	0.87
		0.51 - 2	2.15	2.15	2.13	2.08
		>2	1.42	1.26	1.06	0.88
		Nula	95.59	95.75	95.95	96.16
		<0.5	0.87	0.91	0.94	0.86
Profundidade (m)		0.51 - 2	1.10	1.01	0.90	0.86
		>2	0.00	0.00	-	0.01
		Nula	98.03	98.08	98.16	98.26
Velocidade (m/s)		<0.5	0.40	0.40	0.43	0.49
		0.51 - 2	1.43	1.40	1.31	1.17
		>2	0.15	0.14	0.10	0.09
		Nula	98.02	98.07	98.15	98.26
		<0.5	0.34	0.38	0.41	0.45
Profundidade (m)		0.51 - 2	1.52	1.55	1.57	1.53
		>2	0.85	0.68	0.47	0.31
		Nula	97.28	97.39	97.55	97.71
Velocidade (m/s)		<0.5	0.23	0.22	0.21	0.20
		0.51 - 2	0.31	0.30	0.30	0.30
		>2	2.24	2.15	1.99	1.84
		Nula	97.23	97.34	97.50	97.66
		<0.5	0.34	0.40	0.49	0.59
Profundidade (m)		0.51 - 2	1.97	1.96	1.88	1.78
		>2	0.34	0.26	0.17	0.11
		Nula	97.34	97.38	97.45	97.53
Velocidade (m/s)		<0.5	0.12	0.12	0.12	0.09
		0.51 - 2	0.21	0.23	0.27	0.24

		>2	2.35	2.29	2.18	2.16
		Nula	97.32	97.36	97.44	97.51
Ribeira de Santa Cruz	Profundidade (m)	<0.5	0.40	0.48	0.66	0.75
		0.51 - 2	2.75	2.83	2.76	2.68
		>2	0.96	0.71	0.46	0.32
		Nula	95.89	95.98	96.12	96.25
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.79	0.79	0.81	0.82
		0.51 - 2	1.39	1.44	1.52	1.56
		>2	1.94	1.79	1.55	1.37
		Nula	95.88	95.98	96.12	96.26
Ribeira do Charco	Profundidade (m)	<0.5	0.37	0.43	0.52	0.66
		0.51 - 2	2.01	1.97	1.85	1.60
		>2	0.32	0.24	0.16	0.13
		Nula	97.30	97.37	97.46	97.62
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.29	0.29	0.30	0.29
		0.51 - 2	0.40	0.41	0.43	0.49
		>2	2.04	1.96	1.85	1.63
		Nula	97.26	97.33	97.43	97.58
Ribeira dos Flamengos	Profundidade (m)	<0.5	0.59	0.61	0.66	0.68
		0.51 - 2	2.35	2.34	2.31	2.28
		>2	1.04	0.92	0.72	0.57
		Nula	96.02	96.13	96.31	96.47
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.54	0.53	0.50	0.48
		0.51 - 2	0.95	0.94	0.93	0.93
		>2	2.54	2.44	2.31	2.16
		Nula	95.97	96.08	96.27	96.43
Ribeira dos Picos	Profundidade (m)	<0.5	0.28	0.32	0.39	0.45
		0.51 - 2	1.90	2.17	2.52	2.71
		>2	2.18	1.74	1.13	0.71
		Nula	95.64	95.77	95.96	96.13
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.59	0.59	0.59	0.60
		0.51 - 2	1.19	1.29	1.45	1.57
		>2	2.62	2.40	2.04	1.74
		Nula	95.59	95.72	95.92	96.09
Ribeira Grande	Profundidade (m)	<0.5	0.33	0.33	0.36	0.34
		0.51 - 2	0.90	0.91	0.91	0.88
		>2	0.62	0.52	0.39	0.35
		Nula	98.16	98.24	98.34	98.43
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.34	0.29	0.24	0.19
		0.51 - 2	0.63	0.61	0.60	0.59
		>2	0.90	0.88	0.84	0.81
		Nula	98.13	98.21	98.31	98.41
Ribeira Principal do Sal	Profundidade (m)	<0.5	0.21	0.23	0.27	0.31
		0.51 - 2	1.74	1.74	1.71	1.65
		>2	0.22	0.18	0.13	0.09
		Nula	97.83	97.85	97.90	97.94
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.14	0.14	0.14	0.14
		0.51 - 2	0.40	0.42	0.46	0.51
		>2	1.67	1.61	1.53	1.43
		Nula	97.80	97.83	97.87	97.92
Ribeira da Trindade	Profundidade (m)	<0.5	0.47	0.50	0.55	0.59
		0.51 - 2	1.82	1.73	1.63	1.51

		>2	0.78	0.70	0.54	0.43		
		Nula	96.93	97.08	97.29	97.47		
Velocidade (m/s)		<0.5	0.82	0.82	0.80	0.78		
		0.51 - 2	1.19	1.16	1.10	1.02		
		>2	1.11	0.99	0.86	0.78		
		Nula	96.88	97.03	97.24	97.42		
		Profundidade (m)		<0.5	0.41	0.46	0.56	0.66
				0.51 - 2	2.41	2.55	2.63	2.59
>2	1.40			1.09	0.71	0.48		
Nula	95.78			95.90	96.10	96.27		
Velocidade (m/s)				<0.5	0.96	0.98	1.01	1.04
				0.51 - 2	2.18	2.18	2.15	2.11
		>2	1.13	0.98	0.77	0.61		
		Nula	95.73	95.86	96.06	96.24		
		Profundidade (m)		<0.5	0.75	0.78	0.86	0.94
				0.51 - 2	2.97	2.91	2.76	2.62
>2	0.38			0.32	0.26	0.21		
Nula	95.90			95.99	96.11	96.23		
Velocidade (m/s)				<0.5	0.70	0.68	0.69	0.70
				0.51 - 2	1.75	1.76	1.76	1.77
		>2	1.70	1.61	1.48	1.34		
		Nula	95.85	95.94	96.07	96.19		

Tabela 30 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santiago)

A bacia da Ribeira da Praia Formosa tem uma extensão relativa da área inundada de 2,23%, onde se destacam as classes de perigosidade muito baixa (0,720%) e alta (0,639%). Surgem no entanto alguns locais onde se verifica a presença dispersa de perigosidade muito alta, como no troço entre o km 0+640 e o km 1+450, onde adicionalmente se verifica a presença de alguns terrenos agrícolas e edifícios junto ao leito de cheia. Também a jusante da Ribeira, entre o km 0+0 e o km 0+400, deve existir uma atenção redobrada, pela presença da povoação da Praia de Baixo, instalada junto à zona de perigo. A Ribeira da Praia Formosa acompanha e atravessa a estrada em vários pontos, designadamente ao km 2+920, km 2+500, km 2+170, km 1+800 e km 1+460, que poderão constituir pontos vulneráveis aquando da ocorrência de uma cheia.

A extensão relativa de área inundada da bacia da Ribeira de Águas Belas é de 2,6%. Nesta bacia predominam claramente as classes de perigosidade muito alta (1,177%) e alta (0,684%), o que associado às percentagens obtidas nas classes de perigosidade baixa (0,112%) e muito baixa (0,329%), revela o grau de perigosidade bastante elevado desta bacia. Assim, destaca-se o troço analisado da Ribeira dos Engenheiros, por apresentar ao longo das suas margens diversas construções, e em especial, entre o km 0+0 e o km 3+450, onde predomina a classe de perigosidade muito alta. Também o troço entre o km 5+700 e o km 9+300 da Ribeira de Águas Belas requer especial atenção, pela presença de várias construções junto ao leito de cheia, onde a perigosidade é muito alta. Entre o km 0+0 e o km 5+700 da mesma ribeira, a perigosidade muito alta também se revela predominante, embora não se verifiquem construções junto à área inundada.

A bacia da Ribeira de Ribeireta possui uma extensão relativa de área inundada de 2,5%. Verifica-se porém, que esta bacia apresenta uma percentagem bastante reduzida de perigosidade muito alta (0,003%), onde em contrapartida predomina a perigosidade muito baixa (0,983%). No entanto, observa-se ao longo da extensão estudada, a incidência de construções e terrenos agrícolas sob o leito de cheia

(entre o km 0+500 e o km 0+750, por exemplo), e o cruzamento de uma estrada visível junto à foz da ribeira. A classe de perigosidade alta (0,286%) observa-se maioritariamente entre o km 0+0 e o km 0+450, bem como no troço compreendido entre o km 0+700 e o km 1+500.

A bacia da Ribeira de São Domingos tem cerca de 1,5 Km² de extensão de área inundada, sendo a área inundada mais extensa de todas as bacias analisadas na ilha de Santiago em termos de percentagem inundada de bacia (4.77%). Nesta bacia predomina a classe de perigosidade alta (1,594%), seguida pela perigosidade muito baixa (1,182%). Embora a sua presença não se constate com tanta frequência, a classe de perigosidade muito alta (0,403%) manifesta-se de forma expressiva em alguns troços da ribeira de São Domingos, como se observa entre o km 1+850 e o km 3+800, entre o km 4+150 e o km 6+400 e mais a montante entre o km 13+300 e o km 14+300. Aliado à presença de perigosidade alta e por vezes muito alta, observam-se várias construções, estradas e terrenos agrícolas instalados junto às margens da ribeira de S. Domingos, como por exemplo no lugar do Covão Dentro com maior incidência até ao km 12+500, mas também um pouco por toda a área analisada como se verifica entre o km 1+100 e o km 3+200, no km 7+800, no km 9+300 e no km 10+250.

A extensão relativa da área inundada (1,98%) da bacia da Ribeira de São Francisco é a segunda mais reduzida das bacias analisadas na ilha de Santiago. Em relação à perigosidade, verifica-se que a classe muito alta é praticamente inexistente (0,0005%), sendo a percentagem mais baixa registada em Santiago, tal como se verifica na classe de perigosidade alta (0,144%). Em contrapartida a perigosidade muito baixa predomina (0,884%), pelo que se constata que no geral a bacia de S. Francisco é uma das menos perigosas das bacias analisadas no arquipélago de Cabo Verde. A atenção deve centrar-se essencialmente nas construções visíveis entre o km 0+450 e o km 0+700, que por se localizarem no centro do leito de cheia estão expostas às consequências resultantes de uma inundação.

A bacia da Ribeira de Santa Ana possui uma área inundada de 1,5 km², correspondentes a 2,96% da área total da bacia. A classe de perigosidade muito alta abrange a maior área (1,383%) distribuindo-se regularmente por todas as ribeiras analisadas. A classe de perigosidade alta é segunda com maior presença nesta bacia (0,695%). Destacam-se os troços entre o km 0+0 e o km 1+500 da Ribeira de Santa Ana, bem como o troço compreendido entre o km 2+800 e o km 3+800 da Ribeira de São João, por apresentarem construções junto ao leito de cheia que num cenário mais severo podem ser afetadas.

A extensão de área inundada da bacia de Santa Clara é de 3,02%, onde a classe de perigosidade alta tem maior presença (1,426%), seguida da classe de perigosidade alta (0,821%). Estas classes distribuem-se com regularidade por toda a bacia, importando salientar a presença de algumas construções no km 3+500 da Ribeira de Santa Clara, que podem sofrer consequência graves aquando da ocorrência de um episódio de cheia.

A área inundada da bacia da Ribeira de Santa Cruz apresenta uma dimensão considerável com 1,52 km², correspondentes a 4,1% da área total da bacia. As classes de perigosidade alta (1,441%), média (0,844%) e muito alta (0,810) ocupam a maior extensão, representando uma das bacias com perigosidade mais elevada no arquipélago de Cabo Verde. Ao longo do leito de cheia das duas ribeiras analisadas verifica-se a presença contínua de terrenos agrícolas, agravada em algumas situações pela presença de construções como se verifica por exemplo entre o km 1+250 e o km 2+500 da Ribeira de Santa Cruz. Verifica-se ainda a presença de algumas habitações dispersas ao longo das ribeiras, com maior

concentração entre o km 9+300 e o km 10+500, que embora não se localizem na área inundável, podem sofrer constrangimentos devido à sua proximidade.

A extensão relativa de área inundada da bacia da Ribeira do Charco é de 2,73%, onde se verifica um grau de perigosidade elevado, comprovado pelas percentagens das classes de perigosidade alta (1,172%) e muito alta (0,646%). Os troços que requerem maior atenção, pela presença de algumas construções junto ao leito de cheia e que podem sofrer constrangimentos devido à sua proximidade à zona de perigo, identificam-se entre o km 1+500 e o km 2+000 da Ribeira do Charco, entre o km 2+400 e o km 2+800 da mesma ribeira e ao km 0+850 da Ribeira Sansão. A jusante, entre o km 0+0 e o km 0+630 da Ribeira do Charco verificam-se vários terrenos agrícolas que incidem com o leito de cheia e onde a perigosidade varia entre alta e muito alta.

A extensão de área inundada da bacia da Ribeira dos Flamengos é de 1,22 km², correspondentes a 4% da área total da bacia. As classes de perigosidade alta (1,449%) e muito alta (1,155%) ocupam a maior percentagem da área inundada, o que associado às percentagens obtidas nas classes de perigosidade baixa (0,250%) e muito baixa (0,688%), revela que a bacia dos Flamengos é uma das bacias com maior grau de perigosidade do arquipélago de Cabo Verde. Os elementos expostos a um episódio de cheia verificam-se ao longo de toda a área analisada. Em algumas situações, embora não intersectem o leito de cheia, requerem alguma precaução devido à sua proximidade à zona de perigo. Estão presentes várias construções, terrenos agrícolas e uma estrada construída paralelamente à extensão de área inundada, que poderá sofrer constrangimentos em algumas secções como se verificam entre o km 5+300 e o km 5+650, onde é conjugada com perigosidade muito alta. É de salientar que a ponte na foz da Ribeira dos Flamengos se encontra exposta à ocorrência de cheias.

A extensão relativa de área inundada da bacia da Ribeira dos Picos é de 4,4%, registando assim a segunda maior percentagem da ilha de Santiago. Nesta bacia predominam com evidencia as classes de perigosidade alta (1,683%) e muito alta (1,570%), o que associado às percentagens obtidas nas classes de perigosidade muito baixa (0,420%) e baixa (0,220%), revela o grau de perigosidade bastante elevado desta bacia, revendo-se desta forma como uma das bacias com maior grau de perigosidade registado no arquipélago de Cabo Verde. Ao longo da área inundada verifica-se a presença contínua de terrenos agrícolas onde predomina maioritariamente a classe de perigosidade muito alta, algumas estradas, bem como a existência de algumas construções como se pode observar no km 4+970 e no km 7+550 da Ribeira dos Picos. A jusante, mais concretamente entre o km 0+0 e o km 0+800 constata-se a presença de alguns acessos sob o leito de cheia, bem como a proximidade da povoação de Salinas que pode sofrer consequências na presença de um episódio de cheia. Na zona da Achada da Igreja verifica-se haver um complexo edificado que também pode ser afetado pelas cheias.

A extensão relativa de área inundada da bacia da Ribeira Grande é a mais reduzida (1,89%) das bacias analisadas na ilha de Santiago. No entanto, as classes de perigosidade com maior presença são as classes muito alta (0,563%) e alta (0,492%). Embora a classe de perigosidade muito alta seja mais dominante a montante, destaca-se o troço entre o km 0+0 e o km 2+000 pelo facto da área de perigo atravessar a povoação do Chão Bom, onde se localizam diversas habitações, acessos e terrenos agrícolas.

A extensão de área inundada da bacia da Ribeira Principal do Sal é relativamente reduzida (2,19%) quando comparada com as restantes bacias analisadas na ilha de Santiago. Apresenta, no entanto, uma

percentagem bastante elevada na classe de perigosidade alta (1,179%), seguida da classe muito alta (0,366%). Os locais que merecem especial atenção situam-se entre o km 3+650 e o km 4+800 da Ribeira Principal do Sal, onde se observam algumas habitações em zona de perigo elevado, bem como no troço a jusante, compreendido entre o km 0+0 e o km 0+760, pela presença de alguns acessos e habitações da povoação da Boca de Ribeira, que se conjugam com a classe de perigosidade muito alta. Neste último troço existe também uma ponte ao km 0 + 300 que poderá ser afetada pelos efeitos das cheias. Destaca-se ainda a presença de uma estrada ao longo da ribeira, paralela à área inundada, que pode ser afetada em alguns troços, como se verifica por exemplo entre o km 1+750 e o km 1+950.

A bacia da Ribeira da Trindade tem uma extensão relativa da área inundada de 2,95%, onde a perigosidade se distribui de forma equilibrada pelas diversas classes, com uma ligeira predominância da classe de perigosidade alta (0,785%). A classe de perigosidade muito alta surge maioritariamente na Ribeira da Trindade afetando muitas habitações e estradas como se verifica entre o km 0+0 e o km 4+800. O desvio para a Gamboa que vai desaguar na zona da Várzea da Companhia pode afetar várias estradas e construções. As cheias na Ribeira de Água Funda poderão ter maiores consequências junto à Ribeira da Trindade. A Ribeira de São Filipe tem como zona de maior afetação do edificado e estradas do km 0+0 ao km 1+500. No geral, a extensão inundada tem uma abrangência enorme sob a povoação da Praia, podendo causar constrangimentos em grande escala ao nível das habitações, acessos e equipamentos.

A bacia da Ribeira Seca tem cerca de 3 Km² de extensão de área inundada, correspondendo à terceira área inundada mais extensa de todas as bacias analisadas na ilha de Santiago. A classe de perigosidade alta ocupa a maior percentagem (1,858%), seguida da classe de perigosidade média (0,903%). A classe de perigosidade muito alta (0,481%) surge com maior evidência entre o km 3+900 e o km 5+860 da Ribeira Seca e entre o km 6+500 e o km 7+940 da mesma Ribeira. Ao longo do leito de cheia verifica-se a presença de terrenos agrícolas e, em alguns casos, habitações localizadas em zona de perigo, como se verifica por exemplo no km 5+050 da Ribeira da Montanha e no km 1+380 da Ribeira São Cristóvão. A jusante merecem especial atenção as habitações localizadas entre o km 0+0 e o km 0+500 da Ribeira Seca, que podem sofrer consequências aquando da ocorrência de um episódio de cheia.

A bacia da Ribeira de São Miguel tem uma percentagem de área inundada de 4,1 %, sendo a classe de perigosidade alta a que ocupa a maior percentagem da área inundada (1,637%), seguida da classe de perigosidade média (0,991%). Uma área sensível onde a perigosidade é muito alta, situa-se junto à foz, do km 0+0 ao km 0+260, onde a ribeira cruza com uma estrada e passa junto à povoação de Ponta Verde. Outra zona que apresenta uma perigosidade muito alta observa-se do km 3+930 ao km 4+535.

A tabela seguinte sintetiza para as diferentes bacias hidrográficas analisadas as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Ribeira da Praia Formosa		0.720	0.295	0.535	0.639	0.035	97.775
Ribeira de Águas Belas		0.329	0.112	0.252	0.684	1.177	97.446
Ribeira de Ribeireta		0.983	0.514	0.748	0.286	0.003	97.465
Ribeira de S. Domingos		1.182	0.554	1.036	1.594	0.403	95.230
Ribeira de S. Francisco		0.884	0.506	0.441	0.144	0.000	98.024

Ribeira de Santa Ana	0.487	0.162	0.236	0.695	1.383	97.036
Ribeira de Santa Clara	0.337	0.153	0.282	1.426	0.821	96.981
Ribeira de Santa Cruz	0.673	0.361	0.844	1.441	0.810	95.869
Ribeira do Charco	0.379	0.151	0.386	1.172	0.646	97.265
Ribeira dos Flamengos	0.688	0.250	0.488	1.449	1.155	95.970
Ribeira dos Picos	0.420	0.220	0.509	1.683	1.570	95.597
Ribeira Grande	0.452	0.147	0.233	0.492	0.563	98.113
Ribeira Principal do Sal	0.220	0.103	0.331	1.179	0.366	97.801
Ribeira da Trindade	0.683	0.347	0.601	0.785	0.536	97.049
Ribeira Seca	0.655	0.357	0.903	1.858	0.481	95.746
Ribeira de S. Miguel	0.819	0.418	0.991	1.637	0.242	95.894

Tabela 31 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (Santiago)

H. São Nicolau

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias de São Nicolau estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro	Área	Comp. curso de água mais longo	Densidade de Drenagem	Cota máxima da bacia	Cota mínima da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia	Cota máxima do curso de água mais longo	Declive médio do curso de água mais longo	Índice de compactidade de Gravelius	Caudal de Ponta T=10 (Foz)	Caudal de Ponta T=20 (Foz)	Caudal de Ponta T=50 (Foz)	Caudal de Ponta T=100 (Foz)
		Km	Km ²	Km	Km/Km ²	m	m	m	%	m	%	-	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
S. Nicolau	H1. Ribeira Água Amargosa	25	12	8.6	14.6	791	0	235	34	356.3	4.2	2.0	185	229	284	324
S. Nicolau	H2. Ribeira Brava	22	9	7.3	13.7	1030	0	319	56	518.9	6.8	2.0	149	174	215	255
S. Nicolau	H3. Ribeira da Areia	16	6	5.5	11.8	1305	0	557	79	853.9	13.0	1.9	113	134	162	182
S. Nicolau	H4. Ribeira da Prata	15	6	3.9	13.9	1051	0	422	99	506.9	11.8	1.6	130	158	194	221
S. Nicolau	H5. Ribeira do Covoada	22	9	6.8	9.1	729	0	355	31	491.7	5.7	2.0	135	166	206	235
S. Nicolau	H6. Ribeira do Palhal	22	8	8.1	8.7	682	0	339	54	492.8	7.1	2.1	119	145	179	205
S. Nicolau	H7. Ribeira dos Calhaus	21	5	7.8	10.0	1231	0	582	80	786.5	10.1	2.6	106	129	158	181
S. Nicolau	H8. Ribeira Fundo Bananeira	33	18	10.1	9.6	1207	0	541	46	679.3	5.3	2.2	305	369.	451	511
S. Nicolau	H9. Ribeira Fundo de Água do Porto	24	12	6.9	10.6	615	0	228	29	323.2	5.0	1.9	157	194	242	278
S. Nicolau	H10. Ribeira Grande	24	11	8.1	7.1	1306	0	577	50	1032.3	11.7	2.0	218	259	312	351
S. Nicolau	H11. Ribeira Manuel Bau	17	5	6.5	6.7	1278	0	519	72	804.8	12.0	2.1	91	111	133	151

Tabela 32 - Principais características das bacias hidrográficas de São Nicolau.

A dimensão das bacias estudadas da ilha de S. Nicolau é reduzida variando entre 5 e 18 Km². As cotas máximas das bacias situam-se acima dos 631 m sendo a cota mínima de 0 metros. O declive médio das bacias situa-se entre os 29% e os 99%. Para além destas características, importa referir os baixos tempos de concentração, com valores inferiores a 2 horas.

Na tabela seguinte constam as percentagens de área inundada por profundidade e velocidade, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Ribeira Água Amargosa	Profundidade (m)	<0.5	0.25	0.28	0.34	0.41
		0.51 - 2	1.48	1.44	1.34	1.21
		>2	0.09	0.06	0.02	0.01
	Velocidade (m/s)	Nula	98.18	98.23	98.30	98.36
		<0.5	0.13	0.13	0.13	0.13
		0.51 - 2	0.36	0.39	0.42	0.45
Ribeira Brava	Profundidade (m)	>2	1.38	1.30	1.19	1.10
		Nula	98.13	98.18	98.26	98.33
		<0.5	0.87	0.96	1.10	1.19
Ribeira Brava	Profundidade (m)	0.51 - 2	2.02	1.81	1.55	1.41
		>2	0.02	0.01	0.01	0.01

	Velocidade (m/s)	Nula	97.09	97.21	97.33	97.40
		<0.5	0.17	0.17	0.17	0.17
		0.51 - 2	0.65	0.71	0.80	0.89
		>2	2.13	1.94	1.74	1.58
		Nula	97.04	97.17	97.29	97.36
Ribeira da Areia	Profundidade (m)	<0.5	0.46	0.45	0.48	0.49
		0.51 - 2	0.47	0.40	0.37	0.32
		>2	0.04	0.07	0.02	0.01
	Velocidade (m/s)	Nula	99.03	99.08	99.14	99.18
		<0.5	0.18	0.18	0.16	0.15
0.51 - 2		0.23	0.22	0.20	0.21	
Ribeira da Prata	Profundidade (m)	>2	0.59	0.54	0.52	0.48
		Nula	99.00	99.05	99.12	99.16
		<0.5	0.06	0.07	0.08	0.10
	Velocidade (m/s)	0.51 - 2	0.48	0.48	0.48	0.43
		>2	0.07	0.04	0.01	0.00
Nula		99.39	99.41	99.43	99.46	
Ribeira do Covoadá	Profundidade (m)	<0.5	0.04	0.03	0.03	0.02
		0.51 - 2	0.01	0.02	0.02	0.04
		>2	0.59	0.57	0.55	0.51
	Velocidade (m/s)	Nula	99.36	99.38	99.40	99.44
		<0.5	0.03	0.03	0.03	0.03
0.51 - 2		0.18	0.19	0.20	0.22	
Ribeira do Palhal	Profundidade (m)	>2	0.18	0.16	0.12	0.09
		Nula	99.61	99.62	99.65	99.66
		<0.5	0.03	0.03	0.03	0.02
	Velocidade (m/s)	0.51 - 2	0.03	0.03	0.03	0.03
		>2	0.36	0.34	0.33	0.31
Nula		99.58	99.59	99.62	99.64	
Ribeira dos Calhaus	Profundidade (m)	<0.5	1.21	1.31	1.49	1.62
		0.51 - 2	1.93	1.75	1.46	1.22
		>2	0.05	0.04	0.02	0.01
	Velocidade (m/s)	Nula	96.81	96.90	97.03	97.15
		<0.5	0.70	0.70	0.71	0.73
0.51 - 2		1.55	1.55	1.55	1.53	
Ribeira Fundo Bananeira	Profundidade (m)	>2	1.02	0.92	0.78	0.66
		Nula	96.73	96.83	96.96	97.08
		<0.5	0.22	0.21	0.22	0.22
	Velocidade (m/s)	0.51 - 2	0.36	0.35	0.32	0.30
		>2	0.09	0.07	0.06	0.04
Nula		99.33	99.37	99.41	99.44	
Ribeira Fundo Bananeira	Profundidade (m)	<0.5	0.07	0.06	0.06	0.05
		0.51 - 2	0.13	0.12	0.12	0.14
		>2	0.51	0.48	0.44	0.40
	Velocidade (m/s)	Nula	99.30	99.34	99.38	99.41
		<0.5	0.05	0.05	0.05	0.06
0.51 - 2		0.29	0.30	0.32	0.34	
Ribeira Fundo Bananeira	Profundidade (m)	>2	0.43	0.40	0.34	0.30
		Nula	99.22	99.25	99.28	99.31
		<0.5	0.11	0.11	0.11	0.11
	Velocidade (m/s)	0.51 - 2	0.09	0.09	0.08	0.08
		>2	0.60	0.58	0.55	0.53

		Nula	99.19	99.23	99.26	99.28
Ribeira Fundo de Água do Porto	Profundidade (m)	<0.5	0.11	0.12	0.13	0.14
		0.51 - 2	0.80	0.79	0.77	0.73
		>2	0.06	0.04	0.02	0.02
	Velocidade (m/s)	Nula	99.02	99.04	99.08	99.11
		<0.5	0.07	0.07	0.06	0.06
		0.51 - 2	0.14	0.15	0.18	0.22
		>2	0.78	0.75	0.70	0.63
		Nula	99.00	99.03	99.06	99.09
		<0.5	0.04	0.04	0.04	0.04
Ribeira Grande	Profundidade (m)	0.51 - 2	0.19	0.19	0.20	0.22
		>2	0.32	0.29	0.25	0.20
		Nula	99.46	99.48	99.51	99.54
	Velocidade (m/s)	<0.5	0.16	0.15	0.14	0.13
		0.51 - 2	0.03	0.03	0.03	0.03
		>2	0.41	0.39	0.36	0.34
		Nula	99.40	99.43	99.46	99.49
		<0.5	0.17	0.18	0.20	0.20
		0.51 - 2	0.55	0.52	0.48	0.46
Ribeira Manuel Bau	Profundidade (m)	>2	0.00	0.00	0.00	0.00
		Nula	99.27	99.29	99.33	99.34
		<0.5	0.05	0.04	0.04	0.05
	Velocidade (m/s)	0.51 - 2	0.04	0.05	0.05	0.05
		>2	0.67	0.65	0.61	0.60
		Nula	99.24	99.26	99.30	99.31

Tabela 33 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (S. Nicolau)

A bacia da Ribeira Água Amargosa apresenta a terceira maior extensão relativa de área inundada (1,86%) das bacias analisadas na ilha de São Nicolau, apresentando maior expressão nas classes de perigosidade alta (0,285%) e muito alta (0,926%) em praticamente todo o troço analisado.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira Brava é a segunda mais elevada (2,95%) das bacias analisadas na ilha de São Nicolau, agravada pelo facto de apresentar também a maior extensão relativa da classe de perigosidade alta. Para além destas características importa referir que entre o km 2+200 a km 3+700 se localiza a Vila da Ribeira Brava onde a perigosidade pode assumir maiores consequências.

A bacia da Ribeira da Areia apresenta uma extensão relativa de área inundada considerável (1,01%), verificando-se que a distribuição da perigosidade se distribui essencialmente entre a classe muito baixa (0,365%), média (0,240) e alta (0,248). É de salientar, no entanto, a presença de uma estrada ao km 0+325 e de um aldeamento turístico junto à área inundada do troço Este da Ribeira da Areia.

A bacia da Ribeira da Prata apresenta uma área inundável relativa de cerca de 0,64%, onde as classes de perigosidade alta e muito alta representam maior expressão (0,268%). Ao longo da extensão analisada verifica-se a presença de várias habitações e alguns núcleos populacionais relativamente próximos da área de perigo, mais concretamente entre o km 0+420 e km 1+500, onde a perigosidade pode assumir maiores consequências.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira do Covoada é a mais reduzida (0,42%) das bacias analisadas na ilha de São Nicolau. No entanto, apresenta perigosidade muito alta em praticamente toda a extensão analisada (entre o km 0+065 a km 2+178), como se pode verificar pela elevada percentagem (0,281%).

A bacia da Ribeira do Palhal apresenta a maior extensão relativa de área inundada (3,26%) das bacias analisadas na ilha de São Nicolau, verificando-se no entanto que a classe com maior expressão é a classe de perigosidade muito baixa (1,18%). Destaca-se com perigosidade muito alta o troço entre o km 0+870 e o km 2+000.

Na bacia da Ribeira dos Calhaus verifica-se uma extensão relativa da área inundada reduzida (0,70%), onde predomina a classe de perigosidade alta (0,239%). No entanto, distinguem-se duas secções: a montante, entre o km 0+540 e km 1+215, onde a perigosidade muito alta ganha expressão devido ao estreitamento do leito e ao conseqüente aumento da velocidade de escoamento; e a jusante, entre o km 0+0 e km 0+380, onde se verifica o alargamento da área inundada e a progressiva diminuição da perigosidade. Neste troço, mais precisamente no km 0+280 importa referir a passagem de uma estrada.

Na bacia da Ribeira Fundo da Bananeira a extensão relativa da área inundada ronda os 0.77%. No entanto esta bacia destaca-se por apresentar, em relação às restantes bacias analisadas na ilha de São Nicolau, a maior percentagem com perigosidade muito alta (0,53%). O leito da ribeira corre sob um vale bastante encaixado, contribuindo desta forma para o aumento da velocidade de escoamento e conseqüente agravamento da perigosidade em praticamente toda a área analisada. Destaca-se ainda a passagem de uma estrada ao km 0+787 da Ribeira do Palhal e ao km 5+674 da Ribeira Fundo da Bananeira. O local mais crítico está compreendido entre o km 0+0 e o km 1+140 da Ribeira Fundo da Bananeira pela presença de uma área urbana da Telha e Ponta da Calheta.

Em relação à bacia da Ribeira Fundo de Água do Porto verifica-se que a classe de perigosidade alta apresenta a maior expressão (0,635%) seguida da classe muito alta (0,123%). Destacam-se dois troços abrangidos por perigosidade muito alta, do km 0+605 ao km 0+863 e do km 1+280 ao km 1+860.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira Grande é a segunda mais reduzida. No entanto, em toda a extensão analisada (entre o km 0+0 a km 4+308) a perigosidade é maioritariamente muito alta, sendo das bacias analisadas na ilha de São Nicolau, a segunda mais expressiva nesta classe de perigosidade (0,343%). É de referir a intersecção de uma estrada com o leito de cheia ao km 0+375 assim como uma construção localizada no leito de cheia ao km 0+590.

Na bacia da Ribeira Manuel Bau a extensão relativa da área inundada corresponde a 0,76% da extensão analisada, sendo a classe de perigosidade alta a que apresenta maior percentagem (0,341%). No entanto, toda a área analisada merece atenção uma vez que a montante, entre o km 0+860 e km 1+290 verificam-se vários troços com perigosidade muito alta, e a jusante, entre o km 0+0 a km 0+450 conjugam-se a área inundada com perigosidade alta e a presença da área urbana localizada junto à Ponta João Batista.

A tabela seguinte sintetiza para as diferentes bacias hidrográficas analisadas as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Ribeira Água Amargosa		0.234	0.118	0.285	0.926	0.300	98.137
Ribeira Brava		0.510	0.358	0.827	1.142	0.117	97.046
Ribeira da Areia		0.365	0.127	0.240	0.248	0.028	98.993
Ribeira da Prata		0.046	0.015	0.041	0.268	0.268	99.362
Ribeira do Covoada		0.029	0.010	0.020	0.083	0.281	99.576
Ribeira do Palhal		1.183	0.679	0.841	0.454	0.105	96.739
Ribeira dos Calhaus		0.163	0.065	0.106	0.239	0.128	99.299
Ribeira Fundo Bananeira		0.084	0.024	0.041	0.094	0.530	99.227
Ribeira Fundo de Água do Porto		0.097	0.034	0.099	0.635	0.123	99.012
Ribeira Grande		0.113	0.041	0.034	0.063	0.343	99.406
Ribeira Manuel Bau		0.103	0.032	0.111	0.341	0.167	99.245

Tabela 34 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (São Nicolau)

I. São Vicente

A tabela seguinte sintetiza as principais características das bacias de São Vicente estudadas:

Ilha	Bacia	Perímetro	Área	Comp. curso de água mais longo	Densidade de Drenagem	Cota máxima da bacia	Cota mínima da bacia	Altura média da bacia	Declive médio da bacia	Cota máxima do curso de água mais longo	Declive médio do curso de água mais longo	Índice de compactidade de Grauelius	Caudal de Ponta T=10 (Foz)	Caudal de Ponta T=20 (Foz)	Caudal de Ponta T=50 (Foz)	Caudal de Ponta T=100 (Foz)
		Km	Km ²	Km	Km/Km ²	m	m	m	%	m	%	-	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
S. Vicente	I1. Porto Grande	16	6	3.5	7.5	299	0	75	25	56.6	1.3	1.7	38	46	56	64
S. Vicente	I2. Ribeira de Julião	49	53	10.8	14.1	747	0	98	18	183.2	0.9	1.9	254	314	391	450
S. Vicente	I3. Ribeira do Calhau	39	27	11.3	12.3	677	0	161	29	121.4	1.0	2.1	240	301	378	438

Tabela 35 - Principais características das bacias hidrográficas de S. Vicente.

A dimensão das bacias estudadas da ilha de S. Vicente varia entre 6 e 53 Km². As cotas máximas das bacias situam-se acima dos 299 m sendo a cota mínima de 0 metros. O declive médio das bacias situa-se entre os 15% e os 29%. Para além destas características, importa salientar a Ribeira do Porto Grande pelo seu traçado predominantemente urbano associado ao facto do seu troço final estar encanado.

Na tabela seguinte constam as percentagens de área inundada por profundidade e velocidade, para os períodos de retorno de 10, 20, 50 e 100 anos.

Bacia Hidrográfica	Tema	Classe	Período de Retorno			
			100 Anos	50 Anos	20 Anos	10 Anos
Porto Grande	Profundidade (m)	<0.5	2.95	2.88	2.78	2.68
		0.51 - 2	2.11	2.02	1.90	1.79
		>2	0.01	0.01	0.00	0.00
	Velocidade (m/s)	Nula	94.94	95.09	95.33	95.53
		<0.5	2.54	2.49	2.52	2.52
		0.51 - 2	2.42	2.32	2.09	1.89
		>2	0.16	0.13	0.11	0.10
		Nula	94.88	95.05	95.28	95.49
		Nula	94.88	95.05	95.28	95.49
Ribeira de Julião	Profundidade (m)	<0.5	1.62	1.67	1.74	1.75
		0.51 - 2	2.43	2.27	1.99	1.80
		>2	0.05	0.02	0.00	0.00
	Velocidade (m/s)	Nula	95.90	96.04	96.26	96.45
		<0.5	2.37	2.32	2.28	2.21
		0.51 - 2	1.63	1.56	1.41	1.30
		>2	0.10	0.08	0.05	0.04
		Nula	95.90	96.03	96.26	96.44
		Nula	95.90	96.03	96.26	96.44
Ribeira do Calhau	Profundidade (m)	<0.5	1.63	1.79	2.01	2.20
		0.51 - 2	3.54	3.23	2.78	2.38
		>2	0.07	0.05	0.04	0.03
	Velocidade (m/s)	Nula	94.77	94.93	95.16	95.39
		<0.5	0.71	0.72	0.74	0.76
		0.51 - 2	3.29	3.38	3.41	3.41
		>2	0.07	0.05	0.04	0.03
		Nula	94.77	94.93	95.16	95.39
		Nula	94.77	94.93	95.16	95.39

>2	1.25	1.00	0.70	0.47
Nula	94.75	94.90	95.14	95.36

Tabela 36 – Percentagem de área inundada por classe de profundidade e velocidade (Santo Antão)

A extensão relativa da área inundada da bacia do Porto Grande é de 7,056%, sendo a área inundada mais extensa das bacias analisadas no arquipélago de Cabo Verde. No entanto, esta bacia apresenta perigosidade reduzida, comprovada pela percentagem registada na classe muito baixa (3,754%). Em contrapartida a classe alta tem pouca expressão (0,108%), sendo a classe muito alta inexistente na área analisada. A bacia do Porto Grande, estende-se por uma área maioritariamente urbana, pelo que as ribeiras estão em grande parte canalizadas, circulando nalguns casos por condutas subterrâneas como se verifica por exemplo no troço entre o km 0+0 e o km 0+940 da Ribeira da Areia Branca e entre o km 0+050 e o km 0+435 da Ribeira da Bela Vista. Embora seja reduzida, a perigosidade abrange uma área considerável, com especial incidência a jusante, onde afeta vários edifícios e atinge os valores mais elevados de perigosidade.

A extensão relativa da área inundada da bacia da Ribeira de Julião (4,10%) é a mais reduzida das bacias analisadas na ilha de São Vicente, apresentando em geral um grau de perigosidade reduzido. As classes com maior presença são as de perigosidade muito baixa (2,063%) e baixa (1,165%), sendo a classe de muito alta a que apresenta menor expressão (0,001%). Ao longo das ribeiras analisadas observa-se a existência de vários edifícios, com maior densidade entre o km 0+980 e o km 2+000 da Ribeira Lameirão. Na foz da Ribeira da Vinha, entre o km 0+0 e o km 1+070 a área inundada tem maior abrangência, sobrepondo-se largamente a uma estação de tratamento de águas. Embora a perigosidade seja reduzida toda a área analisada requer um controlo constante, uma vez que um episódio de cheias pode causar danos nos edifícios mais próximos.

A bacia da Ribeira do Calhau apresenta uma extensão relativa de área inundada de 5,207%, correspondendo em termos relativos, à terceira maior extensão de área inundável das bacias estudadas no arquipélago de Cabo Verde. Representa também a bacia com perigosidade mais elevada na ilha de São Vicente, apresentando uma percentagem de 1,143% na classe de perigosidade alta. Ao longo do troço analisado verifica-se a presença de várias habitações localizadas sobre o leito de cheia, por exemplo entre o km 0+540 e o km 2+850, onde em alguns casos se verifica perigosidade alta e muito alta, como se observa no troço compreendido entre o km 0+540 e o km 0+870.

A tabela seguinte sintetiza para as diferentes bacias hidrográficas analisadas as áreas inundadas por classe de perigosidade.

Bacia Hidrográfica	Perigosidade Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Nula
Porto Grande	3.754	1.158	1.865	0.279	-	92.944
Ribeira de Julião	2.063	1.165	0.672	0.108	0.001	95.990
Ribeira do Calhau	1.435	0.927	1.674	1.143	0.028	94.793

Tabela 37 - Percentagem por classe de perigosidade da área de cada bacia hidrográfica (São Vicente)

3.1.7. Aplicação da cartografia de perigosidade

- A cartografia das zonas inundáveis pode ser utilizada pelos políticos, decisores e técnicos como base para o ordenamento do território, visando a adoção de restrições à edificação face à perigosidade do fenómeno.
- A cartografia das zonas inundáveis pode ser utilizada pelos políticos, decisores e técnicos como apoio para a elaboração de cartas de riscos de inundações onde seja possível identificar as potenciais consequências prejudiciais associadas às inundações.
- A cartografia das zonas inundáveis pode apoiar os políticos, decisores, técnicos e outros atores no desenvolvimento de uma política de gestão dos riscos de inundações que vise a redução das potenciais consequências prejudiciais das inundações para a saúde humana, o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas.
- A cartografia das zonas inundáveis pode ser utilizada pelas entidades governamentais e pelos municípios para identificar os locais expostos ao fenómeno e desenvolverem as necessárias medidas estruturais e não estruturais de mitigação.
- A cartografia das zonas inundáveis pode ser utilizada pelas agências humanitárias e entidades internacionais na definição de prioridades no apoio às ações de prevenção e resposta a catástrofes.

3.1.8. Recomendações

- Tendo em consideração que as “zonas sujeitas a inundações” cartografadas nas plantas de condicionantes, correspondem genericamente a faixas em torno dos cursos de água, a sua adequação aos resultados obtidos a partir deste trabalho em próximas revisões dos planos diretores municipais e na elaboração dos planos regionais de ordenamento do território afigura-se de extrema pertinência.
- Considerando a abrangência nacional do projeto e a seleção das bacias com maior suscetibilidade às cheias/inundações, recomenda-se o desenvolvimento da cartografia de áreas inundáveis para as restantes bacias onde haja possibilidade de ocorrer a incidência de danos materiais ou humanos.
- Considerando a escala dos dados cartográficos, o acesso limitado aos dados meteorológicos e a não inclusão das singularidades nos modelos hidráulicos, recomenda-se para efeitos de desenvolvimento de projetos a elaboração de cartografia de zonas inundáveis a uma escala maior (1:1000) e que inclua as singularidades.
- Considerando a limitação de acesso aos dados meteorológicos observada e para efeito de disponibilização de dados aos diferentes atores, incluindo à população, recomenda-se o desenvolvimento de uma base de dados udométrica e udográfica em tempo real e disponibilizada na internet.
- Considerando a existência limitada de dados hidrológicos, recomenda-se o desenvolvimento de uma base de dados hidrológicos, reforçando a rede climatológica em termos de distribuição inter-ilhas e intra-ilhas colmutando lacunas na sua distribuição em termos geográficos e entre diferentes patamares de altitude. Por outro lado a modernização da rede de udografos possibilitaria a obtenção automática de dados de precipitação sub-diários, fundamentais para o estudo de precipitações intensas com durações inferiores a 24h, 12h, 6h, 3h ou 1h.

- Face à inexistência de uma cobertura cartográfica nacional de solos a uma escala grande, o desenvolvimento deste produto apresenta uma elevada mais-valia na análise da permeabilidade dos solos e da avaliação da suscetibilidade à erosão hídrica, para além das diversas vantagens multissetoriais, com particular destaque para o sector da agricultura.
- Para efeito de reforço da prevenção recomenda-se o desenvolvimento de planos especiais de emergência que prevejam a articulação entre as entidades e as medidas de mitigação a executar.
- Para efeito de reforço da capacidade de resposta às emergências, recomenda-se o desenvolvimento de planos prévios de intervenção para situações cheias rápidas\enxurrada.
- Recomenda-se a definição de um quadro legal nacional para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, que inclua os princípios da Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro.

3.1.9. Notas

- A cartografia de áreas inundáveis produzida apresenta um panorama geral dos locais que podem ser potencialmente afetados por cheias\inundações com uma abrangência nacional e inclui apenas as bacias hidrográficas com maior suscetibilidade de cheia. Os troços fluviais estudados destas bacias hidrográficas são aqueles a partir dos quais o caudal o justifica (acumulação por sub-bacias anteriores), havendo maior suscetibilidade de a partir daqui causar danos materiais e humanos.
- O desenvolvimento do estudo hidrológico poderá ser melhorado com o acesso aos dados de precipitação horários por forma a poderem desenvolver-se os hietogramas das chuvadas que incidem sobre as bacias.
- O aumento do pormenor cartográfico da delimitação das áreas inundáveis depende da escala dos dados cartográficos e da inclusão das singularidades no modelo hidráulico.
- Neste estudo não se incluíram singularidades nos modelos hidráulicos, assim sendo para um resultado mais preciso recomenda-se para efeitos de desenvolvimento de projetos a elaboração de cartografia de zonas inundáveis a uma escala maior (1:1000) e que inclua as singularidades, principalmente em zonas urbanas (tendo em consideração a interação dos esgotos pluviais com a drenagem das bacias).
- A informação hidráulica relativa às barragens, não foi considerada na modelação.

3.2. SECAS

3.2.1. Enquadramento do Fenómeno

O fenómeno da seca está relacionado com a gestão de risco e segurança alimentar e, portanto, a sua monitorização é indispensável nesta região. A frequente ocorrência de episódios de seca em Cabo Verde é um dos traços marcantes do seu clima e, de entre os perigos naturais que afectam o arquipélago, é o que assume maior relevância socioeconómica (DGA, 2004). A história do país está marcada de modo dramático pela sua ocorrência: entre o século XVII e meados do século XX, Amaral (1991) identificou 32 eventos com consequências relevantes na produção agrícola do arquipélago, muitos deles na origem de graves crises alimentares que redundaram em surtos de fome generalizada e mortalidade. No âmbito de um projeto de “Redução de Riscos de Desastres Naturais” levado a cabo na Universidade de Cabo Verde e coordenado por Monteiro (2013), foram identificadas as consequências de muitos dos eventos registados durante o século XX a partir de fontes documentais diversas. A partir do final da década de 60 do século passado, tal como em todo o Sahel, têm ocorrido diversos episódios, alguns de longa duração, como os que foram observados entre 1968 e 73 e entre 1981 a 1983, quando a precipitação ocorrida em Cabo Verde foi 50 a 70 % inferior à precipitação mediana do período 1941-90 (Correia, 1998). Entre os 10 desastres naturais que mais pessoas afetaram no arquipélago entre 1980 e 2010, constam as secas de 2002 e de 1998 (EM-DAT/Cabo Verde country profile).

Apesar da incerteza das projeções sobre alterações climáticas, alguns modelos apontam para a possibilidade do número de eventos de seca vir a aumentar durante o corrente século (Brooks, 2008; Querido, 2010), tornando ainda mais pertinente a sua análise no contexto dos perigos naturais.

Neste trabalho analisa-se a seca meteorológica, conceito que está associado a uma condição temporária de diminuição da precipitação relativamente aos valores normais, num dado local ou região. Assim, não se integra dentro do âmbito deste estudo a avaliação de outras dimensões do fenómeno seca, tais como a seca agrícola e a seca hidrológica.

3.2.2. Metodologia

A seca meteorológica pode ser identificada através da utilização de índices de anomalia da precipitação. Neste estudo utiliza-se o Standardized Precipitation Index – SPI (McKee et al., 1993), cujo valor permite qualificar o volume de precipitação registado num dado momento e local, tendo em conta a sua série climática. Assim, é possível identificar períodos de seca meteorológica que ocorrem quando o valor de $SPI \leq -1$ (quadro I) e classificar a sua severidade, já que o valor do índice expressa a magnitude do défice de precipitação.

Para a análise da perigosidade e da suscetibilidade à ocorrência de secas em Cabo Verde propõe-se uma metodologia assente em três fases:

- Cálculo do SPI (Standardized Precipitation Index);
- Inventariação e análise da frequência e probabilidade de secas segundo diferentes categorias de severidade (análise de perigosidade);
- Cartografia de susceptibilidade às secas, baseada na avaliação da perigosidade, na distribuição espacial do índice NDVI em anos de seca meteorológica e tomando em conta o relevo e a exposição das ilhas face aos fluxos atmosféricos dominantes (Figura 60).

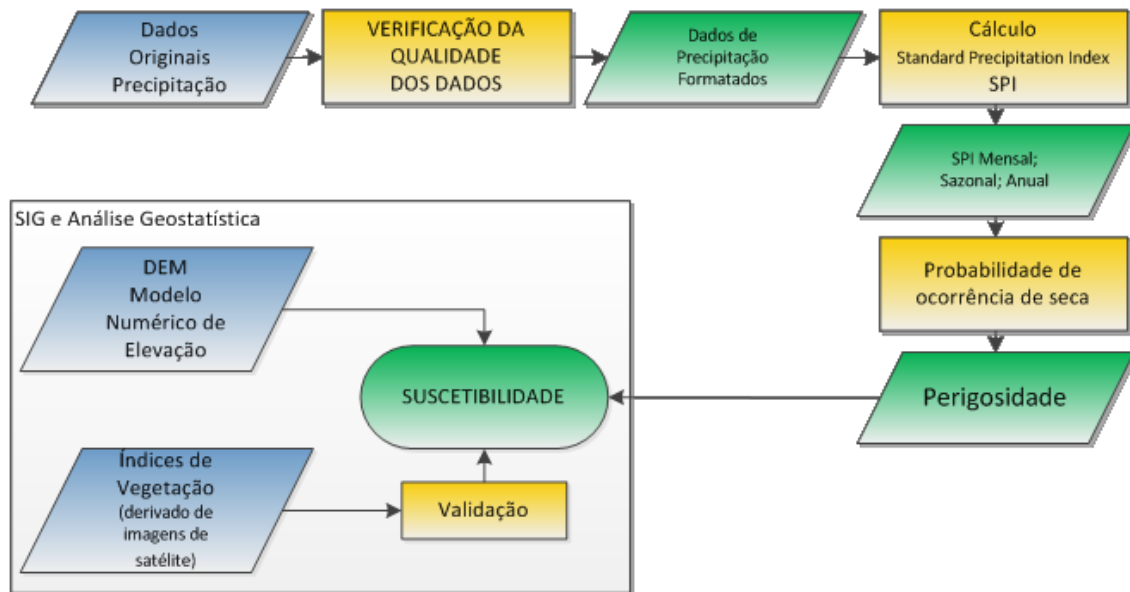


Figura 60 - Esquema conceptual/Workflow para a avaliação da perigosidade e suscetibilidade das secas em Cabo Verde.

Esta metodologia fundamenta-se nos seguintes aspetos:

i) A escolha do índice SPI assenta em várias razões: desde logo, no facto de se tratar de um índice que tem sido bastante utilizado em estudos de avaliação da perigosidade e susceptibilidade associada às secas, levados a cabo em programas do PNUD. Acresce que, no XVI Congresso da OMM, foi aprovada uma resolução que recomenda a todas as instituições nacionais responsáveis pelos domínios da meteorologia/hidrologia a utilização deste índice para efeitos de avaliação e monitorização de situações de seca meteorológica (Declaração de Lincoln, 2011). Para além disso, em relação à ilha de Santiago, o índice SPI já foi aplicado por Spencer (2002) na identificação de secas.

Trata-se de um índice que quantifica o défice ou o excesso de precipitação, podendo ser aplicado a diferentes passos cronológicos ou escalas de tempo. Baseia-se apenas num só parâmetro meteorológico – a precipitação – e requer apenas a disponibilidade de séries de dados de precipitações mensais, aspecto que constitui uma vantagem decisiva visando o propósito de realizar uma avaliação assente numa adequada rede espacial de informação. Outra vantagem muito importante, resultante desta opção, reside no facto do SPI ser um índice adimensional, e que permite uma representação espacial das secas e a sua comparação regional, possibilitando, desta forma, o ensaio de produção de cartografia de susceptibilidade associada a este fenómeno.

Adotaram-se três escalas temporais no cálculo do índice SPI: 4, 6 e 12 meses (Tabela 38). A sua adopção baseia-se, naturalmente, no conhecimento do regime pluviométrico do arquipélago já estudado por vários autores, como Correia (1998) e Soares (2004) e que é marcado por uma elevada concentração estacional da precipitação (Figura 61). Assim, o significado destas escolhas prende-se com a avaliação das condições de seca em três unidades temporais de análise fundamentais, tal como a seguir se explicita:

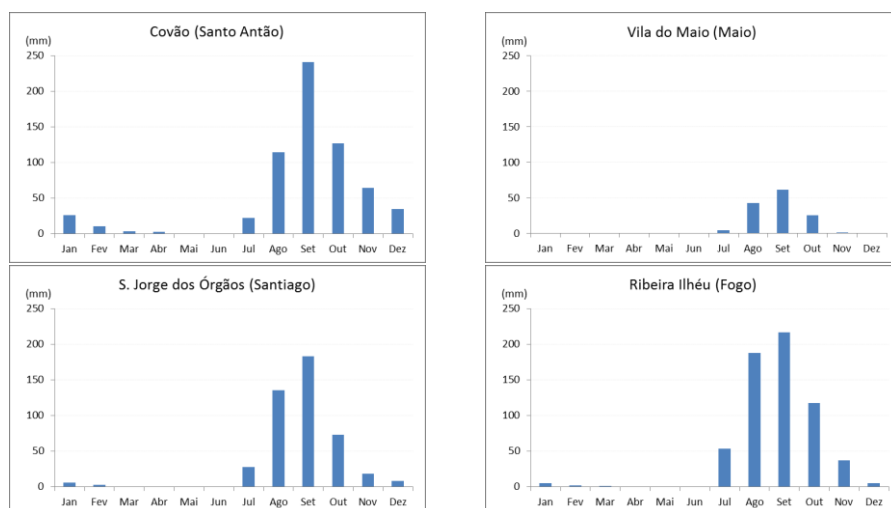


Figura 61 - Regime médio anual da precipitação da precipitação em alguns locais de Cabo Verde (1962-2013).

Tabela 38 - Escalas temporais de análise, adotadas para o cálculo do índice SPI.

SPI	Duração (meses)	Período	Meses
4	4	Estação das Chuvas (EC)	Julho a Outubro
6	6	Estação das Chuvas Alargada (ECA)	Julho a Dezembro
12	12	Anual	Julho a Junho

- 1) SPI 4 meses, assente na precipitação acumulada entre Julho e Outubro – período correspondente à estação chuvosa propriamente dita, no decurso do qual se totaliza praticamente toda a precipitação do ano climatológico; com excepção de Santo Antão, mais de 85% da precipitação média anual ocorre durante estes meses.
- 2) SPI 6 meses, calculado com base na precipitação acumulada entre Julho e Dezembro – período correspondente à estação chuvosa alargada, abrangendo um período de transição que marca um raro prolongamento das chuvas, nalguns anos climatológicos.
- 3) SPI 12 meses, definido de Julho a Junho – correspondente ao ano climatológico, definido pelo regime pluviométrico em Cabo Verde.

Em consonância com o que foi dito antes atribuiu-se, naturalmente, maior importância à análise das séries de SPI 4 meses, definidas para o período de Julho a Outubro, quadrimestre em relação ao qual se procedeu a uma análise detalhada da intensidade dos eventos de seca, definindo-se:

- Um quadro cronológico com a classificação das secas de acordo com a sua severidade;
- Limiares de precipitação correspondentes às classes de severidade das secas registadas nos diversos locais.

O cálculo do SPI foi efetuado com recurso ao *software* desenvolvido pelo *National Drought Mitigation Center*, dos EUA (SPI program v6), disponível em:

[<http://drought.unl.edu/MonitoringTools/DownloadableSPIProgram.aspx>, último acesso em Maio de 2014].

ii) A análise estatística das séries do índice SPI permitem determinar a magnitude (ou grau de severidade), duração e frequência dos eventos de seca, possibilitando uma avaliação da perigosidade associada este fenómeno. Assim, relativamente ao seu grau de severidade, os eventos de seca foram classificados em três categorias (Tabela 39).

Tabela 39 - Classificação da severidade das secas.

Valores de SPI	Severidade da seca
-1 a -1,49	Moderada
-1,5 a -1,99	Severa
≤ -2	Extrema

iii) Atendendo à insuficiente densidade de locais de medição da precipitação disponíveis para a realização deste estudo (objecto de análise detalhada mais adiante) procedeu-se a uma avaliação preliminar da susceptibilidade às secas, baseada na avaliação de perigosidade (considerando todo o período em que existem observações meteorológicas) e na análise da distribuição espacial do índice NDVI relativamente a 2 anos de seca meteorológica (1998/1999 e 2002/2003). Realizou-se uma análise da correlação entre o índice NDVI em células amostrais com a variação temporal do índice SPI em postos situados nas mesmas células, tendo sido verificada a existência de uma forte associação entre os dois índices durante toda a estação chuvosa. As imagens NDVI foram classificadas em função de dois limiares – 0,3 e 0,5, definindo-se assim três classes que avaliam a quantidade de biomassa existente. Tal como foi atrás referido, esta informação contribuiu para delimitar as classes de susceptibilidade às secas.

3.2.3. Dados utilizados

A avaliação deste perigo deve ser preferencialmente efetuada através da análise da precipitação registada no maior número possível de estações climatológicas e postos pluviométricos que possuam séries de longa duração. Como tal, esta análise efetuou-se a partir dos registos dos últimos 51 anos, entre 1962 e 2013, disponibilizados pelo PNUD, que os obteve junto do Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde. Todavia, tendo em vista dispor de uma melhor cobertura geográfica do território, complementarmente foram também recolhidos dados pluviométricos das seguintes fontes:

- ORSTOM, 1983. *République du Cap-Vert. Précipitations journalières de l'origine des stations a 1977*. Bondy, République du Cap-Vert, Ministère de l'Agriculture/République Française, Ministère des Relations Extérieures, Coopération et Développement.

Publicação que contém a precipitação registada em todos os postos pluviométricos de Cabo Verde desde a sua entrada em funcionamento até 1977.

- FAO, 2001. *FAOclim 2.0. Agroclimatic Database CD-ROM + Users Manual*. Environment and Natural Resources Working paper Nº 5. Disponível em http://www.fao.org/nr/climpag/pub/en1102_en.asp.

Contém registos de precipitação mensal até 1987.

- Hernández, Regla, 2008. *Caracterização dos solos da ilha de Santiago (Cabo Verde) numa perspectiva de sustentabilidade ambiental*. Aveiro, Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências (Dissertação de Mestrado em Geoquímica).

Publicação que, em anexo, contém dados de precipitação mensal registada em 5 postos da Ilha de Santiago até 2006.

Com todos os elementos disponíveis constituíram-se duas séries de dados:

- De longa duração (51 anos), entre os anos climatológicos de 1962/63 e de 2012/13
- De média dimensão, com 25 anos, entre 1962/63 e 1986/87.

A série de dados selecionados que servirá de base para o cálculo do índice SPI é, assim, constituída por 49 postos (quadro III) distribuídos no arquipélago da forma que se representa na Figura 64.

Tabela 40 - Séries de precipitação mensal utilizadas na análise do perigo de seca em Cabo Verde.

Ilha	Postos	Altitude	Períodos de observações			
			1962/63 a 2012/13	Meses completos (%)	1962/63 a 1986/87	Meses completos (%)
Santo Antão	Água das Caldeiras	1433	•	99.8		
	Boca de Coruja	165	•	92.5		
	Covão	605	•	88.7		
	Fajã Domingas Benta	200	•	92.5		
	Passagem	330	•	99.8		
São Vicente	Mindelo	10			•	94
São Nicolau	Cabeçalinho	515			•	84.7
	Cachaço	724			•	80.3
	Caleijão (Posto)	240	•	86.6		
	Morro Alto	280			•	85.0
	Praia Branca	170			•	100.0
	Vila da Ribeira Brava	200			•	84.0
Sal	Sal (Aeroporto)	54			•	92.0
Boavista	Fundo das Figueiras	20			•	100.0
	Sal Rei	10			•	100.0
Maio	Calheta Mte Vermelho	26	•	83		
	Vila do Maio	28	•	81		
Santiago	Achada Longueira				•	100.0
	Achada Monte	124			•	100.0
	Assomada	550	•	100		
	Babosa (Picos)	530	•	100		
	Chão Bom	16	•	96.2		
	Currálinho	950	•	90.6		
	Praia (Aeroporto)	64	•	100		
	Santa Cruz	15			•	99.3
	Santana	360			•	100.0
	São Domingos	247	•	92.5		
	São Francisco	140	•	100		
	São Jorge dos Órgãos	350	•	100		
	Serra da Malagueta	750	•	90.6		
	Telhal	360			•	100.0
Toril de Boaventura	150			•	100.0	
Trindade	205			•	99.3	
Fogo	Achada Fora	902			•	100.0
	Achada Furna	872	•	99.5		

	Atalaia	465	•	96.2		
	Cocho	800	•	98.1		
	Cova Figueira	485			•	100.0
	Monte Palha	1010			•	99.3
	Mosteiros	52	•	97.5		
	Patim	535			•	100.0
	Pau Cortado	485	•	97.8		
	Ribeira Ilhéu	362	•	95.9		
	São Filipe	80			•	99.7
Brava	Cachaço	588	•	89.8		
	Figueiral	605			•	98.0
	Furna	15			•	98.0
	Mato	725	•	84.1		
	Nova Sintra	490	•	89.9		

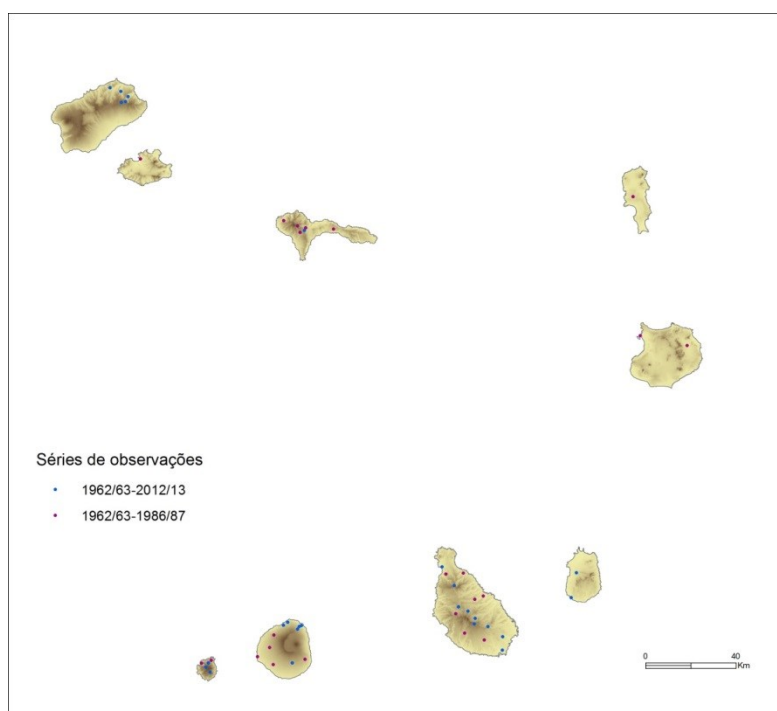


Figura 62 - Postos pluviométricos selecionados para a avaliação do perigo de secas em Cabo Verde.

A utilização dos dados disponíveis (Tabela 40) nestas fontes tem algumas implicações no estudo que se apresenta.

i) A rede de observações disponível só nas ilhas de Santiago, Fogo e Brava se pode considerar suficientemente densa e geograficamente bem distribuída, de modo a poder ser representativa dos principais sectores topo-climáticos das ilhas; nas ilhas rasas apenas se possuem dados de um ou dois postos e para períodos de curta duração; na ilha de Santo Antão, apenas está representado o sector NE da ilha e em S. Nicolau só se dispõe de dados das áreas central e setentrional da ilha. Como se pode constatar na figura 3, foi necessário recorrer a dados de um período menos atual e de menor duração para se poder obter representação de diversos sectores; todavia, o número de postos pluviométricos

seleccionados foi condicionado pelo seu funcionamento (muitas das vezes irregular), que se traduz num elevado número de lacunas e que inviabilizou a sua utilização.

ii) Adoptou-se como critério de selecção de postos o limite de 20% de lacunas nas séries de dados: dos 49 postos seleccionados, só 15 possuem séries sem falhas e 22 possuem menos de 10% de lacunas. As lacunas das séries foram preenchidas através do método de regressão linear a partir das correlações mais elevadas entre as estações mais próximas.

iii) Para as ilhas do Sal e da Boavista apenas se possuem séries de média duração; em S. Nicolau, apenas um posto possui uma série longa mas com um elevado número de falhas, tal como acontece também nos postos da ilha do Maio.

iv) A análise do conjunto das séries pluviométricas recolhidas revelou que a variabilidade contida nas séries de longa duração é superior à das séries de média duração, aspecto que influencia a qualificação dos eventos de seca nelas abrangidos. Concretamente deve realçar-se o facto de, nas séries longas, ser evidente o registo de quantitativos de precipitação mais elevados a partir da segunda metade dos anos 1990.

Face ao referido no ponto anterior, consideraram-se as séries longas como as mais informativas para este estudo, sendo utilizadas as séries de média duração para colmatar áreas com fraca ou nula cobertura pelas séries de maior duração.

Visando a avaliação da susceptibilidade ou propensão de uma área ser afectada pelas secas, foi utilizado o índice de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), derivado de imagens dos sensores Modis (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) que são espectro radiómetros que navegam a bordo dos satélites Terra (EOS AM) e Aqua (EOS PM). O USGS (*United States Geological Survey*) disponibiliza produtos derivados, nomeadamente o índice de vegetação utilizado neste trabalho (NDVI), com uma resolução espacial de 250 m e 16 dias de resolução temporal. Estas imagens foram recolhidas do sítio do *Global Visualization Viewer* [<http://glovis.usgs.gov/> último acesso em: 1 Abril de 2014]; foram recolhidas 23 imagens NDVI/Modis Terra e Aqua, no período de Julho de 2003 a Junho de 2003 e Julho de 2005 a Junho de 2006 (período coincidente com dados meteorológicos mais recentes, correspondendo o primeiro a um ano “seco” e o outro a um ano “normal” na estação meteorológica da Praia/Santiago). Por outro lado, foram recolhidas imagens do índice NDVI disponibilizadas pelo SPOT-VEGETATION PROGRAMME (<http://www.vgt.vito.be/>) para o período 1998-2013. A classificação de imagens NDVI para o mês de Novembro, coincidente com o final da estação chuvosa no arquipélago, visou produzir mapas que ilustrassem as condições de stress hídrico condicionantes da vegetação.

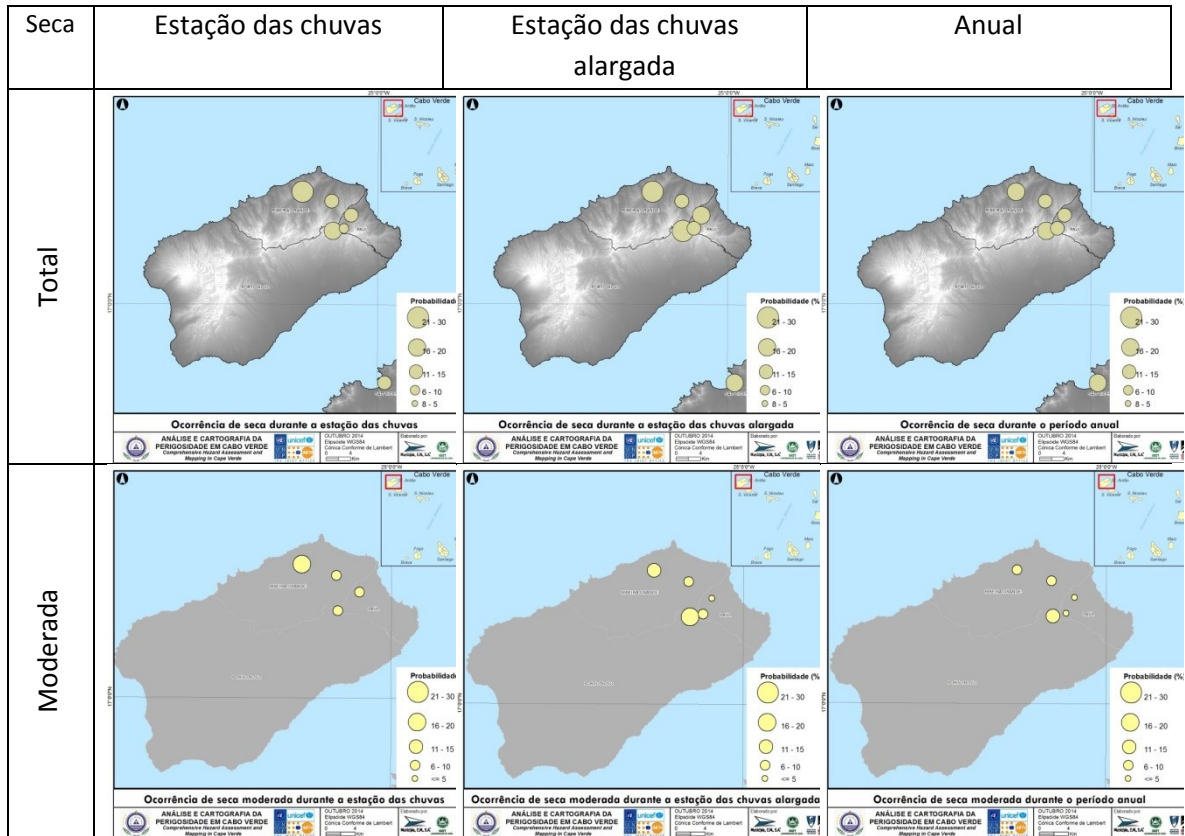
3.2.4. Representação/visualização

<p>Probabilidade (%)</p> <p>○ 21 - 30</p> <p>○ 16 - 20</p> <p>○ 11 - 15</p> <p>○ 6 - 10</p> <p>○ ≤ 5</p>	<p>Os mapas de perigosidade foram preparados com base na probabilidade de ocorrência de seca nos postos selecionados. Representou-se através de símbolos pontuais proporcionais à probabilidade em cada escala temporal e segundo o grau de severidade (à esquerda) que é representado por cores (em baixo).</p> <p>● seca ● seca severa</p> <p>● seca moderada ● seca extrema</p>
<p>Suscetibilidade</p> <p>■ Elevada</p> <p>■ Moderada</p> <p>■ Baixa</p>	<p>As classes de suscetibilidade à ocorrência de seca dão indicação da propensão espacial para a ocorrência de situações de seca meteorológica. As classes foram definidas em função da perigosidade e de fatores de predisposição que são enunciados no ponto relativo à Cartografia de susceptibilidade.</p>

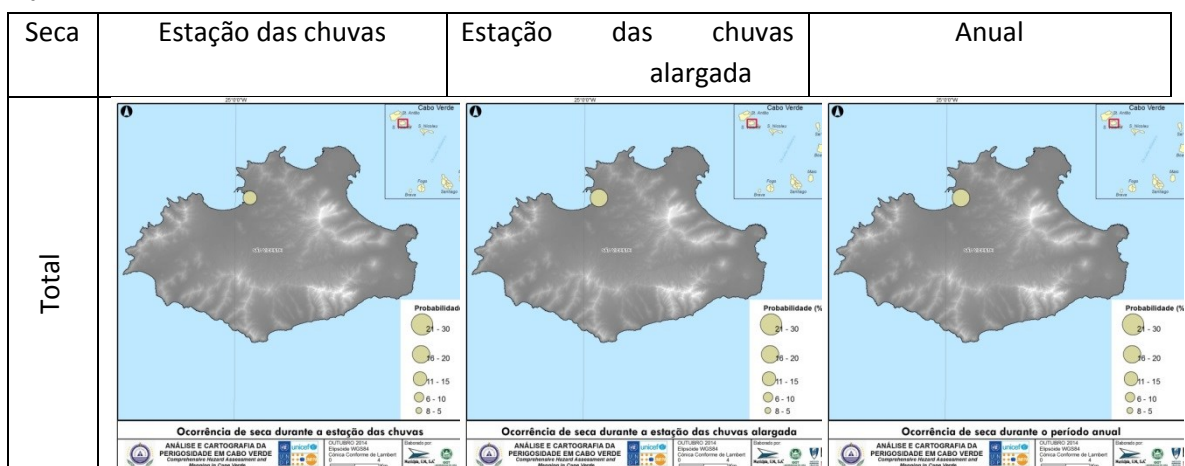
3.2.5. Cartografia da perigosidade e suscetibilidade

3.2.5.1. Cartografia da perigosidade

Foram produzidos mapas que ilustram a frequência de ocorrência de secas, por categoria de severidade (



a



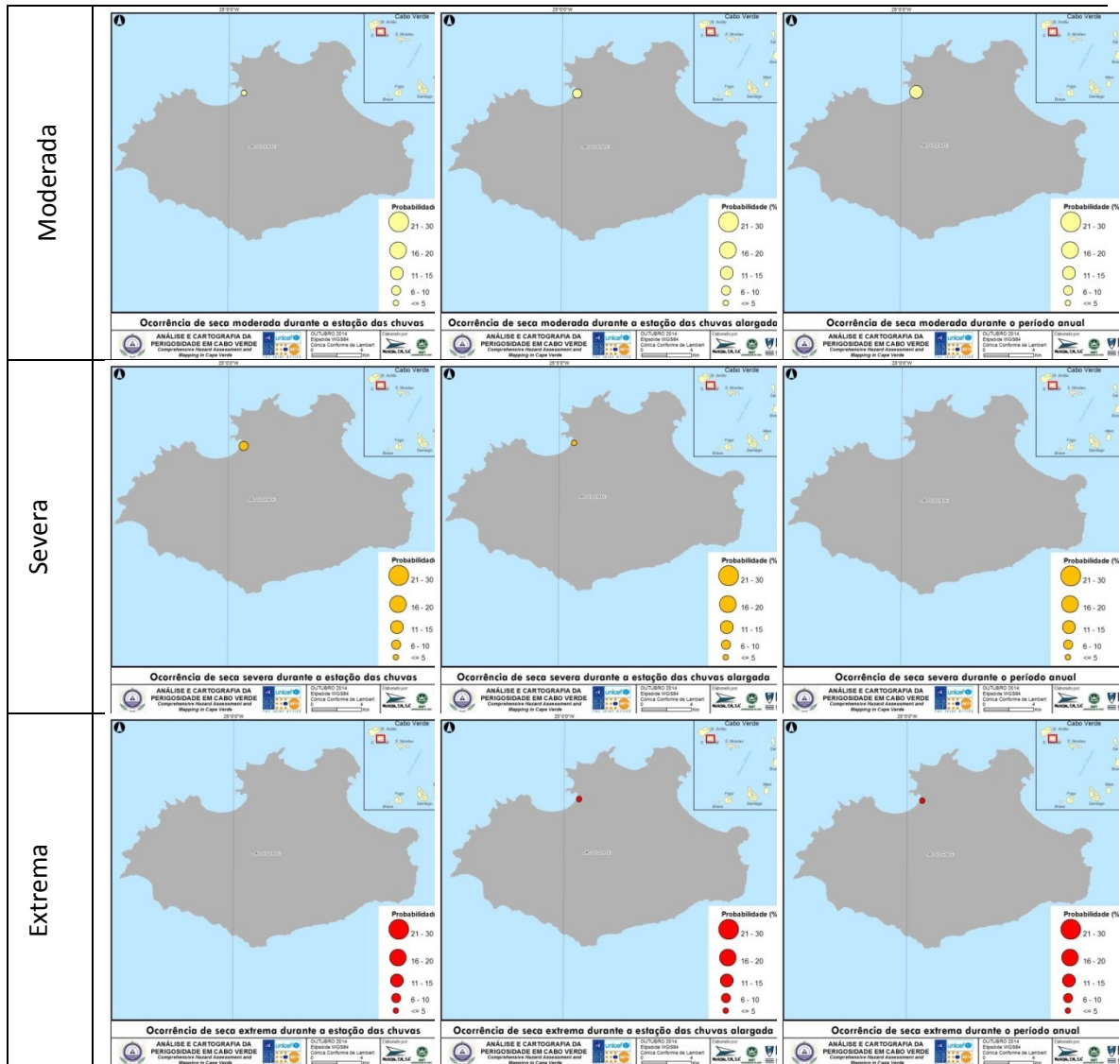
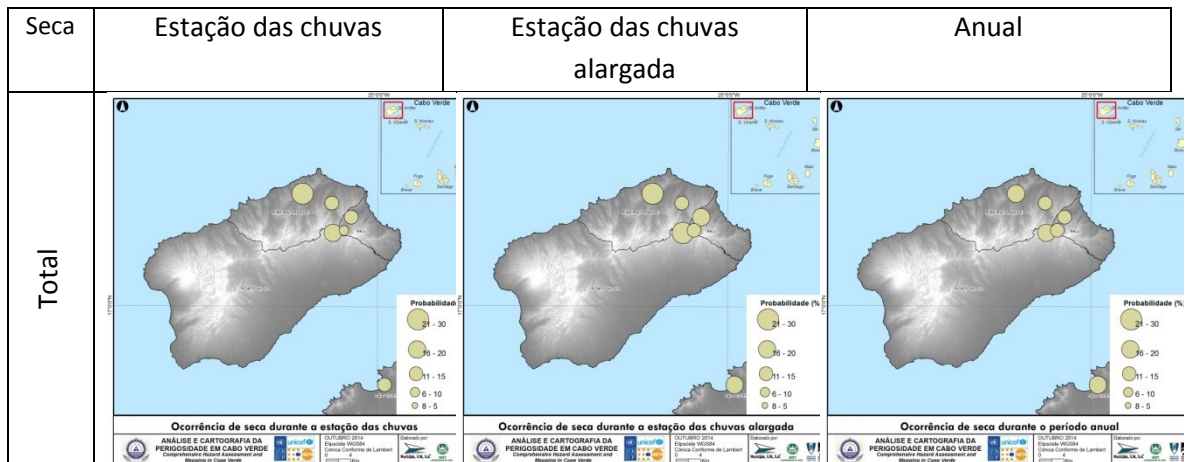


Figura 71), e para as três escalas temporais definidas.

A. Santo Antão



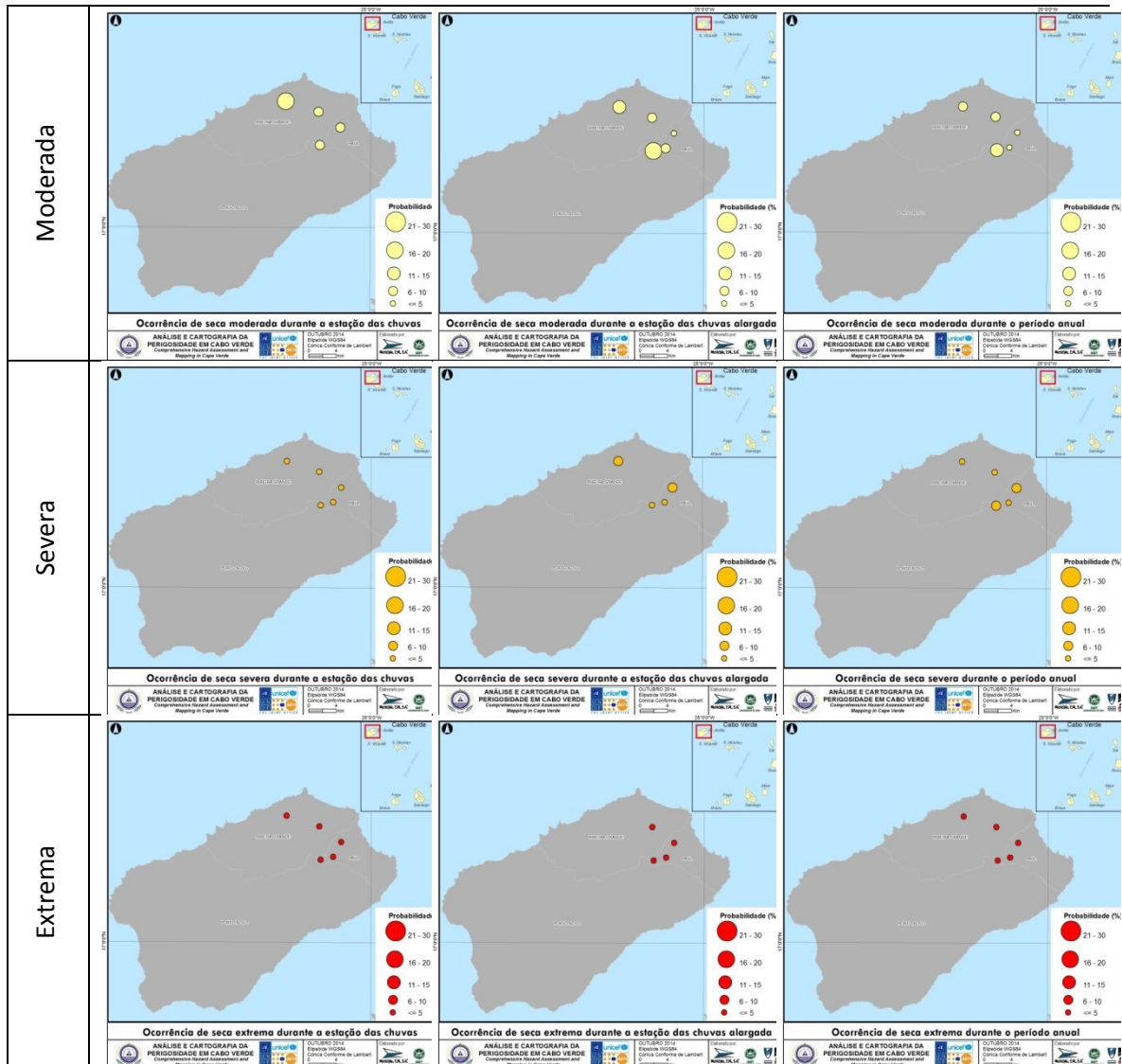


Figura 63 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Santo Antão).

B. Boavista

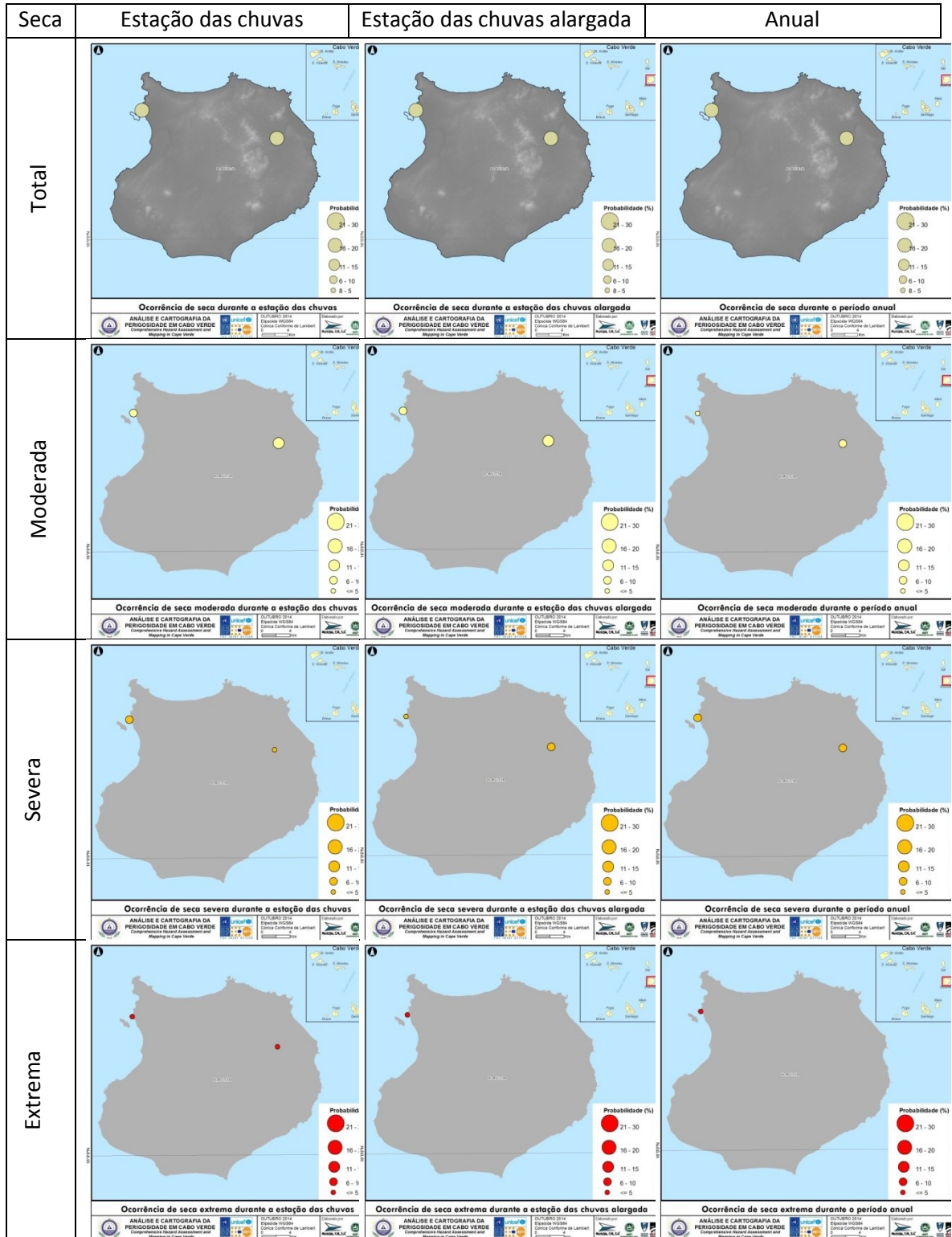


Figura 64 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Boavista).

C. Brava

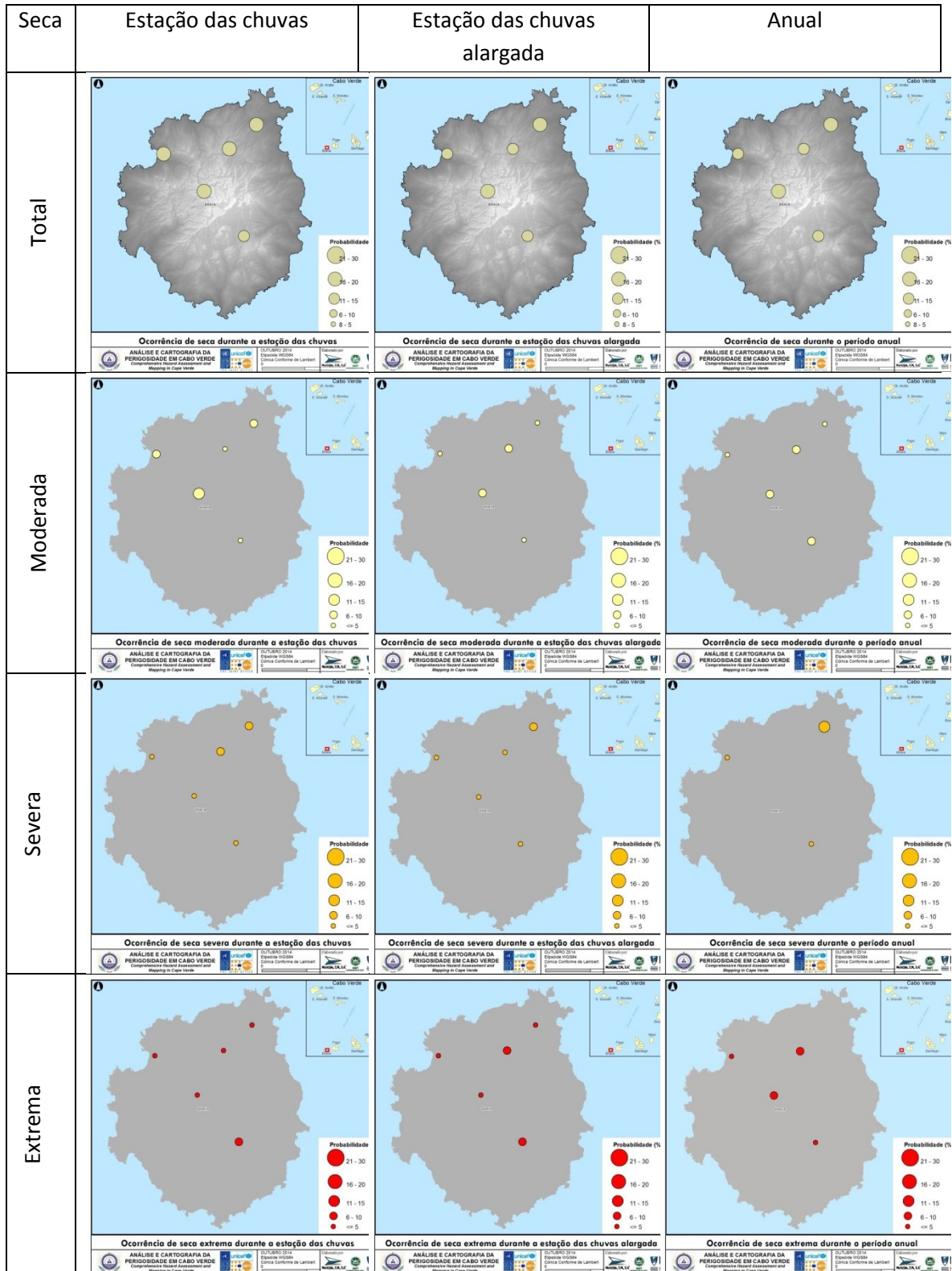


Figura 65 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Brava).

D. Fogo

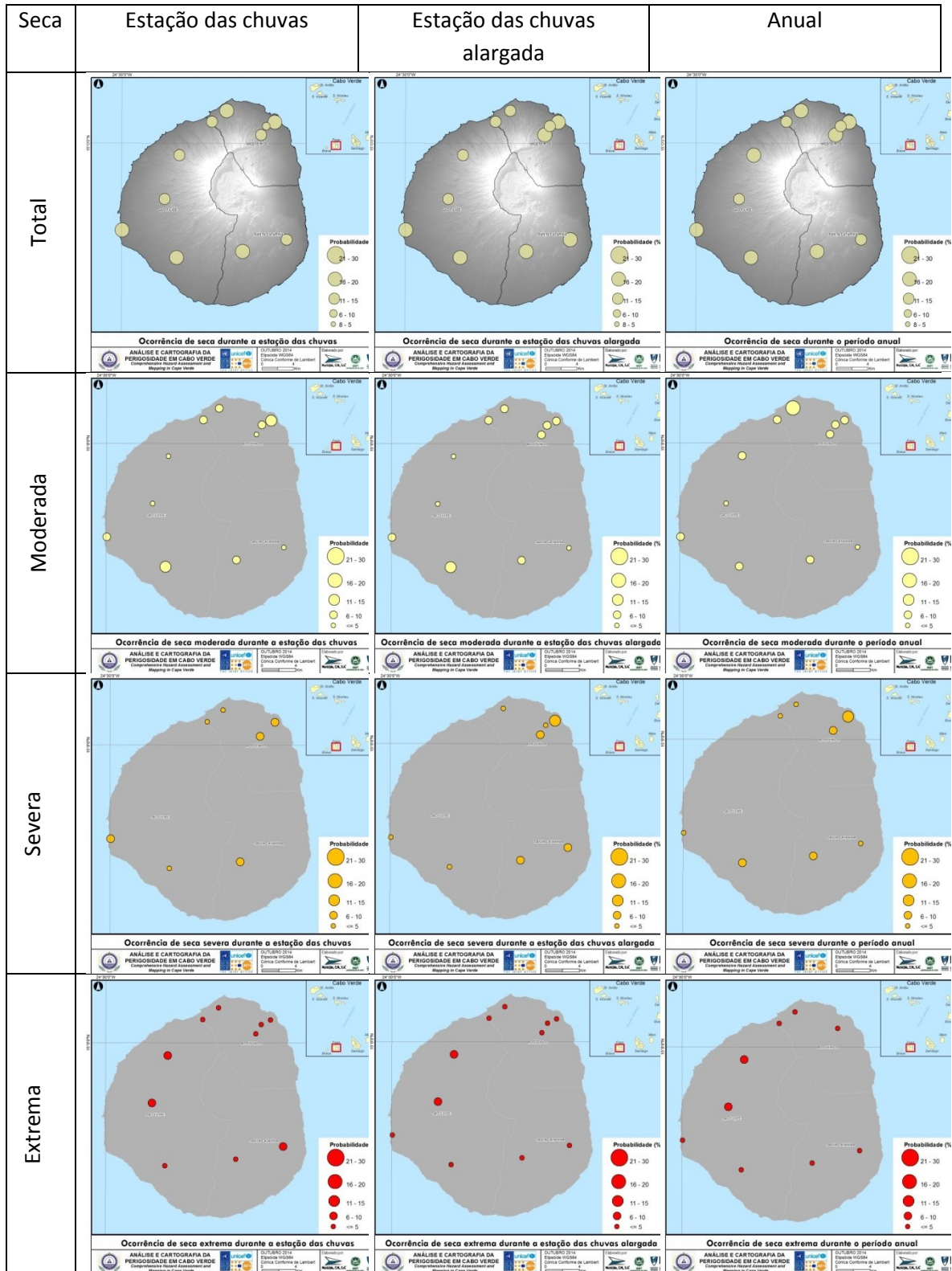


Figura 66 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Fogo).

E. Maio

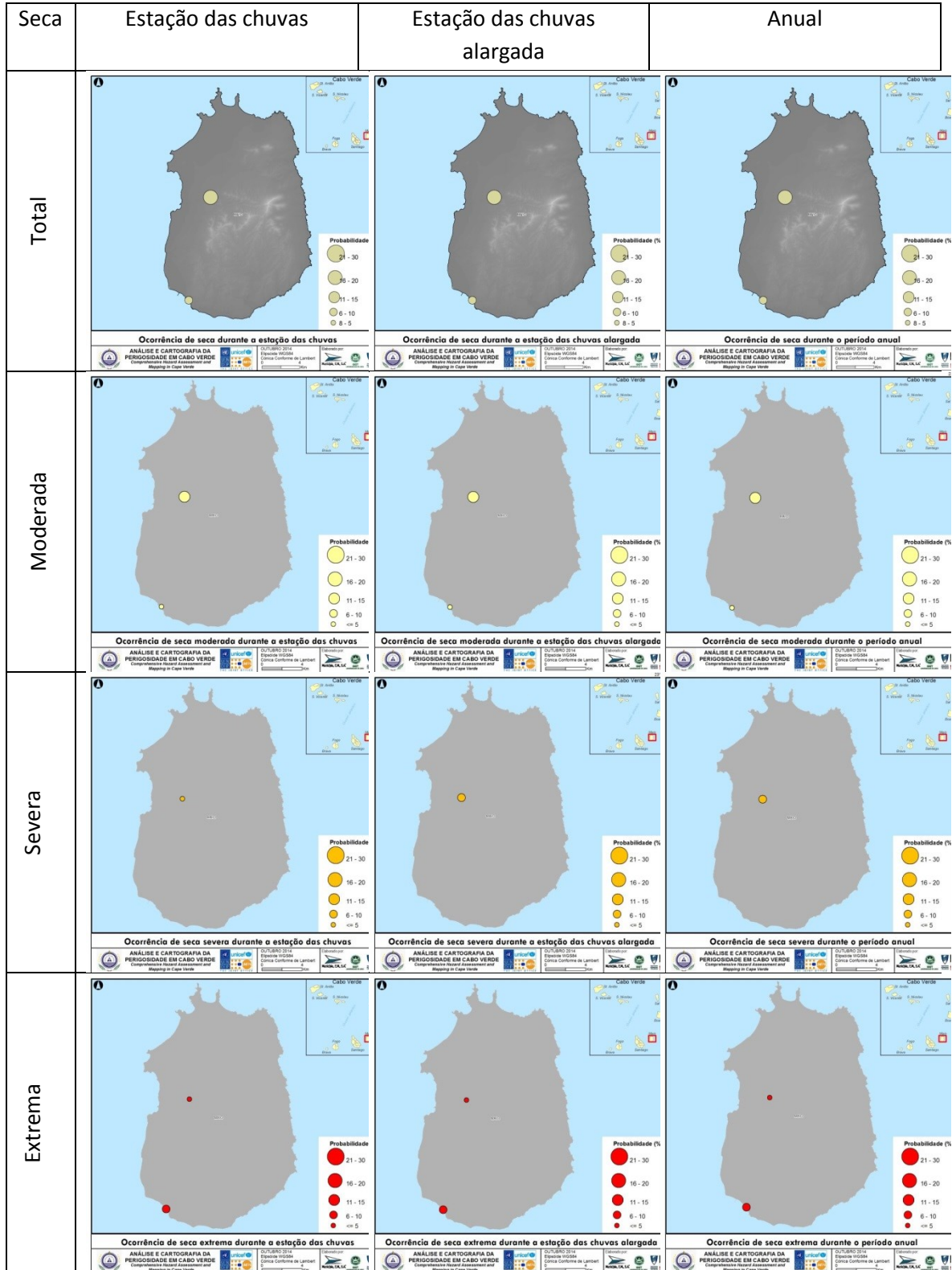


Figura 67 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Maio).

10 ANOS 1932-2022
INSTITUTO DE HIGIENE E
MEDICINA TROPICAL
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

F. Sal

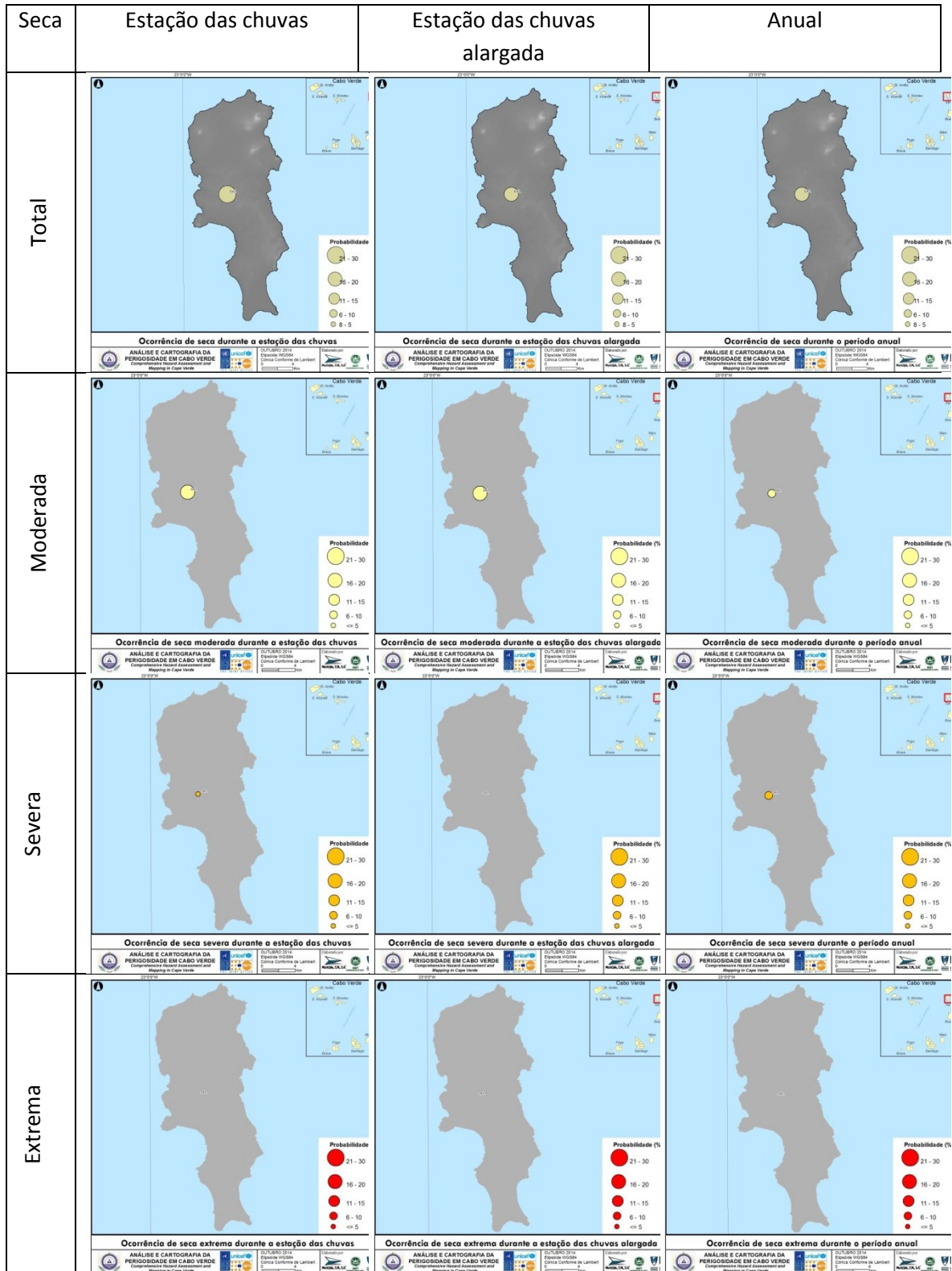


Figura 68 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Sal).

G. Santiago

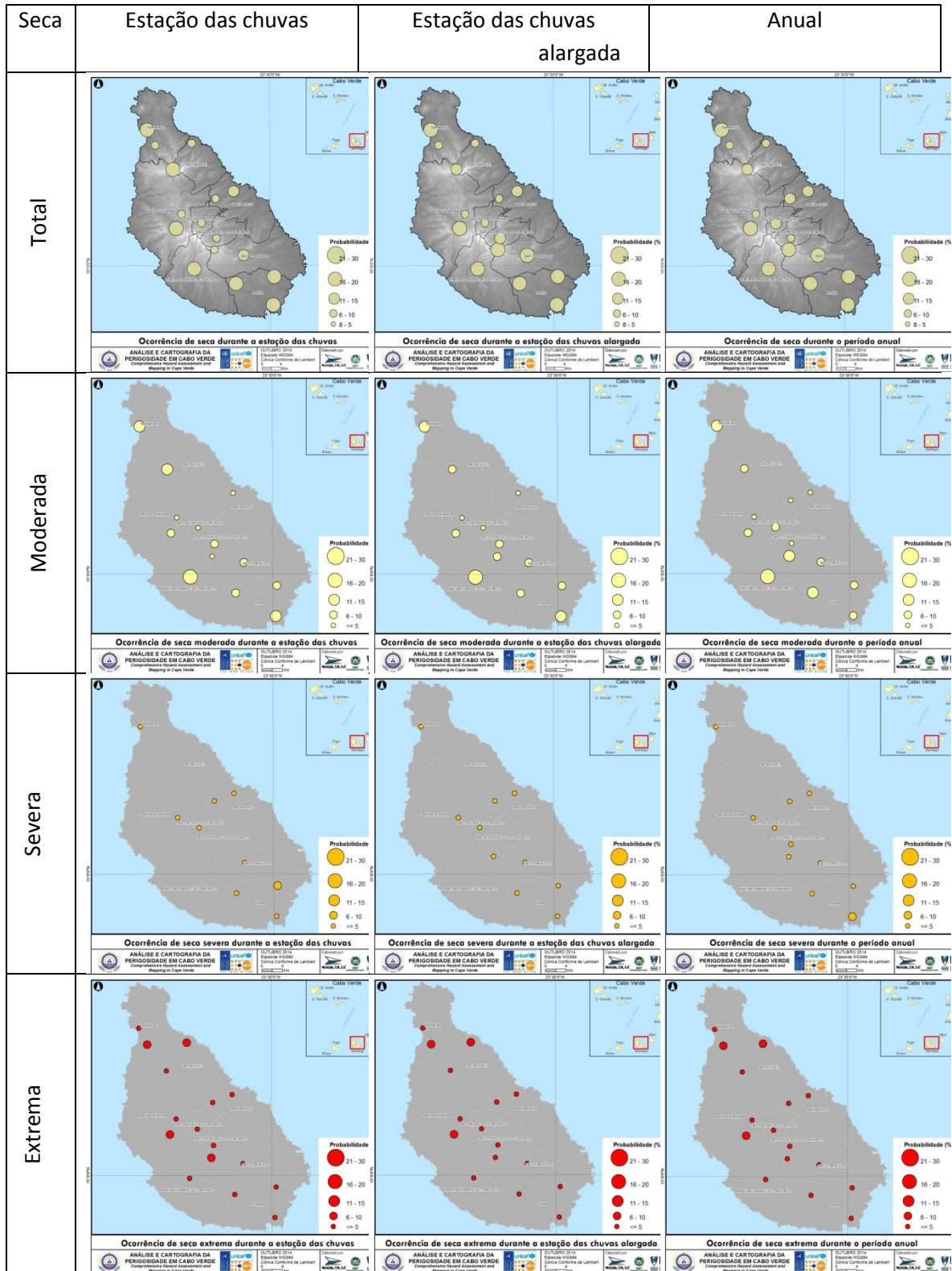


Figura 69 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (Santiago).

H. São Nicolau

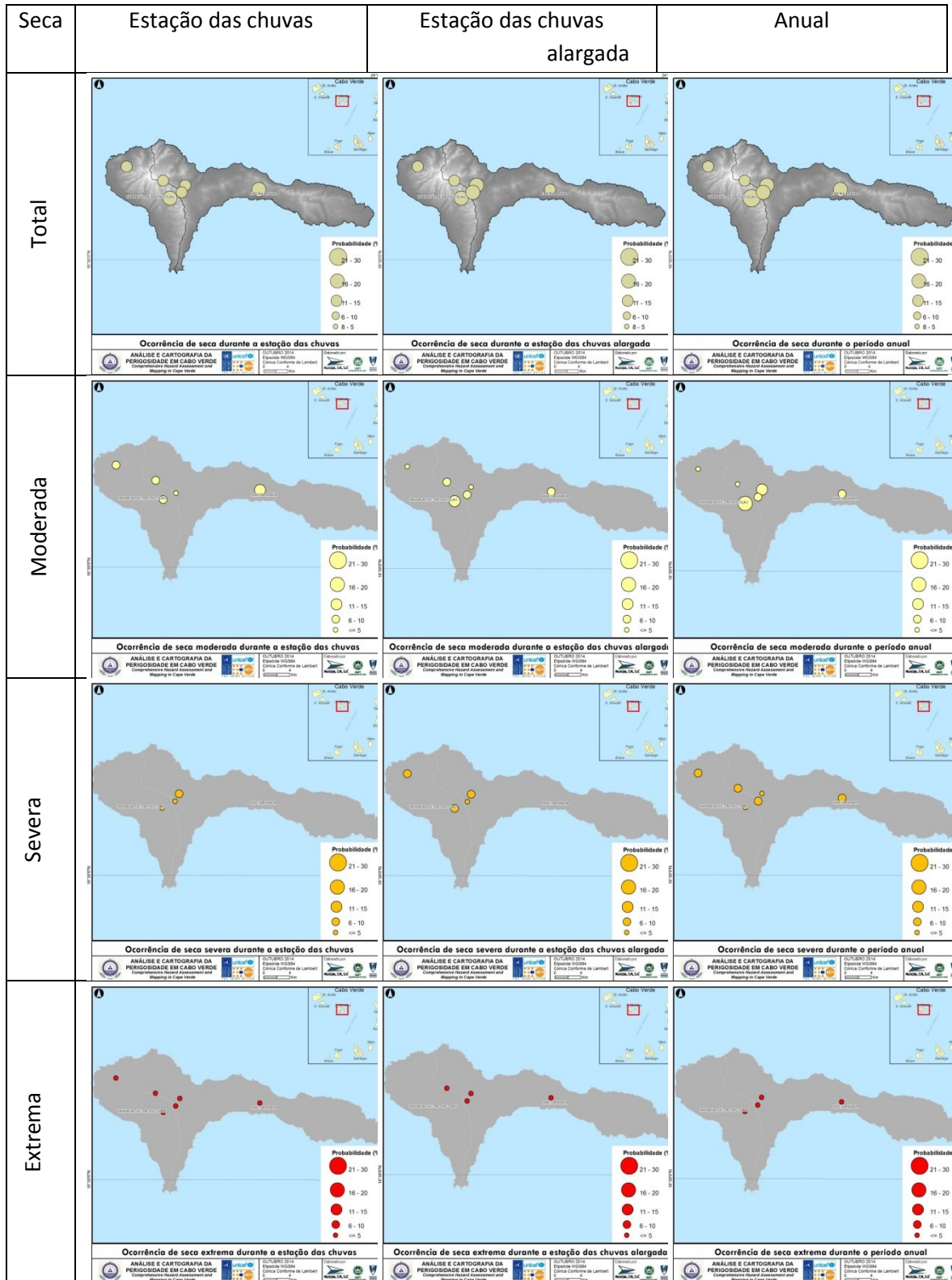


Figura 70 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (S. Nicolau).

I. São Vicente

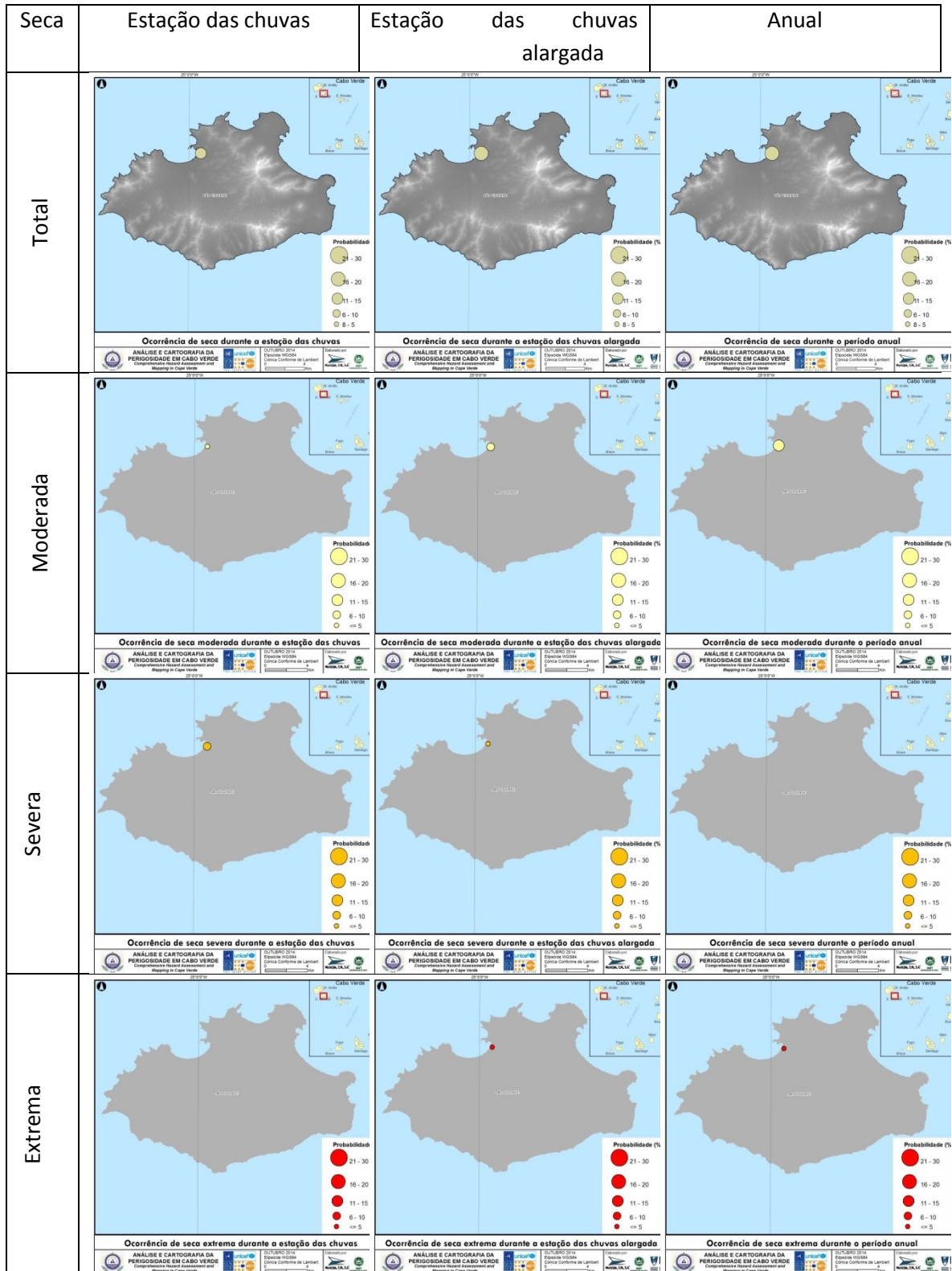


Figura 71 - Probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas (S. Vicente).

3.2.5.2. Cartografia da suscetibilidade

Como se referiu na metodologia, a cartografia de susceptibilidade reflecte a análise de perigosidade, complementada com a espacialização do índice NDVI verificado após o final da estação chuvosa em dois anos de seca meteorológica e com a ponderação da influência dos factores de predisposição:

- *Probabilidade de ocorrência*: de modo empírico, considerou-se que as áreas onde a probabilidade de ocorrência de secas é inferior a 10% possuem baixa suscetibilidade; que ela é média nas áreas onde a probabilidade se situa entre 10 e 20% e elevada quando esse valor é igual ou superior a 20%;
- *Índice NDVI (quantidade de biomassa)* – Considerando que este índice varia inversamente ao stresse hídrico da vegetação, pode constituir uma informação relevante para procurar delimitar as áreas de maior ou menor predisposição à seca. Desta forma, foram consideradas três classes de NDVI para expressar estes contrastes espaciais, evidenciados no final da estação chuvosa de dois anos de seca meteorológica: <0,3 (maior predisposição); 0,3 a 0,5 (predisposição intermédia); e > 0,5 (menor predisposição).
- *Posição geográfica no contexto do arquipélago*: aspecto fundamental, uma vez que determina que, como destaca Soares (2004), “as ilhas de Barlavento e Sotavento apresentem ligeiras diferenças climáticas, causadas por influências distintas por consequência das diferentes orientações e localizações do anticiclone dos Açores; Durante o inverno boreal as influências da advecção de ar frio proveniente das latitudes mais elevadas sobre o arquipélago são mais marcantes sobre as ilhas de Barlavento. As ilhas de Sotavento sentem em maior escala a influência da deslocação oscilatória dos sistemas equatoriais que acompanham o movimento do sol”;
- *Exposição* – A exposição aos fluxos responsáveis pela ocorrência de precipitação significa, de um modo geral, que as fachadas orientais das ilhas se apresentem mais favorecidas, uma vez que as chuvas registadas na estação chuvosa (Julho-Outubro) se devem, em primeiro lugar, à actividade da zona de convergência intertropical (ZCIT), quando esta “atinge a sua posição mais setentrional no seu movimento para o norte; (...) quando as monções de ar marítimo tropical muito instáveis determinam com a sua influência o estado do tempo sobre as ilhas e as ondas e perturbações móveis provenientes do interior do continente se movimentam sobre a região, aproximadamente entre 5 e 15 graus norte.” (Soares, 2004).
- *Altitude* – Com excepção das chamadas “Ilhas Rasas”, a orografia das ilhas determina que a altitude, em geral, contribua para um reforço das precipitações, atenuando a predisposição para a ocorrência de seca. Nos casos particulares das ilhas do Fogo (em que altitude máxima atinge os 2829 m) e Santo Antão (1980 m no topo da Coroa), admite-se que nas suas partes elevadas se verifique já uma redução da precipitação, relacionada com a maior estabilidade que predomina, nestas regiões, a esses níveis da troposfera.

A. Santo Antão

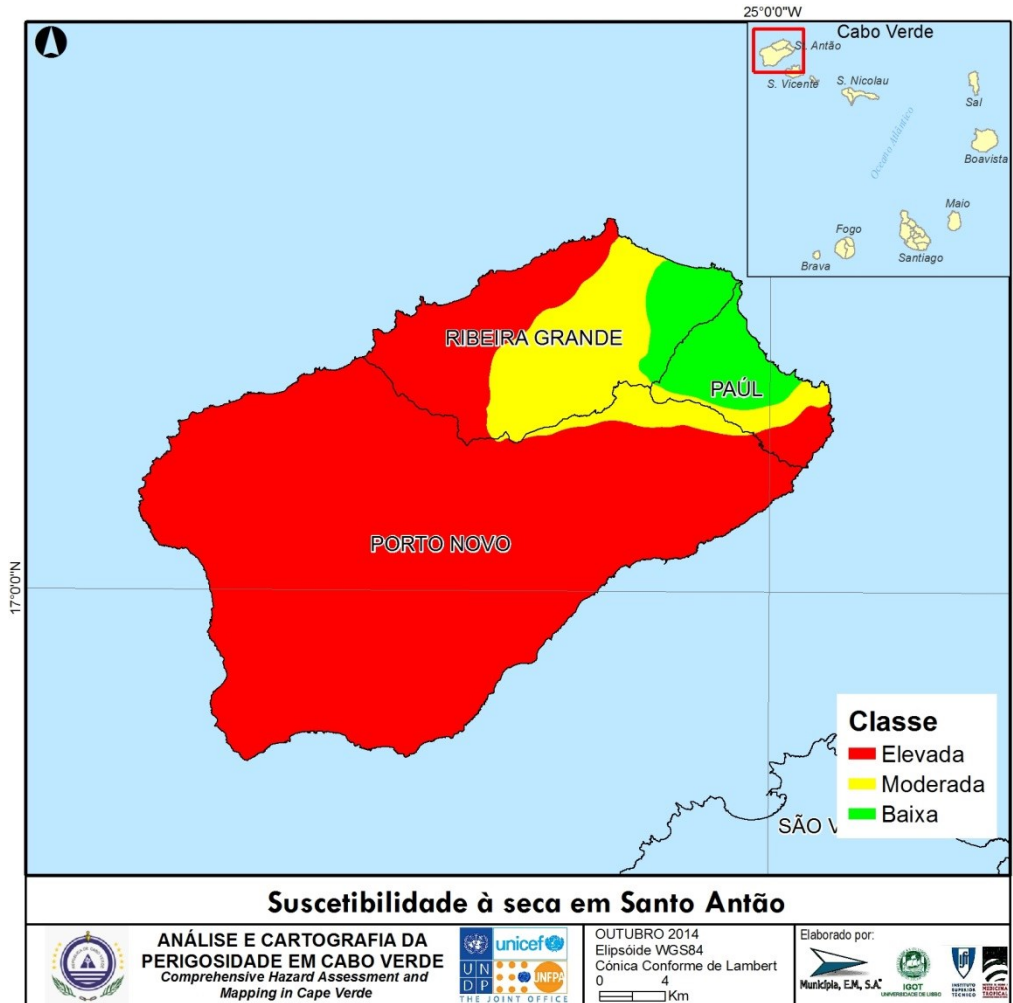


Figura 72 - Suscetibilidade à seca em Santo Antão.

B. Boavista

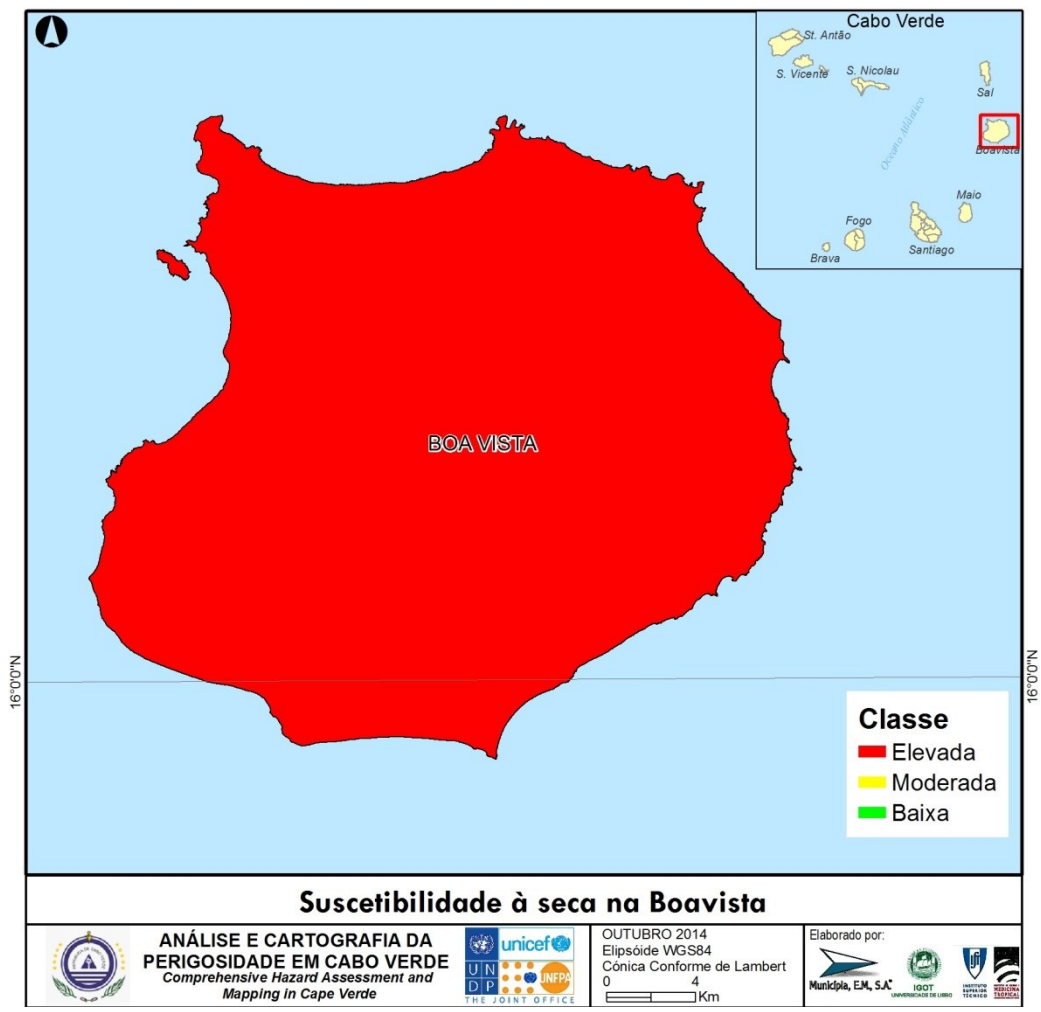


Figura 73 - Suscetibilidade à seca na Boavista.

C. Brava

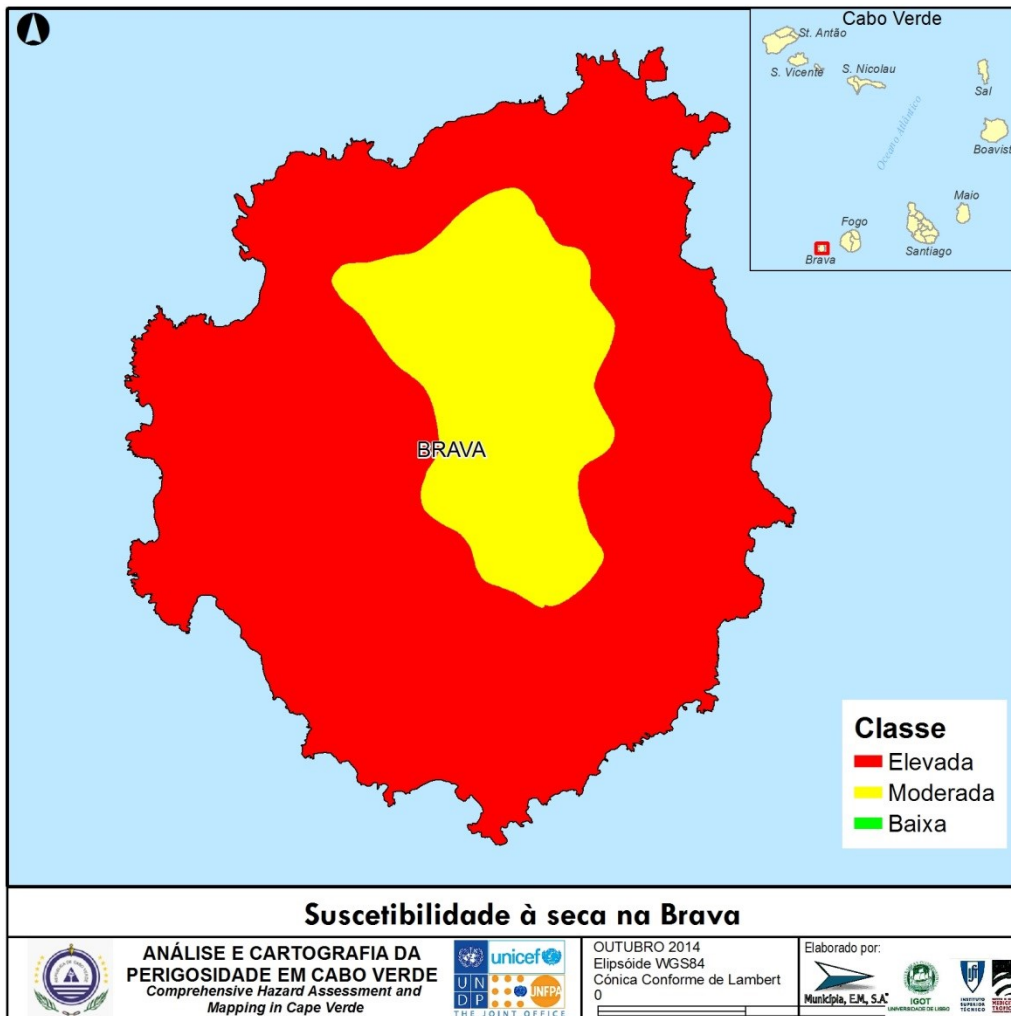


Figura 74 - Suscetibilidade à seca na Brava.

D. Fogo

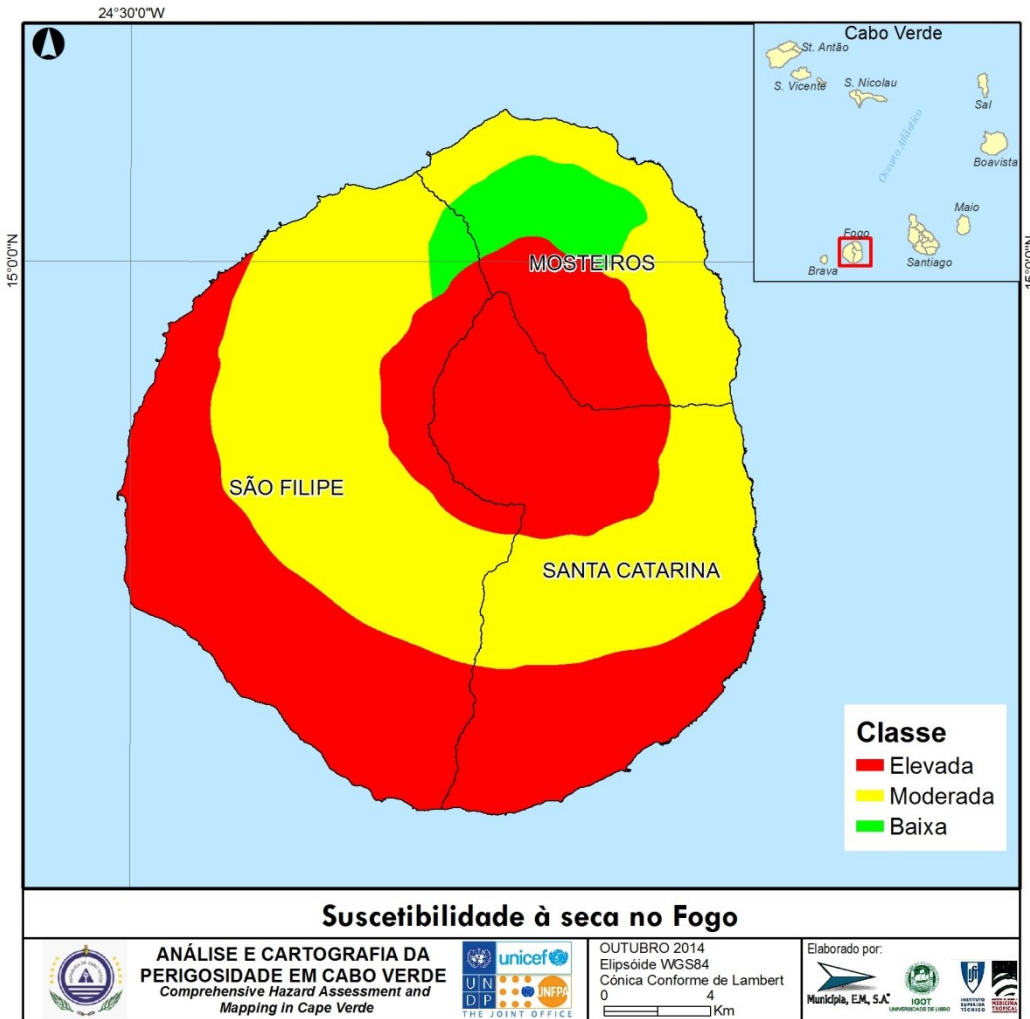


Figura 75 - Suscetibilidade à seca no Fogo.

E. Maio

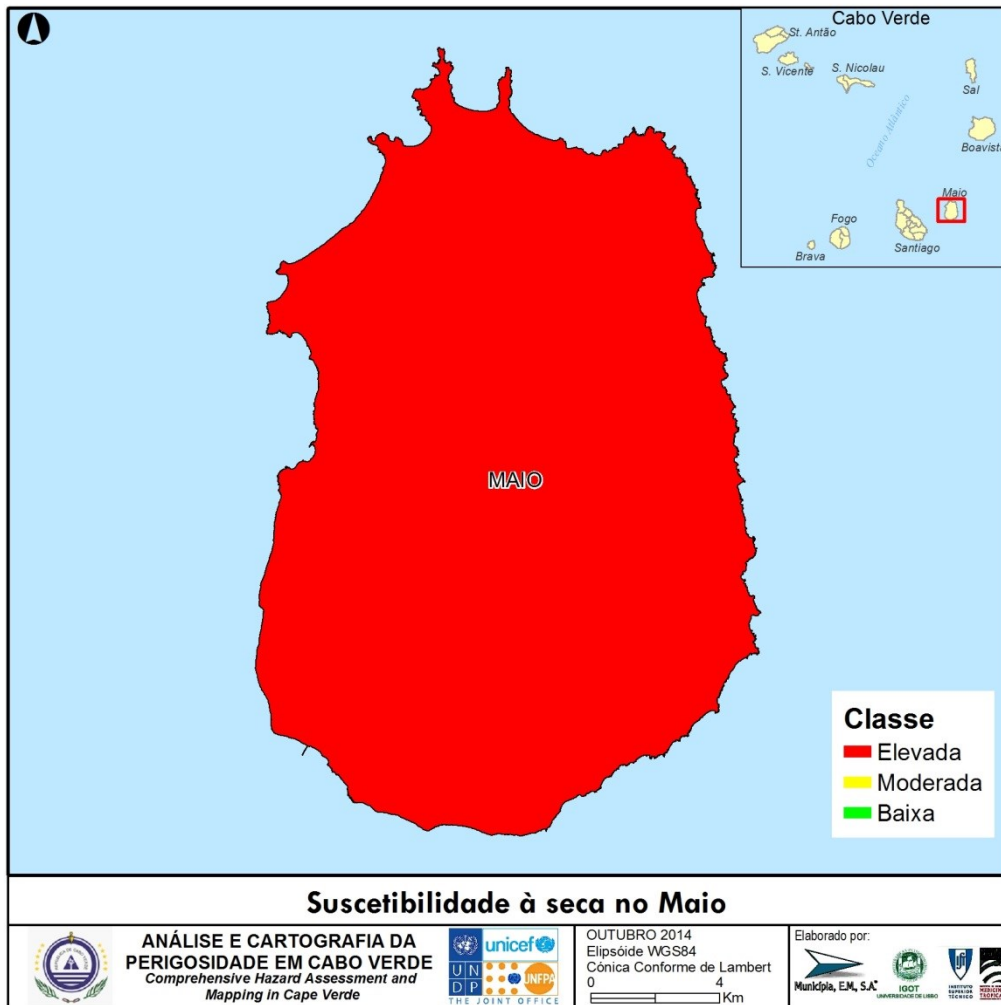


Figura 76 - Suscetibilidade à seca no Maio.

F. Sal

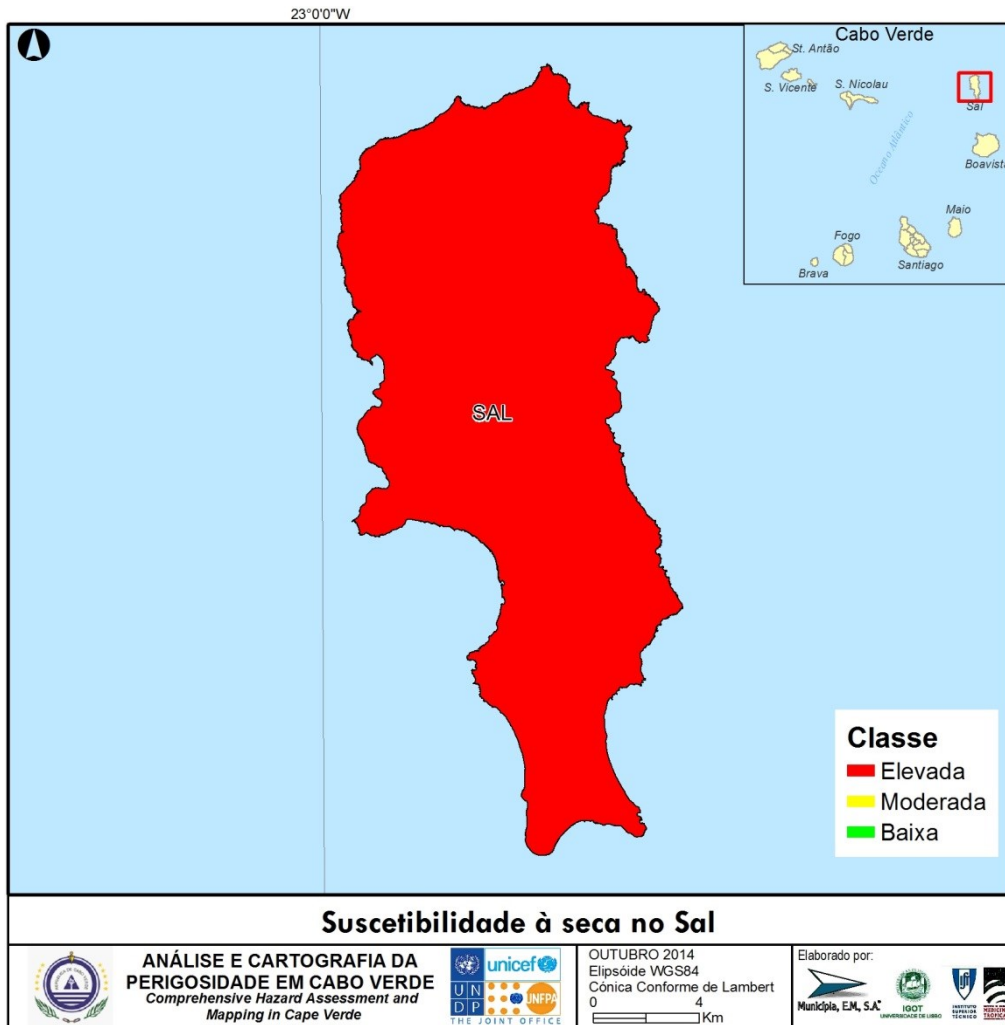


Figura 77 - Suscetibilidade à seca no Sal.

G. Santiago

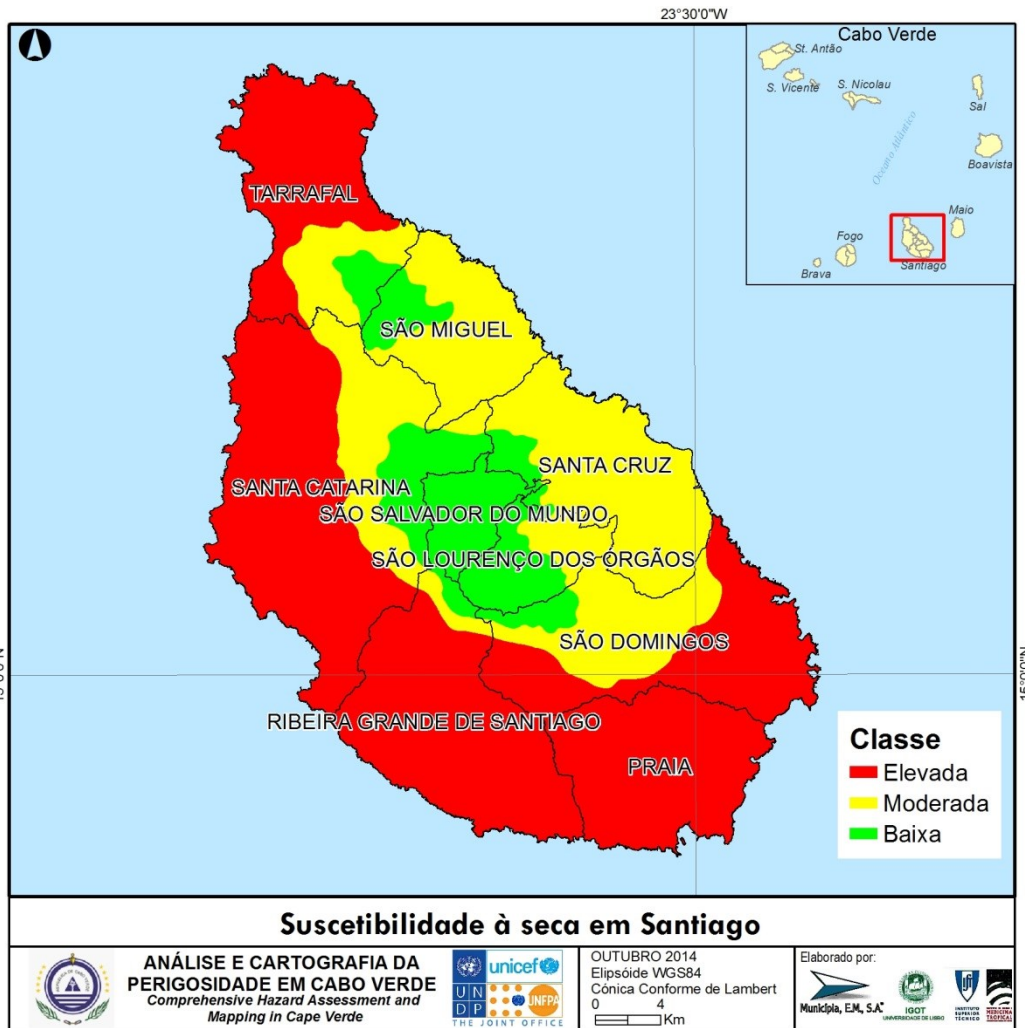


Figura 78 - Suscetibilidade à seca em Santiago.

H. São Nicolau

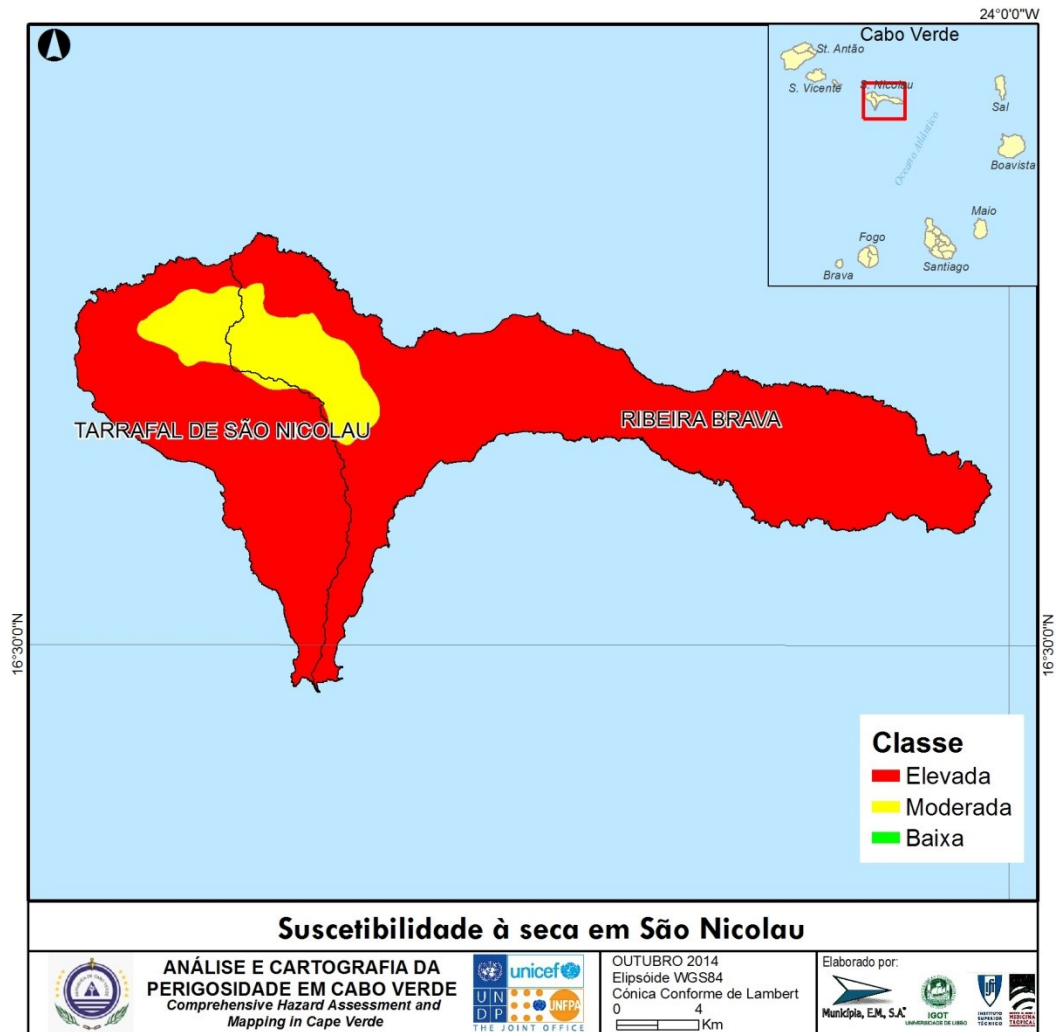


Figura 79 - Suscetibilidade à seca em S. Nicolau.

I. São Vicente

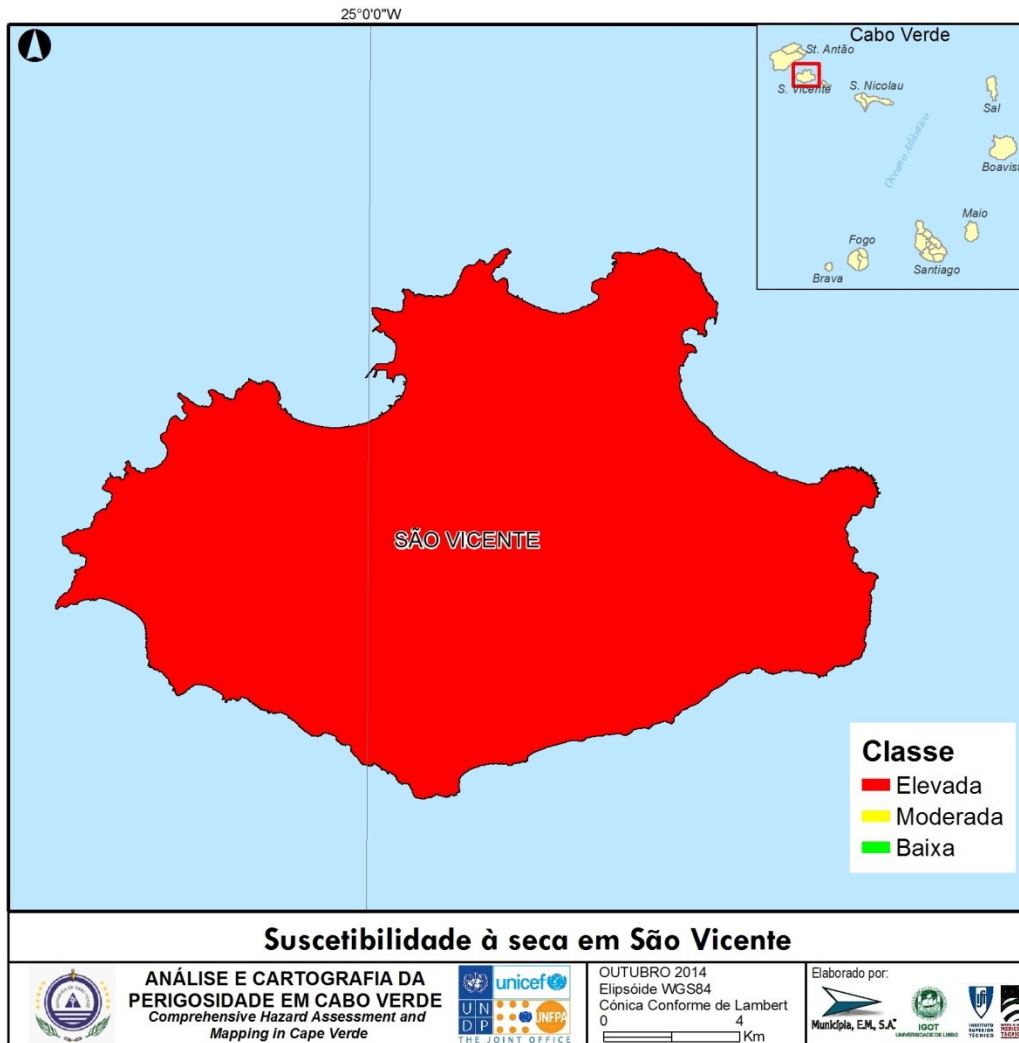


Figura 80 - Suscetibilidade à seca em S. Vicente.

3.2.6. Análise da perigosidade e suscetibilidade

3.2.6.1. Análise da perigosidade

Numa avaliação preliminar da perigosidade associada às secas em Cabo Verde, procedeu-se à análise das séries de dados de precipitação disponíveis (anuais e mensais) com maior duração, as quais compreendem 51 anos de registos, no período contínuo 1962/63-2012/13. Estas séries cinquentenárias permitem enquadrar a variabilidade temporal da precipitação no arquipélago nas últimas décadas e asseguram a identificação de eventos de seca muito marcantes na história recente de Cabo Verde, pelos seus impactos ambientais e socioeconómicos. Note-se que, num território onde a irregularidade interanual da precipitação é tão acentuada (Correia, 1998; Querido, 2010), um histórico de registos semicentenário pode ainda não ser suficiente para uma avaliação robusta da perigosidade associada a este fenómeno; no entanto, define-se assim o período contínuo relativamente ao qual foi possível compilar a informação necessária à prossecução desta avaliação preliminar.

Como se referiu anteriormente nesta análise, considerou-se ajustado enfatizar a relevância dos eventos de seca que afectam a estação chuvosa propriamente dita (Julho-Outubro), sem prejuízo da determinação das probabilidades de ocorrência nos outros dois períodos: a estação das chuvas alargada e o ano climatológico.

Do ponto de vista da cronologia e sucessão temporal de eventos de seca neste período de 51 anos (Figura 80 e Figura 81), sobressaem alguns aspetos:

- Uma profunda crise nos anos 70, com dois eventos de seca extrema em 1972 (generalizada a todo o arquipélago) e 1977;
- A ocorrência de outros períodos críticos com nítido predomínio de secas, tais como os primeiros anos da década de 80 e na década de 90 quando a estação das chuvas foi seca em mais de 50% dos postos;
- No século XXI, tem-se registado uma sucessão de anos em que a estação das chuvas tem sido normal ou mesmo húmida (Figura 83); só em 2004 e 2005 se verificaram situações de seca meteorológica, com carácter pontual nas ilhas do Fogo e Brava e com severidade moderada; já em Santo Antão, em 2005, a seca foi severa e extrema e atingiu toda a área.

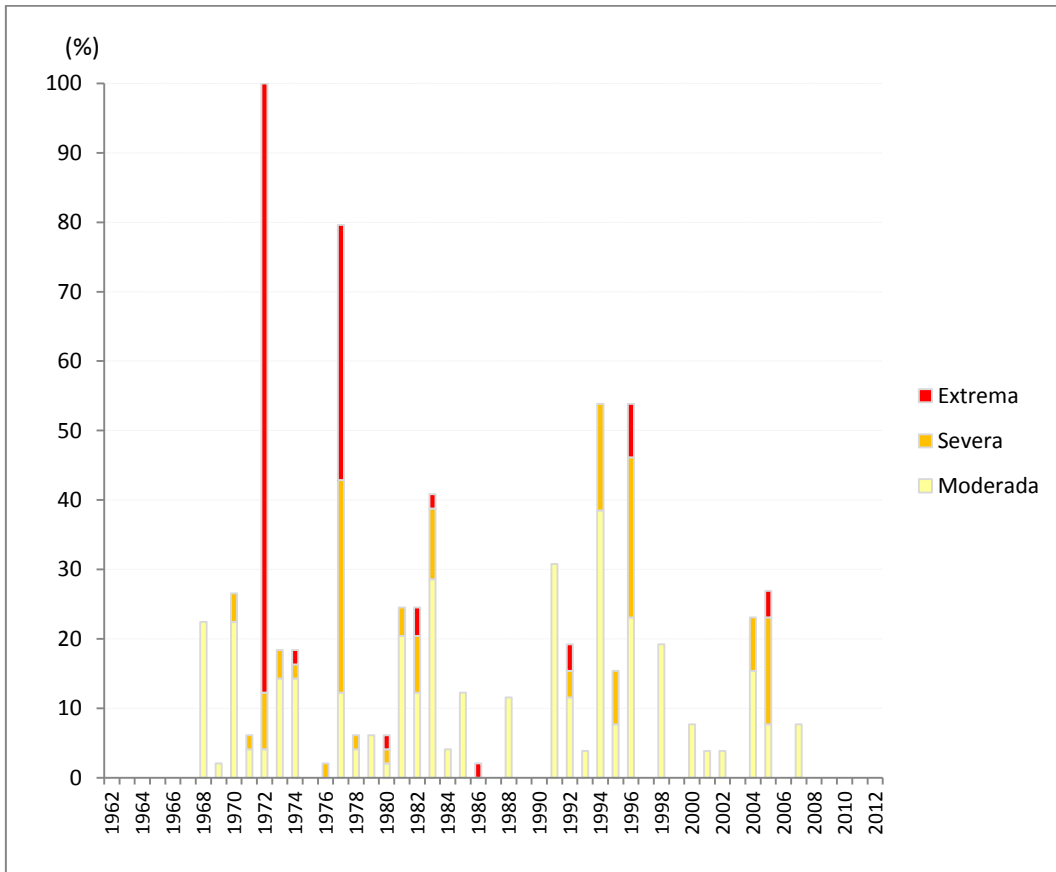


Figura 81 - -- Postos pluviométricos afetados pela ocorrência de seca entre 1962/63 e 2012/13.

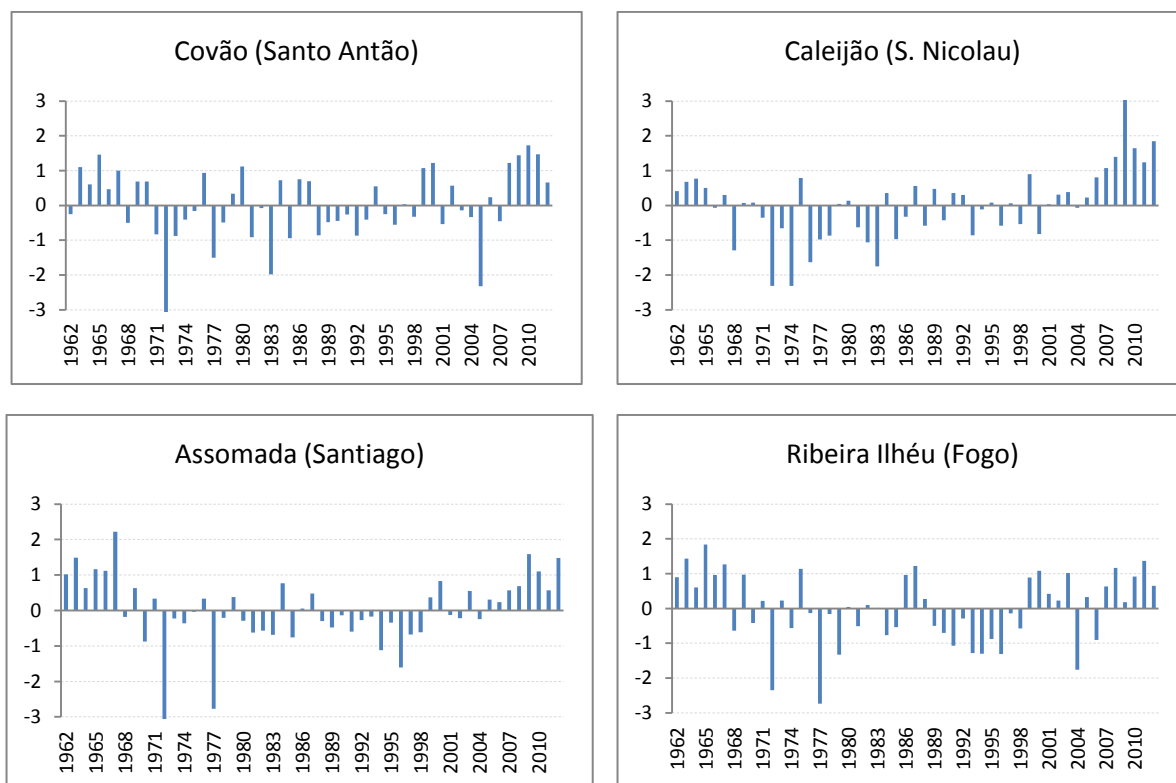


Figura 83 - Séries de SPI-4 (estação chuvosa) em alguns postos pluviométricos das ilhas agrícolas.

Para além da ocorrência temporal dos eventos de seca é da maior importância nesta avaliação preliminar de perigosidade considerar a probabilidade de eventos por classe de magnitude (ou severidade) deste fenómeno. Com esse objetivo foi determinada, para as três unidades temporais de análise, a probabilidade de ocorrência de secas segundo as três categorias de severidade: “moderada-SM”; “severa-SS” e “extrema-SE” (Tabela 41).

Tabela 41 - Probabilidade (%) de ocorrência de seca na estação das chuvas, na estação das chuvas alargada e no ano climatológico em Cabo Verde.

Ilha	Nome	Julho-Outubro				Julho-Dezembro					Julho-Junho					% da precip. média anual		
		R	SM	SS	SE	Total	R	SM	SS	SE	Total	R	SM	SS	SE	Total	Jul-Out	Jul-Dez
Santo Antão	Água das Caldeiras	407.2	10	2	4	16	493.3	16	4	2	22	546.6	12	6	2	20	74.5	90.2
	Boca de Coruja	274.8	20	4	2	25	317.3	14	8	0	22	340.7	10	4	4	18	80.6	93.1
	Covão	505.2	0	4	4	8	604.3	8	2	4	14	649.5	4	4	4	12	77.8	93.0
	Fajã Domingas Benta	344.2	8	4	2	14	415.4	10	0	4	14	441.1	8	2	4	14	78.0	94.2
	Passagem	423.8	10	2	2	14	505.6	4	10	2	16	541.1	2	10	2	14	78.3	93.4
São Vicente	Mindelo	53	4	8	0	12	56.9	8	4	4	16	60.6	12	0	4	16	87.5	93.9
São Nicolau	Cabeçalinho	130	8	4	4	16	147.2	12	8	0	20	151.2	16	4	4	24	85.8	97.3
	Cachaço	223	8	0	4	12	249.2	8	0	4	12	258.6	4	8	0	12	86.1	96.4
	Caleijão (Posto)	160.3	4	4	4	12	167.3	8	4	4	16	168.8	8	6	2	16	95.0	99.1
	Morro Alto	109	12	0	4	16	118.5	8	0	4	12	120.2	8	8	4	20	90.3	98.5
	Praia Branca	167	8	0	4	12	173.4	4	8	0	12	175.2	4	8	0	12	95.5	98.9
	Vila da Ribeira Brava	112	0	8	4	12	121.9	4	8	4	16	128.2	12	4	4	20	87.2	95.1

Sal	Sal (Aeroporto)	54.5	20	4	0	24	58.7	20	0	0	20	65.6	8	8	0	16	83.1	89.5
Boavista	Fundo das Figueiras	57.6	12	4	4	20	58.9	12	8	0	20	60.0	8	8	0	16	95.6	97.8
	Sal Rei	81.6	8	8	4	20	84.0	8	4	4	16	85.4	4	8	4	16	95.6	98.4
Maio	Calheta Mte Vermelho	163.2	13	2	4	19	168.0	11	6	2	19	170.2	11	6	2	19	95.9	98.7
	Vila do Maio	134.6	4	0	6	10	137.0	4	0	6	10	137.8	4	0	6	10	97.7	99.4
Santiago	Achada Longueira	293	0	0	8	8	302.4	0	0	8	8	304.2	0	0	8	8	96.3	99.4
	Achada Monte	218	0	0	8	8	224.9	0	0	8	8	228.8	0	0	8	8	95.2	98.3
	Assomada	468.1	2	2	4	8	491.4	2	2	4	8	497.1	2	2	4	8	94.2	98.9
	Babosa (Picos)	426.5	2	2	4	8	448.7	4	2	4	10	453.8	6	2	4	12	94.0	98.9
	Chão Bom	216.6	14	2	2	18	224.2	12	4	2	18	228.5	12	4	2	18	94.8	98.1
	Curralinho	468.8	2	0	6	8	492.1	10	2	4	16	499.4	12	2	4	18	93.9	98.5
	Praia (Aeroporto)	165.1	12	4	4	20	171.1	12	4	4	20	174.2	10	6	4	20	94.8	98.2
	Santa Cruz	224	4	4	4	12	246.1	4	4	4	12	252.4	4	4	4	12	88.7	97.5
	Santana	276	16	0	4	20	283.0	16	0	4	20	287.5	16	0	4	20	96.1	98.4
	São Domingos	282.7	6	4	4	14	304.8	10	4	4	18	309.9	8	4	4	16	91.2	98.4
	São Francisco	200.7	8	6	2	16	208.9	10	2	4	16	212.8	8	4	4	16	94.3	98.2
	São Jorge dos Orgãos	420.0	6	0	4	10	447.2	8	0	4	12	457.7	2	2	4	8	91.8	97.7
	Serra da Malagueta	634.2	12	0	4	16	665.1	10	0	4	14	674.8	10	0	4	14	94.0	98.6
	Telhal	326	8	0	8	16	343.5	8	0	8	16	347.1	8	0	8	16	93.8	99.0
	Toril de Boaventura	227	0	4	4	8	239.9	0	4	4	8	245.1	4	4	4	12	92.7	97.9
Trindade	183	8	4	4	16	188.5	8	4	4	16	191.3	12	4	4	20	95.8	98.5	
Fogo	Achada Fora	242.1	4	0	8	12	248.0	4	0	8	12	251.5	4	0	8	12	96.3	98.6
	Achada Furna	255.3	8	6	4	18	262.2	8	6	4	18	266.8	8	6	4	18	95.7	98.3
	Atalaia	556.9	6	2	4	12	589.0	10	0	4	14	602.8	6	2	4	12	92.4	97.7
	Cocho	593.8	4	6	2	12	699.7	8	8	2	18	717.3	8	10	0	18	82.8	97.5
	Cova Figueira	261	4	0	8	12	315.6	4	8	4	16	326.8	4	4	4	12	79.9	96.6
	Monte Palha	419	4	0	8	12	437.1	4	0	8	12	450.0	8	0	8	16	93.1	97.1
	Mosteiros	262.1	10	6	2	18	290.8	6	10	2	18	300.4	8	10	0	18	87.2	96.8
	Patim	187	12	4	4	20	192.2	12	4	4	20	195.1	8	8	4	20	95.7	98.5
	Pau Cortado	436.9	6	0	4	10	486.5	6	2	4	12	501.6	8	0	4	12	87.1	97.0
	Ribeira Ilhéu	575.4	10	2	4	16	617.8	8	4	2	14	628.1	16	2	2	20	91.6	98.4
	São Filipe	108	8	8	0	16	110.5	8	4	4	16	113.8	8	4	4	16	95.2	97.1
Brava	Cachaço	234.3	2	2	8	12	244.1	4	2	6	12	248.8	6	2	4	12	94.2	98.1
	Figueiral	224	8	4	4	16	235.4	4	4	4	12	237.5	4	4	4	12	94.1	99.1
	Furna	135	8	8	4	20	140.0	4	8	4	16	143.0	4	12	0	16	94.1	97.9
	Mato	264.9	14	4	2	20	275.2	10	4	2	16	280.0	10	0	6	16	94.6	98.3
	Nova Sintra	229.1	4	8	4	16	239.9	6	2	6	14	244.7	6	0	8	14	93.6	98.0

Série 1962/63 - 2012/2013

Série 1962/63 - 1986/1987

R - precipitação (mm); SM - Seca Moderada; SS - Seca Severa; SE - Seca Extrema

De modo a poder servir de referência em ações de monitorização do fenómeno, foram ainda determinados para cada posto, os limiares de precipitação abaixo dos quais se consideram os diversos graus de severidade da seca meteorológica (Tabela 42); trata-se da quantidade de precipitação acumulada no período de Julho a Outubro a que correspondem os valores de:

$$SPI \leq -1, SPI \leq -1.5 \text{ e } SPI \leq -2.$$

Tabela 42 - Limiares de precipitação (mm) correspondentes aos diversos graus de severidade da seca durante a estação das chuvas em Cabo Verde.

Ilha	Nome	SM	SS	SE
Santo Antão	Água das Caldeiras	150.8	90.4	50.3
	Boca de Coruja	85.4	40.7	8.9
	Covão	214.1	138.3	84.0
	Fajã Domingas Benta	115.5	64.8	32.3
	Passagem	140.6	78.2	37.8
São Vicente	Mindelo	9.4	2.4	0.0
São Nicolau	Cabeçalinho	31.0	14.5	6.5
	Cachaço	79.5	46.7	25.3
	Caleijão (Posto)	35.7	15.4	6.7

	Morro Alto	34.0	18.5	8.9
	Praia Branca	46.8	22.9	9.7
	Vila da Ribeira Brava	27.5	12.8	5.2
Sal	Sal (Aeroporto)	7.4	1.8	1.0
Boavista	Fundo das Figueiras	18.9	10.7	5.8
	Sal Rei	10.5	3.4	1.9
Maio	Calheta Mte Vermelho	46.6	24.0	10.8
	Vila do Maio	42.1	22.8	10.8
Santiago	Achada Longueira	104.7	61.4	33.1
	Achada Monte	84.7	52.1	29.6
	Assomada	205.1	134.2	82.4
	Babosa (Picos)	215.8	153.4	104.9
	Chão Bom	76.2	44.0	22.7
	Currálinho	192.8	122.3	72.3
	Praia (Aeroporto)	53.8	30.2	16.0
	Santa Cruz	103.7	70.4	45.6
	Santana	73.9	36.9	16.7
	São Domingos	99.5	57.9	30.9
	São Francisco	76.1	44.0	8.3
	São Jorge dos Orgãos	209.9	148.5	101.4
	Serra da Malagueta	276.7	181.2	111.3
	Telhal	116.2	68.3	37.4
	Toril de Boaventura	105.7	71.8	46.5
Trindade	39.1	16.4	5.4	
Fogo	Achada Fora	110.7	74.6	48.2
	Achada Furna	84.5	47.5	24.3
	Atalaia	253.8	170.4	108.8
	Cocho	258.8	169.8	105.2
	Cova Figueira	91.4	53.1	28.2
	Monte Palha	214.5	153.3	106.0
	Mosteiros	100.7	61.7	35.5
	Patim	53.6	27.8	12.9
	Pau Cortado	211.1	146.2	97.1
	Ribeira Ilhéu	278.8	193.7	129.4
São Filipe	30.7	16.1	8.4	
Brava	Cachaço	82.8	48.4	26.7
	Figueiral	92.0	58.5	35.3
	Furna	48.7	29.0	16.6
	Mato	107.1	67.2	39.3
	Nova Sintra	92.3	58.1	34.4
	Série 1962/63 - 2012/2013			
	Série 1962/63 - 1986/1987			

Com vista à caracterização por ilha, como se pode observar no ponto anterior, foi elaborada a cartografia de perigosidade seguida de um breve comentário à sua distribuição. Foram produzidos mapas que ilustram a probabilidade de ocorrência de seca, por categoria de severidade e para as três escalas temporais definidas.

A. Santo Antão

Sendo uma ilha muito montanhosa, apresenta acentuados contrastes na distribuição da precipitação média anual, sendo de realçar que apenas se possuem elementos para os sectores setentrional e NE da ilha, o mais húmido.

Verifica-se que o sector mais setentrional (Boca de Coruja) é aquele que apresenta maior perigosidade em relação às secas (> 20 %) durante a estação das chuvas, em particular, com severidade moderada. A probabilidade de ocorrência de secas com maior severidade é baixa e generalizada. No sector

mais elevado (Água das Caldeiras - 1433 m) a estação das chuvas alargada regista uma probabilidade superior semelhante ao sector mais setentrional.

B. Boavista

Integra o grupo das “Ilhas Rasas”, nas quais, dado o carácter marcadamente árido do clima, não se afigura relevante a identificação de secas na perspectiva da análise de riscos naturais, uma vez que a ausência ou escassez de precipitação se manifestam de modo praticamente permanente. Dadas as baixas quantidades de precipitação (entre 50 e 80 mm), o índice não se afigura o mais adequado para descrever a intensidade dos eventos de seca meteorológica, sobretudo, os eventos de maior escassez.

C. Brava

Na ilha Brava, a perigosidade é mais elevada nas vertentes do sector setentrional da ilha, ou seja, nas áreas em contexto de barlavento. Nas situações de seca com maior severidade, a parte central da ilha é a menos afectada na estação das chuvas.

D. Fogo

A ilha do Fogo apresenta significativos contrastes espaciais em relação à perigosidade de secas, aspecto que se liga com a forte variabilidade espacial da precipitação. Com efeito a maior probabilidade de ocorrência de secas verifica-se no sector mais abrigado da ilha, a sotavento, e no litoral setentrional. As áreas de média altitude nos flancos norte e noroeste da grande montanha vulcânica são aquelas onde a probabilidade é menor. Nas situações de seca extrema a diversidade geográfica não é significativa.

E. Maio

Pertencendo ao grupo das “Ilhas Rasas”, a ilha de Maio é igualmente marcada pelo carácter árido do clima, não se afigurando relevante a identificação de secas na perspectiva da análise de riscos naturais, uma vez que a ausência ou escassez de precipitação se manifestam de modo praticamente permanente. Dadas as baixas quantidades de precipitação (entre 130 e 170 mm), o índice não se afigura o mais adequado para descrever a intensidade dos eventos de seca meteorológica, sobretudo, os eventos de maior escassez.

F. Sal

À semelhança das ilhas da Boavista e Maio, o Sal integra o grupo das “Ilhas Rasas”. Dado o carácter marcadamente árido do clima na ilha do Sal, não se afigura relevante a identificação de secas na perspectiva da análise de riscos naturais, uma vez que a ausência ou escassez de precipitação se manifestam de modo praticamente permanente. Dadas as baixas quantidades de precipitação (menos de 70 mm), o índice não se afigura o mais adequado para descrever a intensidade dos eventos de seca meteorológica, sobretudo, os eventos de maior escassez.

G. Santiago

Em face das suas características orográficas, é na ilha de Santiago que se observam (um pouco à semelhança da ilha do Fogo), os mais fortes contrastes na perigosidade regional das secas. Assim, na ilha podem ser hierarquizados três contextos regionais de perigosidade de seca: a mais elevada regista-se nos sectores meridional, ocidental e setentrional da ilha, bem como na parte mais a Norte, onde a probabilidade de eventos de seca é de 15 a 20% durante a estação das chuvas. Na fachada nordeste da ilha regista-se um nível intermédio de perigosidade. Nos locais mais elevados e expostos a NE das montanhas centrais da ilha regista-se o nível mais moderado de perigosidade, com probabilidades inferiores a 10%.

H. São Nicolau

Embora esta ilha apresente um relevo montanhoso, em especial na sua parte ocidental (1267 m no Monte Gordo), o clima de São Nicolau é predominantemente árido ou semiárido. A maior probabilidade de ocorrência de seca na estação das chuvas verifica-se na parte central da ilha e no flanco meridional do Monte Gordo. Deve realçar-se, no entanto, a ausência de séries de observações de longa duração e recentes que permitam caracterizar convenientemente os sectores meridional e oriental da ilha.

I. São Vicente

Em São Vicente as condições de aridez são largamente dominantes e a orografia da ilha (altitude máxima de 565 m no Monte Verde) não favorece a existência de incrementos regionais muito fortes na repartição espacial da precipitação média anual. No Mindelo, a precipitação média anual no período analisado foi de 60,6 mm e mesmo no ano mais chuvoso da série (1962-1986) a precipitação anual foi apenas de 276mm.

3.2.6.2. Análise da suscetibilidade

No quadro seguinte apresenta-se distribuição percentual das áreas correspondentes às três classes de suscetibilidade definidas, com indicação da percentagem em cada ilha e no conjunto do arquipélago.

Tabela 43 - Percentagem de área por classes de suscetibilidade às Secas em Cabo Verde.

Suscetibilidade	Ilhas									
	Boavista	Brava	Fogo	Maió	Sal	Santiago	S.Antão	S.Nicolau	S.Vicente	Cabo Verde
Baixa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	7.1	0.0	0.0	5.1
Moderada	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	31.8	12.8	11.6	0.0	17.0
Elevada	100.0	80.0	100.0	100.0	100.0	55.5	80.1	88.4	100.0	77.9
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Pelas razões já apontadas na análise da perigosidade, as “Ilhas Rasas” de Cabo Verde apresentam uma susceptibilidade elevada, dado o carácter marcadamente árido do clima nestas ilhas. Neste caso, não se afigura relevante a identificação de secas na perspectiva da análise de riscos naturais, uma vez que a ausência ou escassez de precipitação se manifestam de modo praticamente permanente.

Nas restantes ilhas, com exceção do Fogo e de Santiago, a classe largamente dominante é igualmente a de suscetibilidade elevada, o que traduz a grande relevância do fenómeno seca no contexto dos riscos naturais neste arquipélago. A susceptibilidade baixa regista-se em percentagens que variam entre cerca de 5% no Fogo e 13% na ilha de Santiago.

A. Santo Antão

A exposição e a topografia da fachada nordeste da ilha proporcionam o incremento da precipitação, que se repercute numa susceptibilidade baixa, sugerida pela probabilidade de ocorrência inferior a 10%, em Covão, aumentando em altitude. Os valores relativamente elevados do NDVI (>0,5) verificados neste sector mesmo em anos de seca meteorológica (1998 e 2002) validam esta classificação. Do mesmo modo, os valores do NDVI identificados na parte restante da ilha, permitiram delimitar as áreas de

susceptibilidade moderada (NDVI de 0,3 a 0,5) e elevada (NDVI<0,3), uma vez que não se dispôs de qualquer informação relativamente à observação da precipitação.

B. Boavista

Atendendo ao carácter marcadamente árido do clima (82 mm de precipitação média na estação chuvosa em Sal Rei) e a inexistência de condições topoclimáticas que atenuem a elevada perigosidade de seca, considera-se que toda a ilha apresenta uma susceptibilidade elevada.

C. Brava

A maior parte da ilha (80% da sua superfície) é caracterizada por elevada susceptibilidade, contrastando com o sector central, mais montanhoso, que apresenta uma susceptibilidade moderada.

D. Fogo

A delimitação da susceptibilidade nesta ilha dependeu essencialmente dos efeitos dos factores exposição e altitude. Assim, o sector mais elevado a barlavento (cerca de 5% da área do Fogo) apresentou valores de NDVI mais elevados (>0,5) nos anos de seca meteorológica considerados. Já a sotavento, nas vertentes meridional e ocidental da grande montanha, a susceptibilidade é elevada. A área da Chã das Caldeiras foi também incluída nesta classe, por se admitir que a sua altitude corresponda a um nível acima da inversão do Alísio e, ao contrário do que sucede na vertente exterior da Bordeira, não existirem condições que favoreçam a impulsão vertical das massas de ar.

E. Maio

Atendendo ao carácter marcadamente árido do clima (160 mm de precipitação média na estação chuvosa) e a inexistência de condições topoclimáticas que atenuem a elevada perigosidade de seca confirmada na Calheta, considera-se que toda a ilha apresenta uma susceptibilidade elevada.

F. Sal

Atendendo ao carácter marcadamente árido do clima (55 mm de precipitação média na estação chuvosa) e a inexistência de condições topoclimáticas que atenuem a elevada perigosidade de seca confirmada no Aeroporto do Sal, considera-se que toda a ilha apresenta uma susceptibilidade elevada.

G. Santiago

A exposição e a orografia das áreas mais elevadas do Maciço do Pico de Antónia e da Serra da Malagueta asseguram um incremento da precipitação, que se repercute numa susceptibilidade baixa, sugerida pela fraca probabilidade de secas nestas áreas. As áreas envolventes destes dois maciços montanhosos e que prolongam até ao litoral oriental da ilha apresentam uma susceptibilidade moderada, uma vez que apresentam uma probabilidade inferior a 12% e NDVI entre 0,3 e 0,5. A parte restante da ilha (cerca de 56%) apresenta uma elevada susceptibilidade.

H. São Nicolau

A área a N do Monte Gordo destaca-se pela sua menor susceptibilidade, que decorre da sua exposição e altitude, confirmada pela menor probabilidade de seca e NDVI > 0,5. Nos restantes sectores da ilha a probabilidade é superior a 15% e o NDVI, de Novembro de 1998, apresentou valores característicos de condições de stress hídrico.

I. São Vicente

Tal como em relação às “Ilhas Rasas”, dado o carácter marcadamente árido do clima e a inexistência de condições topoclimáticas que atenuem a elevada perigosidade de seca confirmada no Mindelo, considera-se que toda a ilha apresenta uma susceptibilidade elevada.

3.2.7. Aplicação da cartografia de perigosidade

- A cartografia da suscetibilidade às secas pode ser utilizada pelos políticos, decisores e técnicos como base para o ordenamento do território, visando a minimização de riscos hidroclimáticos para a Agricultura e a gestão dos recursos hídricos.

3.2.8. Recomendações e Notas

- Devem ser sublinhadas as limitações inerentes à metodologia adotada, assim como à densidade e qualidade das séries de precipitação que suportaram toda a análise realizada. Assim, a resolução espacial dos resultados está condicionada pela disponibilidade de locais de observação e a aplicação de metodologias de análise das séries pluviométricas está também limitada pelo insuficiente número daquelas que não apresentam problemas de homogeneidade.
- Será muito importante que a avaliação do fenómeno seca em Cabo Verde se possa apoiar em metodologias que explorem séries diárias de precipitação (e de outras variáveis), uma escala de análise mais apropriada para a identificação de outros tipos de seca, nomeadamente a agrícola, num território onde esta atividade está tão dependente das condições climáticas.
- Dado que foram identificadas diversas lacunas nos dados de precipitação disponíveis nas estações meteorológicas de Cabo Verde, mais atenção deverá ser dada à rede meteorológica, e à qualidade das séries de observação.
- Nesse sentido, recomenda-se uma maior acessibilidade aos dados de precipitação, de modo a melhoras futuras avaliações sobre o fenómeno analisado, sobretudo que reflitam todas as variações topoclimáticas e de uso e cobertura do solo das ilhas do arquipélago.
- Tendo em consideração que as zonas mais susceptíveis à ocorrência de secas correspondem a quase 80 % do território de Cabo Verde, recomenda-se que sejam desenvolvidos estudos mais pormenorizados de modo a caracterizar melhor as sequências de períodos secos e sua incidência espacial e económica.
- À medida que forem disponibilizados mais dados de precipitação, estes estudos deverão ser atualizados com uma periodicidade mínima de 10 anos, de modo a acompanhar os efeitos das alterações climáticas no arquipélago.
- Para apoiar esses estudos recomenda-se que, conjuntamente com os índices de seca, se monitorize também este fenómeno através de índices de vegetação (NDVI, EVI, etc), atualmente distribuídos pelas agências espaciais e de monitorização do ambiente.
- Tendo em conta a extensão de áreas com a denominação de susceptibilidade elevada e a identificação de vários locais com perigosidade elevada a este fenómeno, recomenda-se a introdução de culturas aceitáveis para consumo resistentes à seca, como suporte à segurança alimentar (em acordo com a “Avaliação de Riscos e Oportunidades Climáticas no DECRP-II: Integração de Mudanças Climáticas no Desenvolvimento de Cabo Verde (Santos, 2010).

3.3. VULCANISMO

3.3.1. Enquadramento do Fenómeno

As 10 ilhas e os ilhéus de Cabo Verde têm origem vulcânica, estando associados a uma anomalia batimétrica de cerca de 2000m, num diâmetro de 1000 Km. Esta região apresenta valores anómalos de fluxo de calor (Courtney e White, 1986) e ondulação do geóide (Monnereau e Cazenave, 1990), pelo que a atividade vulcânica tem sido associada à presença de um “hot spot”. Contrariamente ao que se passa em outras regiões de vulcanismo “hot spot” como o Hawaii, em Cabo Verde a litosfera está aproximadamente estacionária em relação ao manto, pelo que não se observa uma progressão clara das idades da atividade vulcânica consoante a posição geográfica das ilhas. Em termos gerais, contudo, pode afirmar-se que a atividade vulcânica é mais recente nas ilhas ocidentais (Fogo, Brava, Santo Antão), e mais antiga nas ilhas orientais (Sal, Boavista, Maio). No período posterior à colonização de Cabo Verde, apenas na ilha do Fogo vem ocorrendo atividade vulcânica (Ribeiro, 1960), com um intervalo médio entre erupções da ordem de 20 anos. No entanto, as ilhas da Brava e de Santo Antão apresentam evidência de atividade vulcânica recente (em termos geológicos), e ambas as ilhas são afetadas por atividade sísmica superior à média do arquipélago, que pode estar associada a atividade vulcânica secundária (movimentos de magma em profundidade). Em Santo Antão, a ocorrência de águas termais é outro indício de atividade vulcânica secundária.

As ilhas do Fogo, Brava, Santo Antão, São Vicente e Sal estão cobertas por uma rede sismográfica destinada à monitorização da atividade vulcânica, operada pelo INMG, como se mostra na Figura 91 (Faria e Fonseca, 2014). As características desta rede são adequadas à monitorização vulcânica, bem como o processamento e análise dos dados, constituindo um fator efetivo de diminuição do risco vulcânico. A cobertura da rede, sendo satisfatória, poderá ser aumentada com vantagem.

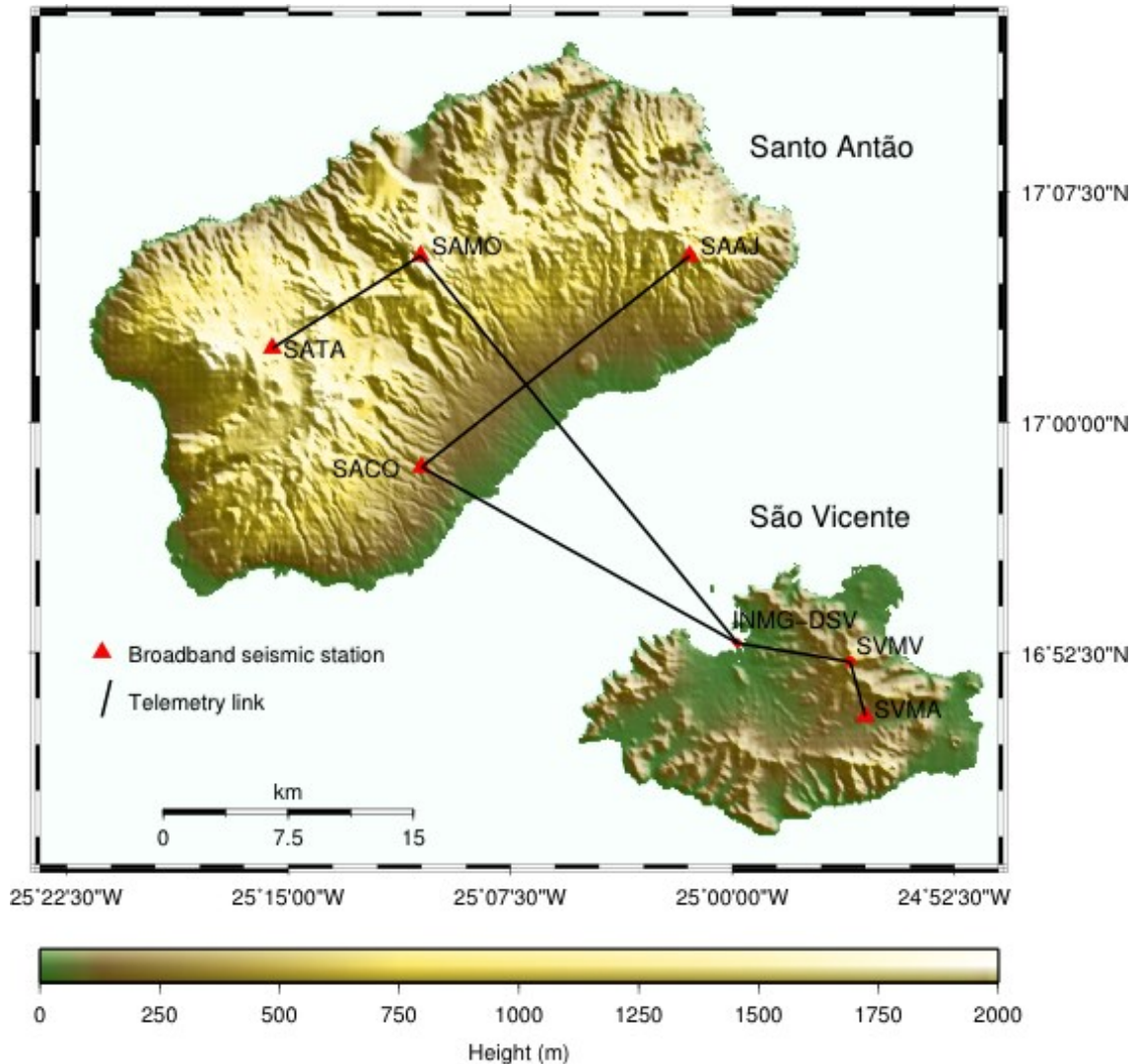


Figura 84 - Rede de estações sismográficas telemétricas operadas pelo INMG nas ilhas de Fogo, Brava, Santo Antão e São Vicente. Os dados são recebidos em tempo real na delegação do INMG no Mindelo, onde são analisados. Extraído de Faria e Fonseca (2014).

3.3.2. Metodologia

3.3.2.1 Introdução. A metodologia MIAVITA.

A metodologia adotada para a avaliação da perigosidade vulcânica das ilhas de Cabo Verde tem por base o pressuposto de que o produto final se destina a orientar o ordenamento do território, e não a ser usado para a gestão de emergências. Esta distinção é importante, porque a gestão de emergências recorre à análise dos impactos de um cenário de ocorrência ou de um conjunto de cenários prováveis, identificados quando uma situação anómala se declara (excesso de atividade sísmica, deformação da superfície detetada com técnicas geodésicas, emissão anómala de gases, etc...), num horizonte temporal de curto prazo (semanas ou meses), enquanto que a análise de perigosidade destinada ao ordenamento do território “integra” todos os cenários plausíveis, sendo utilizada tipicamente num período sem atividade anómala e numa perspetiva de longo prazo (várias décadas).

Tendo em conta o pressuposto acima referido, foi adotada a metodologia de Therry et al. (2008), com as alterações que lhe foram introduzidas no âmbito do projeto MIAVITA (Thierry et al., 2010), que designaremos

em seguida por “metodologia MIAVITA”. Esta abordagem está otimizada para regiões em que a informação disponível é escassa, como é o caso em Cabo Verde, onde os relatos históricos se limitam a cinco séculos. O objetivo final é a caracterização do nível de perigosidade em classes, evitando-se assim um resultado quantitativo que poderia induzir uma percepção deficiente da incerteza associada. A metodologia está também otimizada para a comunicação de resultados a parceiros exteriores à comunidade científica, como é geralmente o caso dos decisores políticos.

Abreviadamente, a metodologia MIAVITA pode ser descrita do seguinte modo:

- 1) Identificação de todos os cenários plausíveis de erupção vulcânica na região em estudo.
- 2) Atribuição de um período de retorno a cada cenário.
- 3) Listagem dos fenómenos adversos (por exemplo, escoadas de lava, emissão de piroclastos, emissão de gases, etc...) associados a cada cenário de ocorrência.
- 4) Zonamento grosseiro da intensidade de impacto para cada combinação cenário/fenómeno, com atribuição de uma classe de intensidade (Tabela 44), e de um equivalente numérico (Tabela 45).
- 5) Para cada combinação cenário/fenómeno, atribuição de um índice de frequência efetiva (Tabela 46) a cada zona de intensidade, tendo em conta o período de retorno do cenário e a percentagem da área da zona que é afetada pelo fenómeno.
- 6) Para cada combinação cenário/fenómeno, atribuição de um índice parcial de perigosidade (Tabela 47) a cada zona de intensidade, igual ao produto do equivalente numérico da intensidade e do índice de frequência efetiva.
- 7) Refinamento do zonamento, no caso de escoadas de lava e piroclásticos, tendo em conta a topografia, com recurso a modelos digitais de terreno.
- 8) Para cada local, atribuição de um índice de perigosidade igual ao máximo dos índices parciais correspondentes.
- 9) Para cada local, tradução do índice de perigosidade numa classe de perigosidade (Ver ponto 3.1.4).

Tabela 44 – Tabela de classes de intensidade usados neste estudo. De notar que a definição do índice é independente do fenómeno adverso em causa. Adaptado de Thierry et al. (2010).

Classe de Intensidade	Efeitos sobre a população	Impactos
I1	Insatisfação pessoal e social, perdas económicas indiretas	Ausência de danos
I2	Ligeiras perdas económicas diretas	Ligeiros danos em estruturas e colheitas
I3	Ligeiros ferimentos, importantes perdas económicas	Danos extensos em edifícios e terrenos agrícolas, degradação de infraestruturas de apoio à vida
I4	Algumas mortes, ferimentos generalizados, disrupção das condições de habitabilidade	Destruição extensa de bens, edifícios e terrenos agrícolas
I5	Mortes em larga escala	Destruição generalizada de bens, edifícios e terrenos agrícolas; destruição das infraestruturas de apoio à vida

Tabela 45 - Equivalente numérico do índice de intensidade. O nível 100 corresponde à perda de vidas humanas. Adaptado de Thierry et al. (2010).

Classe de intensidade	Descrição	Danos típicos	Equivalente numérico (Ei)
I1	Desprezável	Insatisfação social	0.5
I2	Baixa	Ferimentos ligeiros	2.5
I3	Moderada	Ferimentos	15
I4	Alta	Ferimentos graves	60
I5	Muito alta	Perda de vidas humanas	100

Tabela 46 - Classes de frequência e índices de frequência para os fenómenos adversos, em função dos respetivos períodos de retorno. Adaptado de Thierry et al. (2010). O índice de frequência efetiva obtém-se multiplicando o índice de frequência pela fração da área efetivamente afetada pelo fenómeno. Por exemplo, numa zona em que as escoadas de lava têm um índice de frequência 0.2 e onde cada escoada cobre 10% da área total, o índice de frequência efetiva será 0.02. . Adaptado de Thierry et al. (2010).

Classe de frequência	Descrição	Período de retorno (anos)	Índice de frequência IF= frequência típica*100
F ₀	Residual	10000 - 50000	0.002
F ₁	Extremamente baixa	5000 - 10000	0.01
F ₂	Muito baixa	1000 - 5000	0.02
F ₃	Baixa	500 - 1000	0.1
F ₄	Moderada	100 - 500	0.2
F ₅	Alta	50 - 100	1
F ₆	Muito Alta	10 - 50	2
F ₇	Quase permanente	1 - 10	10

Tabela 47 - Níveis de perigosidade correspondentes a cada combinação de equivalente numérico de intensidade e de índice de frequência efetiva. As cores indicam a classificação dos níveis de perigosidade: abaixo de 0.01 – desprezável; de 0.01 a 0.1: residual; de 0.1 a 1: muito baixo; de 1 a 5: baixo; de 5 a 100: moderado; acima de 100: alto. . Adaptado de Thierry et al. (2010).

	E	0.5	2.5	15	60	100
IF _{effect}						
0.002		0.001	0.005	0.03	0.12	0.2
0.01		0.005	0.0025	0.15	0.6	1
0.02		0.01	0.05	0.3	1.2	2
0.1		0.05	0.25	1.5	6	10
0.2		0.1	0.5	3	12	20
1		0.5	2.5	15	60	100
2		1	5	30	120	200
10		5	25	150	600	1000

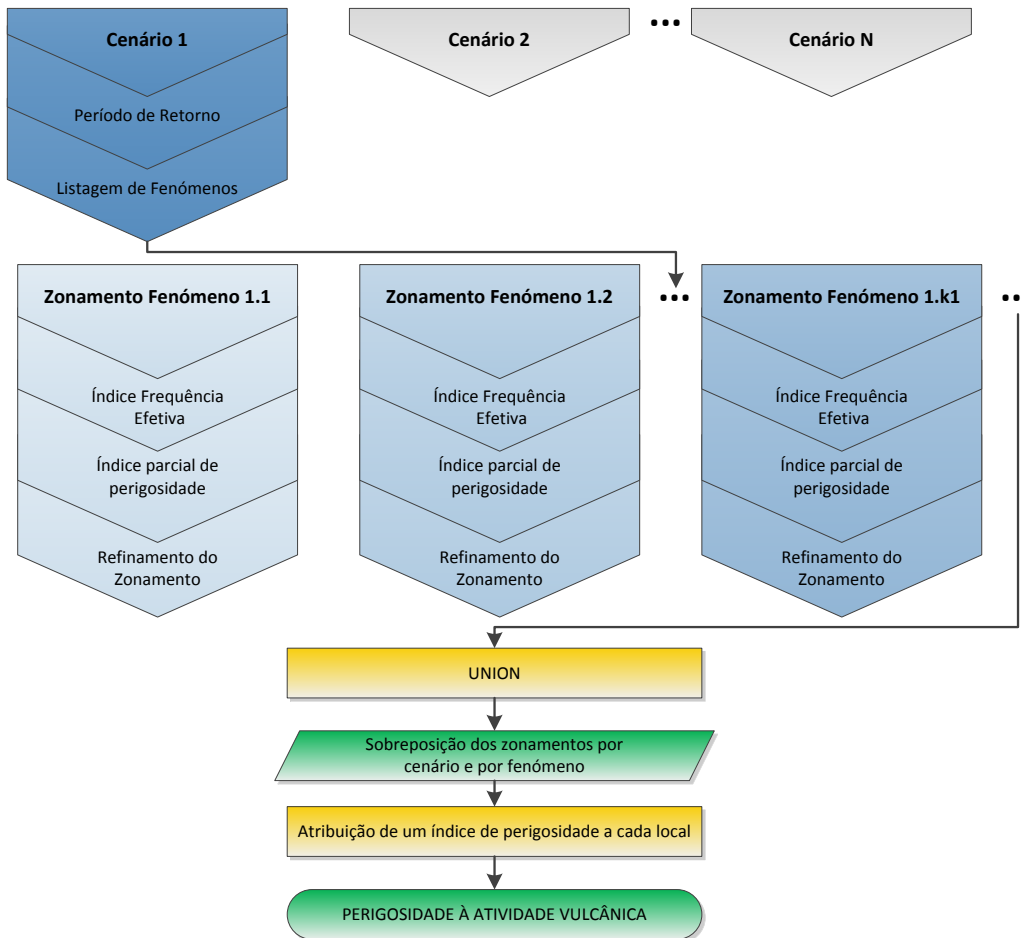


Figura 85 – Esquema de elaboração da cartografia de perigosidade à atividade vulcânica.

3.3.2.2 – Caracterização da atividade vulcânica em Cabo Verde: períodos de retorno.

O cálculo dos períodos de retorno dos cenários é feito de modo diferente consoante se trate da Ilha do Fogo ou das restantes ilhas.

Sendo o período de retorno um conceito estatístico, só pode ser estimado quantitativamente perante uma amostra significativa. Em Cabo Verde, só na Ilha do Fogo existe uma série temporal de erupções conhecidas que permita o cálculo do período de retorno (através da média dos intervalos entre erupções sucessivas). Nas restantes ilhas, os períodos de retorno foram estimados por “*expert elicitation*”, sendo a “*expert opinion*” baseada na literatura publicada e na experiência de campo dos especialistas. Após a análise individual procuraram-se valores consensuais de período de retorno, que foram adotados no estudo. Os peritos envolvidos foram:

- Dra. Susanna Jenkins, University of Bristol;
- Dr. Simon Day, University College, London;
- Prof. João Fonseca, Universidade de Lisboa.

Estes peritos foram selecionados por deterem considerável obra publicada sobre perigosidade sísmica, em geral, e sobre a atividade vulcânica em Cabo Verde, em particular.

Para o Fogo, tem-se em conta que durante o período histórico as erupções ocorreram com um intervalo médio de 20 anos (se bem que o valor para o século 20 seja muito superior), e sempre dentro da Chã das Caldeiras. O modelo adotado para a ocorrência, baseado na informação disponível sobre o período histórico,

assume que em qualquer período de 500 anos ocorrem 25 erupções de lava máfica, sendo oito no rifte NNE dentro da Chã, oito no rifte SSE, cinco no Pico, três no rifte W, e três no rifte NNE fora da Chã (admite-se que em alguns casos a erupção ocorre simultaneamente no rifte NNE e no rifte SSE). Segundo este modelo, os índices de frequência para cada um dos cenários são os apresentados na Tabela 51.

A ausência de erupções no período histórico ou de um conjunto representativo de datações de produtos eruptivos nas ilhas de Santo Antão e Brava – ou seja, que permitisse conhecer a data de todas ou praticamente todas as erupções dos últimos 100000 anos, por exemplo, para permitir uma análise estatística da amostra - dificultam a atribuição de períodos de retorno aos cenários eruptivos. Optou-se neste estudo por adotar valores conservativos (ou seja, curtos) para os períodos de retorno, em face do que é indicado pela geologia, segundo o princípio da precaução. Foi adotado um valor de 20000 anos de período de retorno para erupções nos vulcões Tope de Coroa e Cova de Paul, em Santo Antão, onde a lava mais recente datada até hoje tem a idade de 90000 anos (mas a datação de lavas está longe de ser exaustiva). Para as zonas de Rift de Santo Antão, foi adotado o período de retorno de 10000 anos. Para a Ilha Brava, admitiu-se a ocorrência de um período de retorno entre 1000 anos e 5000 anos para erupções freatomagmáticas.

É importante ter em conta que os resultados são apresentados numa forma em que têm pouca sensibilidade em relação aos períodos de retorno adotados. Por exemplo, se no vulcão Tope de Coroa se adotasse um período de retorno de 50000 anos ao invés dos 20000 anos considerados, o índice de frequência efetiva não se alteraria e o resultado final seria o mesmo. Se na Brava o período de retorno passasse de 5000 anos a 2000 anos, também não se verificariam alterações nos resultados.

3.3.2.2 – Caracterização da atividade vulcânica em Cabo Verde: explosividade.

A análise da perigosidade parcial associada à queda de tefra implica um inputs adicionais, referentes à explosividade vulcânica e ao regime de ventos em altitude. Foram considerados diversos cenários com diferentes índices de explosividade vulcânica (VEI), tendo-se adotado a relação empírica entre volume emitido V e altura da coluna de cinzas Z proposta por Newhall e Self (1982), e a relação entre volume e altura de Carey and Sigurdsson (1989), que é $Z = 7.22 \log_{10}(V) + 25.3$. Com base em “*expert opinion*” baseada em vulcões análogos, foram atribuídos períodos de retorno aos diferentes índices de explosividade, que foram restritos às classes 2, 3 e 4 (Susanna Jenkins, comunicação pessoal). Os diferentes cenários devem ser associados a diferentes perfis de vento, uma vez que a altura da coluna de cinzas varia. No caso do Pico do Fogo, esses cenários são caracterizados através dos seguintes parâmetros:

Tabela 48 - Cenários de emissão de tefra, no vulcão Pico do Fogo. (Susanna Jenkins, comunicação pessoal)

VEI	Volume emitido (km^3)	Altura da coluna (km)	Período de retorno (anos)
2	3.20×10^{-3}	7	20
3	0.03	15	200
4	0.32	22	2000

A Figura 86 mostra as rosas de vento a 1.5, 9.5 e 21 km de altitude. A Figura 87 mostra os perfis correspondentes aos percentis 10, 50 e 90. Na presente análise foram tomados como referência os perfis de vento correspondentes ao percentil 50. Esta opção pode introduzir algum erro no que respeita à direção do vento visto que as distribuições tendem a ser ligeiramente bimodais devido às oscilações da Frente de Convergência Intertropical, mas o cenário dominante destaca-se de tal modo que essa aproximação foi considerada razoável num primeiro estudo. Contudo, em estudos posteriores o cenário minoritário (época das chuvas) deve ser tratado separadamente, repetindo os cálculos com o perfil de ventos correspondente.

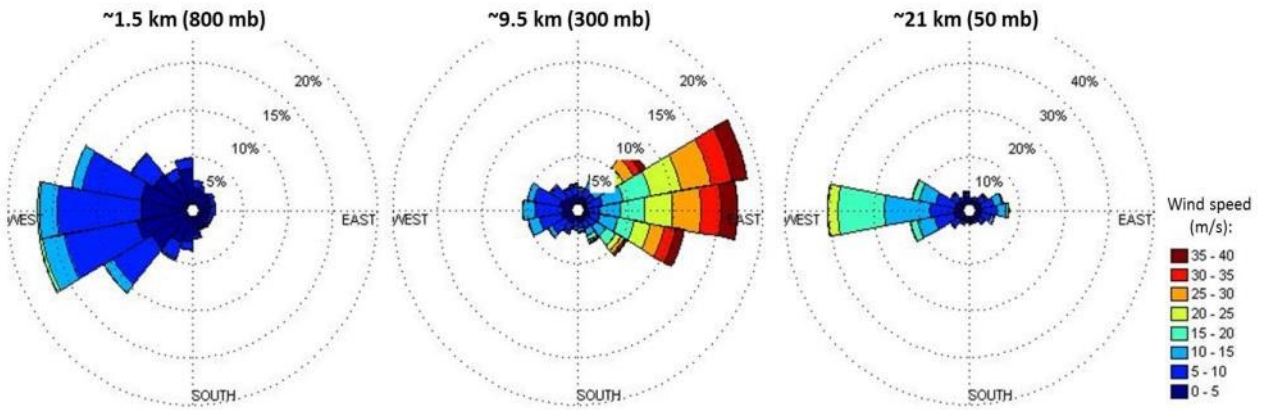


Figura 86 - Rosas de vento para três altitudes, baseadas nos dados do NCEP/AR. Os diagramas indicam a direção para onde sopra o vento.

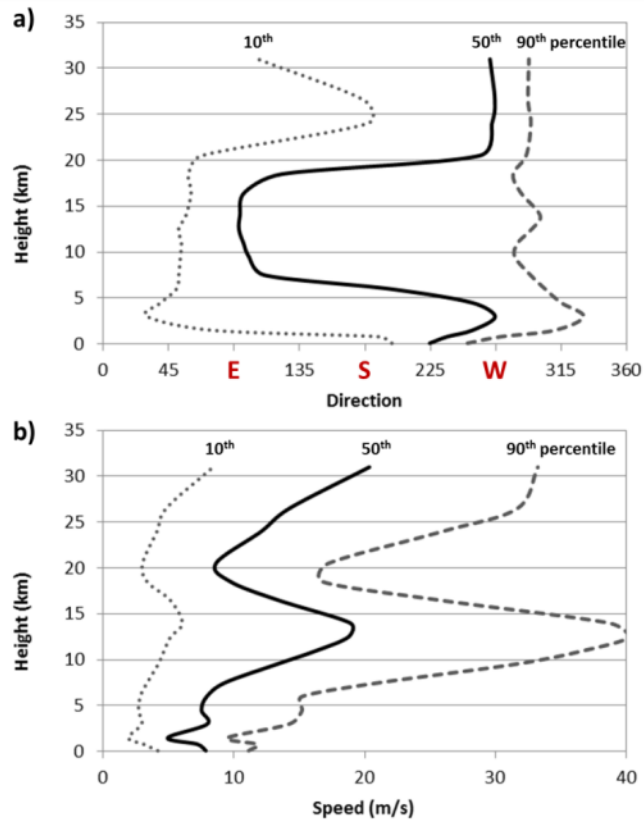


Figura 87 - Condições de vento correspondentes aos percentis 10, 50 e 90, para o vulcão Pico do Fogo.

Tabela 49 - Parâmetros utilizados na modelação de cenários de emissão de tefra.

Densidade das partículas (kg/m^3)	1000
Dimensões das partículas (ϕ): intervalo, mediana e desvio padrão.	7 to -31.5; 2
Número de passos de integração na coluna	100
Número de classes de dimensões das partículas	100
Constante de difusão turbulenta (m^2/s)	0.04
Coefficiente de difusão (m^2/s)	145
Limiar de tempo de queda (s)	190

Para efeitos de análise conjunta das perigosidades parciais, foi estabelecida a seguinte correspondência entre as diferentes escalas de intensidade:

Tabela 50 - Parâmetros utilizados na modelação de cenários de emissão de tefra.

Queda de tefra (kg/m^2)	Espessura da camada (cm)	Intensidade (escala MIAVITA)
1-10	0.1-1	I2
10-100	1-10	I3
>100	>10	I4

3.3.3. Dados utilizados

Informação utilizada na avaliação da perigosidade vulcânica:

- A. Compilação de erupções vulcânicas históricas da ilha do Fogo, de Ribeiro (1960), Junta de Investigações do Ultramar.
- B. Carta geológica da Brava de Madeira et al. (2010)
- C. Carta estrutural de Santo Antão de Tarff e Day (2013).
- D. Carta de perigosidade geológica da Ilha do Fogo de Day e Faria (2009) e Carta geológica 1:50000 do Fogo de List et al..
- E. Altimetria\Modelo Digital de Terreno – Fonte: Cartografia 1:10000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5000 (Produtor: Grafcan);
 - a. Resolução do MDT 10m.
- F. Rede hidrográfica – Fonte: Cartografia 1:10000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5000 (Produtor: Grafcan).
- G. Regime de ventos em altitude - Fonte: National Centers for Environmental Prediction and Atmospheric Research (www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml)
 - a. séries temporais re-analisadas, de 2000 a 2009, com resolução espacial de 0.75 graus e resolução temporal de seis horas.

Software utilizado no processo de delimitação cartográfica das áreas atingidas por atividade vulcânica:

- A. ArcGIS ESRI (versões 9.3 e 10.1), com as seguintes extensões:

- a. Hydrology modeling.
- b. Spatial Analyst.

O software “Hydrology modeling” foi usado para obter, em primeira aproximação, os trajetos das escoadas de lava para os diferentes focos eruptivos considerados, com base nos modelos digitais de terreno.

Software utilizado no processo de delimitação cartográfica das áreas atingidas por queda de tefra:

A. TEPHRA2 (Connor et al., 2001)

Foram utilizados para modelar as condições de vento em altitude os dados do National Center for Environmental Prediction and Atmospheric Research (NCE/PAR): www.esrl.noaa.gov/psd/data/reanalysis/reanalysis.shtml), correspondentes a 10 anos de dados reanalisados, numa grelha espacial de 0.75º e com resolução temporal de 6 horas.

3.3.4. Representação/visualização

A cartografia encontra-se organizada por ilha e tem representado cartograficamente a perigosidade do fenómeno. Encontram-se apenas representadas as ilhas onde existe incidência do perigo, designadamente Santo Antão, Brava e Fogo.

Cada carta tem representado cartograficamente os seguintes elementos:

- Limites da ilha
- Perigosidade. Cada cor no mapa representa a perigosidade, de acordo com o quadro seguinte:

Representação	Descrição
	Perigosidade moderada
	Perigosidade baixa
	Perigosidade muito baixa
	Perigosidade residual
	Perigosidade desprezível

3.3.5. Cartografia de perigosidade

A. Santo Antão

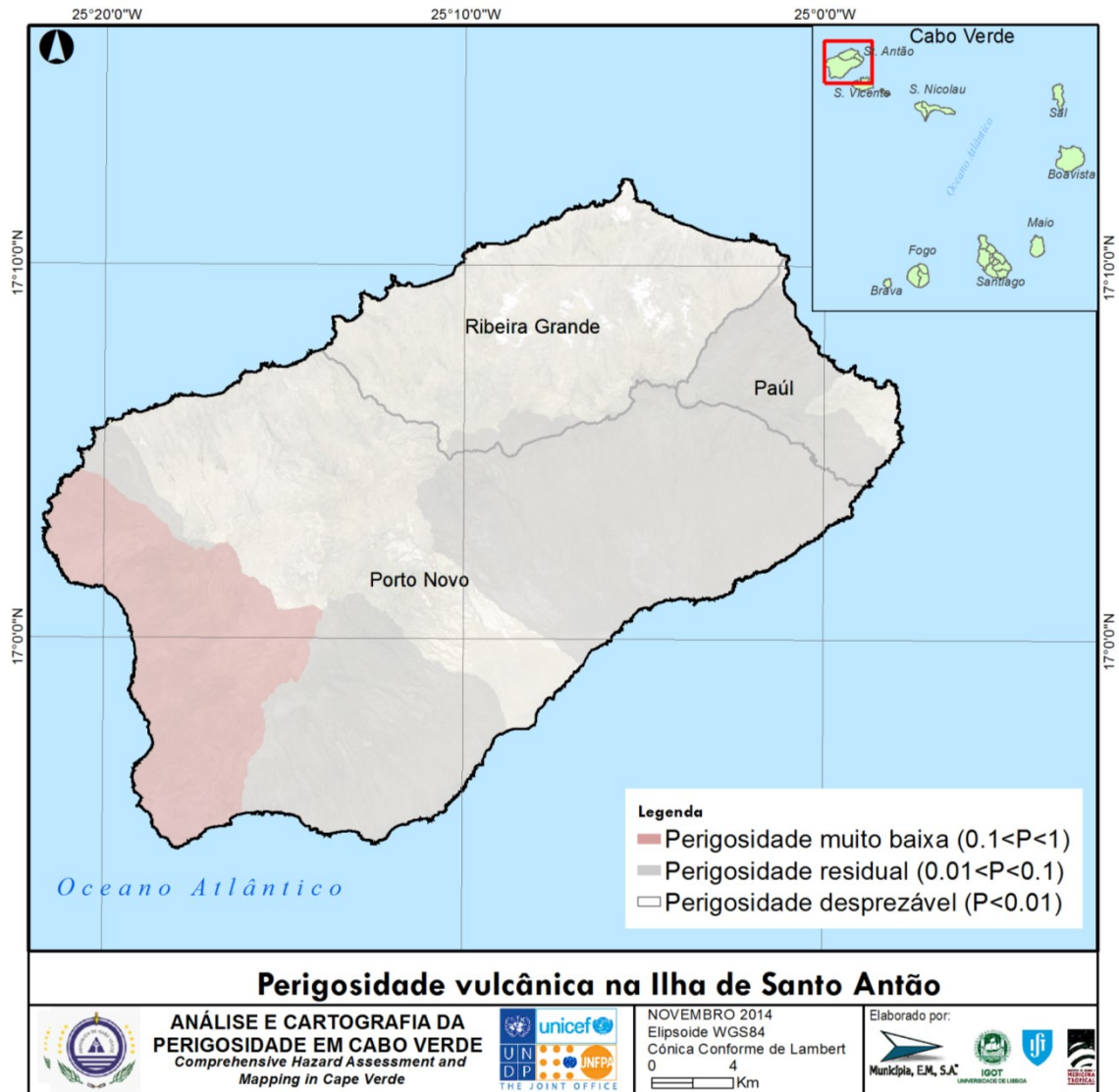


Figura 88 – Zonamento da perigosidade vulcânica em Santo Antão.

B. Boavista



Figura 89 – Zonamento da perigosidade vulcânica na Boavista.

C. Brava



Figura 90 – Zonamento da perigosidade vulcânica na Brava.

D. Fogo

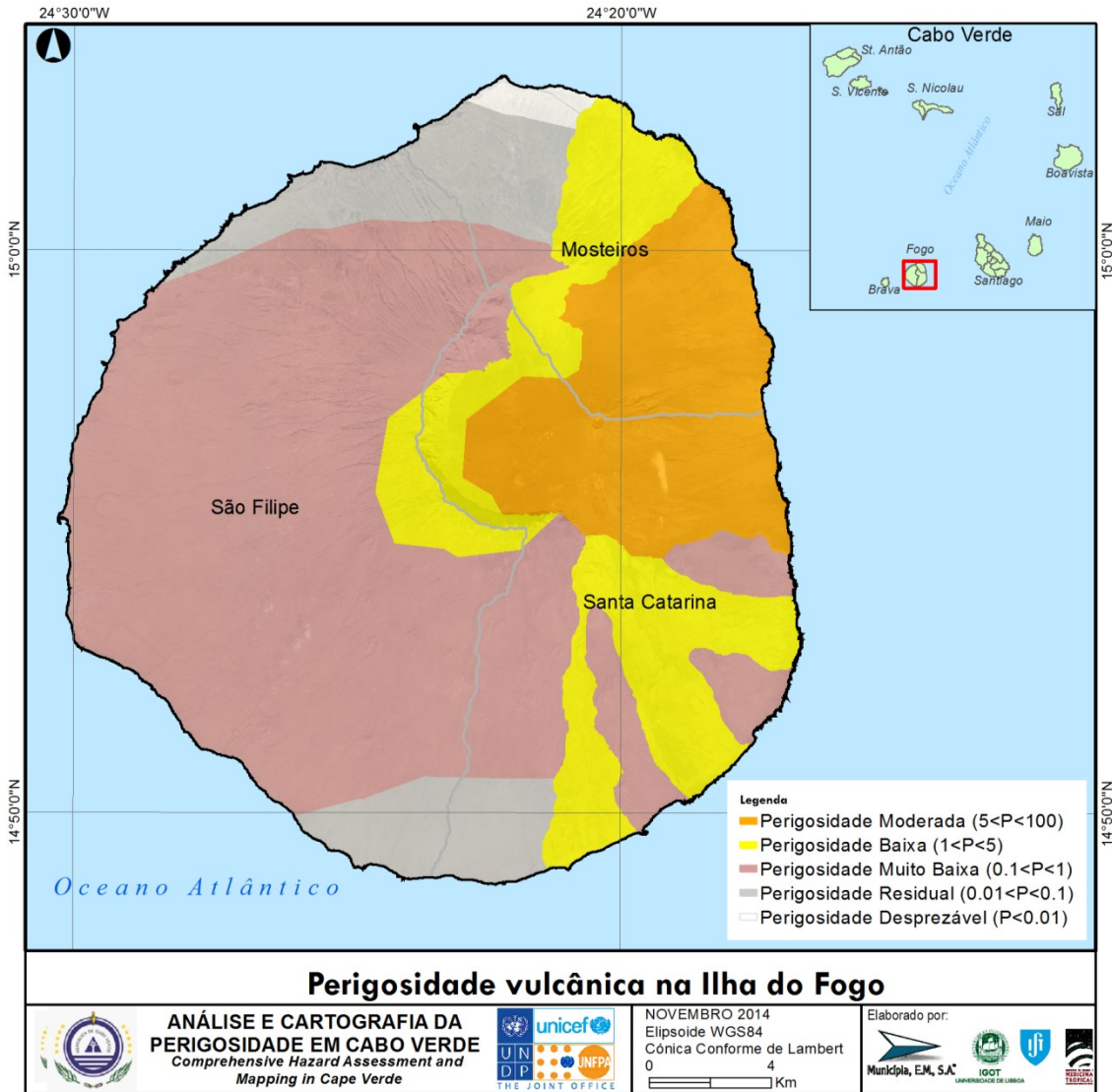


Figura 91 – Zonamento da perigosidade no Fogo.

E. Maio

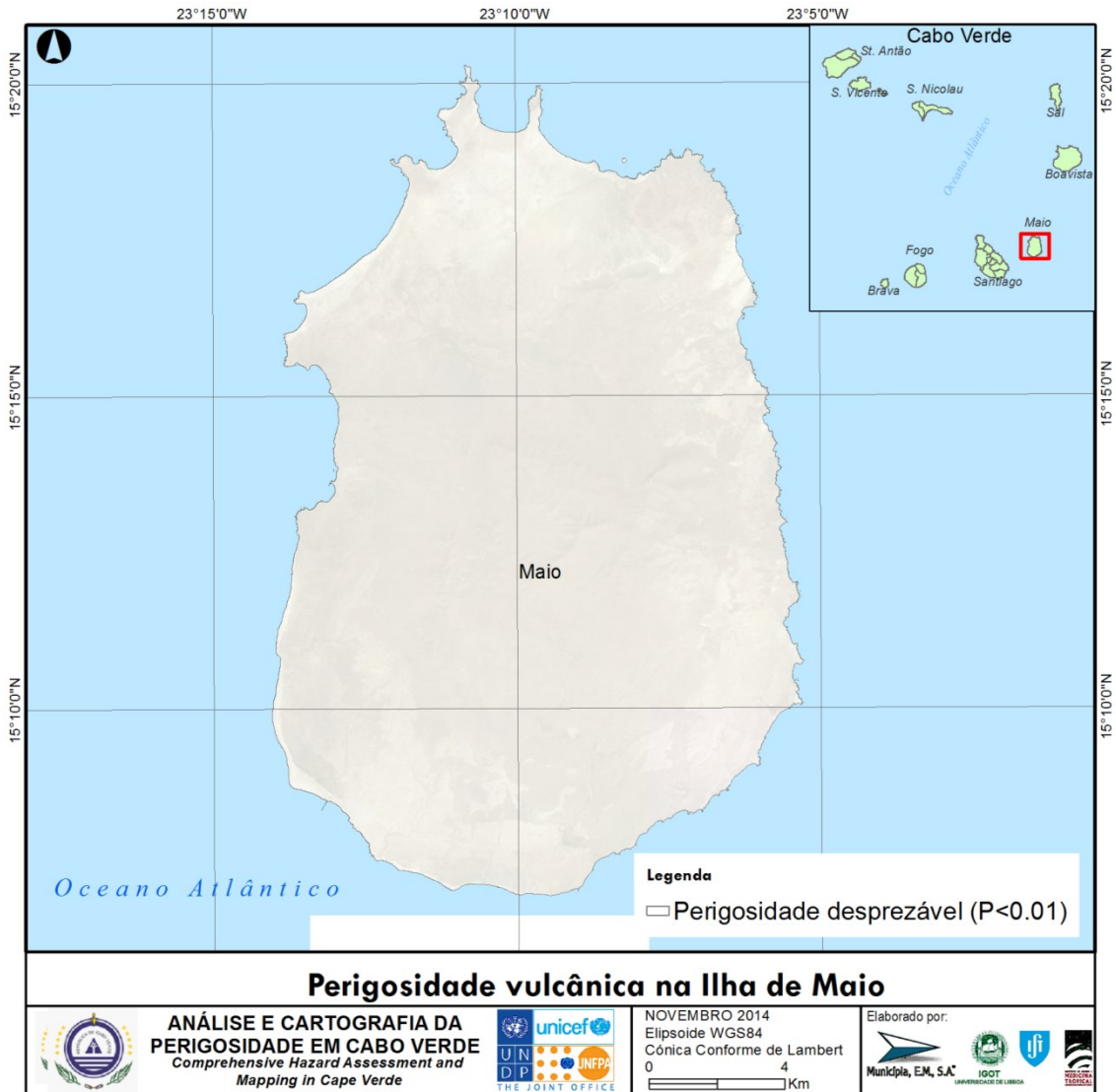


Figura 92 – Zonamento da perigosidade no Maio.

F. Sal

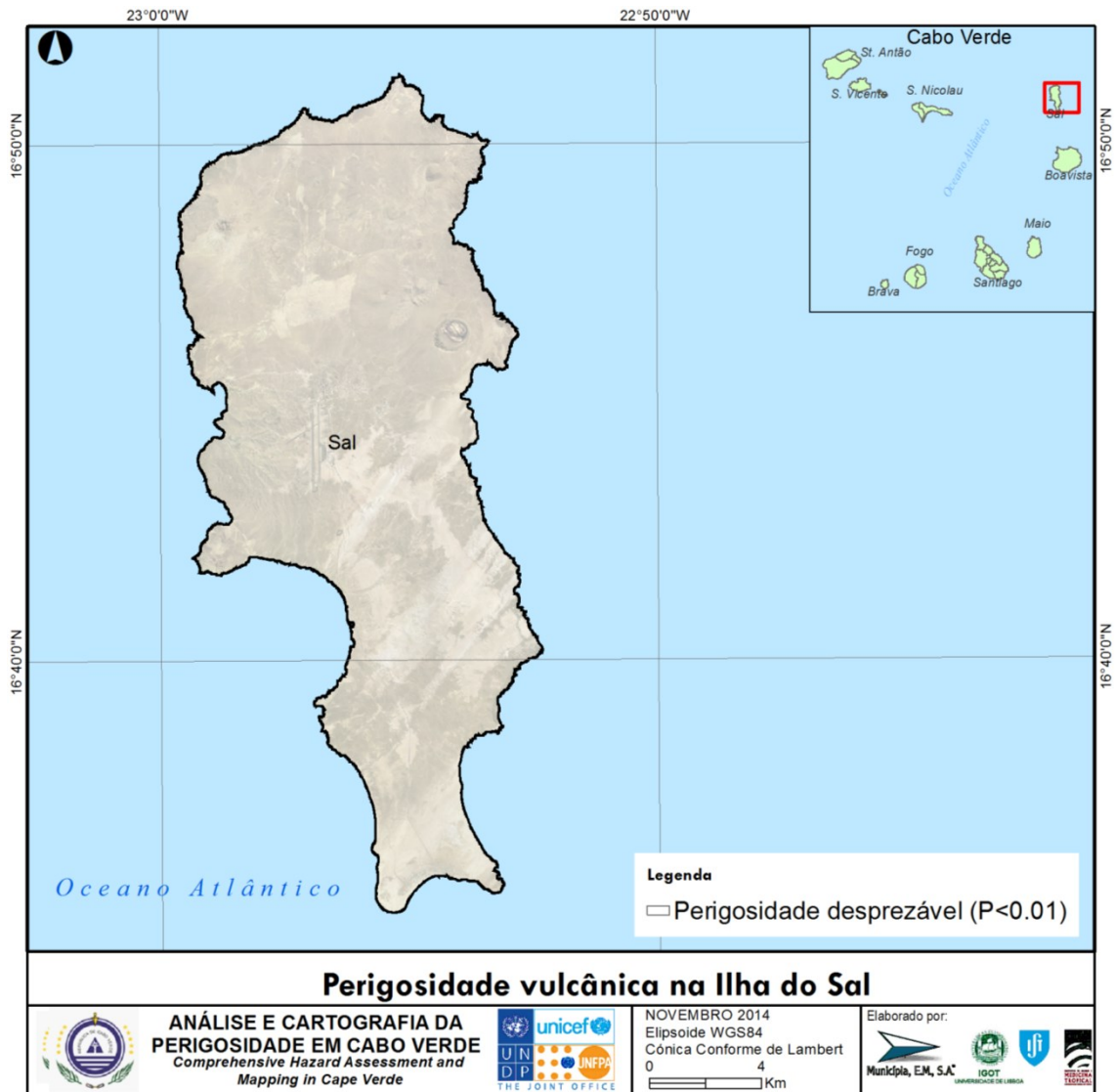


Figura 93 – Zonamento da perigosidade no Sal.

G. Santiago

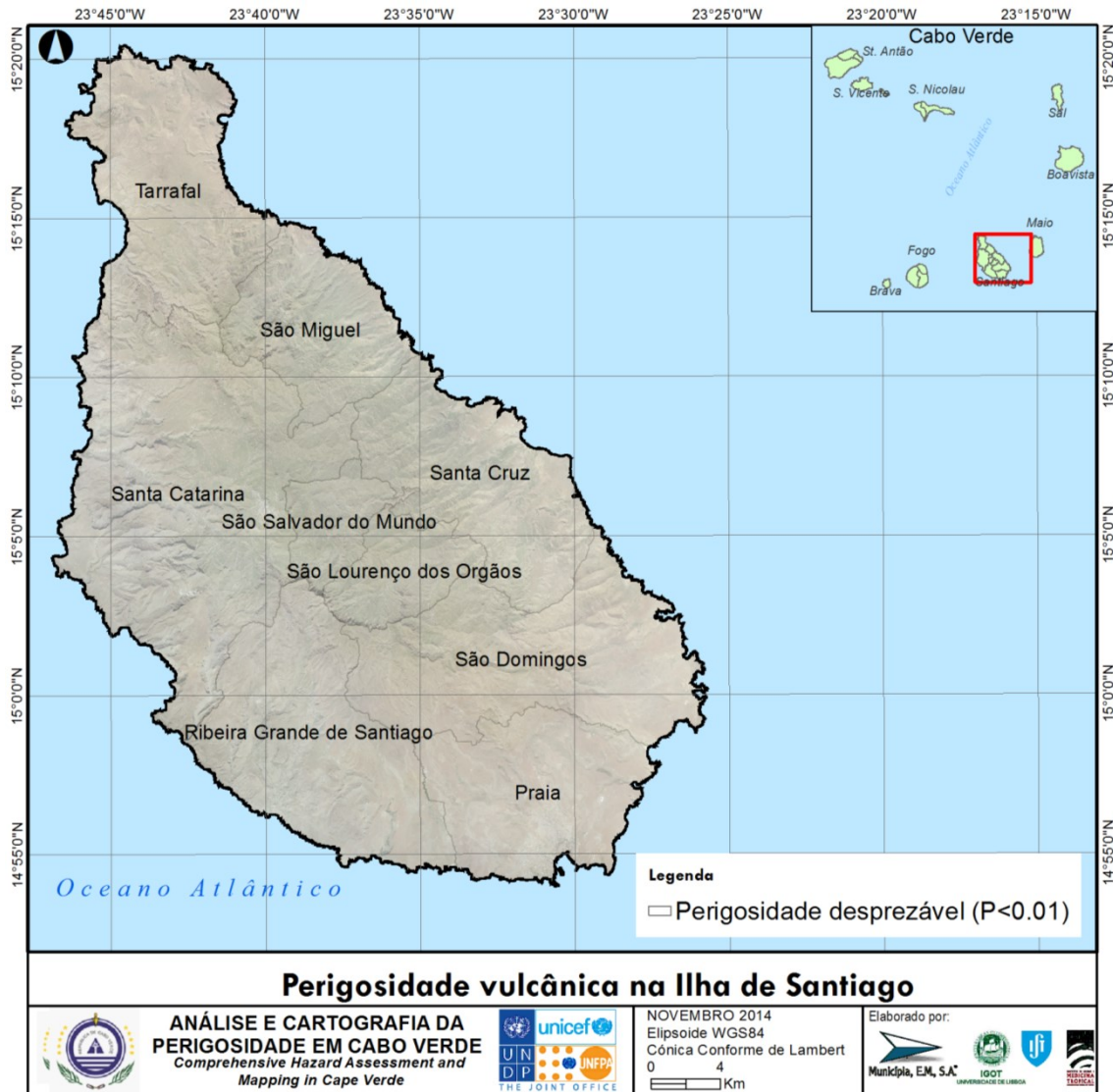


Figura 94 – Zonamento da perigosidade em Santiago.

H. São Nicolau



Figura 95 – Zonamento da perigosidade em S. Nicolau.

I. São Vicente



Figura 96 – Zonamento da perigosidade em S. Vicente.

3.3.6. Análise da perigosidade

A. Santo Antão

1 - Erupção

A figura seguinte exemplifica a aplicação da metodologia MIAVITA à perigosidade parcial associada a correntes de densidade de piroclastos (escoamentos de piroclastos ou “surges”) para o cenário de ocorrência de uma erupção no pico do vulcão Tope de Coroa. A atribuição de um período de retorno de 20000 anos a este cenário é especulativa, uma vez que os dados geológicos apontam para um período de dormência mais longo, mas tendo em conta que os dados disponíveis dão uma visão incompleta das ocorrências vulcânicas esta opção conservadora foi considerada um bom compromisso.

Análise da perigosidade parcial associada a PDC, para o cenário de ocorrência de uma erupção no Vulcão Tope de Coroa, Santo Antão

zonamento grosseiro

Base cartográfica: mapa estrutural de Santo Antão de Tarff e Day (2012)

Legenda:

13 - classe de intensidade
0.0125 - frequência (y^{-1})
0.1 - percentagem de área afectada
0.125 - índice de frequência efectiva
15 - equivalente numérico da intensidade
1.875 - índice de perigosidade

- perigosidade alta ($P > 100$)
- perigosidade moderada ($5 < P < 100$)
- perigosidade baixa ($0.1 < P < 5$)
- perigosidade residual ($0.01 < P < 0.1$)
- perigosidade desprezável ($P < 0.01$)

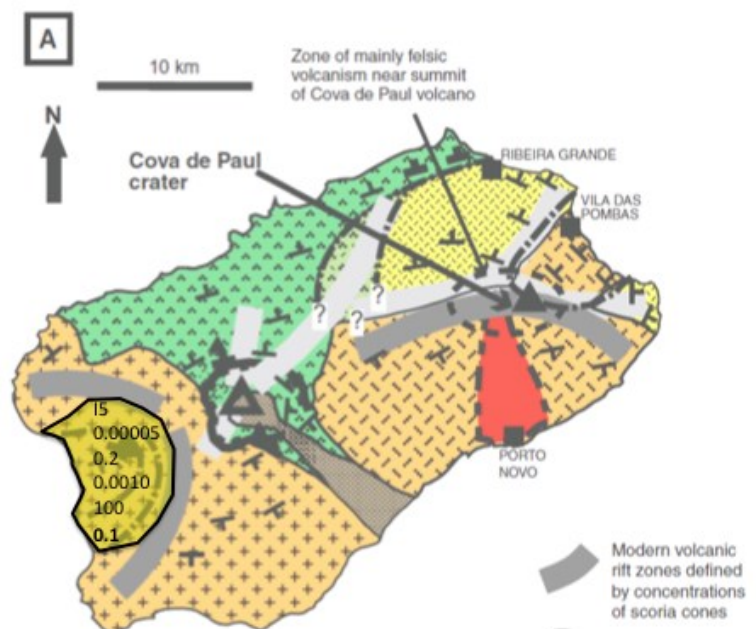
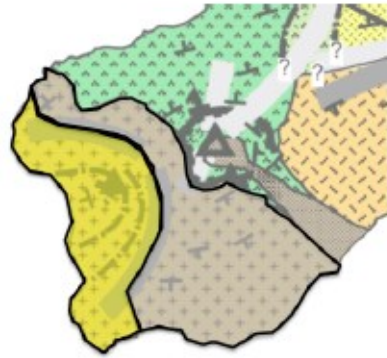


Figura 97 - Zonamento grosseiro da perigosidade associada a correntes de densidade de piroclastos (Pyroclast Density Currents, ou PDC) de uma erupção no vulcão Tope de Coroa, Santo Antão. Após esta análise preliminar, o zonamento é refinado tendo em conta a topografia. Base cartográfica de Tarff e Day (2013).

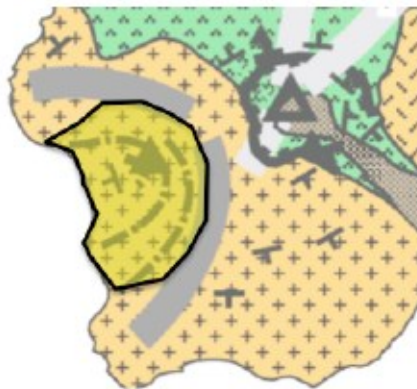
A Figura 98 mostra a geometria dos zonamentos grosseiros para quatro cenários: a) erupção através do rifte SW; b) erupção através do rifte NE; c) erupção do vulcão Tope de Coroa; d) erupção do vulcão Cova de Paul.



Erupção máfica no rifte SW – escoadas de lava



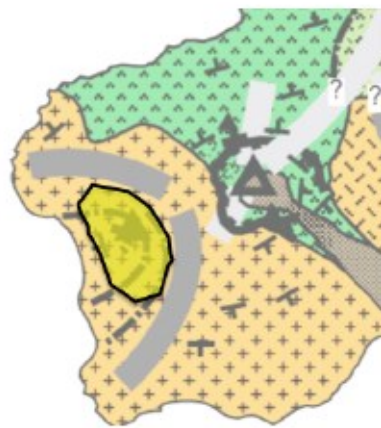
Erupção máfica no rifte NE – escoadas de lava



Erupção máfica no Tope de Coroa - PDC



Erupção máfica em Cova de Paul - PDC



Erupção fonolítica no Tope de Coroa - domo



Erupção fonolítica em Cova de Paul - domo

Figura 98 - Zonamentos grosseiros da perigosidade parcial associada a escoadas de lava e a PDC, para os vários cenários eruptivos da Ilha de Santo Antão. As zonas estão classificadas segundo a Tabela V-4. Consideram-se apenas as cores das formas poligonais. Base cartográfica segundo Tarff and Day (2013).

2 - Queda de tefra

No que respeita à Ilha de Santo Antão (vulcões Tope de Coroa e Cova de Paul), e tendo em conta os elevados períodos de retorno associados aos cenários de erupção, apenas o caso VEI=5 foi considerado relevante para análise da perigosidade associada. Os resultados são mostrados na Figura 99.

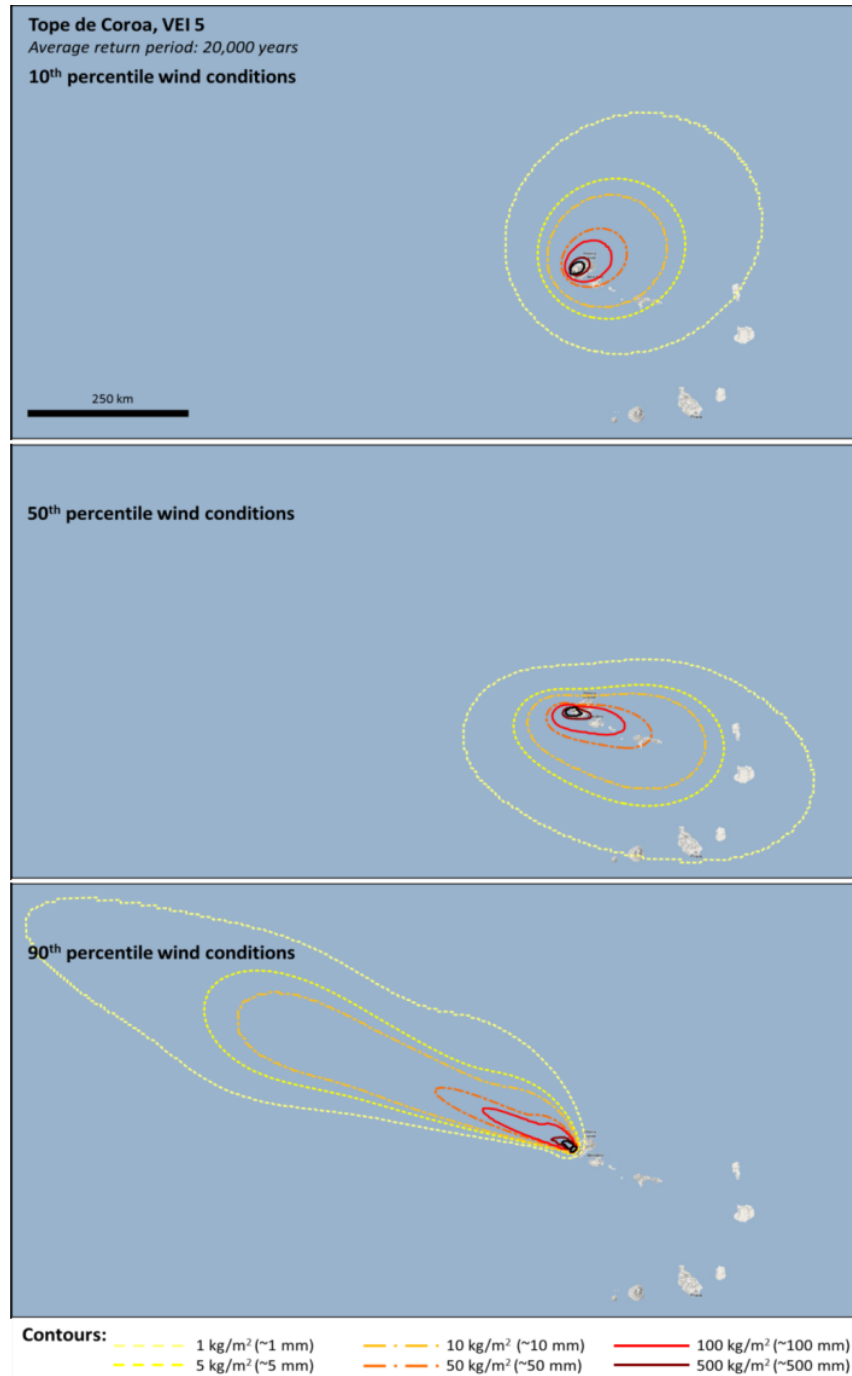


Figura 99 - Previsão de queda de tefra, para uma erupção com VEI=5 no vulcão Tope de Coroa (a esta escala os resultados para uma erupção no vulcão Cova de Paul podem considerar-se idênticos), para condições de vento correspondentes aos percentis 10, 50 e 90.

B. Boavista

A perigosidade vulcânica na ilha da Boavista é desprezável.

C. Brava

1-Erupção

A Figura 100 exemplifica a aplicação da metodologia MIAVITA à Ilha Brava, para o cenário de ocorrência de uma erupção fonolítica freatomagmática no planalto central (ou no extremo sul da ilha), considerando o fenómeno de corrente de densidade de piroclastos (pyroclastic density flow, ou PDC), na forma de escoada ou de “surge”. O zonamento grosseiro usa a concentração de caldeiras para delinear zonas de diferente probabilidade efetiva de ocorrência, e separa ainda as zonas próximas das caldeiras das zonas mais distantes mas de acentuado declive. Na ausência de ocorrências históricas e tendo em conta a natureza jovem das formações geológicas, foi considerado um período de retorno de 5000 anos para este cenário. Visto tratar-se claramente do cenário dominante da perigosidade na Brava (Madeira e tal., 2010; Faria e Fonseca, 2013), não foram analisados outros cenários para esta ilha.

Análise da perigosidade parcial associada a PDC (escoadas de piroclastos e “surges”), para o cenário de ocorrência de uma erupção freatomagmática a Brava

zonamento grosseiro

Base cartográfica: mapa geológico da Brava de Madeira et al. (2013)

Legenda:

I3 - classe de intensidade
0.0125 - frequência (y^{-2})
0.1 - percentagem de área afectada
0.125 - índice de frequência efectiva
15 - equivalente numérico da intensidade
1.875 - índice de perigosidade

- perigosidade alta ($P > 100$)
- perigosidade moderada ($5 < P < 100$)
- perigosidade baixa ($0.1 < P < 5$)
- perigosidade residual ($0.01 < P < 0.1$)
- perigosidade desprezável ($P < 0.01$)

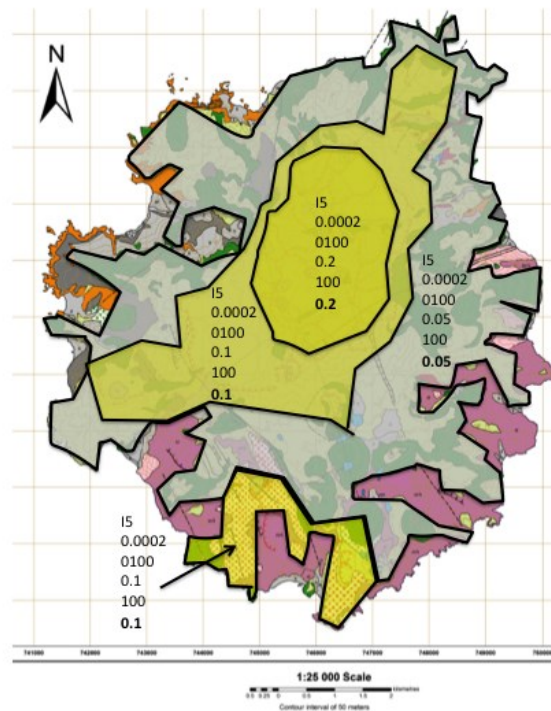


Figura 100 - Zonamento grosseiro da perigosidade associada a correntes de densidade de piroclastos (Pyroclastic Density Currents, ou PDC) de uma erupção freatomagmática na Ilha Brava. Base cartográfica de Madeira e tal. (2010).

2 – Queda de tefra

A elevada explosividade e o elevado período de retorno associados ao cenário de ocorrência de uma erupção na Brava permitem antecipar que a perigosidade parcial associada a correntes de densidade de piroclastos dominaria sobre a queda de tefra, pelo que não foi feita a modelação para esse cenário.

D. Fogo

1 - Erupção

A Figura 101 exemplifica a aplicação da metodologia a um fenómeno em particular – escoada de lava – associado a um cenário em particular – erupção de magma máfico através das zonas de rift NNE no interior da Chã das Caldeiras (ver localizações em Day et al. 1999). Na zona a amarelo, a intensidade do impacto é classificada como I3 porque a zona é plana, e as lavas avançam muito lentamente não sendo de prever a ocorrência de feridos graves ou mortos (diretamente por efeito das escoadas, o efeito da queda de piroclastos é analisado separadamente). Já na região a laranja a classificação é I4 porque o declive é acentuado e devido à distância a população pode não tomar consciência da erupção imediatamente após o seu início.

Análise da perigosidade parcial associada a escoadas de lava, para o cenário de ocorrência de uma erupção máfica no rifte de NNE, no interior da Chã das Caldeiras

zonamento grosseiro

(ver localizações em Day et al., 1999)
Base cartográfica: mapa das erupções históricas do vulcão do Fogo de Torres et al. (1997)

Legenda:

I3 - classe de intensidade
0.0125 - frequência (y^{-1})
0.1 - percentagem de área afectada
0.125 - índice de frequência efectiva
15 - equivalente numérico da intensidade
1.875 - índice de perigosidade

- perigosidade alta ($P > 100$)
- perigosidade moderada ($5 < P < 100$)
- perigosidade baixa ($0.1 < P < 5$)
- perigosidade residual ($0.01 < P < 0.1$)
- perigosidade desprezável ($P < 0.01$)

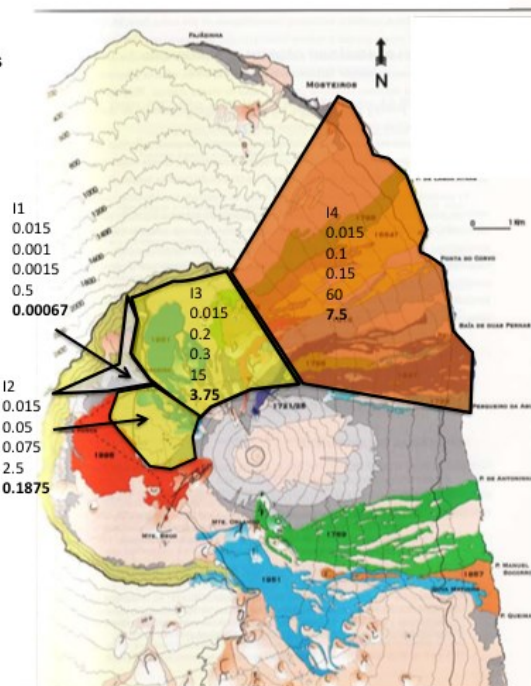


Figura 101 - Zonamento grosseiro da perigosidade associada a escoadas de lava resultantes de uma erupção no rifte NNE do Vulcão do Fogo, no interior da Chã das Caldeiras. Após esta análise preliminar, o zonamento é refinado tendo em conta a topografia.

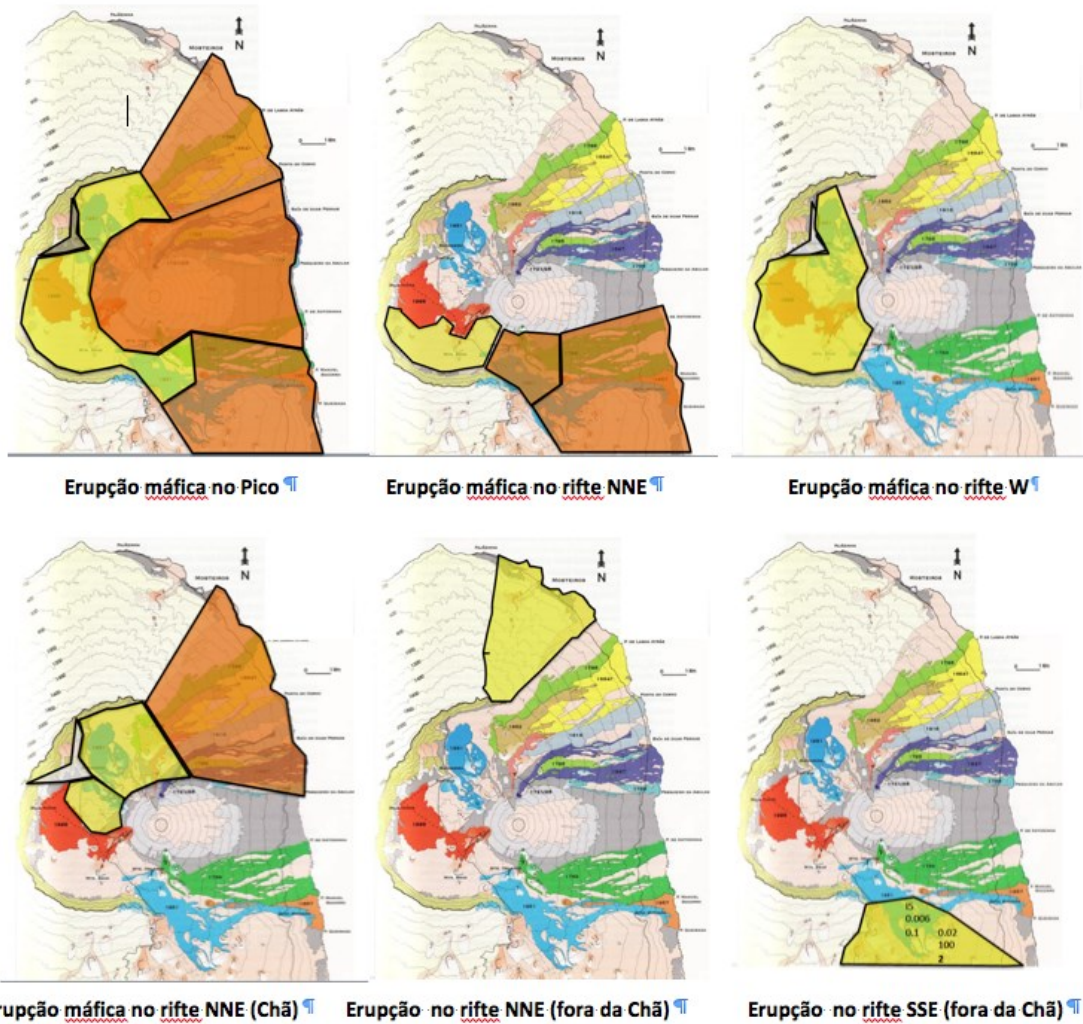


Figura 102 - Zonamentos grosseiros da perigosidade parcial associada a escoadas de lava para os vários cenários eruptivos da Ilha do Fogo. As zonas estão classificadas segundo a Tabela V-4. Consideram-se apenas as cores das formas poligonais. Base cartográfica segundo Torres e tal. (1997).

Tabela 51 - Índices de frequência para os vários cenários eruptivos na Ilha do Fogo.

Cenário	Período de retorno (anos)	Classe de frequência	Índice de frequência
Erupção máfica no rifte NNE dentro da Chã	63	F5 (alta)	1
Erupção máfica no rifte SSE	63	F5 (alta)	1
Erupção máfica através do Pico	100	F4 (moderada)	0.2
Erupção máfica no rifte NNE fora da Chã	167	F4 (moderada)	0.2
Erupção máfica no rifte W	167	F4 (moderada)	0.2

2 – Queda de tefra

A figura seguinte mostra a queda de tefra no Fogo, em Kg/m², para os cenários VEI=2 e VEI=3 e para os percentis 10, 50 e 90. A Figura V-9 mostra os resultados para VEI=4, com impactes nas ilhas vizinhas.

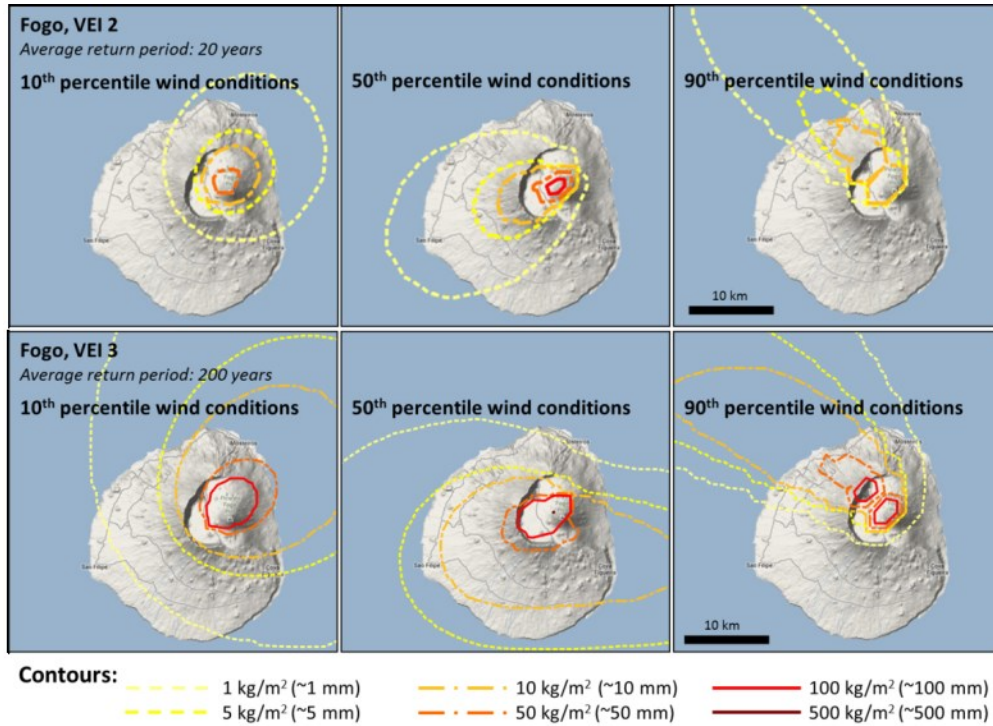


Figura 103 - Previsão de queda de tefra na Ilha do Fogo (Kg/m²), VEI=2 e VEI=3 no Pico do Fogo, para condições de vento correspondentes aos percentis 10, 50 e 90.

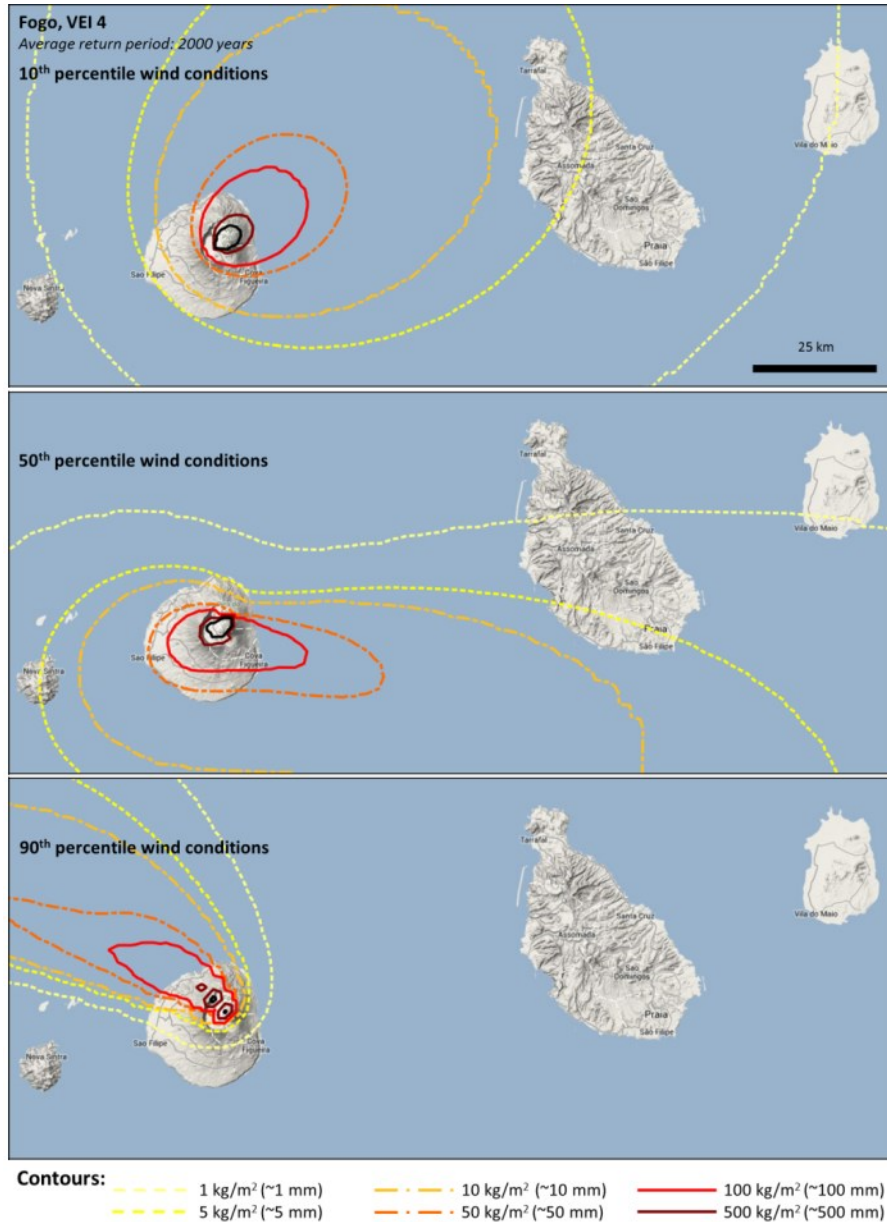


Figura 104 - Previsão de queda de tefra na Ilha do Fogo e ilhas vizinhas (Kg/m²), VEI=4 no Pico do Fogo, para condições de vento correspondentes aos percentis 10, 50 e 90.

A Figura 105 exemplifica a aplicação da metodologia MIAVITA aos resultados da modelação de queda de tefra, para uma erupção com VEI=3 no Pico do Fogo.

**Análise da perigosidade parcial associada
a queda de tefra, para o cenário de ocorrência de uma
Erupção com índice de explosividade vulcânica 3 no Fogo**

zonamento grosseiro

Legenda:

I3 - classe de intensidade
0.0125 - frequência (y^{-1})
0.1 - percentagem de área afectada
0.125 - índice de frequência efectiva
15 - equivalente numérico da intensidade
1.875 - índice de perigosidade

	- perigosidade alta ($P > 100$)		
	- perigosidade moderada ($5 < P < 100$)		
	- perigosidade baixa ($0.1 < P < 5$)	1 - 10 kg/m ²	I2
	- perigosidade residual ($0.01 < P < 0.1$)	10-100 kg/m ²	I3
	- perigosidade desprezável ($P < 0.01$)	> 100 kg/m ²	I4

Contours:

	1 kg/m ² (~1 mm)		10 kg/m ² (~10 mm)		100 kg/m ² (~100 mm)
	5 kg/m ² (~5 mm)		50 kg/m ² (~50 mm)		500 kg/m ² (~500 mm)

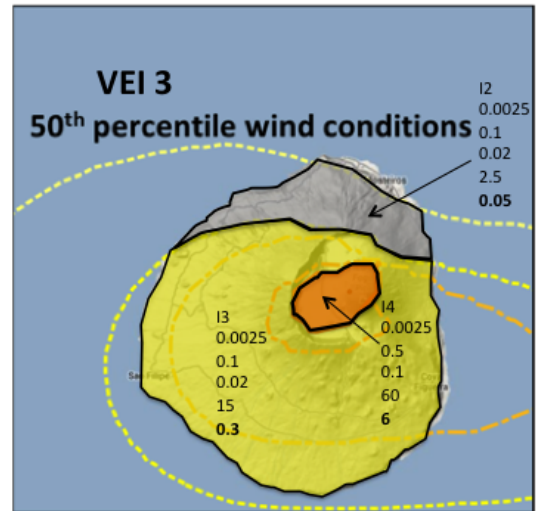


Figura 105 - Resultado da aplicação da metodologia MIAVITA aos resultados da modelação de queda de tefra, para uma erupção com VEI=3 no Pico do Fogo.

E. Maio

A perigosidade vulcânica na ilha do Maio é desprezável.

F. Sal

A perigosidade vulcânica na ilha do Sal é desprezável.

G. Santiago

A perigosidade vulcânica na ilha de Santiago é desprezável.

H. São Nicolau

A perigosidade vulcânica na ilha de S. Nicolau é desprezável.

I. São Vicente

A perigosidade vulcânica na ilha de S. Vicente é desprezável.

3.3.7. Aplicação da cartografia de perigosidade

- O zonamento da perigosidade vulcânica pode ser utilizado pelos políticos, decisores e técnicos como base para o ordenamento do território, interditando a edificação nas áreas de maior perigosidade e indicando as áreas mais adequadas à expansão ou desenvolvimento urbano.
- O zonamento da perigosidade vulcânica pode ser utilizada como apoio para a elaboração de cartas de risco onde seja possível identificar as potenciais consequências prejudiciais, para as pessoas e os bens.
- O zonamento da perigosidade vulcânica pode ser utilizado pelo sistema nacional de proteção civil de Cabo Verde como base para a definição de planos específicos de emergência e proteção civil, permitindo mitigar o risco pela prevenção e preparação, incluindo o apoio à realização de exercícios.

3.3.8. Recomendações

- São Vicente, Sal, Boavista, Maio, Santiago (perigosidade vulcânica desprezável) - nada a recomendar.
- Santo Antão e Brava, zonas de perigosidade vulcânica baixa ou muito baixa - monitorização recomendável.
- Fogo, zonas de perigosidade vulcânica baixa ou muito baixa - monitorização recomendável.
- Fogo, zonas de perigosidade vulcânica moderada - presença de população permanente requer cuidados especiais; são de evitar investimentos que fomentem concentração de população (empreendimentos hoteleiros, etc); os recursos necessários para uma evacuação temporária de emergência devem estar disponíveis; exercícios para treino e sensibilização das populações são recomendáveis.
- Em todas as ilhas: dado o grau de incerteza associada à análise, é desejável a presença de pelo menos uma estação sismográfica telemétrica. Em São Nicolau esta recomendação é particularmente relevante, dada a juventude das formas de terreno.

3.3.9. Notas

- A metodologia adotada para a avaliação da perigosidade vulcânica das ilhas de Cabo Verde tem por base o pressuposto de que o produto final se destina a orientar o ordenamento do território, e não a ser usado para a gestão de emergências.

3.4. INCÊNDIOS FLORESTAIS

3.4.1. Enquadramento do Fenómeno

Os incêndios florestais podem traduzir-se em enormes perdas dos pontos de vista social, económico e ambiental. As causas dos incêndios florestais podem ser classificadas em 3 grandes categorias: (i) razões naturais (e.g. trovoadas); (ii) ações antrópicas intencionais ou deliberadas; e (iii) ações humanas acidentais. Embora não existam dados divulgados acerca da origem dos incêndios florestais em Cabo Verde, é de admitir que no arquipélago se verifiquem ocorrências enquadradas nas 3 causas referidas.

De acordo com Viegas (2005), os incêndios florestais são condicionados por três fatores essenciais, que prefiguram o chamado “triângulo ambiental do fogo”: a meteorologia, a topografia e a vegetação.

A importância da meteorologia manifesta-se de forma variada através de elementos climáticos como a temperatura, radiação solar, humidade relativa do ar e vento, que condicionam a deflagração e propagação do fogo.

A topografia condiciona diretamente os microclimas e, indiretamente, as características do coberto vegetal. Adicionalmente, a topografia interfere com o regime do vento e o declive das vertentes facilita grandemente a propagação do fogo (Monteiro, 2007).

A vegetação constitui o combustível potencial que suporta a deflagração e a propagação do incêndio. Com efeito, como refere Monteiro (2007), o risco de incêndio florestal pressupõe a existência de algo para arder, ou seja a existência de combustíveis. Para além disso, as características do coberto vegetal influenciam significativamente o comportamento do incêndio.

Segundo Lima *et al.* (2003), as ações de arborização no arquipélago de Cabo Verde remontam a 1912, tendo sido iniciadas nas zonas mais altas e húmidas: Serra Malagueta (1929), Pico de Antónia (1935) e Rui Vaz (1941), em Santiago; Monte Velha (1941) no Fogo; Monte Gordo (1941) em São Nicolau; e Planalto Leste (1942) em Santo Antão. No entanto, a extensão das áreas florestadas só aumentou significativamente após 1986 (Monteiro, 2007). Com efeito, de acordo com o Segundo Plano de Ação Nacional para o Ambiente – PANA II, a florestação em Cabo Verde tem sido levada a cabo de forma intensiva desde a independência nacional, exercendo um papel crucial na luta contra a desertificação e, num segundo plano, permitindo a satisfação das necessidades de uma boa parte da população, em particular a do meio rural, em bens e serviços, com destaque para as energéticas e forrageiras.

De acordo com o Inventário Florestal Nacional, concluído em 2012, o arquipélago inclui 89.903 hectares de áreas florestadas e arbustivas, que foram consideradas em 4 classes do uso do solo: floresta, agro-floresta, floresta aberta e zonas arbustivas. Mais de metade desta área encontra-se na ilha de Santiago (56,1% do total), seguida da ilha do Fogo (11% do total).

As Cartas de Zonagem Agro-Ecológica e da Vegetação de Cabo Verde e o Inventário Florestal Nacional mostram que as principais espécies plantadas nas zonas áridas são *Prosopis juliflora* (Acácia Americana),

Parkinsonia aculeata (Acácia Martins), *Jatropha curcas*, *Atriplex nummelaria*, *Acacia holosericea* e *Acacia victoriae*. Nas zonas de altitude foram sobretudo utilizados *Eucalyptus camaldulensis*, *Grevillea robusta* (Carvalho sedoso), *Pinus pinaster* e *Cupressus semperviens*.

O levantamento histórico de ocorrências (Nações Unidas, 2013) permitiu identificar 16 registos classificados como incêndios florestais ou incêndios agrícolas no período de 1901 a 2013, circunscritos às ilhas de Santo Antão (56,3% do total), Fogo (37,3% do total) e Santiago (6,3% do total). O período de maior frequência corresponde aos meses entre Maio e Agosto que, em conjunto, registam 81,3% das ocorrências.

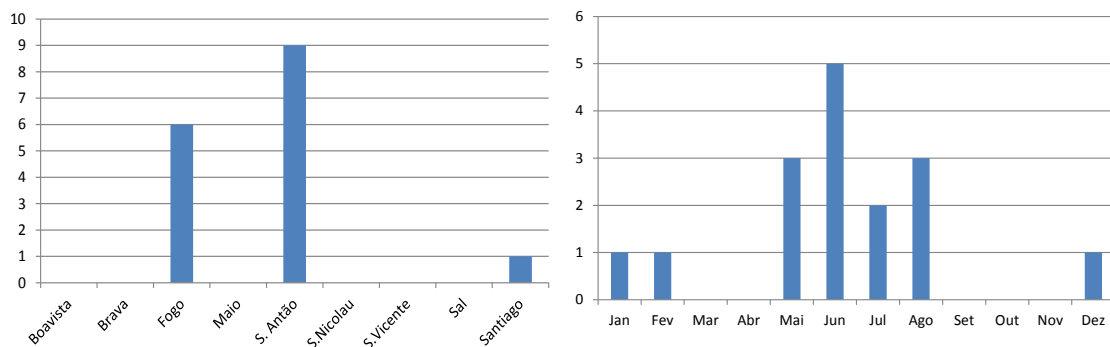


Figura 106 - Número e distribuição mensal das ocorrências classificadas como incêndios florestais e incêndios agrícolas no período de 1901 a 2013 (Fonte: Nações Unidas, 2013).

A evolução anual do número de ocorrência de incêndios florestais mostra que as manifestações deste perigo se têm acentuado recentemente, facto que é atestado pela concentração da maior parte das ocorrências (68,6%) no período posterior a 2000. No entanto, estes dados devem ser analisados com prudência devido ao carácter exclusivamente documental das fontes utilizadas. Com efeito, o maior número de casos documentados no século XXI pode refletir apenas a maior cobertura mediática e o incremento da partilha e difusão de informação.

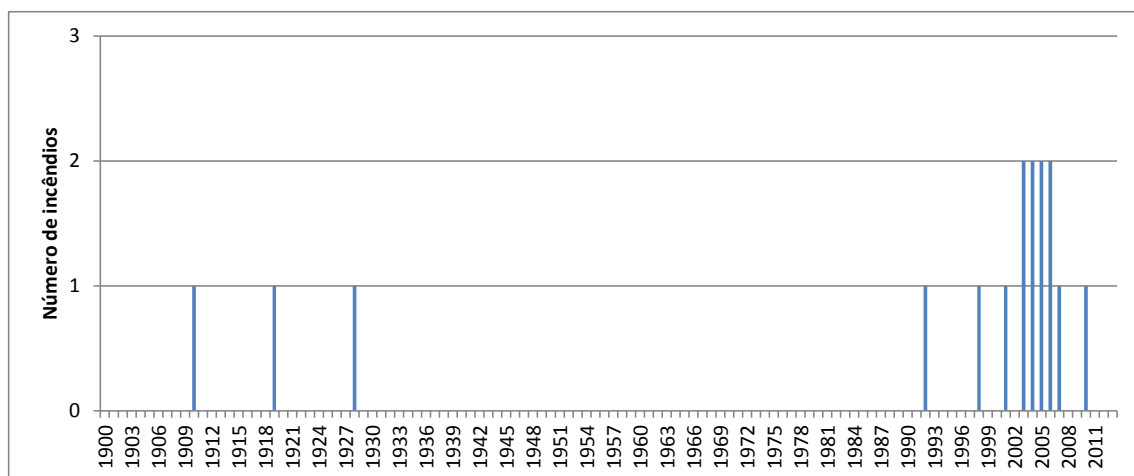


Figura 107 - Evolução anual das ocorrências classificadas como incêndios florestais e incêndios agrícolas no período de 1901 a 2013 (Fonte: Nações Unidas, 2013).

Os dados do inventário do Projeto RRD (Nações Unidas, 2013) pecam seguramente por escassos. Com efeito, só na ilha de Santo Antão, Monteiro (2007) refere a existência de 27 incêndios florestais, no período entre 1993 e 2006, a maioria correspondente a pequenos fogos com menos de 1 hectare de área ardida. Ainda nesta ilha, foram delimitados recentemente pelo MAHOT 3 incêndios florestais ocorridos em 2006 (Morro da Conceição e Morro do Vento) e em 2008 (Pico da Cruz), cuja área total ardida ascende a 7,4 hectares.

No âmbito do Inventário Florestal Nacional, foram inventariados 187,7 hectares de área ardida no arquipélago (não contabilizando a ilha do Fogo), o que corresponde a cerca de 0,2% da área florestal e arbustiva total. As áreas ardidas estão inventariadas em Brava, Maio, Santo Antão e S. Nicolau, sendo de destacar os incêndios ocorridos em áreas florestais de Santo Antão (96,8 ha) e S. Nicolau (40,0 ha) e em floresta aberta no Maio (42,1 ha). Registe-se, no entanto, que são conhecidos outros incêndios florestais importantes no arquipélago de Cabo Verde, como é o caso do incêndio de Monte Velha, na ilha do Fogo, que em 2004 foi responsável pela destruição de cerca de 300 ha de floresta. Em 2011 ocorreu um novo incêndio na área do Monte Velha, que abrangeu uma superfície de 70,3 ha. Mais recentemente, em 2013, ocorreram 3 incêndios florestais importantes na ilha do Fogo, na Achada do Maurício (124,3 ha), no Monte Grande (27,0 ha) e no Monte Nhonhô (1,5 ha). Na ilha de Santiago destaca-se o incêndio da Assomada, responsável por 0,6 ha de área ardida em 2013 e, sobretudo, o incêndio do Monte Tchota que, em Abril de 2014, destruiu cerca de 80 hectares de floresta.

Tabela 52 - Impacto dos incêndios nas áreas florestadas no arquipélago de Cabo Verde. Fonte: Inventário Nacional Florestal, 2012.

Nota: Não estão disponíveis os dados para o Fogo.

	Agroflorestal		Floresta		Floresta aberta		Arbustos		Total	
	não ardido	ardido	não ardido	ardido	não ardido	ardido	não ardido	ardido	não ardido	ardido
Boavista	97,3	0	1333,8	0	488,8	0	3565,6	0	5485,5	0
Brava	210,7	0	637,1	8,8	167,2	0	375,7	0	1390,7	8,8
Maio	1240,4	0	4184,3	0	1220,5	42,1	489,5	0	7134,7	42,1
Sal	65,9	0	57,1	0	298,9	0	1292,3	0	1714,2	0
Santo Antão	105,8	0	1912,1	96,8	168,9	0	3105,6	0	5292,4	96,8
Santiago	5900,7	0	30000,2	0	7328,1	0	7303,4	0	50532,4	0
S. Nicolau	372,4	0	2040,2	40,0	383,9	0	2694	0	5490,5	40,0
S. Vicente	252,5	0	1612,7	0	550,4	0	329,8	0	2745,4	0
Total	8245,7	0	41777,5	145,6	10606,7	42,1	19155,9	0	79785,8	187,7

3.4.2. Metodologia

A preparação de mapas de suscetibilidade aos incêndios florestais é o primeiro passo no sentido de prevenir incidentes desastrosos e danosos ligados ao fogo florestal.

Uma vez que não existe disponível no arquipélago de Cabo Verde uma cartografia de áreas ardidas efetuada e atualizada sistematicamente e cobrindo um período temporal longo, a realização da cartografia de suscetibilidade aos incêndios florestais baseou-se na metodologia de análise multicritério. A utilização de métodos de análise multicritério no desenvolvimento de cartografia de suscetibilidade a incêndio florestal não é original, tendo sido aplicada anteriormente com sucesso por vários autores em contextos variados (e.g. Chuvieco e Congalton., 1989; Almeida et al., 1995; Vettorazzi, 2000).

A metodologia utilizada neste trabalho inspira-se no projeto CRIF (2006-2008), desenvolvido e implementado em Portugal pelo Instituto Geográfico Português (IGP), em parceria com a Autoridade Nacional de Proteção Civil (ANPC) e a Direção Geral de Recursos Florestais (DGRF), com o objetivo de produzir uma cartografia de Suscetibilidade ao Incêndio Florestal, numa escala regional (1:25.000). Baseada num modelo de Risco Estrutural, esta cartografia temática constitui-se como um instrumento de planeamento das ações de prevenção e vigilância para a proteção florestal, facilitando a otimização dos recursos e a identificação das zonas estruturalmente classificadas quanto à suscetibilidade ao fogo florestal.

Deste modo, a metodologia utilizada para avaliar a suscetibilidade de ocorrência de incêndios florestais contempla 5 fases sequenciais:

- (i) Escolha dos critérios representativos para a suscetibilidade ao incêndio florestal;
- (ii) Hierarquização e ponderação dos critérios;
- (iii) Ponderação das classes de cada critério;
- (iv) Agregação final por adição linear dos critérios ponderados;
- (v) Validação

Fase 1

Os critérios ou fatores de análise devem ser representativos das várias variantes que contribuem para o aumento da suscetibilidade ao incêndio, sendo independentes entre si de modo a reduzir o efeito de enviesamento dos resultados por autocorrelação entre as variáveis.

Na metodologia que serviu de base à cartografia da suscetibilidade aos incêndios florestais em Cabo Verde foram considerados fatores de origem biofísica (uso e ocupação do solo, incluindo a localização dos combustíveis potenciais), geográfica e morfológica (declives, exposição e altitude) e social (proximidade à rede viária).

Fase 2

Os critérios selecionados foram hierarquizados por ordem decrescente quanto à importância para a geração e propagação de incêndios florestais: (i) ocupação do solo; (ii) declive; (iii) proximidade à rede viária; (iv) altitude; e (v) exposição.

O peso atribuído a cada tema teve em conta a experiência adquirida em aplicações anteriores deste tipo de metodologia, descritas na literatura científica, devidamente ajustada à realidade do arquipélago de Cabo Verde. A soma dos pesos atribuídos aos 5 critérios utilizados totaliza 100 pontos.

Tabela 53 - Ponderação dos critérios utilizados na avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais.

Critérios	Peso
Uso/Ocupação do solo	59
Declive	21
Proximidade à rede viária	9
Altitude	7
Exposição	4

Fase 3

As classes de cada critério ou fator de análise foram definidas e ponderadas entre 10 e 0 (zero) em função do seu contributo para a suscetibilidade ao incêndio florestal, onde 10 representa uma contribuição máxima e 0 (zero) representa uma contribuição nula.

Fase 4

O peso final de cada classe pertencente a cada tema foi determinado pelo produto do peso da classe com o peso do tema e os resultados finais são apresentados na tabela seguinte.

O score de suscetibilidade final de cada unidade matricial é obtido pela soma dos scores das 5 classes nela representadas, cada uma relativa a uma dos critérios ou fatores considerados.

Refira-se que se optou, deliberadamente, por manter em todas as ilhas os mesmos scores para as variáveis consideradas, de modo a sustentar a realização de análises comparativas.

Fase 5

A validação dos resultados foi efetuada por sobreposição direta e tabulação de áreas ardidas conhecidas nas ilhas de Santiago, Fogo e Santo Antão com os resultados da avaliação da suscetibilidade.

É importante enfatizar que, no caso dos incêndios florestais, os mapas representam a suscetibilidade e não perigosidade. Por outras palavras, os mapas produzidos classificam as condições pré-existentes no território que fazem com que algumas áreas tenham maior propensão a ser atingidas pela ocorrência de incêndios florestais. Deste modo, os mapas de suscetibilidade não contemplam qualquer dimensão temporal.

Detalhes adicionais sobre os procedimentos metodológicos para avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais podem ser encontrados na documentação elaborada no contexto deste projeto para efeitos de reforço da capacitação.

Tabela 54 - Ponderação final das classes dos temas utilizados na avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais.

Tema	Peso do tema	Classes	Peso das classes	Scores das classes
Uso do solo	59	arvoredo	10	590
		mato	7	413
		pomar	5	295
		área de cultivo	3	177
		área verde	3	177
		zona sem vegetação ou com vegetação esparsa	2	118
		parque de campismo	1	59
		leito de ribeira	1	59
		salina	0	0
		zona húmida	0	0
		praia arenosa	0	0
		estrada	0	0
		assentamentos humanos e/ou habitações	0	0
		Declive	21	> 60%
40 - 60%	7			147
20 - 40%	5			105
10 - 20%	3			63
0 - 10%	1			21
> 1500 m	10			70
Altitude	7	1000 - 1500 m	7.5	53
		500 - 1000 m	5	35
		0 - 500 m	2.5	18
		Sul	10	40
Exposição	4	Oeste	7	28
		Este	5	20
		Norte	3	12
		Plano	5	20
		< 25 m	10	90
Proximidade à rede viária	9	25 - 50 m	7.5	68
		50 - 100 m	5	45
		100 - 150 m	2.5	23
		> 150 m	0	0

O esquema seguinte sistematiza a metodologia utilizada na avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais (perigosidade estrutural).

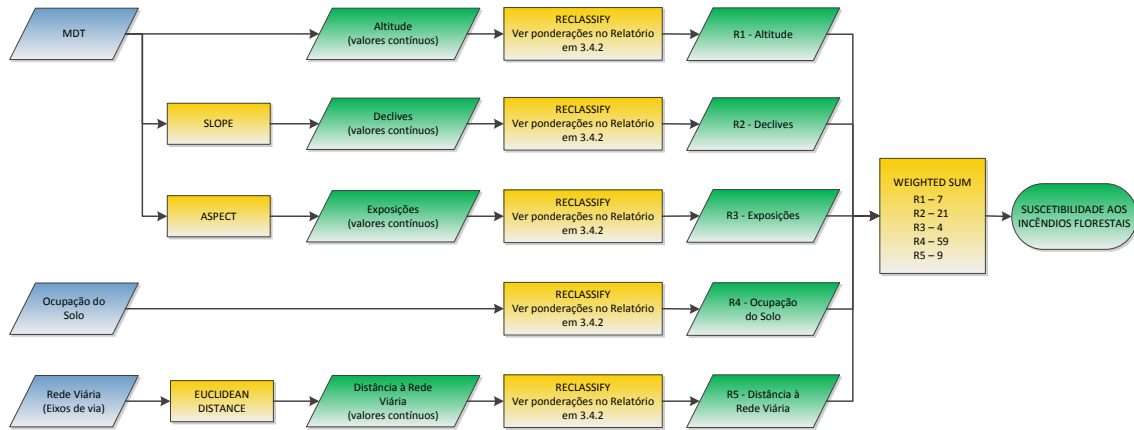


Figura 108 - Metodologia de avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais.

3.4.3. Dados utilizados

Os dados utilizados na avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais correspondem ao conjunto de temas cartográficos considerados critérios ou fatores na análise multicritério. Adicionalmente, foram utilizados para validação os perímetros georreferenciados dos incêndios conhecidos em Santiago, no Fogo e em Santão Antão, assim como 20 incêndios com implantação pontual extraídos do trabalho de Monteiro (2007).

A cartografia do uso/ocupação do solo foi obtido a partir da combinação de uma série de fontes (Cartografia 1:10000 (Produtor: Município), Global Land Cover 2000 Project (GLC 2000), MODIS (MCD12Q1) LAND COVER (Version 005)). Do trabalho de condensação da informação resultaram 13 classes utilizadas neste trabalho: arvoredo, mato, olival, pomar, área de cultivo, área verde, zona sem vegetação ou com vegetação esparsa, parque de campismo, leito de ribeira, salina, zonas húmida, praia arenosa, estrada e assentamentos humanos e/ou habitações.

O Modelo Digital de Terreno foi empregue para derivar os temas do declive, altitude e exposição.

O mapa de declives foi reclassificado em 5 classes expressas em percentagem: 0-10, 10-20, 20-40, 40-60 e >60.

O mapa de altitudes foi reclassificado em 4 classes em metros: 0-500, 500-1000, 1000-1500 e >1500.

O mapa de exposições foi reclassificado em 5 classes: Plano, Norte, NE, Este, SE, Sul, SW, Oeste e NW.

Todos os temas foram convertidos do formato vetorial para *raster*, tendo sido posteriormente reclassificados de acordo com os scores das classes estabelecidos na análise multicritério. Estabeleceu-se que todos os outputs das várias operações efetuadas deveriam ter píxeis com a resolução de 10x10, ou seja, 100 m².

3.4.4. Representação/visualização

As cartas de suscetibilidade aos incêndios florestais são apresentadas separadamente para cada ilha habitada do arquipélago.

Cada carta tem representado cartograficamente os seguintes elementos:

- Limites administrativos dos concelhos.
- Distribuição de 5 classes de suscetibilidade.

As classes de suscetibilidade aos incêndios florestais dão indicação quanto à propensão para a ocorrência de ignições de fogo florestal, assim como da propensão para a propagação do fogo, depois de desencadeado.

As classes de suscetibilidade foram definidas em função da agregação dos scores dos 5 temas considerados na Análise Multicritério, de acordo com as seguintes regras:

- Suscetibilidade Muito Elevada (score >800)
- Suscetibilidade Elevada (score 700 -800)

- Suscetibilidade Moderada (score 600-700)
- Suscetibilidade Baixa (score 500-600)
- Suscetibilidade Muito Baixa (score <500)

Cada cor no mapa representa uma classe de suscetibilidade, de acordo com o quadro seguinte:

Representação	Descrição
	Suscetibilidade muito baixa
	Suscetibilidade baixa
	Suscetibilidade moderada
	Suscetibilidade elevada
	Suscetibilidade muito elevada

3.4.5. Cartografia de suscetibilidde

A. Santo Antão

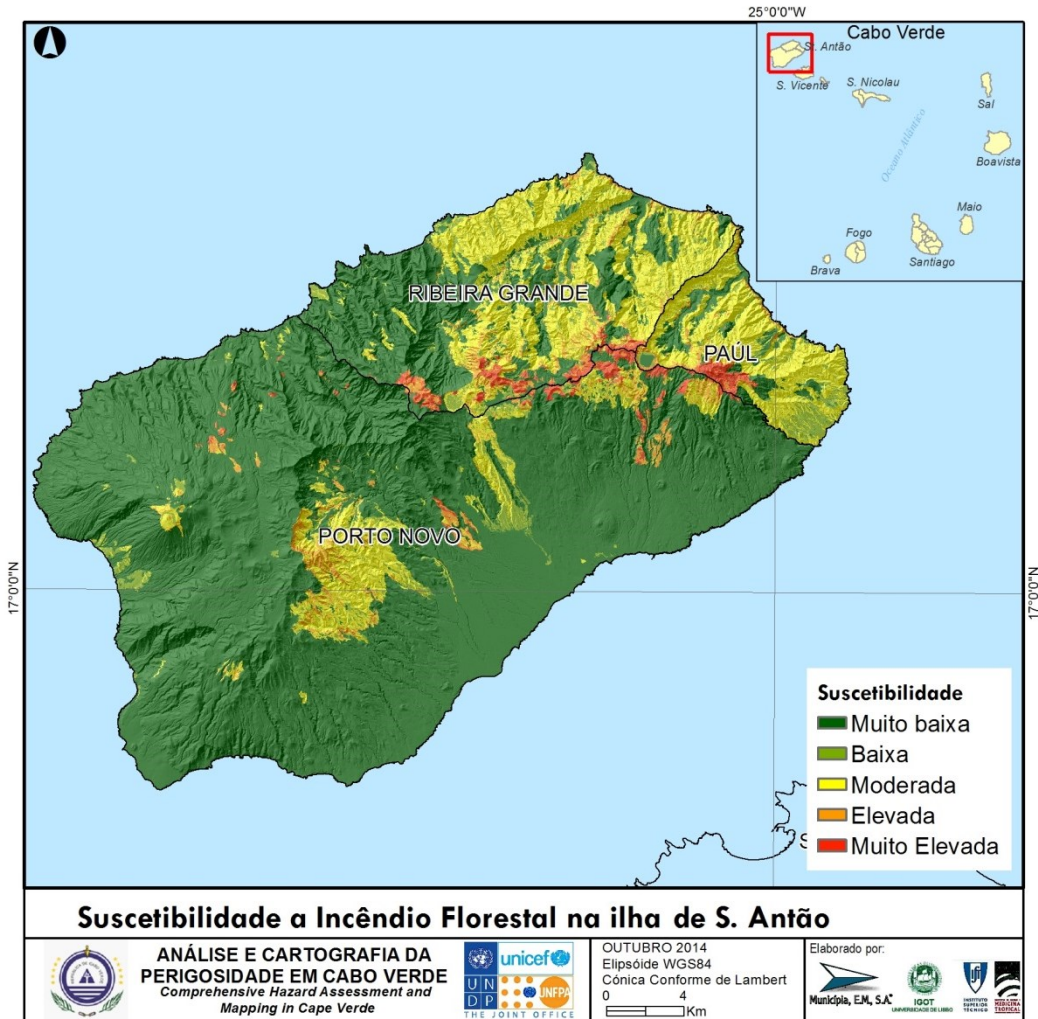


Figura 109 - Suscetibilidade a incêndios florestais em Santo Antão.

B. Boavista



Figura 110 - Suscetibilidade a incêndios florestais na Boavista.

C. Brava

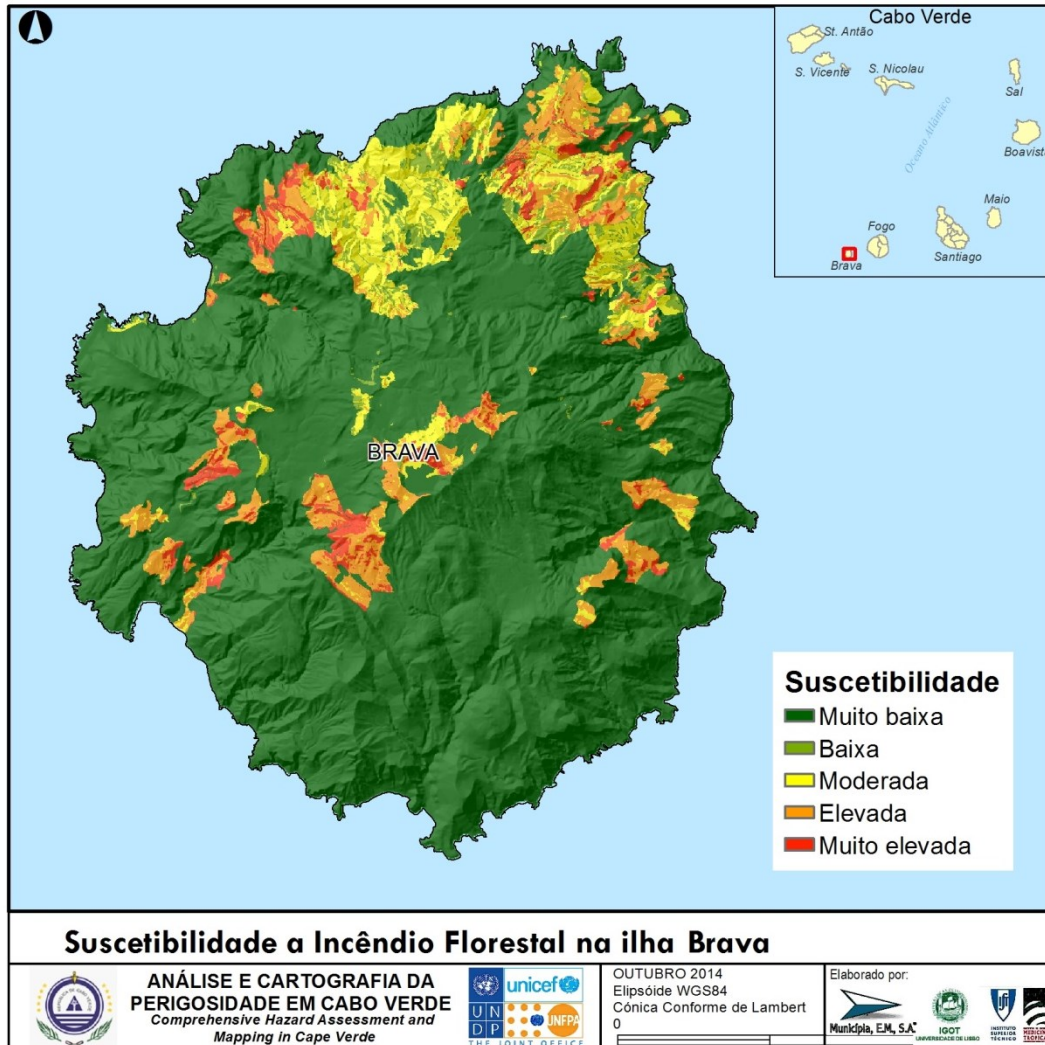


Figura 111 - Suscetibilidade a incêndios florestais na Brava.

D. Fogo

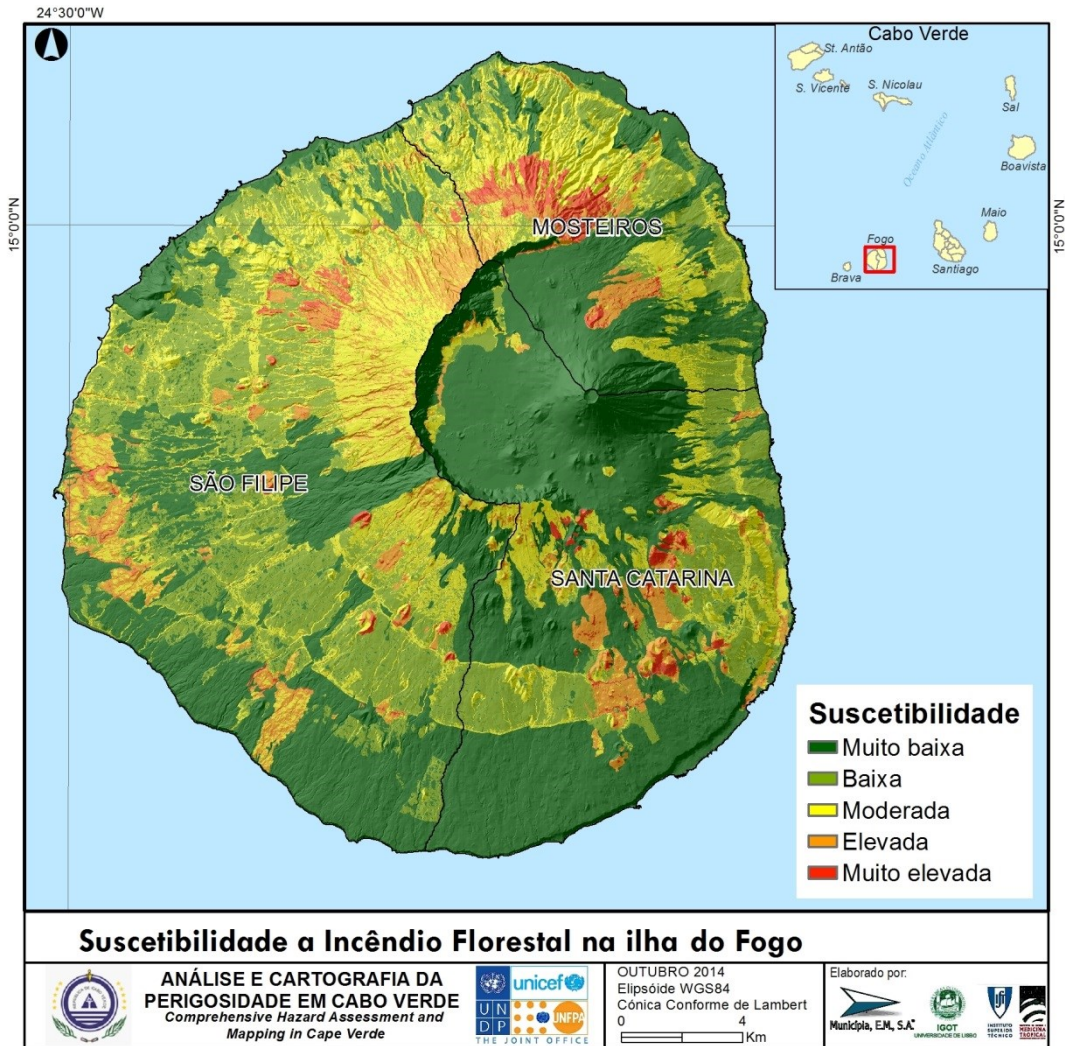


Figura 112 - Suscetibilidade a incêndios florestais no Fogo.

E. Maio

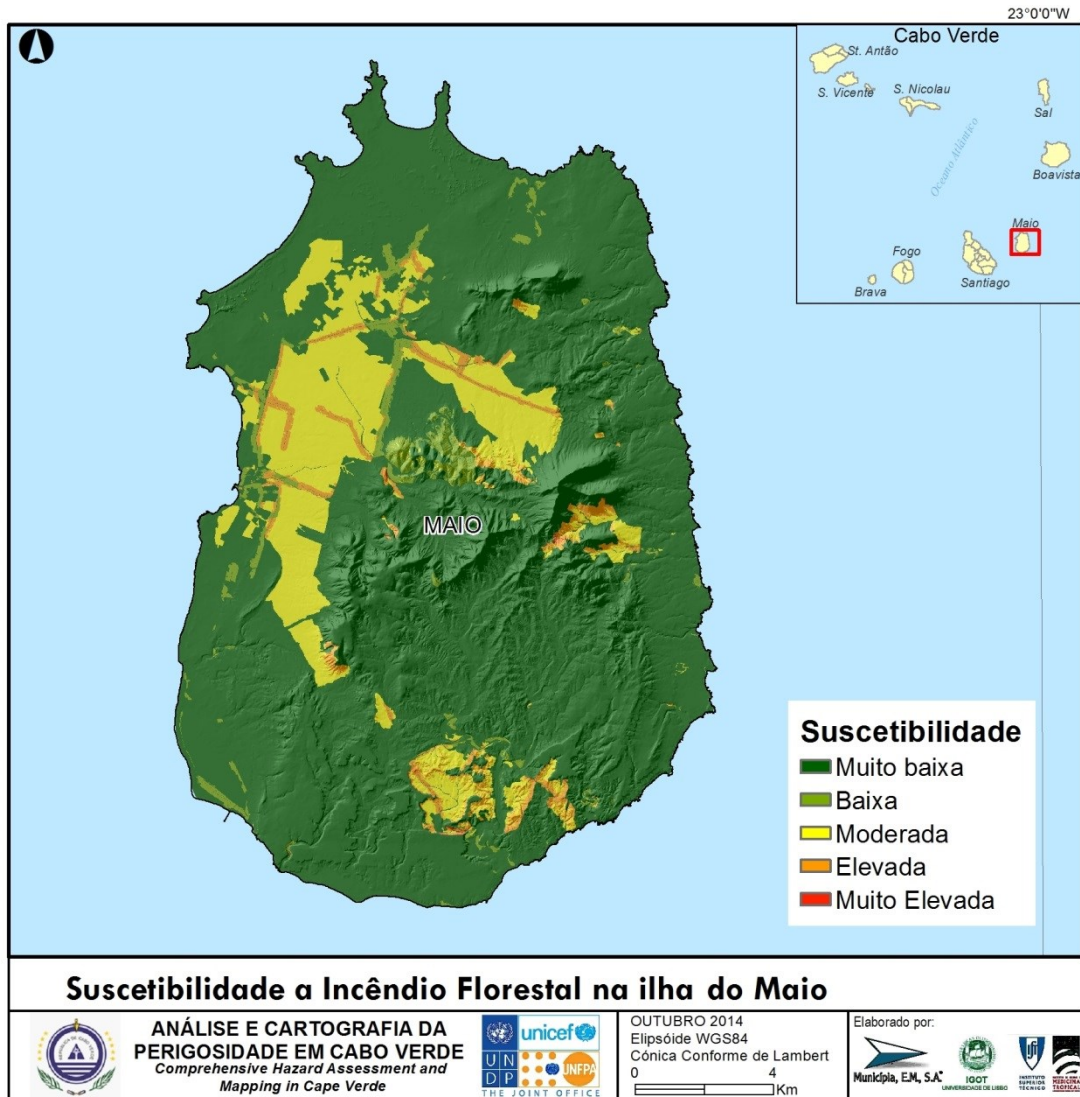


Figura 113 - Suscetibilidade a incêndios florestais no Maio.

F. Sal

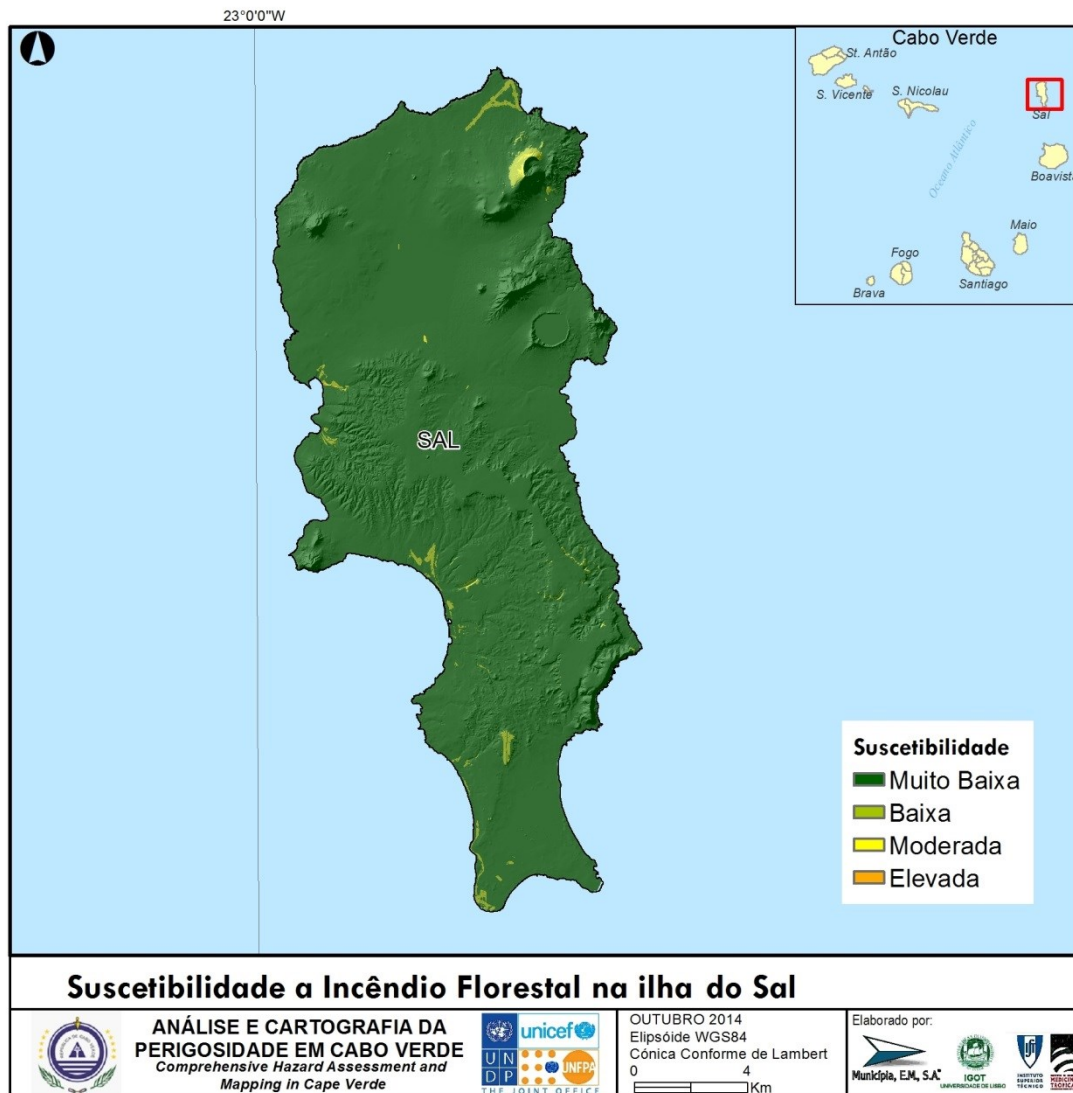


Figura 114 - Suscetibilidade a incêndios florestais no Sal.

G. Santiago

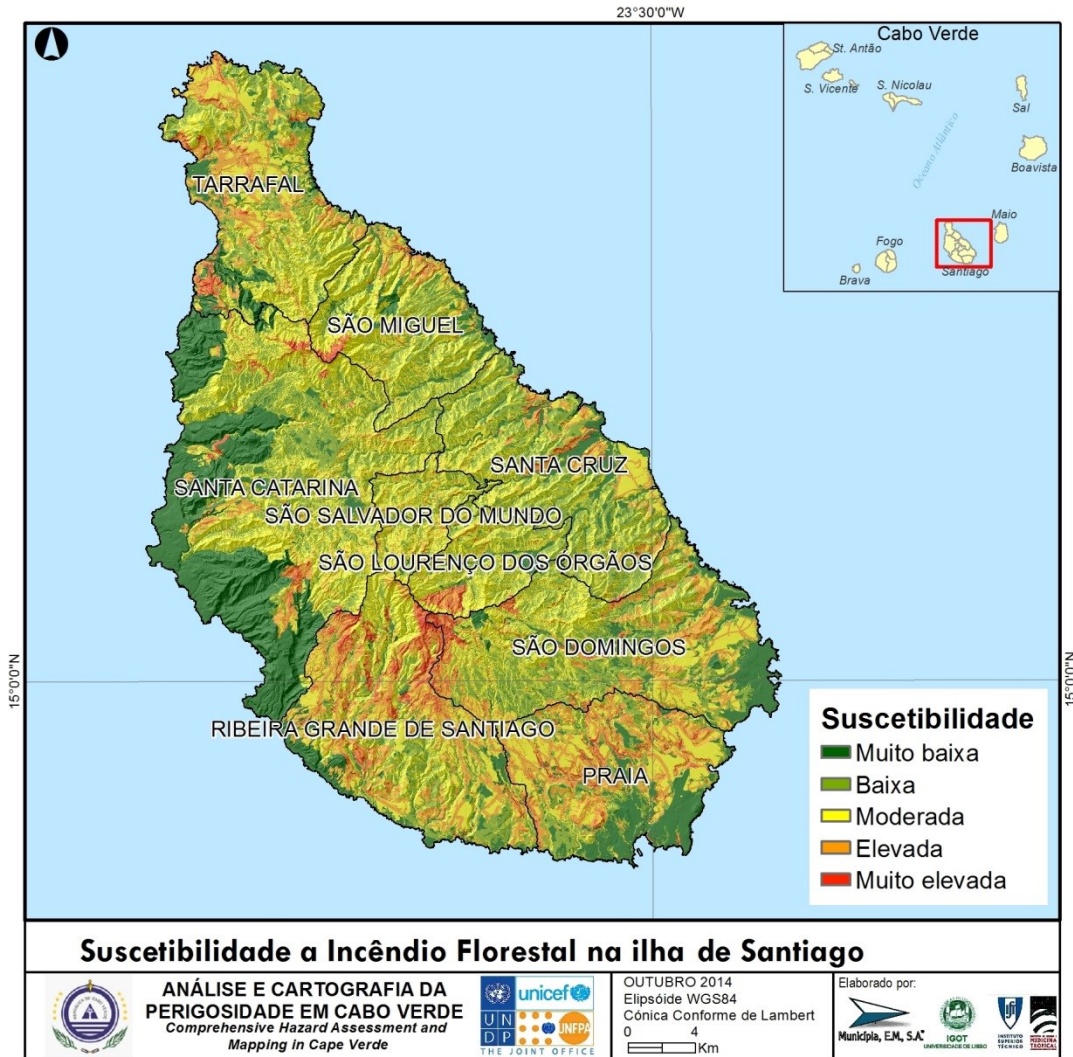


Figura 115 - Suscetibilidade a incêndios florestais em Santiago.

H. São Nicolau



Figura 116 - Suscetibilidade a incêndios florestais em S. Nicolau.

I. São Vicente

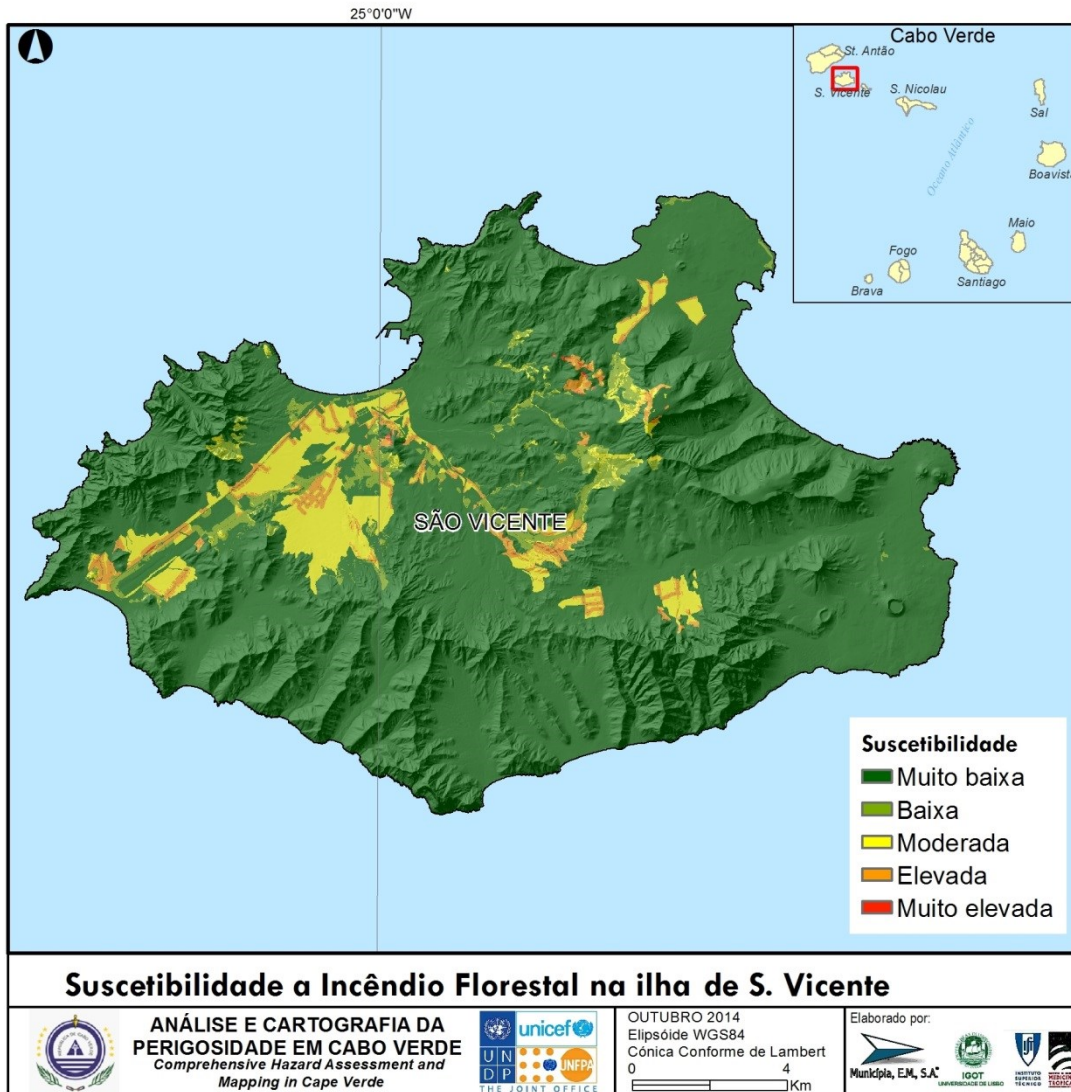


Figura 117 - Susceptibilidade a incêndios florestais em S. Vicente.

3.4.6. Análise da suscetibilidade

A. Santo Antão

No contexto do arquipélago de Cabo Verde, a ilha de Santo Antão apresenta uma suscetibilidade aos incêndios florestais relevante. Com efeito, as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrangem 1,56% da superfície da ilha, valor que fica apenas aquém do observado em Santiago, Fogo, Brava e S. Nicolau. Registe-se, no entanto, que a distribuição espacial da suscetibilidade aos incêndios florestais é muito desigual em Santo Antão, sendo que o sector NE da ilha se destaca com uma suscetibilidade mais elevada, nomeadamente nas zonas com altitude mais elevada.

A suscetibilidade aos incêndios florestais assume maior expressão nos concelhos do Paúl e da Ribeira Grande, onde as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada ocupam áreas que correspondem a, respetivamente, 9,22% e 8,16% da superfície dos concelhos. Em situação oposta encontra-se o concelho de Porto Novo, que apresenta uma suscetibilidade bastante mais reduzida, como o atesta a expressão espacial das classes de suscetibilidade baixa e muito baixa, equivalente a 90,8% da respetiva superfície.

Tabela 55- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (Santo Antão).

CONCELHO	Suscetibilidade				
	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Paúl	18.32	13.26	59.19	4.77	4.46
Porto Novo	88.48	2.32	5.97	2.33	0.90
Ribeira Grande	44.76	7.17	39.92	5.31	2.85
FREGUESIA					
São João Baptista	86.10	2.77	7.41	2.71	1.01
Santo André	97.43	0.61	0.57	0.92	0.48
Santo António das Pombas	18.32	13.26	59.19	4.77	4.46
São Pedro Apóstolos	73.51	4.41	16.57	3.53	1.98
Santo Crucifixo	30.73	8.25	46.67	8.66	5.69
Nossa Senhora do Rosário	28.42	9.34	56.54	4.24	1.46
Nossa Senhora do Livramento	11.17	9.74	75.32	3.78	0.00
Santo Antão	74.34	4.10	16.87	3.13	1.56

Monteiro (2007), recorrendo a dados da Delegação do Ministério do Ambiente e Agricultura em Santo Antão, apresenta um mapa com a localização de duas dezenas de incêndios ocorridos no Planalto Leste de Santo Antão, entre 2003 e 2006. A confrontação da implantação pontual destes incêndios com o modelo de avaliação da suscetibilidade por análise multicritério mostra que o ajuste é bastante aceitável. Com efeito, 15 incêndios (75% do total) localizam-se em áreas classificadas pelo modelo com suscetibilidade muito elevada ou elevada, validando o mapa produzido.

Recentemente, o MAHOT procedeu à georreferenciação do perímetro de 3 incêndios florestais ocorridos em 2006 (Morro da Cruz e Morro do Vento) e em 2008 (Pico da Cruz). Estes incêndios validam, igualmente, o modelo de suscetibilidade produzido, uma vez que 70,9% e 10,1% da área ardida total situam-se, respetivamente, nas classes de suscetibilidade muito elevada e elevada.

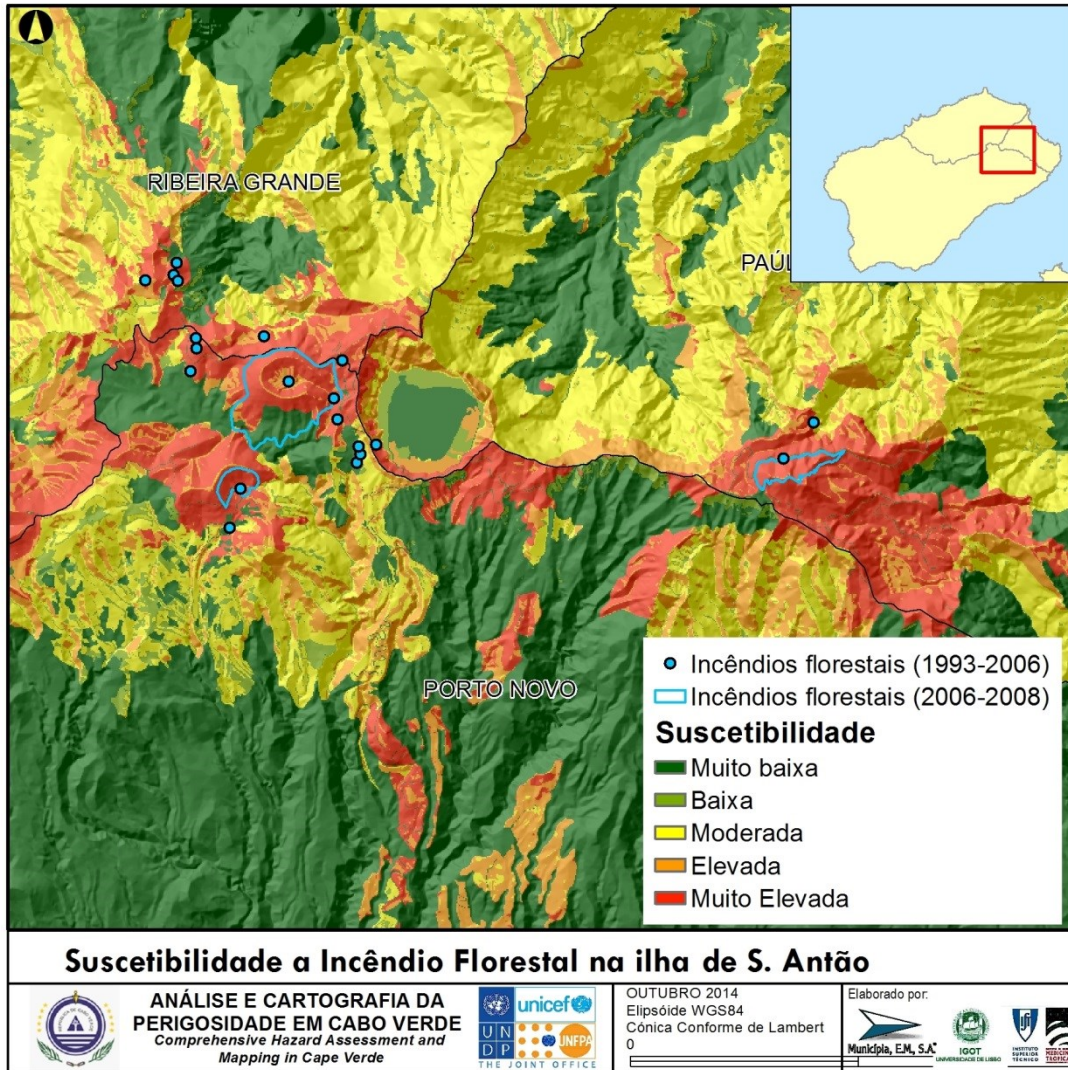


Figura 118 - Sobreposição dos incêndios florestais com a cartografia de suscetibilidade em Santo Antão.

B. Boavista

A ilha da Boavista tem um coberto vegetal muito escasso e, por isso, a suscetibilidade aos incêndios florestais é globalmente bastante reduzida. As classes de suscetibilidade muito baixa ou baixa ocupam a quase totalidade da ilha (97,6% da superfície total). As classes de suscetibilidade elevada e muito elevada representam apenas 0,5% da área total da ilha, estando presentes no setor da Povoação Velha, na freguesia de Santa Isabel, e na zona de Fundo das Figueiras, na freguesia de S. João Baptista.

Tabela 56- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (Boavista).

CONCELHO	Suscetibilidade				
	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Boavista	88.74	8.83	1.92	0.50	0.02

FREGUESIA					
São João Baptista	91.71	5.45	2.26	0.58	0.01
Santa Isabel	86.93	10.90	1.71	0.44	0.02
Boavista	88.74	8.83	1.92	0.50	0.02

C. Brava

A ilha Brava apresenta uma suscetibilidade aos incêndios florestais tipicamente moderada, pese embora a maior parte do território (79,9%) estar integrada na classe de suscetibilidade muito baixa. As classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrangem 10,4% da superfície total da ilha, tendo uma expressão mais acentuada na freguesia de Nossa Senhora do Monte (11,2% da respetiva superfície). Neste contexto, destacam-se, pela maior propensão ao incêndio florestal, as vertentes expostas a Norte na parte setentrional da ilha e algumas zonas acima de 500 metros de altitude, na parte central da ilha.

Tabela 57- Suscetibilidade aos incêndios florestais por freguesia (Brava).

FREGUESIA	Suscetibilidade				
	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
São João Baptista	75.23	4.22	10.76	7.42	2.36
Nossa Senhora do Monte	86.21	0.65	1.99	7.09	4.05
Brava	79.89	2.71	7.04	7.28	3.08

D. Fogo

De acordo com a expressão espacial das classes de suscetibilidade, a ilha do Fogo apresenta uma propensão relevante para a ocorrência de incêndios florestais, que a coloca em segundo lugar no arquipélago, no que respeita a este perigo, apenas atrás da ilha de Santiago. Com efeito, as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrangem uma área que corresponde a 10,6% da totalidade da ilha, assumindo particular expressão na parte setentrional do Parque Natural do Fogo e nas vertentes que o prolongam a Oeste, NW e Norte. Em termos gerais, a suscetibilidade aos incêndios florestais é mais elevada no concelho de Mosteiros, onde a expressão espacial das classes de suscetibilidade elevada e muito elevada corresponde a 13,7% da área total do concelho. No concelho de Santa Catarina a suscetibilidade é mais reduzida, facto que é atestado pela extensão espacial das classes de suscetibilidade baixa e muito baixa (79,3% da área dado concelho).

Tabela 58- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (Fogo).

CONCELHO	Suscetibilidade				
	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
São Filipe	35.14	30.09	23.80	9.59	1.37
Mosteiros	41.46	18.23	26.58	7.81	5.92
Santa Catarina	63.14	16.12	12.43	6.46	1.85
FREGUESIA					
Nossa Senhora da Conceição	46.94	28.11	16.11	7.75	1.10
Santa Catarina	63.14	16.12	12.43	6.46	1.85

São Domingos	18.90	32.82	34.39	12.13	1.76
Nossa Senhora de Ajuda	41.46	18.23	26.58	7.81	5.92
Fogo	45.44	23.40	20.57	8.25	2.34

Como já foi referido, existe disponível o perímetro georreferenciado de quatro incêndios ocorridos em 2011 (Monte Velha) e 2013 (Achada do Maurício, Monte Grande e Monte Nhonhô), que totalizam em conjunto 223,1 ha. Esta informação foi utilizada para validar o modelo de suscetibilidade produzido por análise multicritério e as duas figuras seguintes mostram que, visualmente, existe um ajuste bastante aceitável. A tabulação efetuada em SIG entre o perímetro do incêndio e as classes de suscetibilidade não só confirma a qualidade do ajuste como permite quantificá-lo. Assim, 27,9% da área ardida estava classificada com suscetibilidade muito elevada ou elevada. No total, 76,4% das áreas ardidas enquadram-se nas classes de suscetibilidade moderada ou superior. Adicionalmente, no perímetro dos incêndios apenas 2,1% da área ardida tinham suscetibilidade muito baixa.

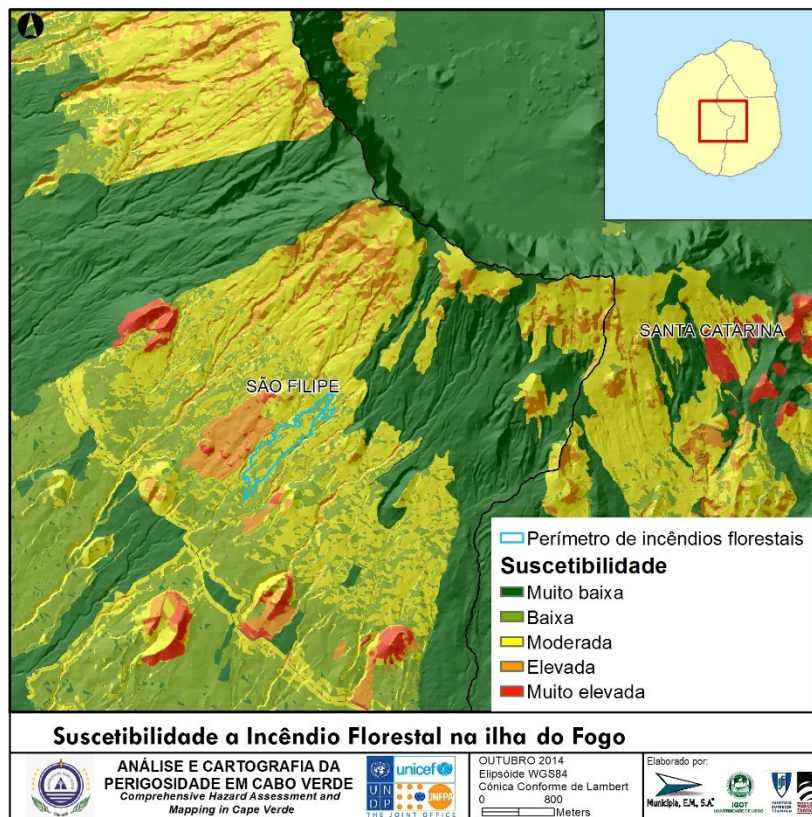
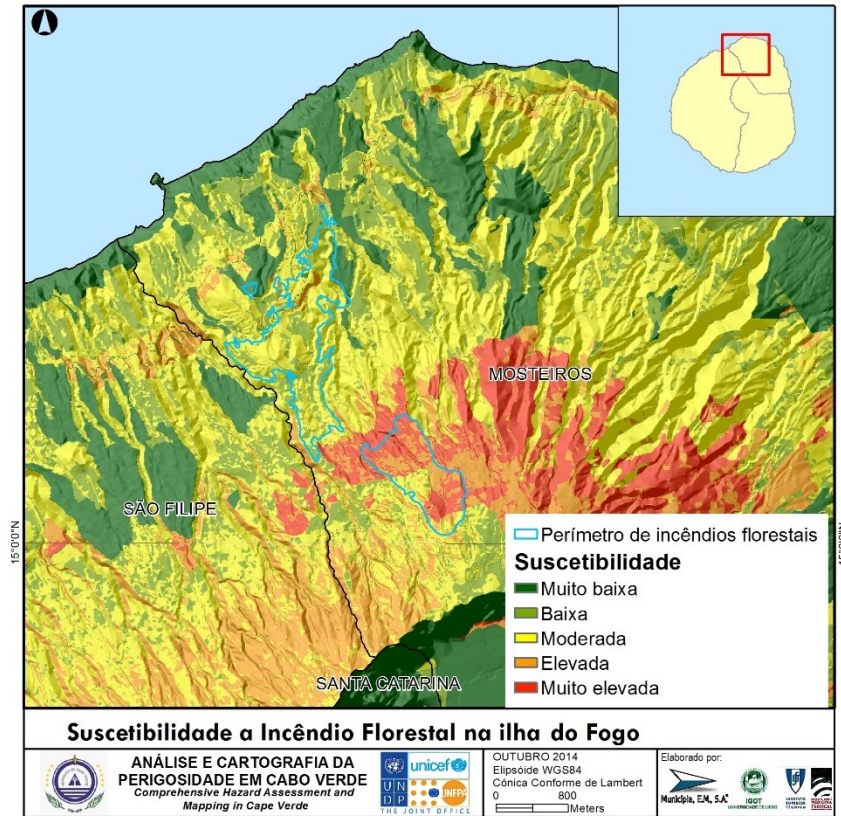


Figura 119 - Sobreposição dos incêndios florestais com a cartografia de suscetibilidade no Fogo.

E. Maio

A ilha de Maio apresenta uma suscetibilidade aos incêndios florestais relativamente reduzida, em resultado da fraca expressão da sua zona florestal e do carácter predominantemente plano da ilha.

As classes de suscetibilidade muito baixa ou baixa ocupam a larga maioria da ilha (84,4% da superfície total).

As classes de suscetibilidade elevada e muito elevada representam apenas 2,9% da área total da ilha, estando presentes sobretudo no setor Oeste, no enfiamento do Morrinho, Calheta e Morro.

Tabela 59- Suscetibilidade aos incêndios florestais por freguesia (Maio).

FREGUESIA	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Nossa Senhora da Luz	81.56	2.79	12.80	2.80	0.05
Maio	81.56	2.79	12.80	2.80	0.05

F. Sal

A ilha do Sal é a que apresenta menor suscetibilidade aos incêndios florestais no arquipélago de Cabo Verde, em reflexo da escassez do coberto vegetal. Com efeito, as classes de suscetibilidade baixa e muito baixa abrangem 99,9% da área e não há registo de qualquer ocorrência de incêndio florestal no território.

Tabela 60- Suscetibilidade aos incêndios florestais por freguesia (Sal).

FREGUESIA	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Nossa Senhora das Dores	98.56	1.35	0.07	0.01	0.00
Sal	98.56	1.35	0.07	0.01	0.00

G. Santiago

Apesar do registo histórico de incêndios florestais não colocar Santiago do topo do ranking do arquipélago, esta ilha apresenta uma suscetibilidade muito relevante a este perigo ambiental, o que é em grande parte explicado pela expressão das áreas florestais, agro-florestais e arbustivas, que ascendem a 50.532 hectares, de acordo com o Inventário Florestal Nacional, valor que é muito superior ao verificado em qualquer das restantes ilhas. Adicionalmente, o relevo acidentado e o domínio de declives acentuados contribuem para justificar a imagem do mapa de suscetibilidade obtido por análise multicritério. Deste modo, as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada ascendem a 18,9 da superfície total da ilha, valor que ultrapassa largamente o verificado em qualquer das outras ilhas. No mesmo sentido, a ilha de Santiago é a única do arquipélago onde a expressão territorial das classes de suscetibilidade baixa e muito baixa não atinge 50% do território.

A suscetibilidade aos incêndios florestais é particularmente preocupante na área da Serra da Malagueta e na zona do Pico da Antónia – Monte Tchota – S. Jorge dos Órgãos.

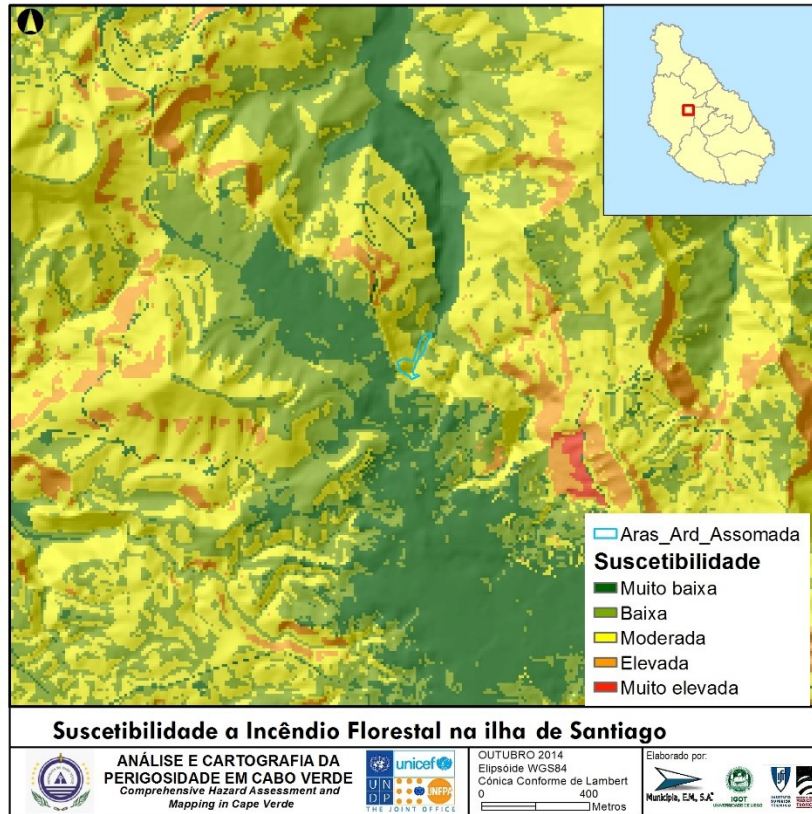
Os concelhos mais expostos a este tipo de perigo são Ribeira Grande de Santiago, Praia, Tarrafale São Domingos, onde a expressão territorial das classes de suscetibilidade elevada e muito elevada ascende a, respetivamente, 36,35%, 35,23%, 23,55% e 20,38% das áreas dos concelhos. O concelho de Santa Catarina contrasta com os anteriores, uma vez que aqui as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada representam apenas 7,2% da superfície total, enquanto as classes de suscetibilidade baixa e muito baixa abrangem 61,3% do território.

Tabela 61- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (Santiago).

CONCELHOS	Suscetibilidade				
	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Praia	24.63	14.78	25.35	29.97	5.26
Ribeira Grande de Santiago	11.84	17.71	34.11	28.85	7.50
São Domingos	16.84	30.02	32.76	17.26	3.12
São Lourenço dos Órgãos	8.49	26.76	52.97	8.24	3.55
São Salvador do Mundo	4.66	24.21	59.44	11.69	0.01
Santa Cruz	13.62	40.01	35.28	9.27	1.81
Santa Catarina	40.84	20.41	31.52	6.16	1.06
São Miguel	11.47	29.67	48.77	8.08	2.02
Tarrafal	13.79	23.36	39.29	19.92	3.64
FREGUESIA					
Santíssimo Nome de Jesus	12.26	25.16	33.95	26.56	2.06
Nossa Senhora da Graça	24.63	14.78	25.35	29.97	5.26
São João Batista	11.64	14.24	34.18	29.91	10.03
São Nicolau Tolentino	7.78	35.12	38.09	14.03	4.98
Nossa Senhora da Luz	25.57	25.10	27.62	20.37	1.33
São Lourenço dos Órgãos	8.49	26.76	52.97	8.24	3.55
São Salvador do Mundo	4.66	24.21	59.44	11.69	0.01
Santiago Maior	13.62	40.01	35.28	9.27	1.81
Santa Catarina	40.84	20.41	31.52	6.16	1.06
São Miguel Arcanjo	11.47	29.67	48.77	8.08	2.02
Santo Amaro Abade	13.79	23.36	39.29	19.92	3.64
Santiago	20.90	24.46	35.76	15.68	3.20

A exemplo do verificado na ilha do Fogo, estão disponíveis para Santiago os perímetros georreferenciados de dois incêndios, verificados em 2013 (incêndio da Assomada) e 2014 (incêndio do Monte Tchota), representados na figura seguinte. No caso do incêndio da Assomada, 74,6% da área ardida encontra-se na classe de suscetibilidade moderada, enquanto 25,4% correspondem à classe de suscetibilidade baixa. As condições de predisposição não muito favoráveis à propagação do incêndio terão contribuído para a reduzida área que este afetou (0,6 ha). No caso do incêndio do Monte Tchota, a sobreposição do perímetro da área ardida ao mapa de suscetibilidade aos incêndios florestais produzido com o método de análise multicritério mostra um ajuste excelente, o que constitui indicador da boa qualidade do modelo produzido. A tabulação

efetuada em SIG entre o perímetro do incêndio e as classes de suscetibilidade permite quantificar o ajuste. Deste modo, A área ardida classificada com suscetibilidade muito baixa, baixa e moderada é perfeitamente residual (0,7% no total). Pelo contrário, 84,0% da área ardida estava classificada com suscetibilidade muito elevada e 15,3% com suscetibilidade elevada., o que confirma a qualidade do modelo de suscetibilidade.



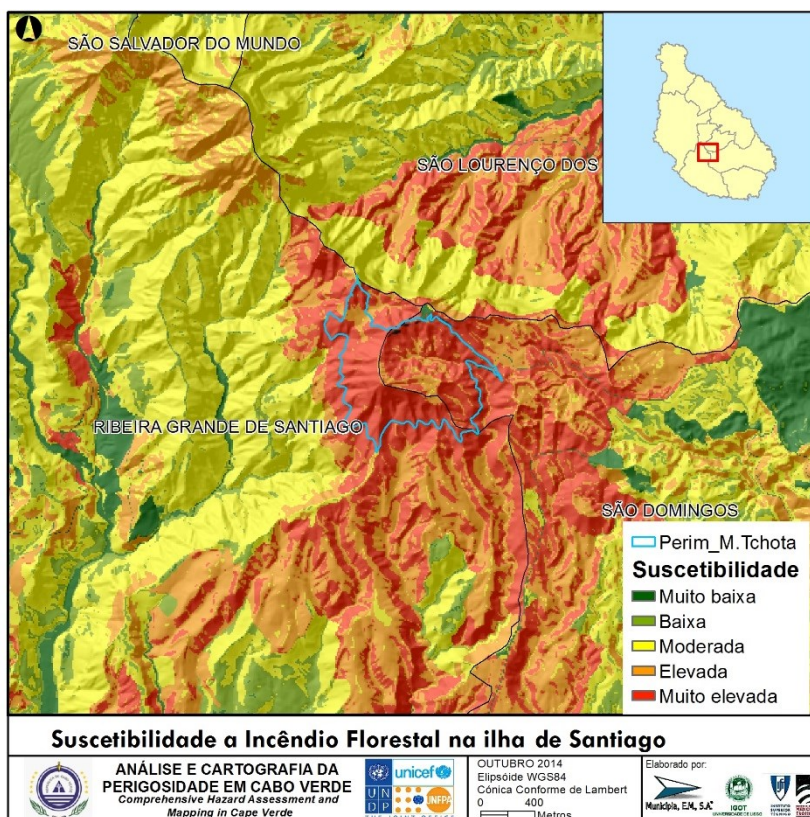


Figura 120 - Sobreposição dos incêndios florestais com a cartografia de suscetibilidade em Santiago.

H. São Nicolau

No contexto do arquipélago de Cabo Verde, a ilha de São Nicolau apresenta uma suscetibilidade aos incêndios florestais moderada a baixa. As classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrangem 4,7% da superfície total, com uma repartição muito equivalente entre os 2 concelhos (4,85% e 4,33%, nos concelhos de Ribeira Brava e de Tarrafal de São Nicolau, respetivamente). No entanto, as zonas de maior suscetibilidade ao fogo florestal não se distribuem uniformemente, estando sobretudo concentradas no sector ocidental, mais montanhoso, da ilha. O concelho da Ribeira Brava apresenta, comparativamente, uma situação mais favorável, uma vez que as classes de suscetibilidade baixa e muito baixa abrangem 82,3% da superfície total do concelho.

Tabela 62- Suscetibilidade aos incêndios florestais por concelho e freguesia (S. Nicolau).

CONCELHO	Suscetibilidade				
	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Ribeira Brava	75.59	6.69	12.88	4.17	0.68
Tarrafal de São Nicolau	37.84	23.14	34.69	3.81	0.51
FREGUESIA					
São Francisco de Assis	37.84	23.14	34.69	3.81	0.51
Nossa Senhora do Rosário	79.98	5.57	9.58	4.26	0.61
Nossa Senhora da Lapa	24.04	19.84	51.54	3.08	1.50

S. Nicolau	62.47	12.40	20.46	4.04	0.62
-------------------	--------------	--------------	--------------	-------------	-------------

I. São Vicente

A propensão para a ocorrência de incêndios florestais é relativamente baixa na ilha de S. Vicente, o que é atestado pela inexistência de referências a fogos florestais no registo histórico e no registo do Inventário Florestal Nacional, assim como pelo facto de 91,8% do território da ilha terem sido classificados com suscetibilidade baixa ou muito baixa pelo modelo de análise multicritério utilizado.

As classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrangem apenas 2,6% do território, adquirindo especial incidência na zona do Monte Verde e na área ocidental, no enfiamento entre o Lazareto e São Pedro.

Tabela 63- Suscetibilidade aos incêndios florestais por freguesia (S. Vicente).

FREGUESIA	Muito baixa	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Nossa Senhora da Luz	88.80	2.95	5.70	2.47	0.08
S. Vicente	88.80	2.95	5.70	2.47	0.08

3.4.7. Aplicação da cartografia de suscetibilidade

- A cartografia da suscetibilidade aos incêndios florestais pode ser utilizada pelos políticos, decisores e técnicos como base para o ordenamento florestal, devidamente articulado com os trabalhos do Inventário Florestal Nacional e as ações do Ministério do Desenvolvimento Rural.
- A cartografia da suscetibilidade aos incêndios florestais pode ser utilizada como apoio para a elaboração de cartas de risco de incêndio florestal onde seja possível identificar as potenciais consequências prejudiciais, para as pessoas e os bens (estruturas e infraestruturas) decorrentes do incêndio florestal.
- A cartografia das zonas suscetíveis à ocorrência de incêndios florestais pode ser utilizada pelos políticos, decisores e técnicos como base para a definição de planos específicos de emergência e proteção civil, permitindo mitigar o risco pela prevenção e preparação, incluindo a determinação das estratégias de combate aos incêndios e a definição dos meios necessários para o conseguir.

3.4.8. Recomendações

- Promover a melhoria e uniformização da informação cartográfica temática que suporta a avaliação da suscetibilidade aos incêndios florestais. Uma cartografia do uso/ocupação do solo detalhada e atualizada permitirá melhorar a qualidade do modelo de suscetibilidade obtido por análise multicritério.
- Densificar a cartografia das áreas florestais com a indicação das espécies florestais presentes, as quais apresentam potenciais de inflamabilidade distintos. Esta informação adicional permitirá refinar o modelo de análise multicritério por incorporação direta do critério.
- Deverá ser garantida a inventariação sistemática dos perímetros de futuros incêndios florestais, em bases SIG. Numa primeira fase, esta informação revela-se crucial para validar os modelos de suscetibilidade efetuados com recurso a análise multicritério. Numa segunda fase, quando os inventários de áreas ardidas adquirirem a necessária robustez estatística, poderão ser utilizados para a geração de novos modelos de suscetibilidade efetuados com métodos estatísticos.

- Atualizar, sistematizar e centralizar ao nível do SNPCB a informação acerca das necessidades materiais e de pessoal de apoio ao combate ao fogo florestal, nomeadamente nas ilhas onde este perigo assume maior importância: Santiago, Santo Antão e Fogo.
- Promover as atividades que favoreçam a deteção precoce dos incêndios florestais, com manutenção e alagamento de postos de vigia e implementação de projetos de ocupação dos tempos livres para os jovens, para que estes sejam parte ativa no processo de vigilância aos incêndios florestais.
- Regulamentar, com restrições severas, as ações de queimadas ou de queimas de lixos, nas áreas rurais e lugares isolados de difícil acesso.
- Garantir a limpeza de mato em redor das propriedades, num raio de 50 metros de qualquer edificação.
- Para efeito de reforço da capacidade de resposta às emergências, recomenda-se o desenvolvimento de planos prévios de intervenção para eventos de incêndio florestal.

3.4.9. Notas

- O modelo de suscetibilidade aos incêndios florestais foi feito por análise multicritério, utilizando uma ponderação de critérios e classes única e uniforme para todo o arquipélago, o que possibilita a comparação direta dos resultados obtidos para as 9 ilhas estudadas.
- A qualidade dos mapas de uso/ocupação do solo pode ser incrementada substancialmente por integração das espécies dominantes nas manchas florestais definidas na cartografia disponível.
- Embora o modelo de suscetibilidade tenha sido validado com os elementos disponíveis em Santo Antão, Fogo e Santiago, os mapas agora produzidos deverão ser confrontados com as ocorrências futuras de incêndios florestais, pelo que é vital que o seu registo rigoroso seja assegurado.

3.5. SISMOS

3.5.1. Enquadramento do Fenómeno

O arquipélago de Cabo Verde, de origem vulcânica, localiza-se no interior da placa tectónica africana. O vulcanismo intraplaca, chamado vulcanismo hotspot, está na génese de cadeias de ilhas vulcânicas cuja idade e distribuição geográfica se encontram relacionadas com o movimento da placa tectónica na qual se encontram.

Em ambientes vulcânicos a sismicidade encontra-se associada a diferentes fenómenos físicos. Os sismos vulcânicos e geotérmicos, o tipo de evento mais frequente e de baixa magnitude, estão relacionados com movimentos de fluidos no interior das condutas. Estes sismos, de grande importância no que diz respeito à monitorização de atividade dos vulcões ativos (Fonseca et al., 2003; Heleno, 2001; Heleno and Fonseca, 1999; Faria et al., 2013; Fonseca et al., 2013; Faria and Fonseca, 2014) não são incorporados na análise probabilista da perigosidade sísmica uma vez que a baixa magnitude que lhes está associada se traduz numa perigosidade sísmica desprezável.

Os sismos tectónicos, por outro lado, têm génese na deformação da placa tectónica devido a tensões acumuladas na litosfera. Estas tensões podem estar relacionadas com o campo de tensão regional resultante da interação entre as placas tectónicas ou com perturbações locais no campo de tensões. No caso do hotspot cabo-verdiano, a elevação topográfica do swell de Cabo Verde e a proximidade da margem continental africana são considerados os principais fatores capazes de gerar alterações significativas ao campo de tensão regional. A sismicidade de magnitude moderada a elevada tem maior expressão na vizinhança do arquipélago de Cabo Verde que na região intraplaca circundante como se pode constatar na Figura 121. Num ambiente intraplaca a sismicidade é em geral esparsa e difícil de caracterizar quantitativamente em todas as suas vertentes (distribuição espacial, temporal e no domínio das magnitudes). Contrariamente à sismicidade com génese vulcânica e geotérmica, os sismos tectónicos podem atingir magnitudes elevadas a sua localização é muitas vezes imprevisível, pelos que estão associados a um elevado potencial destrutivo. O estudo da perigosidade sísmica irá desta forma incidir nos sismos de génese tectónica. Considera-se para o efeito que os sismos de magnitude 3.9 ou superior (escalas MS, mb ou em casos pontuais, ML) são de génese tectónica.

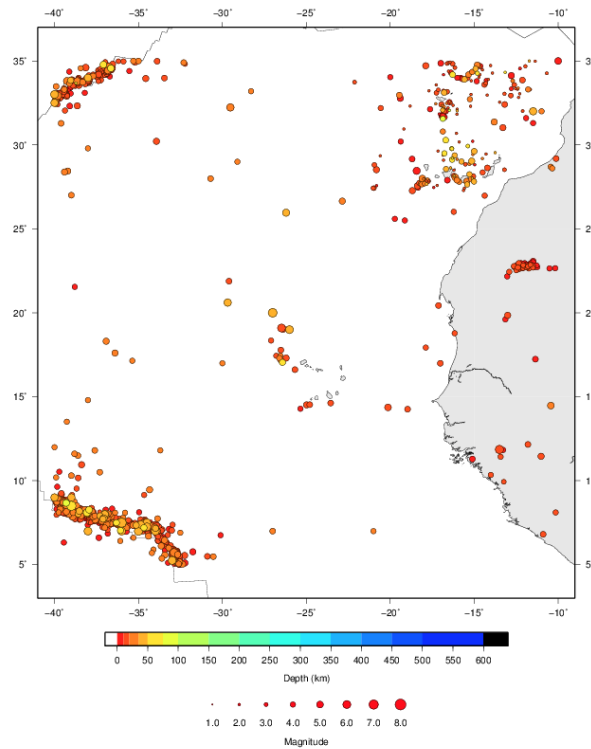


Figura 121 – Enquadramento regional da região de estudo. Sismicidade com magnitude superior a M3.9 de acordo com ISC (2010).

3.5.2. Metodologia

A análise probabilista da perigosidade sísmica (PSHA) é a metodologia mais apropriada para lidar com sismicidade esparsa e não diretamente relacionável com descontinuidades estruturais conhecidas. Esta metodologia foi introduzida por Cornell (1968) e visa calcular a probabilidade de que determinado nível de intensidade - normalmente um parâmetro que caracteriza a vibração sísmica - seja excedido no local de estudo, durante um determinado período de tempo.

As principais etapas envolvidas na PSHA são: 1) a identificação e caracterização do conjunto de fontes sísmicas que poderão potencialmente afetar o local de estudo; 2) a caracterização da atenuação das vibrações sísmicas desde a fonte até ao local de estudo; e 3) a caracterização do modelo temporal e o cálculo da probabilidade de ocorrência associada.

O modelo temporal mais frequentemente usado na PSHA é o modelo de Poisson, cujas premissas incluem a independência temporal entre as diversas ocorrências. Esta suposição, sendo obviamente uma simplificação da realidade, é considerada razoável para as regiões de sismicidade moderada, desde que os eventos dependentes (sismos precursoros, réplicas e tempestades sísmicas) sejam removidos do catálogo. Nestas condições a probabilidade de excedência P_e para um nível de intensidade g , é dada pela expressão

$$P_e(g) = 1 - \exp(-\lambda_g T_e)$$

onde T_e representa o período de exposição e λ_g representa a taxa de eventos de interesse (ou seja, que contribuem para o nível de intensidade g). A taxa de eventos de interesse é calculada através das funções de distribuição dos eventos no espaço e na gama de magnitudes, e da propagação da vibração sísmica da fonte para o local de estudo. Assumindo que o parâmetro que descreve os movimentos do solo é caracterizado por

uma distribuição normal (para dada par de magnitude-distância) a taxa de eventos de interesse é dada pela expressão

$$\lambda_g = \iint \Phi^* \left(\frac{g - f(m, r, p)}{\sigma} \right) f_{M,R}(m, r, p) dm dr$$

onde Φ^* representa a distribuição normal, f a função de atenuação dos movimentos do solo (GMPE), σ a variável aleatória nos movimentos do solo, m a magnitude, r a distância, p outras variáveis de interesse para os movimentos do solo, e $f_{M,R}$ a função de distribuição das variáveis do GMPE.

A distribuição no domínio das magnitudes é normalmente expressa pelo modelo exponencial

$$\text{Log}_{10}N(M>m) = a - bm$$

onde N representa o número anual de eventos com magnitude M acima do valor m e a e b são os parâmetros que caracterizam o modelo.

A atual complexidade na parametrização necessária para a PSHA é visível nos esforços empregues na padronização das metodologias e na análise das incertezas epistémicas (SSHAC, 1997, USNRC, 2012). A metodologia mais amplamente utilizada é a análise em árvore lógica que pressupõe que os diversos ramos representam hipóteses mutuamente exclusivas e coletivamente exaustivas. Os resultados do estudo traduzem-se numa distribuição de mapas de perigosidade sísmica para a qual podem ser calculadas medidas de valor central assim como diversos percentis.

O esquema seguinte sistematiza a metodologia utilizada na avaliação da perigosidade sísmica.

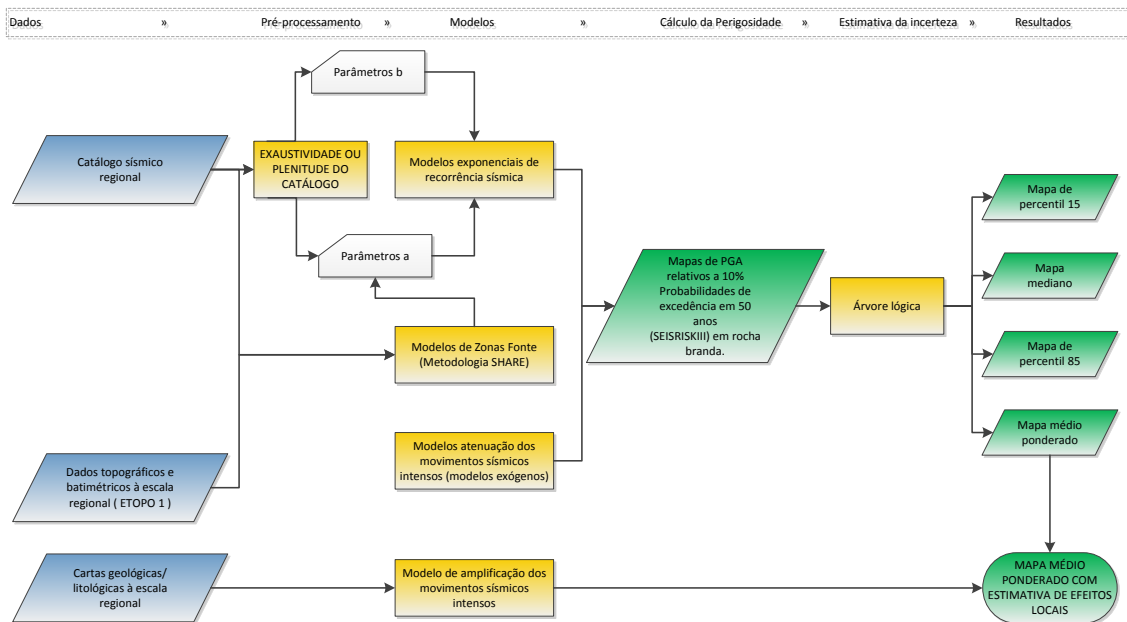


Figura 122 – Esquema metodológico para elaboração da cartografia de perigosidade sísmica.

3.5.2.1. PARAMETRIZAÇÃO DO MODELO

3.5.2.1.1. O CATÁLOGO DE TRABALHO

No contexto de PSHA, as zonas fonte representam regiões nas quais a atividade sísmica que não se encontra diretamente relacionada com estruturas geológicas conhecidas. Na prática, as zonas fonte são modeladas

como regiões geográficas para as quais o potencial sísmico e as características da sismicidade são relativamente uniformes. O facto de a extensão temporal abrangida pelos catálogos sísmicos ser normalmente bastante inferior ao tempo médio de recorrência dos fenómenos que se pretendem modelar traduz-se numa das principais dificuldades na elaboração das zonas fonte para PSHA.

Para a definição das zonas fonte foi utilizada a metodologia desenvolvida para a região Açores-Ibéria no âmbito do projeto europeu SHARE (Seismic Hazard Harmonization in Europe; Vilanova et al., 2014). Esta abordagem propõe as seguintes etapas para a elaboração de um modelo para as zonas de geração: 1) a avaliação da escala apropriada e do nível de estacionaridade regional da sismicidade; 2) a avaliação dos fatores que afetam a plenitude ou exaustividade do catálogo sísmico; 3) avaliação e ordenamento dos critérios físicos utilizados para a definição das zonas fonte; e 4) o fornecimento de metadados para documentação dos critérios.

O arquipélago de Cabo Verde apresenta uma taxa de atividade sísmica relativamente baixa. Efetivamente, durante o período instrumental, apenas um total de 25 sismos de magnitude superior a $M_b 3.9$ foram registados e localizados pelas agências internacionais de monitorização sísmica. O catálogo de trabalho foi elaborado tendo por base o catálogo publicado pelo ISC (2001). Verificou-se que a relocalização de vários sismos de acordo com Wyss et al. (1995) havia sido introduzida no catálogo do ISC (2011). O catálogo base foi complementado com a parametrização proveniente dos catálogos NEIC (2014) ou ISC-GEM (Storchak et al., 2013) no caso de esta apresentar uma melhor qualidade. Foram ainda incluídos dois eventos localizados pela rede do INMG de Cabo Verde, caracterizados por magnitudes locais. Considera-se para a análise que as diferentes escalas de magnitude utilizadas têm uma relação linear com a magnitude de momento, para a gama de magnitudes considerada.

Para a definição das zonas fonte foi utilizada a metodologia desenvolvida para a região Açores-Ibéria no âmbito do projeto europeu SHARE (Vilanova et al.). Esta abordagem propõe as seguintes etapas para a elaboração de um modelo para as zonas de geração: 1) a avaliação da escala e do nível de estacionaridade regional da sismicidade; 2) a avaliação dos fatores que afetam a plenitude ou exaustividade do catálogo sísmico; 3) avaliação e ordenamento dos critérios físicos; e 4) a documentação dos critérios.

Tabela 64- Listagem do catálogo de trabalho. As referências são as seguintes: ISC (ISC, 2011); ISC-GEM (Storchak et al., 2013) ; NEIC (NEIC, 2014).

Data	Hora	Latitude	Longitude	Magnitude	Tipo de Magnitude	Reference	Dependência
19380215	3:27:42	19.000	-26.000	6.2	M_s	ISC	
19410815	6:09:25	19.218	-26.342	6.5	M_w	ISC-GEM	
19670606	42:48.0	17.000	-30.000	4.1	m_b	ISC	
19691124	52:20.9	17.440	-26.540	4.2	m_b	ISC	
19721020	33:49.9	20.689	-29.738	6.1	M_w	ISC-GEM	
19731029	21:01.8	17.287	-26.600	4.5	m_b	ISC	
19740331	12:59.9	17.043	-26.423	4.9	m_b	ISC	
19860521	45:25.2	14.365	-20.134	5.2	m_b	ISC	
19870829	52:46.1	16.609	-25.680	4.5	m_b	ISC	
19900527	12:36.7	14.617	-23.558	4.3	m_b	ISC	
19910407	48:13.5	17.312	-26.211	4.7	m_b	ISC	
19930529	50:13.7	19.100	-26.519	6.3	M_w	ISC-GEM	
19930604	01:32:11.3	19.040	-26.384	5.2	m_b	ISC	Réplica
19980918	47:14.0	14.516	-24.982	4.9	m_b	ISC	
19991016	22:17.9	16.998	-17.028	4.4	m_b	ISC	
20000428	52:29.4	17.437	-26.783	3.9	m_b	ISC	
20020509	18:53.0	18.788	-16.173	4.2	m_b	ISC	
20040111	58:33.4	17.782	-26.518	4.3	m_b	ISC	
20040817	03:37.2	14.527	-24.802	4.3	m_b	ISC	
20041112	12:38.4	21.885	-29.601	3.9	m_b	ISC	

20050429	05:31.1	17.927	-17.888	3.9	m _b	ISC	
20080725	53:11.6	20.436	-17.128	4.4	m _b	ISC	
20110115	24:24.0	14.255	-18.974	4.5	m _b	ISC	
20110116	33:18.4	17.177	-26.517	4.8	M _w	NEIC	
20120203	18:24:44	18.391	-27.256	4.9	m _b	NEIC	
20121110	58:11.3	16.904	-25.363	4.5	M _L	IMG-CV	
20130921	13:17.6	17.127	-25.517	4.2	M _L	IMG-CV	
20140226	13:19:48	15.031	-24.487	4.3	m _b	NEIC	

Os eventos sísmicos considerados no catálogo de trabalho encontram-se listados na Tabela 64. Grande parte da região de estudo corresponde ao domínio oceânico e como tal não se encontra habitada. Desta forma, a informação disponível relativa à sismicidade histórica tem um carácter esparso que é incompatível com a rigorosa parametrização dos eventos sísmicos no que diz respeito à localização epicentral e magnitude, parametrização essa que é indispensável à sua inclusão em estudos de perigosidade sísmica. Os sismos que correspondem a réplicas ou sismos premonitórios, não devem ser incluídos na análise uma vez que violam a premissa de base do processo poissoniano. Em conformidade, o evento assinalado na tabela, não foi utilizado na análise.

3.5.2.1.2. A DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ZONAS FONTE

Foram utilizados os critérios físicos definidos pelo SSHAC (1997) para a definição das zonas fonte regionais. Estes critérios incluem a distribuição da sismicidade e a herança tectónica/geológica (nível superior de utilidade e credibilidade), os estilos estruturais e a espessura e composição da crosta (nível intermédio de utilidade e credibilidade), e finalmente critérios geofísicos, campo de tensão regional e fisiografia (nível inferior de utilidade e fiabilidade). No caso do arquipélago de Cabo Verde, a localização em termos regionais da sismicidade de magnitude moderada a elevada, a expressão do swell, manifestada pela elevação topográfica, a idade de formação das ilhas, e a proximidade da margem continental foram os fatores a ter em conta na definição das zonas fonte.

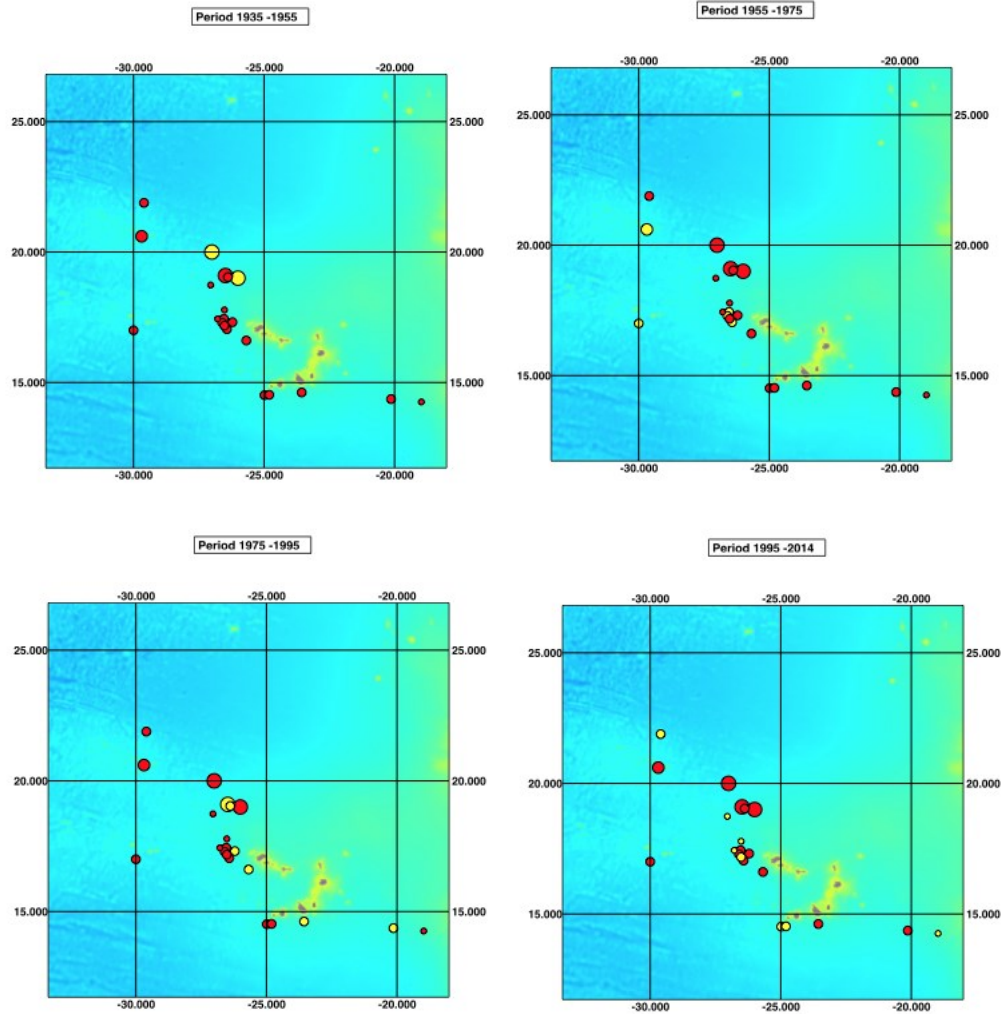


Figura 123 - Análise qualitativa da estacionaridade do processo sísmico. Os sismos (Mw 3.4-6.5) ocorridos no período de tempo identificado encontram-se destacados a amarelo.

A Figura 139 ilustra a análise qualitativa da estacionaridade da sismicidade efetuada para o arquipélago de Cabo Verde, no período 1935-2014. Em cada mosaico são destacados a cor amarela os sismos verificados no correspondente período de 20 anos. O facto de em cada período analisado a sismicidade se concentrar nas mesmas regiões sugere que o processo sísmico é relativamente estacionário na região. No entanto o catálogo poderá não ser representativo dado que o intervalo de tempo coberto pelo catálogo é relativamente curto (aproximadamente 80 anos). Recentemente, foi instalada uma rede sismográfica de banda larga no arquipélago de Cabo Verde, durante o período 2007-2008 (Vales et al., 2014). A sismicidade de baixa magnitude localizada neste estudo concentra-se nas regiões localizadas a oeste do arquipélago, nomeadamente nas respetivas terminações norte e sul.

Na Figura 124 encontram-se representados três modelos de zonas de geração que assumem diferentes hipóteses relativamente à estacionaridade do processo sísmico e a representatividade do catálogo: A) O processo é não estacionário e o catálogo não é representativo; B) o processo é relativamente estacionário e o catálogo é pouco representativo; C) o processo é estacionário e o catálogo é representativo. Neste último caso o comportamento do sistema no futuro é considerado como uma repetição do comportamento do

sistema no passado recente (e representado pelo catálogo sísmico). Os critérios utilizados na definição das zonas fonte e respetivas fronteiras encontram-se documentados na Tabela 65.

Tabela 65- Critérios utilizados na definição dos modelos de zonas fonte.

Modelo	Zonas Fonte	Limite Norte	Limite Oeste	Limite Este	Limite Sul
SSZA	A.1	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade
SSZB	B.1	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade
	B.2	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade
SSZC	C.1	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade	Batimetria e sismicidade
	C.2	Não aplicável	Batimetria e sismicidade	Batimetria, topografia e paisagem	Batimetria e sismicidade

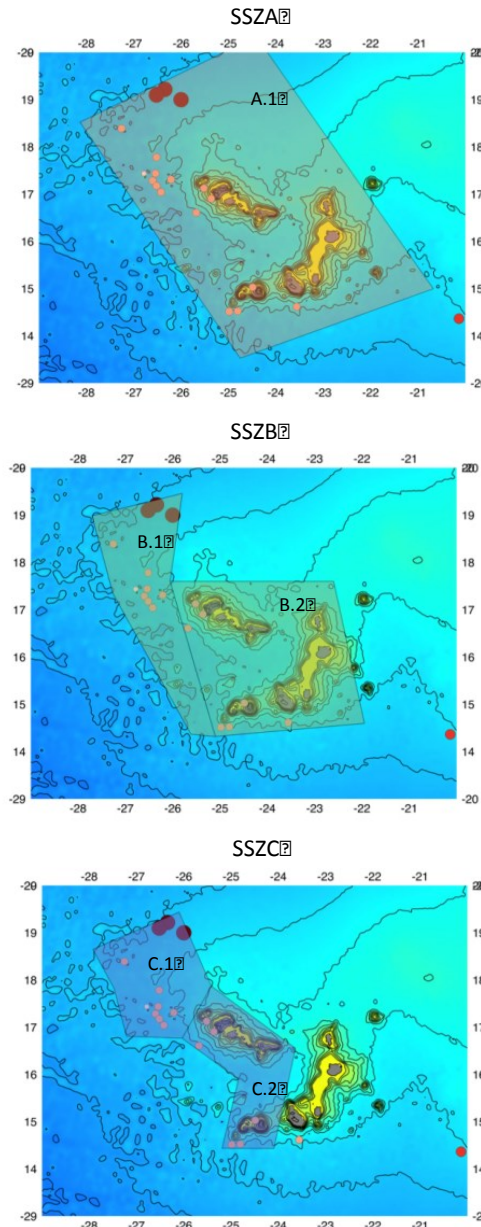


Figura 124 - Modelos de zonas de geração representando diferentes hipóteses sobre os níveis de estacionaridade e representatividade do catálogo, sobrepostos ao mapa batimétrico da região.

O intervalo de tempo para o qual o catálogo sísmico se encontra completo acima de determinados valor de magnitude foi estimado com o método de Stepp (1972). Esta análise encontra-se ilustrada na Figura 125. O método de Stepp (1972) baseia-se na premissa de que que o processo sísmico pode ser considerado como um processo poissoniano. Nestas condições o processo é totalmente descrito pela taxa média de ocorrência entre eventos λ , cuja variância é dada por $\sigma^2 = \lambda/\Delta T$, onde ΔT representa a duração do período observacional. O período para o qual o catálogo se apresenta completo é determinado a partir da identificação gráfica do desvio que as ocorrências apresentam relativamente à função teórica. Da análise efetuada decorre que o catálogo apresenta se encontra completo para magnitudes $M_w \geq 3.9$ para um intervalo de tempo de 16 anos, para magnitudes $M_w \geq 4.5$ para um intervalo de tempo de 40 anos, e para magnitudes $M_w \geq 6.0$ para um intervalo de tempo de 80 anos. É no entanto importante salientar que o

número limitado de dados compromete a robustez estatística dos resultados, que têm desta forma uma elevada incerteza associada.

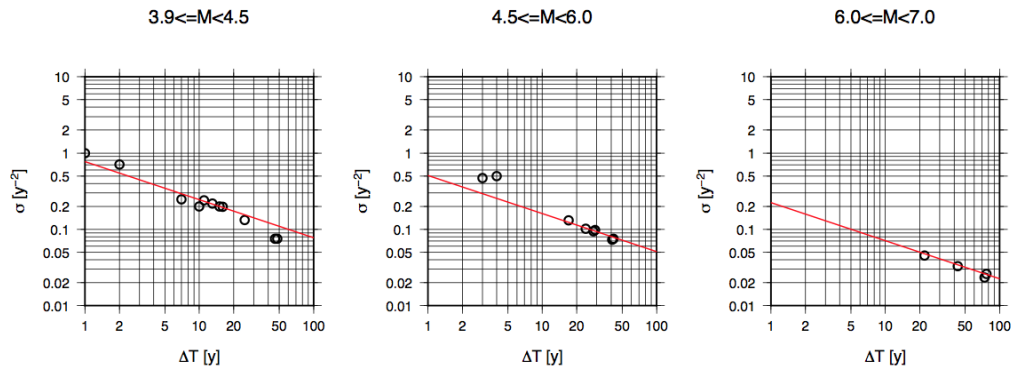


Figura 125 - Análise de exaustividade ou plenitude do catálogo sísmico através da metodologia de Stepp (1972) para diferentes grupos de magnitude M_w .

A Tabela 66 apresenta os parâmetros de recorrência sísmica para os três modelos de zonas fonte, calculado pelo método de Weichert (1980) com magnitudes agrupadas em 3 décimas, e para os limites inferiores de magnitude $M_0 > 3.9$ e $M_0 > 4.2$. Os valores do parâmetro b foram calculados para a totalidade da região, tendo-se depois ajustado o valor do parâmetro a cada uma das zonas fonte. A Figura 126 ilustra o ajuste do parâmetro b para dois valores distintos de magnitude mínima. O valor de magnitude máxima considerado foi de $M_{max} = 7.0$ que corresponde ao valor máximo observado em ambientes tectónicos semelhantes, excluindo a sismicidade associada ao descolamento do flanco em vulcões ativos (Klein et al. 2001).

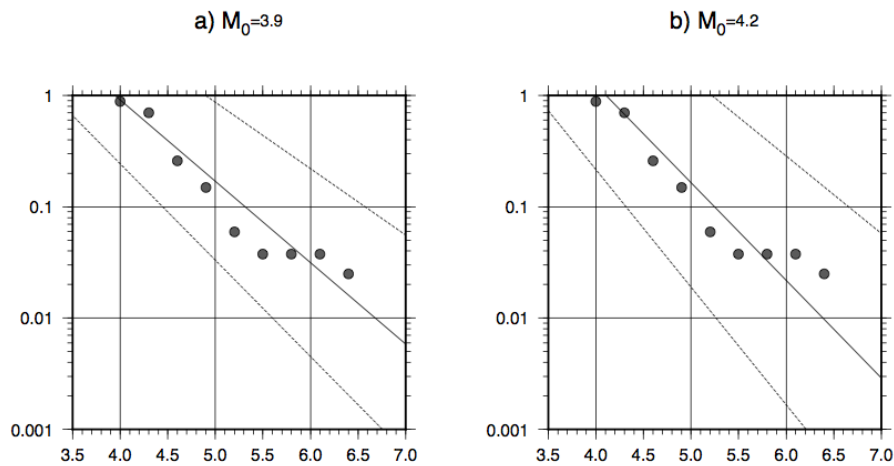


Figura 126 - Ajuste do parâmetro b do modelo exponencial através do método de Weichert (1980) para dois valores de magnitude mínima.

Tabela 66 - Caracterização dos parâmetros a e b do modelo exponencial de recorrência sísmica

Modelo	SSZ	M_0	a	b	M_{max}
SSZA	A.1	3.9	2.60	0.73 ± 0.13	7.0
		4.2	3.39	0.88 ± 0.18	
SZZB	B.1	3.9	2.24	0.73 ± 0.13	7.0
		4.2	2.97	0.88 ± 0.18	

	B.2	3.9	2.34	0.73±0.13	7.0
		4.2	3.19	0.88±0.18	
SZC	C.1	3.9	2.24	0.73±0.13	7.0
		4.2	2.97	0.88±0.18	
	C.2	3.9	2.34	0.73±0.13	7.0
		4.2	3.19	0.88±0.18	

3.5.2.1.3. OS MODELOS DE ATENUAÇÃO DOS MOVIMENTOS SÍSMICOS

Os modelos de atenuação são relações funcionais que estimam a intensidade dos movimentos do solo num determinado local de estudo, dadas a magnitude do sismo e a distância a que ocorreu. Os modelos de atenuação mais sofisticados podem incluir outras variáveis como a amplificação dos movimentos do solo devido a condições locais, a localização do local de estudo relativamente à geometria da rutura, etc. Os modelos de atenuação mais indicados para o arquipélago de Cabo Verde são os formulados para regiões vulcânicas de crosta oceânica. O hotspot do Havaii é a região tectonicamente equivalente melhor caracterizada no que diz respeito à atenuação dos movimentos sísmicos.

O modelo de Munson e Thurber (1997) foi derivado empiricamente com base nos dados da rede sismológica do Havaii. Este modelo inclui uma variável binária que visa incorporar os efeitos locais no modelo, e que toma valores na função de Heaviside em função de o local se caracterizar litologicamente como rocha (valor 0) ou como cinza (valor 1).

Mais recentemente Atkinson (2010) propôs um modelo para o Havaii baseado no método empírico de referência. Este método consiste em ajustar os parâmetros de um modelo de atenuação bem constrangido, derivado para outro ambiente tectónico, através da análise dos resíduos dos registos sísmicos da região alvo. Atkinson (2000) utilizou o modelo de Boore e Atkinson (2008) derivado para zonas tectonicamente ativas de sismicidade superficial em conjunto com os dados regionais de movimentos sísmicos no Havaii e mostrou que, no que diz respeito ao parâmetro de aceleração de pico (PGA), os ajustes necessários são desprezáveis. Desta forma será utilizado o modelo de Boore e Atkinson (2008) original. No modelo de Atkinson e Boore (2008) os efeitos locais são modelados de forma quantitativa através da variável Vs30, que designa a média temporal da velocidade das ondas transversais nos 30 m abaixo da superfície do solo. Foi utilizado para esta variável o valor de 416m/s, que corresponde o valor mediano do conjunto de medições de perfis de velocidade das ondas transversais obtidas pelo método de análise espectral de ondas de superfície (SASW) em rochas basálticas no Havaii (Wong et al., 2011). Este valor de Vs30 corresponde ao tipo de solo B (360-760m/s) no Eurocódigo 8 (CEN, 2004), que é o mais frequente numa variedade de ambientes geológicos na Europa (Lemoine et al., 2013).

Os modelos de Munson e Thurber (1997) e Boore e Atkinson (2008) são semelhantes no que diz respeito à gama de magnitudes e distâncias de interesse: a função de atenuação é caracterizada por um decaimento relativamente rápido com a variável distância.

Foram explorados os registos sísmicos de Cabo Verde com o intuito de validar os modelos de atenuação selecionados através da análise de resíduos (e.g., Scherbaum et al. 2004). No entanto, a falta de constrangimentos relativamente à relação funcional entre a escala de magnitude local em Cabo Verde e as escalas de magnitude mb, Ms ou Mw impossibilita a realização da análise. Com efeito, nenhum dos eventos registados nas redes locais (com magnitudes até ML4.5) foi simultaneamente reportado pelas agências internacionais. Desta forma, dada a elevada incerteza no parâmetro da magnitude que controla a amplitude

dos movimentos do solo para uma dada distância, a comparação entre os movimentos do solo registados e os previstos pelos modelos de atenuação torna-se inconclusiva.

3.5.2.1.4. A ANÁLISE EM ÁRVORE LÓGICA

A árvore lógica permite introduzir a incerteza epistémica (incerteza associada aos modelos e seus parâmetros) na análise da perigosidade sísmica. Numa árvore lógica cada nó representa a possibilidade de opção entre diferentes alternativas respeitantes a um modelo ou parâmetro. A cada ramo que emerge de um nó é atribuída a probabilidade da opção correspondente ser a mais adequada. A soma das probabilidades dos ramos correspondentes ao mesmo nó é igual à unidade. Os ramos da árvore lógica devem representar hipóteses mutuamente exclusivas e colectivamente exaustivas (Kulkarni et al., 1984). A árvore lógica utilizada para a análise encontra-se esquematizada na Tabela 67. Foram considerados dois ramos para o modelo de atenuação, três ramos para os modelos de zonas fonte e duas parametrizações para o modelo de recorrência sísmica exponencial, perfazendo um total de 12 mapas resultado de perigosidade sísmica para o parâmetro PGA, correspondentes a 10% de probabilidade de excedência em 50 anos.

Tabela 67 - Representação dos diversos ramos da árvore lógica considerados na análise de PSHA. Os pesos atribuídos a cada ramo da árvore lógica encontram-se representados dentro de parênteses retos. O peso final do mapa resultado corresponde ao produto dos pesos dos ramos da árvore lógica correspondentes.

Modelo de atenuação	Zona fonte	Modelo de recorrência	Peso Final
Munson e Thurber (1997) [0.4]	SSZA [0.3]	$b(M_0=3.9); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.4]	0.048
		$b(M_0=4.3); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.6]	0.072
	SSZB [0.4]	$b(M_0=3.9); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.4]	0.064
		$b(M_0=4.3); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.6]	0.096
	SSZC [0.3]	$b(M_0=3.9); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.4]	0.048
		$b(M_0=4.3); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.6]	0.072
Boore e Atkinson (2008) [0.6]	SSZA [0.3]	$b(M_0=3.9); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.4]	0.072
		$b(M_0=4.3); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.6]	0.108
	SSZB [0.4]	$b(M_0=3.9); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.4]	0.096
		$b(M_0=4.3); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.6]	0.144
	SSZC [0.3]	$b(M_0=3.9); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.4]	0.072
		$b(M_0=4.3); M_{min}=4.75; M_{max}=7.25$ [0.6]	0.108

3.5.2.1.5. O MODELO DE AMPLIFICAÇÃO DEVIDO A EFEITOS LOCAIS

As condições locais, ou seja as particularidades específicas tais como a topografia, a estratigrafia e a estrutura geológica do local assumem uma grande importância no que diz respeito ao potencial de amplificação ou atenuação da amplitude dos movimentos sísmicos. Destes fatores a estratigrafia e a litologia do solo são os fatores de primeira ordem no que diz respeito à modificação das características dos movimentos sísmicos.

Apesar da análise rigorosa do estudo dos efeitos locais envolver necessariamente ensaios *in-situ*, pode ser efetuada uma análise regional de carácter qualitativo baseada em correlações empíricas entre a variável utilizada para descrever os efeitos locais (normalmente vs30, ou seja a média temporal da velocidade das ondas transversais nos 30 m abaixo da superfície do solo) e uma variável geograficamente distribuída como a classificação geológica (e.g., Wills and Clahan, 2006) ou o declive topográfico. (e.g., Wald et al., 2007). Vários estudos mostraram no entanto que o método do declive topográfico nem sempre produz resultados satisfatórios pelo que deve ser usado com precaução (e.g., Lemoine et al., 2013, Vilanova et al., 2014). Desta forma optou-se por utilizar um modelo de efeitos locais baseado na caracterização geológica. Para o efeito foram consideradas as cartas geológicas do arquipélago de Cabo Verde à escala de 1:500000.

Foram consideradas apenas três classes geológicas para o conjunto de ilhas do arquipélago de Cabo Verde: 1) a classe de rocha branda/solo rijo que inclui uma variedade de condições geológicas e litológicas que vão das rochas vulcânicas às formações sedimentares de idade geológica anterior ao Holocénico; 2) as cinzas vulcânicas; e 3) as formações sedimentares não consolidadas e de idade geológica recentes (Holocénico ou Pleistocénico/Holocénico). As Classe 1 - Rocha branda - apresenta em geral um valor de Vs30 da ordem dos 400-500 m/s (Wong et al., 2011, Wills e Clahan, 2006, Vilanova et al., 2013) sendo portanto a classe representada nos mapas de perigosidade sísmica por defeito. A Classe 2 - Cinzas vulcânicas - tem expressão apenas nas ilhas da Brava e do Fogo. Inclui as seguintes classes geológicas: "Camadas de cinzas fonolíticas" da ilha da Brava e as "Cinzas do Pico do Fogo" na ilha do Fogo. Os cones de cinzas e zonas de alteração com expressão geográfica limitada não foram considerados. A Classe 3 - Formações sedimentares recentes - inclui as seguintes formações geológicas em cada ilha:

Santo Antão - Vale de preenchimento aluvial (areia, cascalho) do Holocénico/Pleistocénico; Taludes (detritos, areia e brita).

S. Vicente - Cobertura de areias e dunas do Holocénico; Vales aluviais do Holocénico-Pleistocénico; Cones aluviais (areia e cascalho) do Holocénico-Pleistocénico, Sedimentos costeiros).

S. Nicolau - Aluviões, areias e depósitos de vertente.

Sal - Cobertura de areias, Dunas (dunas, areias); Depósitos de praia; Depósitos Quaternários indiferenciados, Sedimentos costeiros, Shebkha (areia, lodo, argila) Recente, Taludes (detritos, cascalho, areia) do Holocénico-Pleistocénico, Terraços de Aluviões (areia, cascalho) do Holocénico a Pleistocénico, Vales de aluviões (areia, cascalho) do Holocénico-Pleistocénico.

Boavista - Sedimentos Holocénicos e Plistocénicos.

Maio - Aluviões depósitos de enxurradas.

Fogo - Taludes do Holocénico- Plistocénico.

Brava - Areias e calhaus de praia e depósitos torrencias ou de vertente (por vezes consolidados).

O modelo de efeitos locais utilizado consiste na aplicação de fatores de amplificação relativamente a rocha branda. A rocha branda corresponde à classe B do Eurocódigo 8 (EC8; CEN,2004) caracterizada por valores de Vs30 de 360-800 m/s (classe B do E de acordo com a Tabela 68. Para a Classe 2 foi utilizado o modelo de amplificação de Munson e Thurber (1997) baseado nos dados de movimentos sísmicos o Havaii. O factor de amplificação utilizado para a classe 3 baseia-se nos valor máximo proposto por Pitalakis et al. (2012) para a classe C (Vs30<180360 m/s) do EC8. As categorias geológicas são caracterizadas por uma considerável

dispersão dos valores de Vs30 (e.g., Wills and Clahan, 2006, Wong et al, 2012, Vilanova et al., 2014). Esta facto, juntamente com a incerteza associada aos factores de amplificação fazem com que os mapas de perigosidade com efeitos locais possuam um carácter qualitativo.

Tabela 68 - Classes consideradas para a caracterização regional das condições locais e respectivos factores de amplificação.

Classe	Descrição	Fator de amplificação relativamente a rocha branda	Referência
1	Rocha branda	1.00	-
2	Cinzas	2.16	Munson e Thurber (1997)
3	Formações sedimentares recentes (Holocénico-Pleistocénico)	1.5	Pitilakis et al. (2012)

3.5.3. Dados utilizados

O estudo de perigosidade sísmica probabilista apresentado nesta versão foi efetuado com dados provenientes dos seguintes catálogos sísmicos: catálogo publicado pelo International Seismological Centre (ISC, 2010), catálogo ISC-GEM (Storchak et al., 2013); catálogo publicado pelo National Earthquake Information Center (NEIC, 2014). Os dados provenientes do catálogo regional publicado pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica de Cabo Verde (INMG, 2014) foram utilizados para complementar a base de dados internacional. Para a elaboração dos modelos de zonas de geração foi ainda utilizado o modelo digital de terreno ETOPO1 (Amante e Eakins, 2009). As cartas geológicas à escala 1:500.000 foram utilizadas na elaboração do modelo de efeitos de sítio.

O programa SEISRISK III (Bender and Perkins, 1987) foi utilizado para calcular os níveis de aceleração associados a 10% de probabilidade de excedência em 50 anos. Os programas GMT (Wessel e Smith, 1998) e QGIS 1.8.0 e ARCGIS 10.1 foram utilizados para a apresentação dos resultados. O modelo digital de terreno SRTM (Jarvis et al., 2008) foi utilizado na elaboração das figuras.

No quadro seguinte encontram-se resumidos as fontes de dados utilizadas:

- A. Catálogos Sísmicos
 - a. ISC (2010) actualizado até 2013
 - b. ISC-GEM (2013)
 - c. NEIC (2014).
 - d. INMG (2014)
- B. Dados topográficos e batimétricos
 - a. ETOPO1
- C. Dados Geológicos
 - a. Cartas geológicas na escala 1:500000

O software utilizado para o estudo apresentado inclui:

- A. SEISRISK III
- B. GMT 4.5.7
- C. QGIS 1.8.0
- D. ARCGIS 10.1

3.5.4. Representação/visualização

Os resultados serão apresentados na forma de mapas aceleração de pico dos movimentos do solo correspondentes a 10% de probabilidade de excedência em dois períodos de exposição (50 e 100 anos). Os resultados serão classificados qualitativamente segundo a escala de intensidade (Giardini et al., 2013) apresentada na tabela seguinte.

Representação	Perigosidade	PGA (g)
	desprezável	0 – 0.01
	baixa	0.01 – 0.1
	moderada	0.1 – 0.25
	elevada	> 0.25

3.5.5. Cartografia de perigosidade

A. Santo Antão

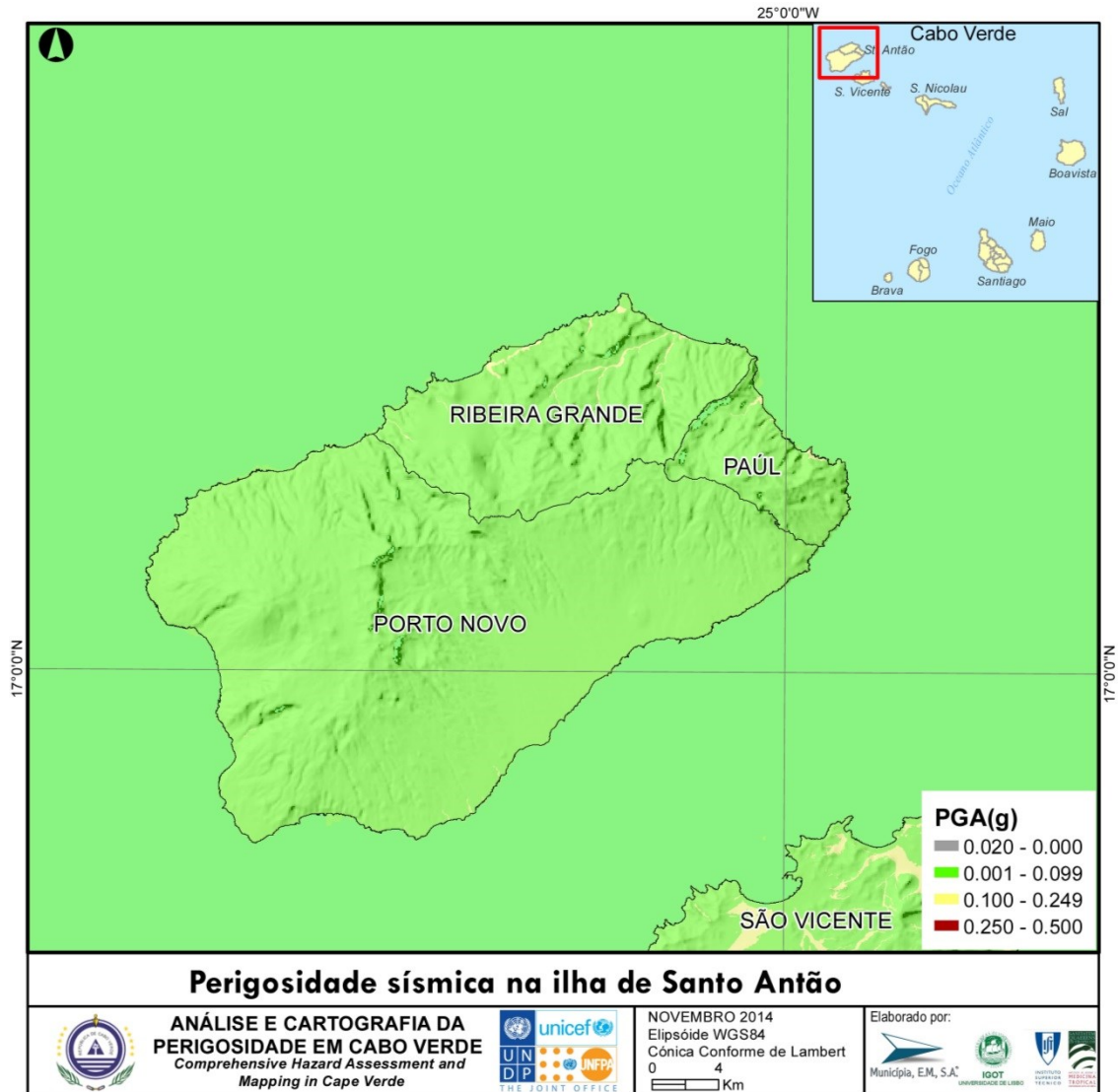


Figura 127 - Perigosidade sísmica em Santo Antão.

B. Boavista

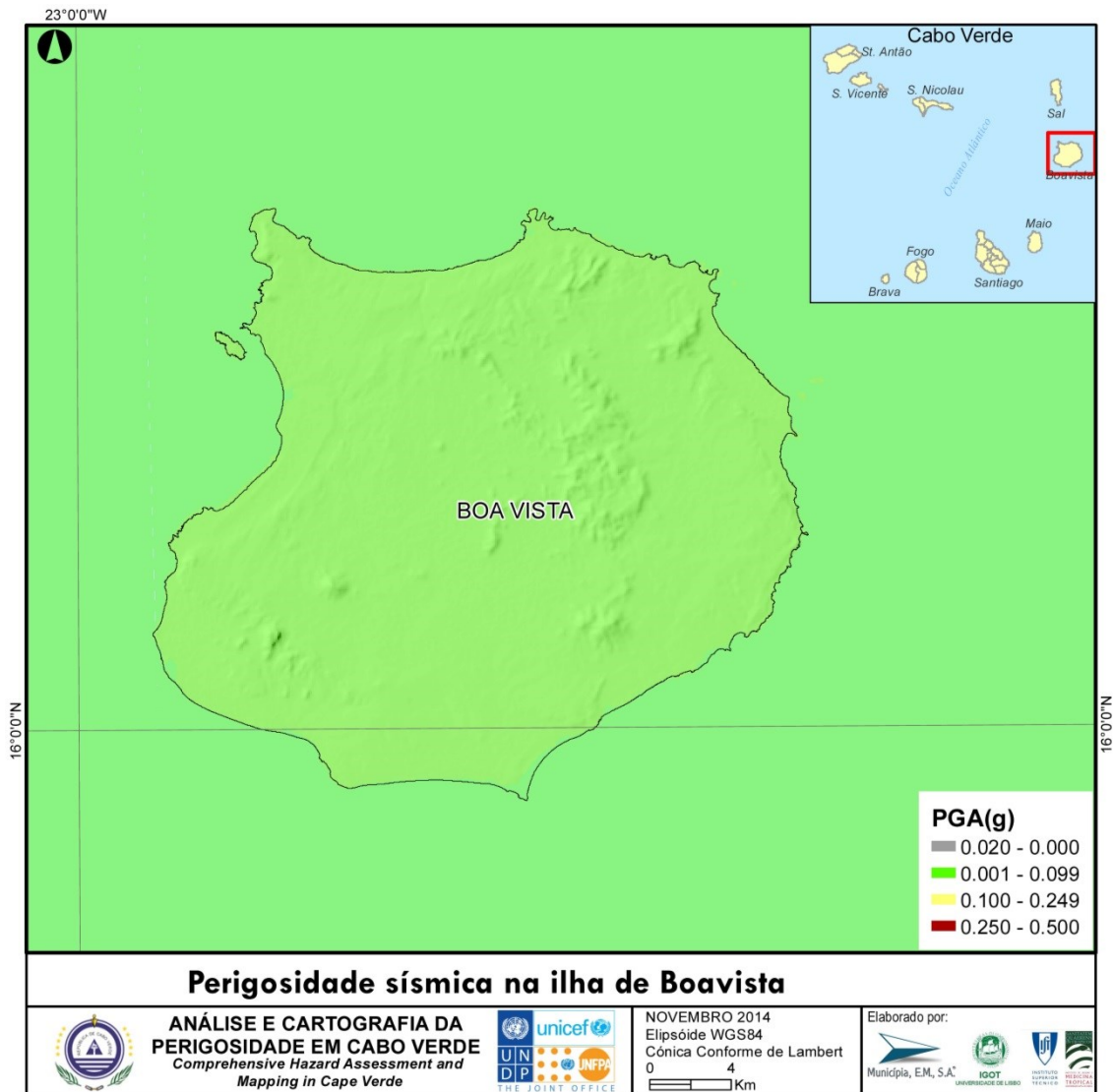


Figura 128 - Perigosidade sísmica na Boavista.

C. Brava

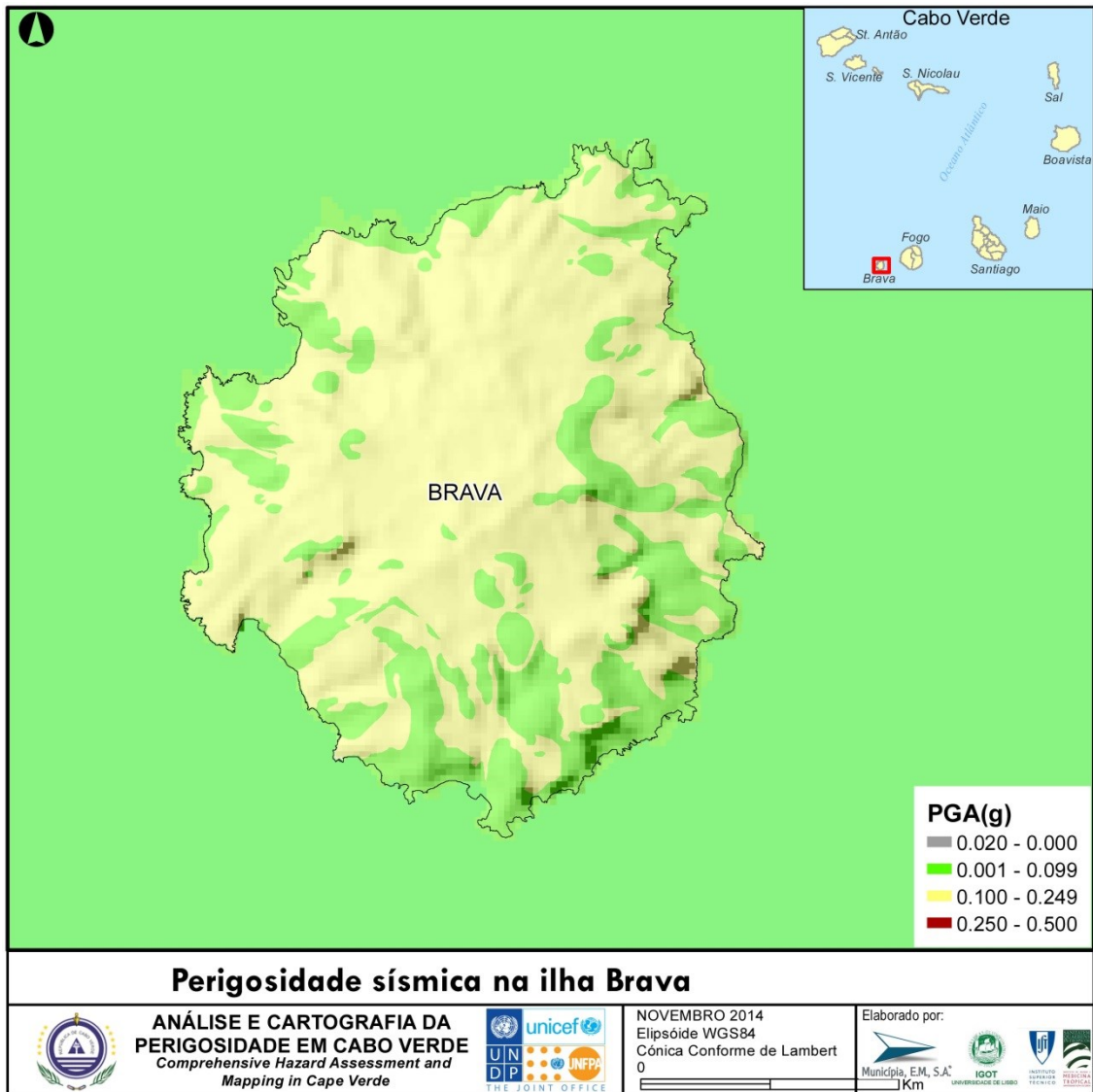


Figura 129 - Perigosidade sísmica na Brava.

D. Fogo

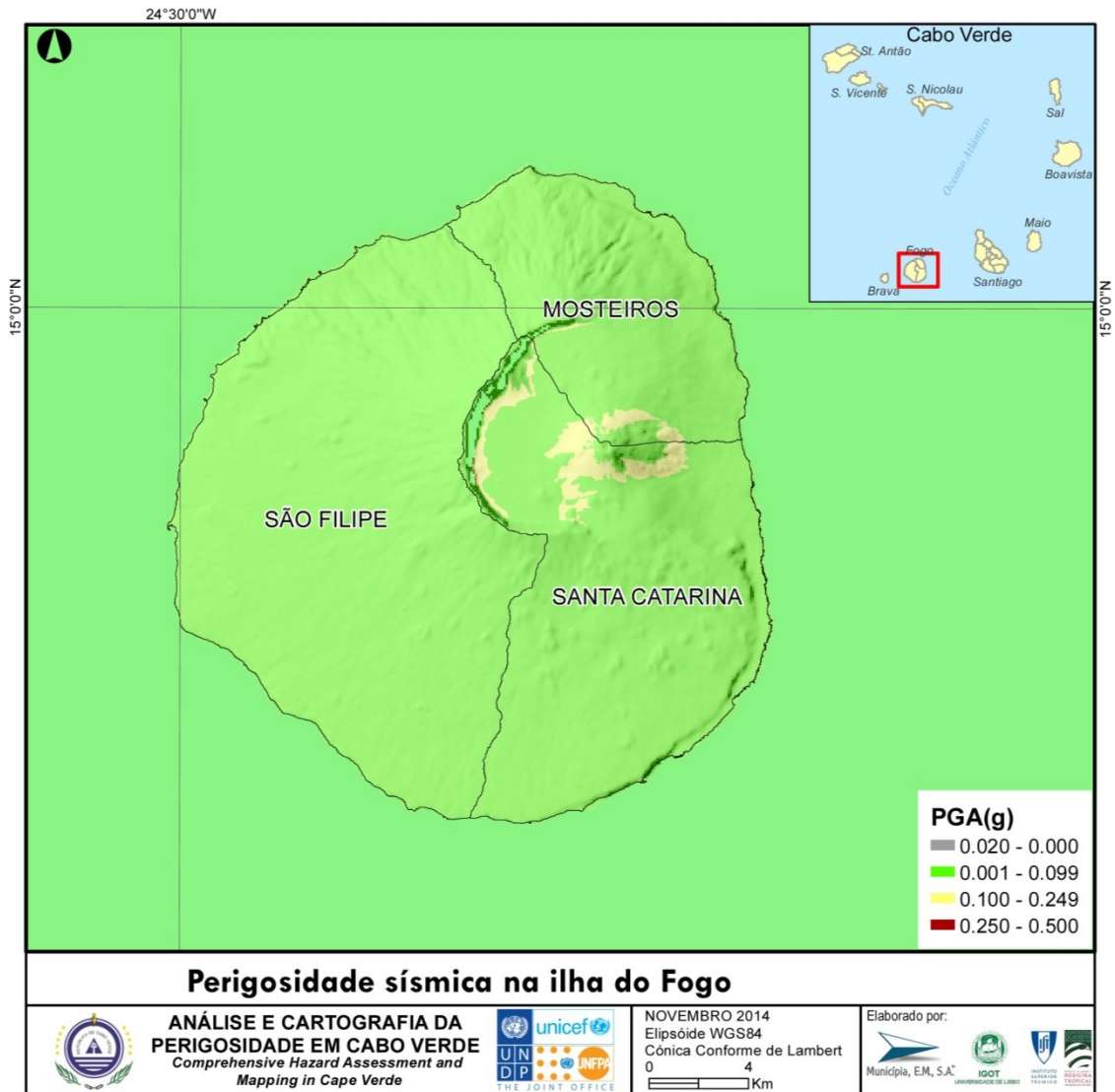


Figura 130 - Perigosidade sísmica no Fogo.

E. Maio

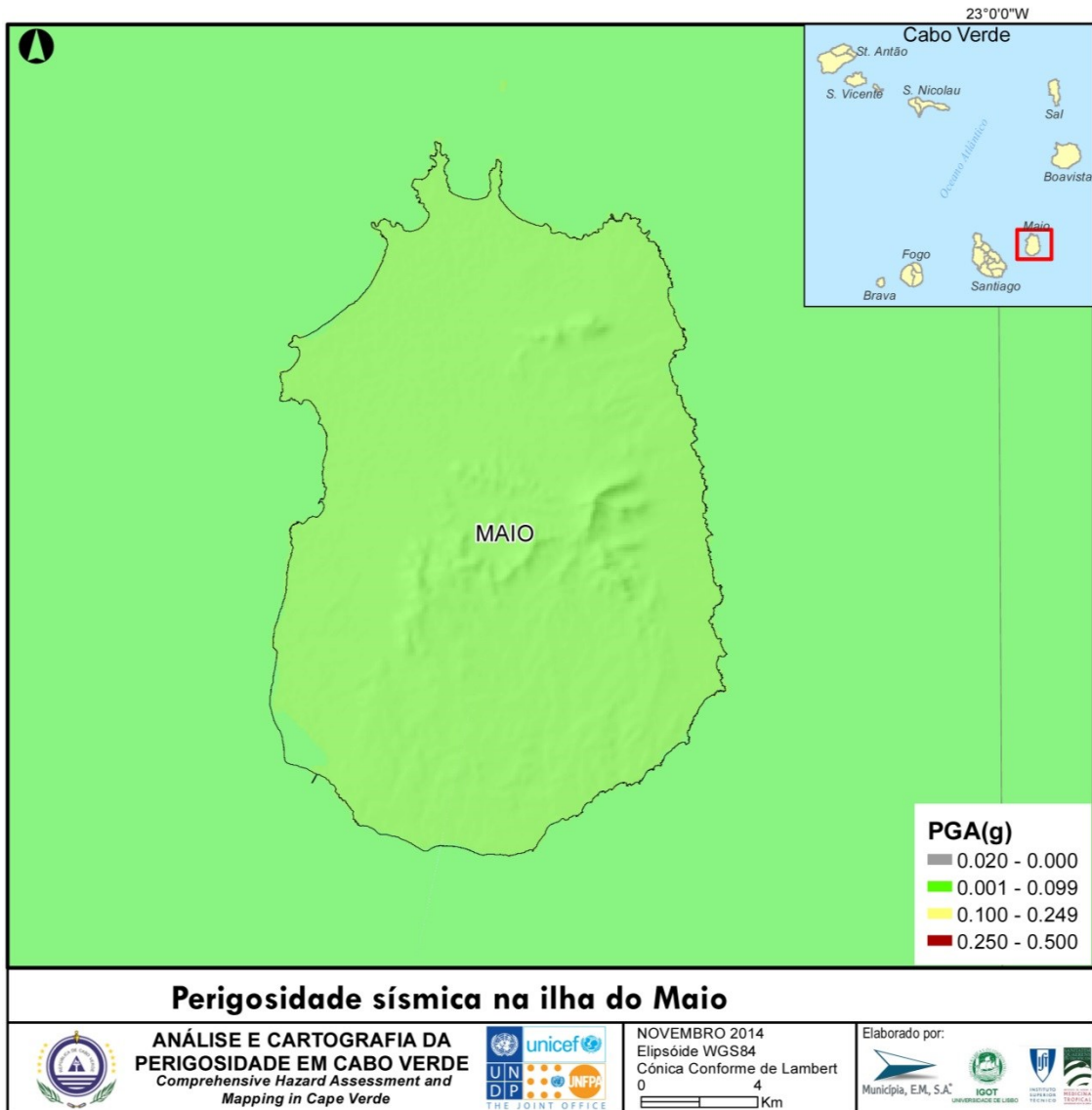


Figura 131 - Perigosidade sísmica no Maio.

F. Sal

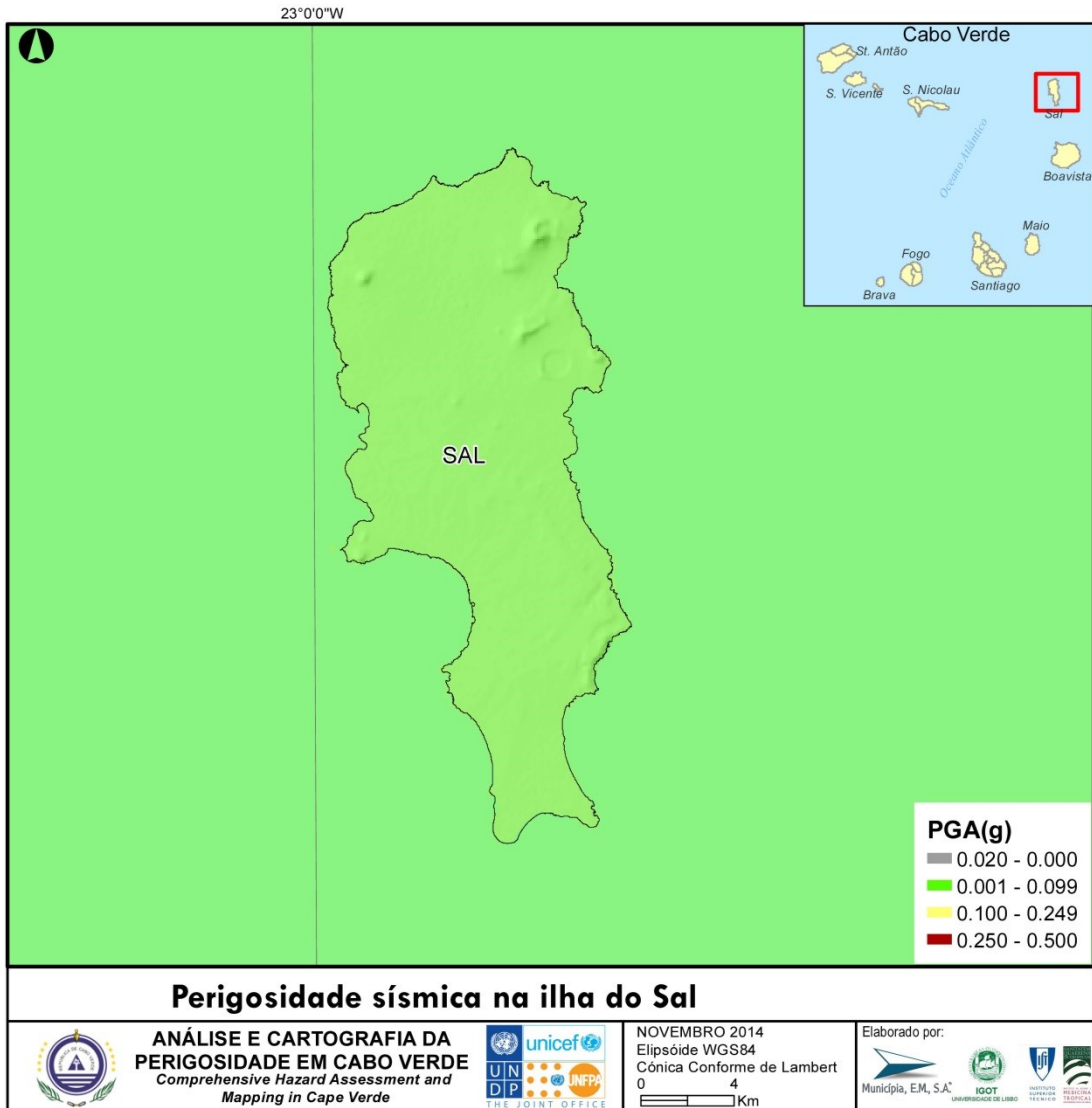


Figura 132 - Perigosidade sísmica no Sal.

G. Santiago

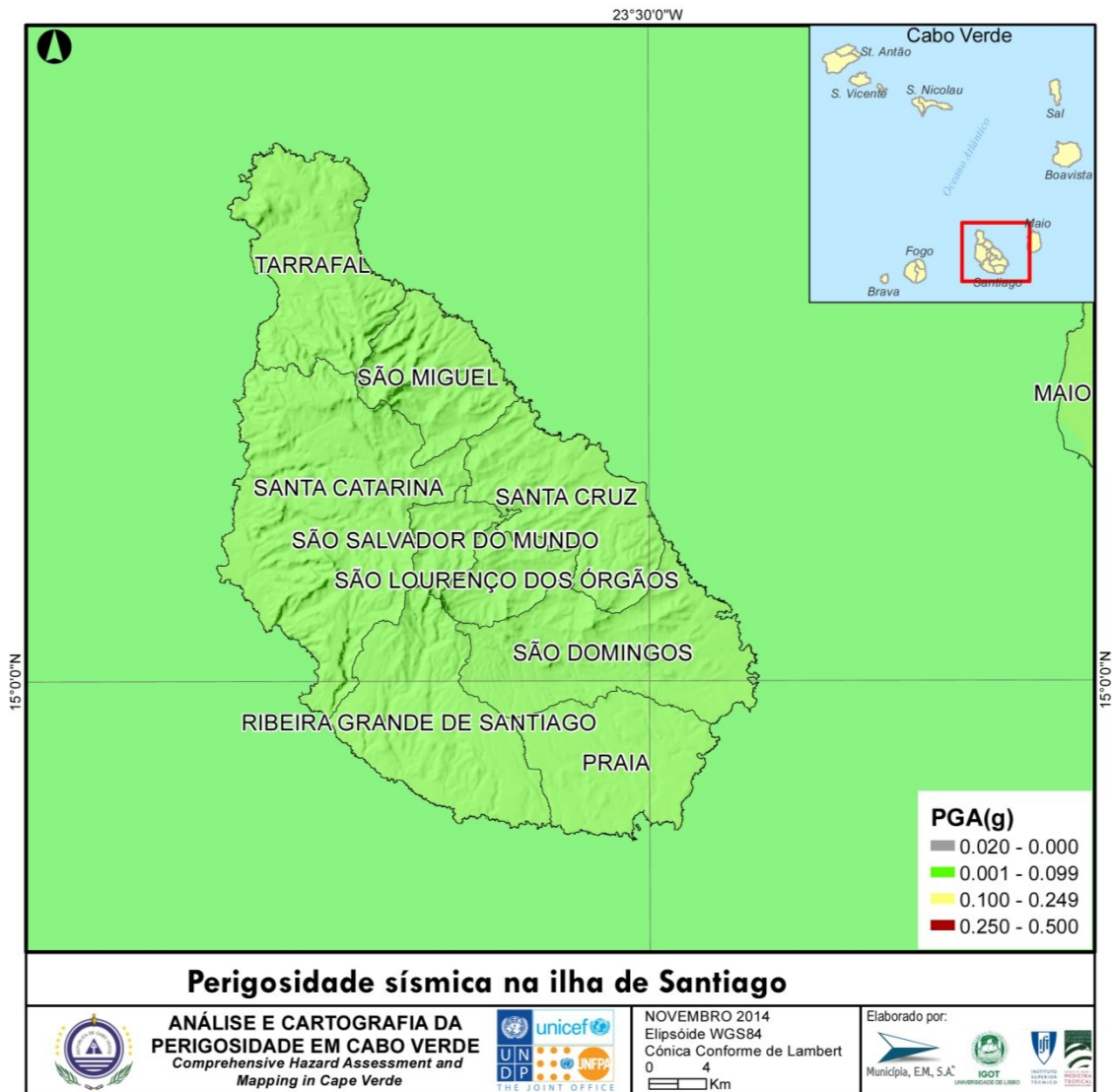


Figura 133 - Perigosidade sísmica em Santiago.

H. São Nicolau

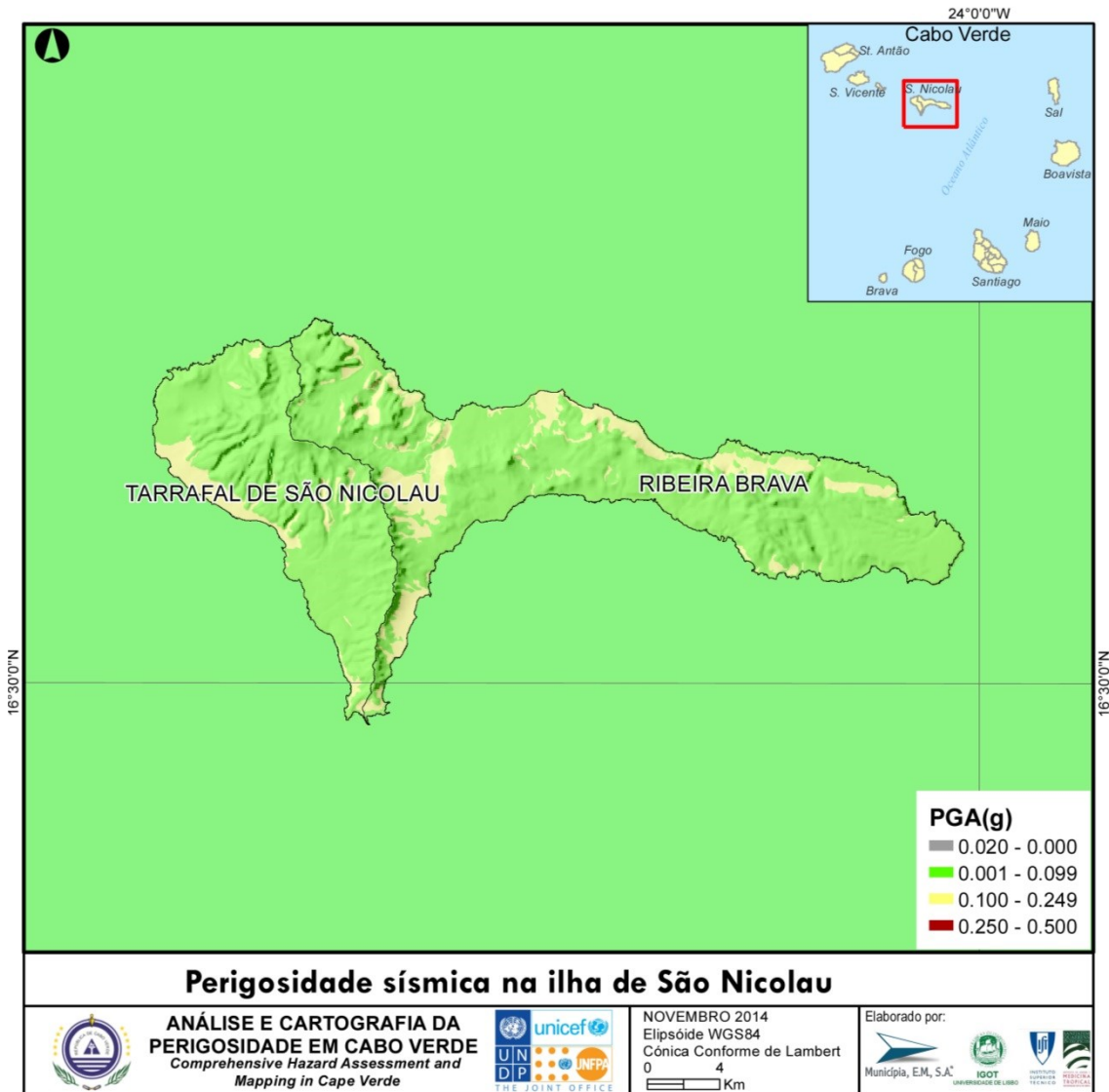


Figura 134 - Perigosidade sísmica em S. Nicolau.

I. São Vicente

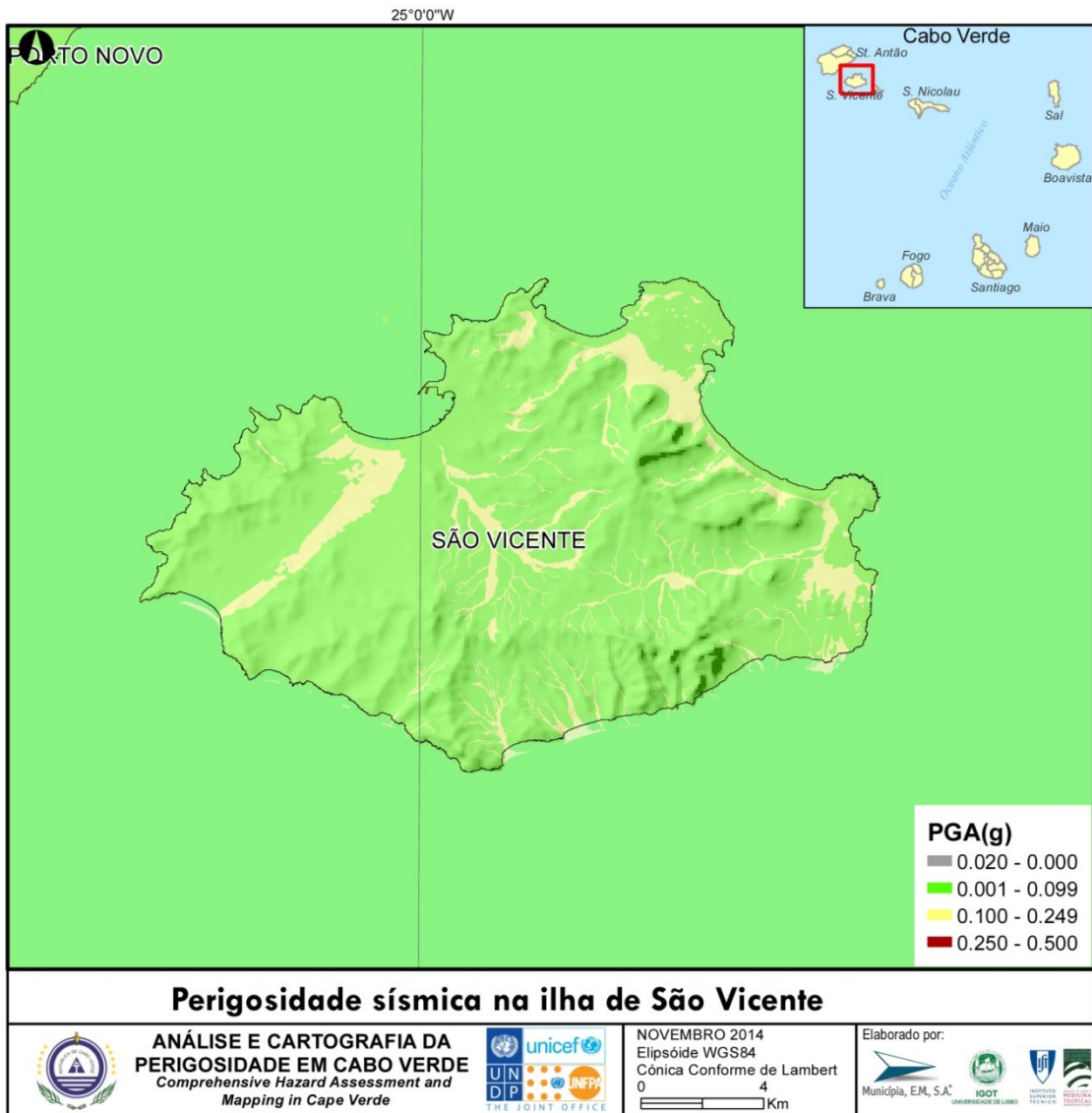


Figura 135 - Perigosidade sísmica em S. Vicente.

3.5.6. Análise da perigosidade

O programa SEISRISK III (Bender e Perkins, 1987) foi utilizado para calcular a os níveis de aceleração correspondentes a 10% de probabilidade de excedência no período de exposição de 50 anos para cada percurso na árvore lógica (Tabela 67). O valor de magnitude mínima utilizado para o cálculo foi de $M_{min}=4.75$ e o valor da magnitude máxima de $M_{max}=7.25$ para todas as zonas fonte. O valor da magnitude máxima não influencia os resultados no que diz respeito à probabilidade de excedência e período de exposição considerados na análise.

O resultado final do estudo corresponde ao mapa da média ponderada, apresentado na Figura 136, onde em cada ponto é calculado o valor médio ponderado de PGA, de acordo com os pesos correspondentes aos diversos ramos da árvore lógica. A perigosidade sísmica é baixa em todo o território, de acordo com a classificação de Giardini et al., 2013. A incerteza associada pode ser investigada através da análise dos mapas correspondentes aos percentis 15 e 85 da distribuição de valores de PGA em cada ponto do mapa (Figura 137 e Figura 138). A análise dos percentis p15 e p85 indica a incerteza dado o baixo nível de perigosidade a incerteza tem relativamente pouca expressão nos resultados finais. No entanto, para o percentil 85 a perigosidade sísmica nas ilhas de Santo Antão, S. Vicente, S. Nicolau e Fogo (e Brava) encontra-se no limiar entre a perigosidade baixa e a perigosidade moderada.

Perigosidade sísmica (média ponderada) para 10% de probabilidade de excedência em 50 anos

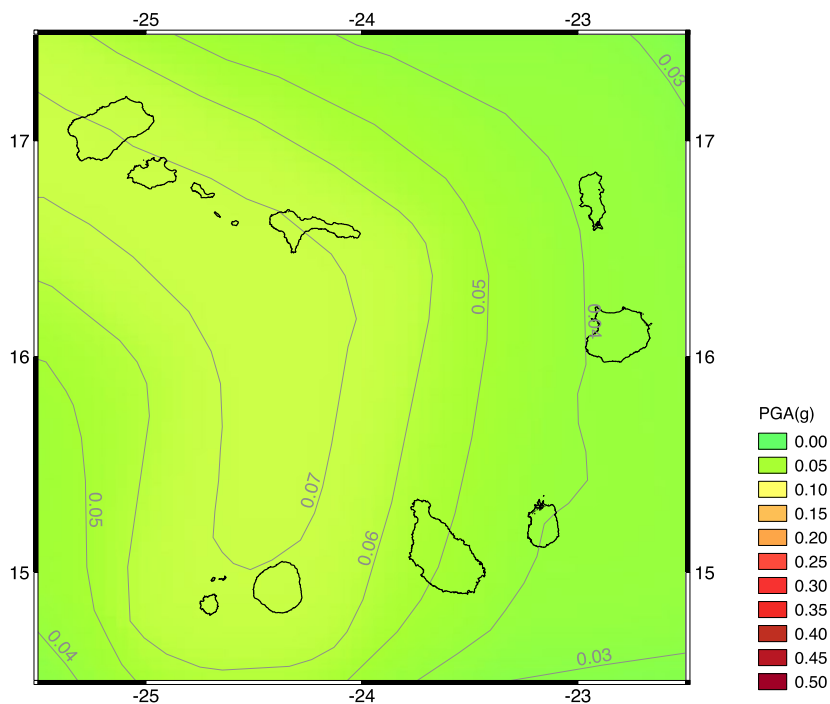


Figura 136 - Mapa resultado da análise da perigosidade sísmica. O valor de PGA em cada ponto corresponde à média ponderada da distribuição de valores de PGA nesse ponto, nos mapas resultante da análise em árvore lógica.

Perigosidade sísmica (percentil 15) para 10% de probabilidade de excedência em 50 anos

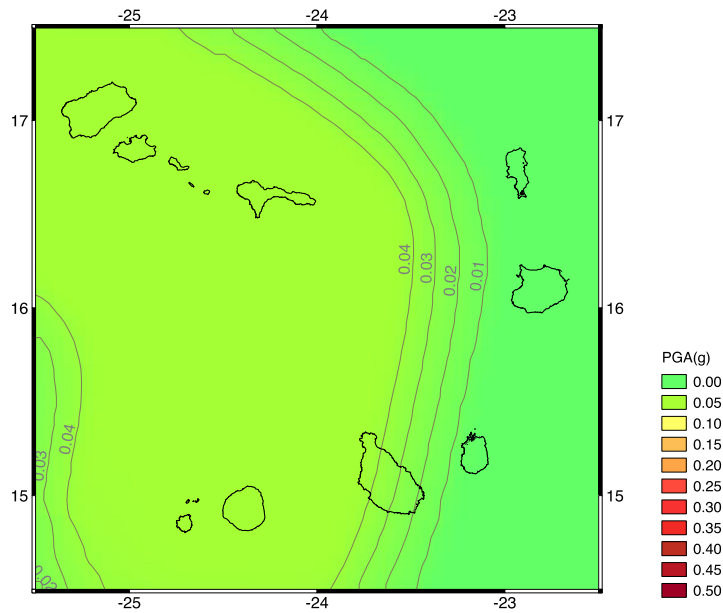


Figura 137 - Mapa correspondente ao percentil 15 da análise da perigosidade sísmica. O valor de PGA em cada ponto corresponde ao percentil 15 da distribuição de valores de PGA nesse ponto, nos mapas resultante da análise em árvore lógica.

Perigosidade sísmica (percentil 85) para 10% de probabilidade de excedência em 50 anos

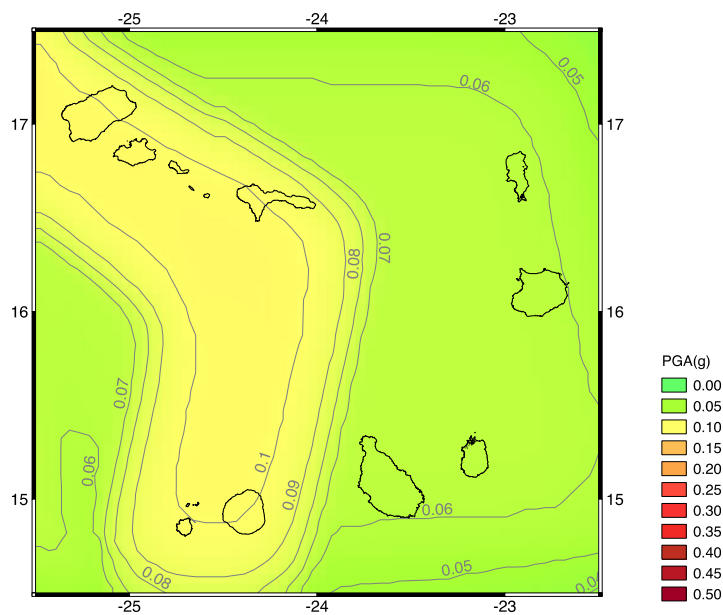


Figura 138 - Mapa correspondente ao percentil 85 da análise da perigosidade sísmica. O valor de PGA em cada ponto corresponde ao percentil 85 da distribuição de valores de PGA nesse ponto, nos mapas resultante da análise em árvore lógica.

A Figura 139 ilustra a importância dos efeitos locais na amplificação dos movimentos sísmicos intensos. Dadas as incertezas associadas ao modelo de condições locais e aos fatores de amplificação, a informação contida nestes mapas tem um carácter qualitativo. Considerando amplificação relacionada com os efeitos locais a perigosidade sobe em algumas ilhas, com especial relevo para as ilhas do Fogo e da Brava, para níveis moderados.

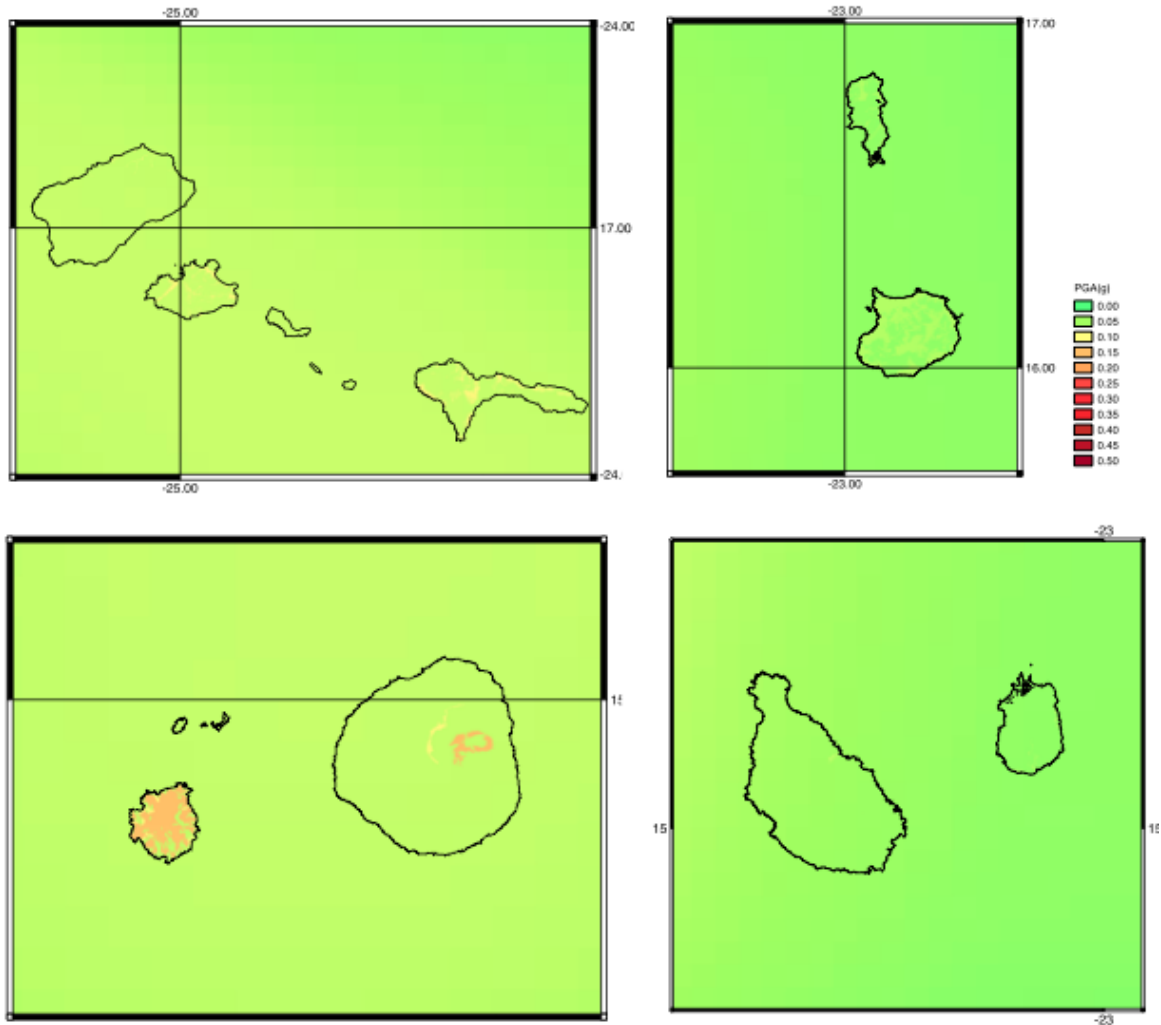


Figura 139 - Mapa de perigosidade sísmica (média ponderada) para 10% de probabilidade de excedência em 50 anos considerando a amplificação devida a efeitos locais. O modelo de condições locais baseia-se na carta geológica 1:500.000.

A. Santo Antão

Na ilha de Santo Antão verifica-se que a perigosidade sísmica é maioritariamente baixa nos concelhos do Paúl (98,9%) e da Ribeira Grande (98,3%), ocupando a totalidade do território no caso do Porto Novo.

Concelho	Classe	%
Paúl	Baixa	98,9
	Moderada	1,1
Porto Novo	Baixa	100,0
Ribeira Grande	Baixa	98,3
	Moderada	1,7

B. Boavista

A perigosidade sísmica na ilha da Boavista é baixa em toda a sua extensão.

Concelho	Classe	%
Boavista	Baixa	100,0

C. Brava

Na ilha da Brava a classe de perigosidade sísmica moderada ocupa a maior parte do território (70,5%), enquanto a classe de perigosidade baixa ronda os 29,5%.

Concelho	Classe	%
Boavista	Baixa	100,0
Brava	Baixa	29,5
	Moderada	70,5

D. Fogo

Na ilha do Fogo, destaca-se o concelho de Santa Catarina, onde a classe de perigosidade sísmica moderada ocupa 6,2% da área total do concelho, seguida de Mosteiros com 2,6%. Verifica-se, assim, que a perigosidade sísmica é maioritariamente baixa nos concelhos de Mosteiros (97,4%) e de Santa Catarina (93,8%), ocupando a totalidade do território no caso de São Filipe.

Concelho	Classe	%
Mosteiros	Baixa	97,4
	Moderada	2,6
Santa Catarina	Baixa	93,8
	Moderada	6,2
São Filipe	Baixa	100,0

E. Maio

A perigosidade sísmica na ilha do Maio é baixa em toda a sua extensão.

Concelho	Classes	%
Maio	Baixa	100,0

F. Sal

A perigosidade sísmica na ilha do Sal é baixa em toda a sua extensão.

Concelho	Classes	%
Sal	Baixa	100,0

G. Santiago

A perigosidade sísmica na ilha de Santiago é baixa em toda a sua extensão.

Concelho	Classes	%
Praia	Baixa	100,0
Ribeira Grande de Santiago	Baixa	100,0
Santa Catarina	Baixa	100,0

Santa Cruz	Baixa	100,0
São Domingos	Baixa	100,0
São Lourenço dos Órgãos	Baixa	100,0
São Miguel	Baixa	100,0
São Salvador do Mundo	Baixa	100,0
Tarrafal	Baixa	100,0

H. São Nicolau

Na ilha de São Nicolau destaca-se o concelho da Ribeira Brava, onde a classe de perigosidade sísmica moderada atinge os 17% da área total do concelho, verificando-se um valor inferior no concelho do Tarrafal, na ordem dos 8,4%.

Concelho	Classes	%
Ribeira Brava	Baixa	83,0
	Moderada	17,0
Tarrafal de São Nicolau	Baixa	91,6
	Moderada	8,4

I. São Vicente

Na ilha de São Vicente a classe perigosidade é predominantemente baixa (88,2%), verificando-se que 11,8% do território tem uma perigosidade sísmica moderada.

Concelho	Classes	%
São Vicente	Baixa	88,2
	Moderada	11,8

3.5.7. Aplicação da cartografia de perigosidade

- A cartografia de perigosidade sísmica pode ser utilizada como suporte à elaboração de regulamentos ou códigos para projeto de estruturas sísmo-resistentes.
- A cartografia de perigosidade sísmica pode apoiar na identificação de elementos expostos e de áreas vulneráveis sujeitas a um risco sísmico maior.
- A cartografia de perigosidade sísmica também pode ser utilizada como apoio ao planeamento de emergência, designadamente na realização exercícios, na definição de prioridades relativamente ao sistema nacional de proteção civil e na conceção de medidas de mitigação.
- A cartografia de perigosidade sísmica pode servir de apoio à educação da população no que diz respeito à perceção do perigo sísmico e na adoção de medidas de autoproteção.

3.5.8. Recomendações

- O estudo realizado apurou que a perigosidade sísmica no arquipélago de Cabo Verde tem um nível baixo a moderado, atingindo valores máximos de PGA no intervalo 0.04-0.10 g na região de estudo (incluindo as incertezas epistémicas). As condições locais podem no entanto amplificar significativamente estes valores. Desta forma recomenda-se que seja efetuada a caracterização

detalhada do perfil de velocidade das ondas transversais nas camadas superiores do solo para o projeto sísmico de infraestruturas críticas, de forma quantificar o potencial de amplificação devido a efeitos locais.

3.5.9. Notas

- Dadas as incertezas associadas ao modelo de condições locais e aos fatores de amplificação, a informação contida nos mapas que incluem efeitos locais tem um carácter qualitativo.

3.6. MOVIMENTOS DE VERTENTE

3.6.1. Enquadramento do Fenómeno

Os movimentos de vertente ocorrem em todo o arquipélago de Cabo Verde, mas têm a sua maior expressão nas ilhas que possuem um relevo mais acidentado. No que respeita à tipologia dos movimentos, destacam-se os desabamentos (quedas), os deslizamentos (escorregamentos) e as escoadas (fluxos).

O desabamento corresponde a uma “deslocação de solo ou rocha a partir de um abrupto, ao longo de uma superfície onde os movimentos tangenciais são nulos ou reduzidos. O material desloca-se predominantemente pelo ar, por queda, saltação ou rolamento” (WP/WLI, 1993: 6-2). A progressão em queda livre verifica-se geralmente em vertentes cujo declive excede 70°. Entre 70° e 45° tende a ocorrer saltação e nos declives inferiores a 45° as partículas de solo ou rocha adquirem trajetórias dominadas por rolamento (Cruden e Varnes, 1996). Em Cabo Verde, a tendência para a fragmentação em lajes e prismas, verificada nos basaltos, facilita o processo de desabamento, dando origem a pedregais na base das vertentes (Brito e Semedo, 1995; Monteiro, 2007).

O deslizamento corresponde a um “movimento de solo ou rocha que ocorre predominantemente ao longo de planos de rutura ou de zonas relativamente estreitas, alvo de intensa deformação tangencial” (WP/WLI, 1993: 6-2). A ocorrência de fendas de tração, no que equivalerá posteriormente à cicatriz principal do deslizamento, corresponde a um dos indicadores primários de deformação. Em Cabo Verde os deslizamentos verificam-se sobretudo na sequência de precipitações intensas e afetam principalmente as áreas desprovidas de vegetação (Monteiro, 2007). A infiltração da água em frente de percolação nos solos pouco coesos funciona como catalisador da instabilidade nas vertentes, sobretudo naquelas que têm declive mais acentuado, pela redução da resistência ao corte que decorre da redução da coesão aparente e da redução da tensão efetiva.

Quando o fornecimento de água ao solo é maior, nas vertentes mais extensas e com declive forte, os movimentos de deslizamento evoluem, por vezes, para escoadas de detritos, que correspondem a “movimentos espacialmente contínuos onde as superfícies de tensão tangencial são efémeras e frequentemente não preservadas” (WP/WLI, 1993: 6-2). As tensões distribuem-se por toda a massa afetada, conduzindo, geralmente, a uma grande deformação interna dos materiais alvo do fluxo.

O levantamento histórico de ocorrências realizado no contexto do projeto RRD (Nações Unidas, 2013) permitiu identificar 13 registos classificados como movimentos de vertente no período de 1901 a 2010, com destaque para as ilhas de Santiago, Santo Antão e Brava. O período de maior frequência corresponde aos meses de Agosto e Setembro que, em conjunto, registaram 54% das ocorrências. Como é evidente, o referido levantamento, ao ser efetuado sobre fontes documentais, apenas abarca casos que terão tido um impacto social /ou económico relevante, o que os transformou em notícia. Deste modo, estes movimentos constituem

uma amostra muito pouco representativa da real dimensão da instabilidade de vertentes nas ilhas de Cabo Verde.

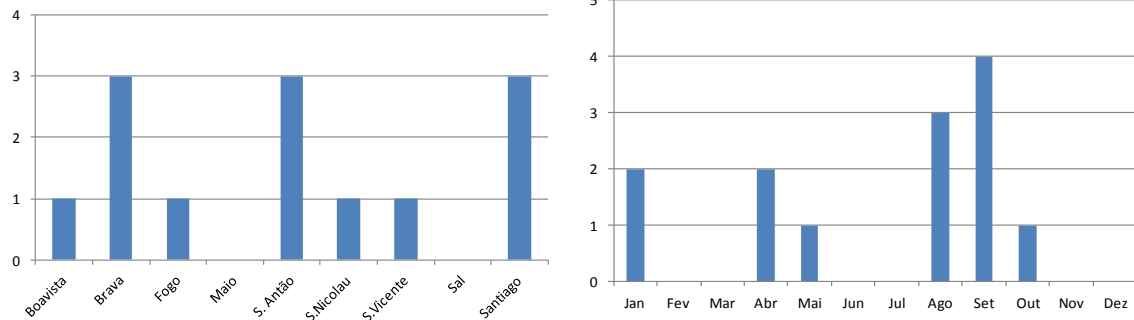


Figura 140 - Número e distribuição mensal das ocorrências classificadas como movimentos de vertente no período de 1901 a 2013 (Fonte: Projeto RRD (Nações Unidas, 2013)).

3.6.2. Metodologia

A metodologia utilizada contemplou, numa primeira fase, a avaliação da suscetibilidade de ocorrência de movimento de vertente. Os resultados obtidos nesta fase foram integrados, numa segunda fase, com dados relativos aos dois principais fatores desencadeantes de instabilidade - a precipitação e os sismos –o que permitiu a construção de dois mapas de perigosidade de movimentos de vertente para cada ilha, respetivamente para cenários de desencadeamento por precipitação e por sismos.

A metodologia utilizada para avaliar a suscetibilidade de ocorrência de movimento de vertente contempla 5 fases sequenciais:

- (i) Inventariação dos movimentos de vertente por interpretação de ortofotomapas digitais, utilizando critérios geomorfológicos. Os detalhes adicionais sobre os procedimentos de inventariação podem encontrar-se na documentação entregue para efeitos de reforço da capacitação.
- (ii) Seleção de um conjunto de fatores de predisposição da instabilidade geomorfológica passíveis de representação cartográfica;
- (iii) Ponderação dos fatores de predisposição pro cruzamento com o inventário de instabilidades e aplicação do método estatístico do Valor Informativo;
- (iv) Implementação do modelo preditivo de acordo com as regras do método do Valor Informativo;
- (v) Avaliação do desempenho do modelo preditivo com determinação da taxa de sucesso e classificação dos mapas de suscetibilidade.

O modelo de avaliação da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente utilizado consistiu no Valor Informativo (Yin & Yan, 1988; Zêzere, 2002), aplicado em bases digitais matriciais com células de 10 metros. O Valor Informativo é um método estatístico bivariado particularmente apto para estudar relações entre variáveis independentes (fatores de predisposição ou condicionantes) e uma variável dependente dicotómica (movimentos de vertentes).

O método do Valor Informativo tem uma base *Bayesiana*, sustentando-se na transformação logarítmica (log natural) da razão entre probabilidade condicionada e probabilidade *à priori*. Com este método é possível

ponderar cada classe de cada fator de predisposição da instabilidade de vertentes de forma objetiva e quantificada.

O Valor Informativo (I_i) para qualquer classe X_i de uma variável independente (X) foi determinado individualmente para cada ilha Y pela seguinte equação:

$$I_i = \ln \frac{S_i / S}{N_i / N}$$

Onde:

S_i = nº de células com movimentos de vertente na variável X_i , na ilha Y ;

N_i = nº de células com a variável X_i na ilha Y ;

S = nº total de células com movimentos de vertente na ilha Y ;

N = nº total de células na ilha Y .

Devido à normalização logarítmica, I_i não é determinável quando $S_i = 0$. Nestes casos, o valor de I_i foi assumido como equivalente ao I_i mais baixo determinado para as diferentes classes da variável considerada.

O valor de suscetibilidade aos movimentos de vertente para cada célula j corresponde ao Valor Informativo total, dado pela seguinte equação:

$$I_j = \sum_{i=0}^m X_{ij} I_i$$

Onde:

m = nº de variáveis;

X_{ij} é igual a 1 ou 0, consoante a variável X_i está ou não presente na célula j , respetivamente.

A validação dos resultados foi efetuada através da determinação da taxa de sucesso do modelo de suscetibilidade produzido para cada ilha, obtida a partir do cruzamento dos resultados da avaliação da suscetibilidade com os movimentos de vertente inventariados. Tecnicamente, a taxa de sucesso permite a determinação do ajuste do modelo preditivo da suscetibilidade aos dados que lhe deram origem. A expressão gráfica da Taxa de Sucesso obtém-se através da representação da percentagem da área de estudo,

hierarquizada por ordem decrescente de instabilidade (em abcissas) e a correspondente distribuição acumulada da área instabilizada corretamente classificada (em ordenadas).

As classes de suscetibilidade foram definidas a partir do traçado das curvas de sucesso e da área validada correspondente. Assim, os limites das classes de suscetibilidade Muito elevada (I), Elevada (II), Moderada (III), Reduzida (IV) e Muito reduzida (V) foram definidos, respetivamente, pelas seguintes frações de área instabilizada acumulada: 0,5; 0,7; 0,9; 0,91; e 1.

Para a avaliação da perigosidade de movimentos de vertente num contexto de desencadeamento por precipitação, considerou-se a distribuição da precipitação máxima mensal calculada para um período de retorno de 100 anos, com base nos registos de precipitação disponíveis e com recurso à função de distribuição de extremos de Gumbel. A espacialização da informação recorreu à metodologia Regression Kriging, com a exceção da ilha da Boavista, onde foi utilizada uma função RBF. A severidade da precipitação foi classificada em 4 classes de acordo com os valores da precipitação máxima mensal com período de retorno de 100 anos: (i) Pmensal < 250 mm; (ii) Pmensal 250-500 mm; (iii) Pmensal 500-750 mm; e (iv) Pmensal > 750 mm.

A avaliação da perigosidade de movimentos de vertente num contexto de desencadeamento por sismo teve em consideração os resultados apresentados na secção 3.5, sustentados na metodologia aí descrita, de onde resultaram 4 classes de acordo com os valores de PGA com 10% de probabilidade de excedência em 50 anos e incorporando os incrementos por efeitos de sítio: (i) PGA <0,05g; (ii) PGA 0,05-0,07g; (iii) PGA 0,07-0,1g; e (iv) PGA >0,1g.

A integração dos resultados da suscetibilidade e severidade da precipitação/perigosidade sísmica foi efetuada individualmente, resultando na produção de dois mapas de perigosidade para cada ilha. A classificação da perigosidade de movimentos de vertente baseou-se na matriz apresentada em seguida, de onde resultam 4 classes de perigosidade, para qualquer dos cenários desencadeantes. Nesta matriz, 4 representa perigosidade muito elevada, 3 perigosidade elevada, 2 perigosidade moderada, e 1 perigosidade baixa.

Severidade da precipitação / Perigosidade Sísmica

Suscetibilidade vertentes	Pmensal <250mm PGA < 0,05	Pmensal 250-500mm PGA 0,05 - 0,07	Pmensal 500-750mm PGA 0,07 - 0,1	Pmensal >750mm PGA > 0,1
	Muito Baixa	1	1	1
Baixa	1	1	1	2
Moderada	1	1	2	3
Elevada	1	2	3	4
Muito Elevada	2	3	4	4

Figura 141 – Matriz de classificação da perigosidade.

O esquema seguinte sistematiza a metodologia utilizada na avaliação da suscetibilidade e perigosidade aos movimentos de vertente.

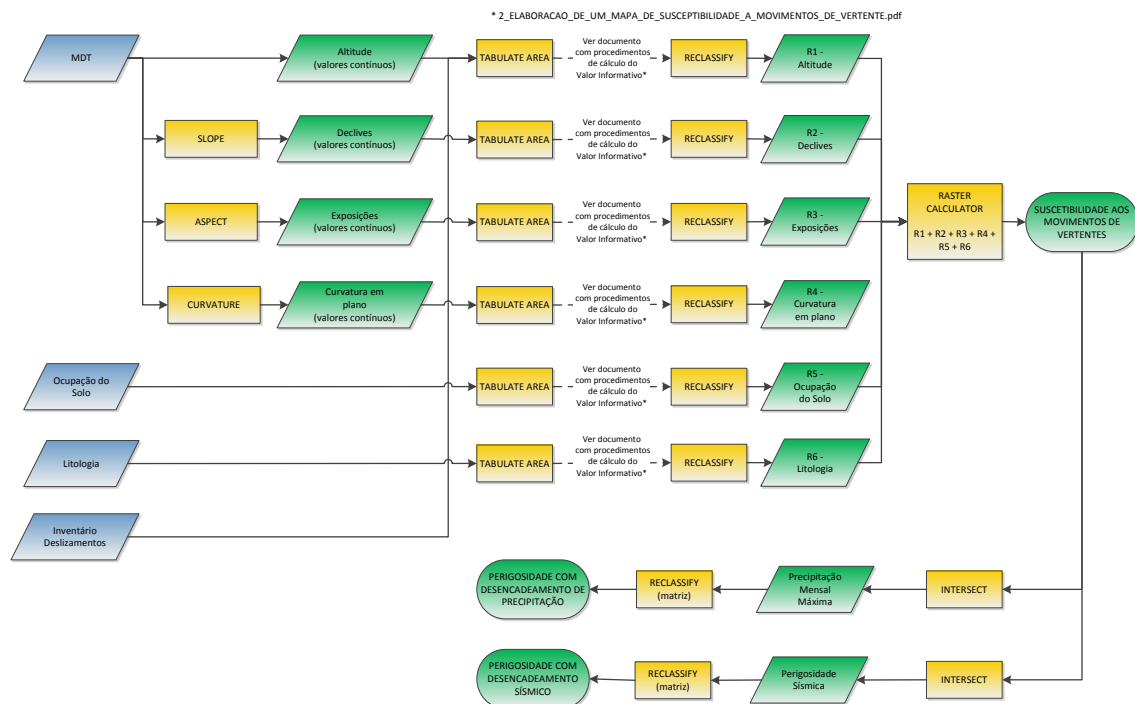


Figura 142 – Fluxograma de avaliação da suscetibilidade e perigosidade aos movimentos de vertente.

3.6.3. Dados utilizados

Os dados utilizados na avaliação da suscetibilidade aos movimentos de vertente podem dividir-se em dois conjuntos: (i) Inventários de movimentos de vertente; e (ii) conjuntos de temas cartográficos de fatores de predisposição da instabilidade.

O Inventário dos movimentos de vertente foi efetuado para as ilhas de Santiago, Brava, Santo Antão, S. Vicente, S. Nicolau, Boavista, Sal e Maio, com recurso à interpretação de ortofotomapas digitais produzidos pela Município e pela Grafcan, auxiliada pela projeção da altimetria detalhada do terreno, para a totalidade do território das ilhas analisadas.

No total, foram identificados e inventariados 2338 movimentos de vertente nas 8 ilhas alvo de fotointerpretação. A tabela seguinte sistematiza as principais características desses movimentos de vertente. O número de movimentos inventariados é máximo nas ilhas de S. Antão e Santiago (acima de 700 casos em cada ilha) e mínimo na ilha do Sal (27 casos). As áreas médias dos movimentos variam entre 830 m² (na Boavista) e 2426m² (em S. Vicente).

A densidade de instabilidades é máxima na Brava e S. Nicolau (1,33 e 1,24 casos por km², respetivamente), sendo também estas ilhas as que registam a percentagem de superfície instabilizada mais elevadas (0,24% e 0,30%, respetivamente).

Tabela 69 - Parâmetros morfométricos dos movimentos de vertente inventariados nas ilhas de Cabo Verde.

	BOAVISTA	MAIO	SAL	S.NICOLAU	SÃO VICENTE	SANTO ANTÃO	SANTIAGO	BRAVA
Número (n):	70	27	63	429	169	701	796	83
Mínimo (m²):	36	165	20	14	87	56	33	135
Máximo (m²):	7672	5086	20624	105051	104000	51411	31947	14315
Somatório (m²):	58097	31663	88573	1025894	426879	1715326	1057802	152410
Média (m²):	830.0	1172.7	1405.9	2391.4	2525.9	2447.0	1328.9	1836.3
Desvio padrão (m²):	1307.2	1262.5	3687.8	7221.0	9286.0	3762.8	2129.9	2462.9
Densidade (n/km²)	0.11	0.10	0.29	1.24	0.75	0.89	0.79	1.33
% de área instável	0.01	0.01	0.04	0.30	0.19	0.22	0.11	0.24

Não foi possível efetuar um inventário de movimentos de vertente na ilha do Fogo, pela impossibilidade de detetar deslizamentos e outros movimentos de vertente recentes por foto-interpretação. As características geomorfológicas desta ilha contribuem sobremaneira para esta limitação. Com efeito, a ilha do Fogo é marcada pela presença de um grande movimento de massa do tipo “colapso de flanco de aparelho vulcânico” (movimento de colapso do Monte Amarelo), que terá ocorrido há 80 mil anos, abrangendo uma área de 650 km², com um volume estimado entre 130 e 160 km³ e 45 km de progressão (Masson et al, 2008). A enorme dimensão deste movimento de massa e o seu carácter único, impossibilitam a aplicação do Método do Valor Informativo nesta ilha para avaliação da suscetibilidade.

A avaliação da suscetibilidade geomorfológica é baseada no pressuposto de que os futuros movimentos de vertentes têm maior probabilidade de ocorrer sob condições geológicas e geomorfológicas semelhantes às que geraram instabilidade no presente e no passado (Varnes, 1984; Zêzere *et al.*, 2008). Neste contexto, é fundamental a identificação e cartografia dos fatores condicionantes (de pré-disposição) responsáveis pelo aparecimento ou aceleração das manifestações de instabilidade, assim como a sua ponderação com recurso a modelos de relação espacial.

Neste trabalho foram considerados 6 temas como fatores de predisposição para a ocorrência de movimentos de vertentes: altitude, declive, exposição, curvatura em plano, litologia e uso/ocupação do solo. Os temas foram convertidos do formato vetorial para *raster*, tendo sido posteriormente reclassificados, de modo a poderem integrar os modelos de avaliação da suscetibilidade. Estabeleceu-se que os outputs das várias operações efetuadas deveriam ter pixels com a resolução de 10x10, ou seja, 100 m².

O Modelo Digital de Terreno foi utilizado para derivar os seguintes temas: altitude, declive, exposição e curvatura plana.

O mapa de altitudes foi reclassificado em 7 classes em metros: 0-200, 200-400, 400-600, 600-800, 800-1000, 1000-1200 e >1200.

O mapa de declives foi reclassificado em 10 classes expressas em graus: 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35, 35-40, 40-45 e >45.

O mapa de exposições foi reclassificado em 9 classes, quem incluem 8 quadrantes principais (N, NE, E, SE, S, SW, W e NW), a que acresce a classe dos terrenos planos (logo, sem exposição definível).

O mapa da curvatura em plano reproduz o perfil transversal das vertentes e foi reclassificado em 3 classes: côncavo, plano / retilíneo e convexo.

A litologia foi extraída dos diversos mapas geológicos disponíveis (ver ponto 2.1) e o uso/ocupação do solo foi obtido a partir da combinação de uma série de fontes (Cartografia 1:10000 (Produtor: Município), Global Land Cover 2000 Project (GLC 2000), MODIS (MCD12Q1) LAND COVER (Version 005)).

No caso da ilha do Fogo, pelas razões já expressas, não foi possível realizar um modelo de suscetibilidade. Neste caso, a suscetibilidade aos movimentos de vertente foi determinada com recurso a 4 fatores de predisposição (declive, exposição, curvatura em plano e uso/ocupação do solo). Os valores informativos de cada classe em cada um destes temas foram obtidos pela média aritmética simples dos valores correspondentes obtidos nas ilhas de Santiago, Brava, S. Antão, S. Nicolau e S. Vicente.

As tabelas seguintes sintetizam os valores informativos das classes de cada variável utilizada nos modelos de suscetibilidade. Valores negativos significam relação negativa entre presença da classe e ocorrência de movimentos de vertente; valores positivos indicam relação positiva entre presença da classe e ocorrência de movimentos de vertente, tanto mais elevada quanto maior o valor.

Tabela 70 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha de S. Antão

Tema: Altitude (metros)		VI
1	0-200	-0,021
2	200-400	-0,652
3	400-600	0,149
4	600-800	-0,293
5	800-1000	-1,900
6	1000-1200	-0,276
7	> 1200	0,821
Tema: Curvatura em plano das vertentes		
1	Côncavo	0,011
2	Plano / rectilíneo	-0,052
3	Convexo	0,003
Tema: declive (graus)		
1	0-5	-2,120
2	5-10	-0,989
3	10-15	0,196
4	15-20	0,671
5	20-25	0,771
6	25-30	0,354
7	30-35	0,079
8	35-40	-0,207
9	40-45	-0,450
10	>45	-1,024
Tema: exposição		
1	Plano	0,873
2	N	0,240
3	NE	0,387
4	E	-0,486
5	SE	-0,330
6	S	0,120
7	SW	0,041
8	W	-0,195
9	NW	0,074
Tema: litologia		
1	basanita, piroclastos e lavas	-0,699
2	Areia, cascalho	-0,404
3	Rochas vulcânicas jovens, com grão grosseiro	-2,394
4	Lagoa de lava (basalto nefelina)	-2,394
5	Rochas vulcânicas com grão muito grosseiro	-0,867
6	Proto-Coroa vulcânicas (basalto com nefelina e piroclastos)	0,228
7	Topo de Coroa vulcânica (basalto com nefelina)	0,656
8	Lava nefelinitica e leucitica e piroclásticas	-1,219
9	Rochas vulcânicas antigas (basanita, piroclastos intercalados e diques)	-0,220
10	Lava Fonolítica e piroclastos	-0,480
11	Nefelinite e fonolítico	0,415
12	Cinzas de Cones	0,559
13	Zona de alteração em cones de cinza e piroclastos	-0,674
14	Topo Coroa cinzas (nefelina basalto)	1,766
15	Fonolítico pedra-pomes	2,632
16	Talude (detritos, areia, brita)	0,857
17	Zona antropizada	-2,394
Tema: uso/ocupação do solo		
1	Área urbana	-1,712
2	Mato	-0,345
3	Zona sem vegetação ou com vegetação esparsa	0,173
4	Arvoredo	-0,289
5	Pomar	-1,797
6	Área de cultivo	-1,797

Tabela 71 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha da Boavista

Tema: Altitude (metros)		VI
1	0-200	-0,062
2	200-400	1,442
Tema: Curvatura em plano das vertentes		
1	Côncavo	0,528
2	Plano / rectilíneo	-1,630
3	Convexo	0,506
Tema: declive (graus)		
1	0-5	-4,086
2	5-10	-0,341
3	10-15	0,593
4	15-20	1,639
5	20-25	2,283
6	25-30	2,515
7	30-35	2,409
8	35-40	2,142
9	40-45	2,456
10	>45	3,147
Tema: exposição		
1	Plano	-1,728
2	N	-1,728
3	NE	-1,219
4	E	-1,248
5	SE	0,015
6	S	-0,740
7	SW	0,355
8	W	1,252
9	NW	-0,339
Tema: litologia		
1	Sedimentos holocénicos e Plistocénicos	-0,808
2	Escoadas Sub-marina e lavas basálticas da Formação de Chão de Calheta	0,337
3	Conglomerados fonolíticos ou complexo eruptivo interno	-2,058
4	Filões, Escoadas, Brechas e ignimbrites da série fonolítica do Complexo do Monte Passarão	1,764
5	Piroclastos, Filões e Escoadas	-2,058
6	Chaminé e filões com tufos e ignimbrites da série fonolítica na formação de Pico Forcados	0,794
7	Escoadas e brechas com ignimontes	1,018
8	Cones de Piroclastos	0,727
Tema: uso/ocupação do solo		
1	Mato	-1,224
2	Praia arenosa	-1,224
3	Zonas sem vegetação ou com vegetação esparsa	0,243
4	Área urbana	-1,224
5	Área de cultivo	-1,224
6	Arvoredo	-0,457
7	Estradas	-1,224
8	Leito de ribeira	-1,224
9	Zonas húmidas	-1,224
10	Pomar	-1,224
11	Salinas	-1,224

Tabela 72 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha Brava

Tema: Altitude (metros)		VI
1 0-200		1,121
2 200-400		-0,635
3 400-600		-1,542
4 600-800		-2,332
5 800-1000		-1,774
Tema: Curvatura em plano das vertentes		
1 Côncavo		0,164
2 Plano / rectilíneo		-0,437
3 Convexo		-0,114
Tema: declive (graus)		
1 0-5		-1,622
2 5-10		-1,432
3 10-15		-1,301
4 15-20		-1,358
5 20-25		-1,059
6 25-30		-0,410
7 30-35		-0,159
8 35-40		0,351
9 40-45		0,304
10 >45		1,359
Tema: exposição		
1 Plano		-0,774
2 N		-0,482
3 NE		0,108
4 E		0,664
5 SE		-0,361
6 S		-0,774
7 SW		-0,401
8 W		-0,129
9 NW		0,527
Tema: litologia		
1 Camadas de Cinzas fonolíticas, nalguns casos com intercalações de lavas		-0,465
2 Sienitos nefelinicos com segregações piroxeníticas		0,257
3 Lavas e materiais piroclásticos basaníticos, ou caraterísticos e afins		-1,022
4 Carbonotitos (pro vezes com Inclusões de sienitos nefelinicos)		1,716
5 Calcários sedimentares		-1,022
6 Areias e calhaus de praia e depósitos torrenciais ou de vertente		-0,897
7 Fonolitos extrusivos ou hipo-abissais		0,702
8 Palagonitas, incluindo frequentemente rede filoniana com complexa		0,365
9 Ancaratritos (e lavas afins) associados aos palagonitas ou ao complexo intrusivo		1,129
Tema: uso/ocupação do solo		
1 Arvoredo		-1,293
2 Mato		0,141
3 Zona sem vegetação ou com vegetação esparsa		0,259
4 Área urbana		-2,582
5 Área de cultivo		-2,582

Tabela 73 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha do Maio

Tema: Altitude (metros)		VI
1	0-200	-0,661
2	200-400	1,800
3	400-600	-0,661
Tema: Curvatura em plano das vertentes		
1	Côncavo	0,781
2	Plano / rectilíneo	-1,944
3	Convexo	0,380
Tema: declive (graus)		
1	0-5	-5,409
2	5-10	-1,243
3	10-15	0,611
4	15-20	1,482
5	20-25	1,939
6	25-30	2,794
7	30-35	3,715
8	35-40	4,226
9	40-45	4,647
10	>45	4,868
Tema: exposição		
1	Plano	-3,524
2	N	0,621
3	NE	0,824
4	E	-0,364
5	SE	-3,524
6	S	-0,742
7	SW	-0,794
8	W	-0,258
9	NW	0,531
Tema: litologia		
1	Filões e mantos subaéreos e submarinos	0,238
2	Depósito calcário, calcarenito	-0,266
3	Mantos subaéreos e filões	1,371
4	Depósito conglomerático brechoide	0,444
5	Brecha eruptiva associada a fracturas	-1,366
6	Aluviões, depósitos de enxurada, areias de praia	-1,366
7	Conglomerados	-1,366
8	Sienitos feldspatóidicos e rochas afins	-1,366
9	Complexo eruptivo (mantos submarinos)	0,191
10	Essexito	0,457
11	Complexo argilo-calco-eruptivo	-1,366
12	Calcários Compactos com leito de silixito	-1,366
13	Calcário compacto fossilífero	-1,366
14	Complexo argilo-calco-eruptivo com leito de silixito	-1,120
Tema: uso/ocupação do solo		
1	Área urbana	-0,595
2	Mato	-0,659
3	Zona sem vegetação ou com vegetação esparsa	0,263
4	Leito de ribeira	-1,917
5	Estradas	-1,917
6	Área de cultivo	-1,917
7	Arvoredo	-1,575
8	Zonas húmidas	-1,917
9	Praia arenosa	-1,917

Tabela 74 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha do Sal

Tema: Altitude (metros)		VI
1	0-200	-0,185
2	200-400	3,853
3	400-600	-0,185
Tema: Curvatura em plano das vertentes		
1	Côncavo	1,013
2	Plano / rectilíneo	-2,121
3	Convexo	0,419
Tema: declive (graus)		
1	0-5	-3,667
2	5-10	-1,448
3	10-15	0,107
4	15-20	1,091
5	20-25	2,114
6	25-30	3,313
7	30-35	3,665
8	35-40	3,171
9	40-45	4,192
10	>45	6,622
Tema: exposição		
1	Plano	-1,799
2	N	0,462
3	NE	0,713
4	E	-0,138
5	SE	-0,075
6	S	-0,986
7	SW	-0,948
8	W	-0,358
9	NW	0,547
Tema: litologia		
1	Aluviões (areia, cascalho)	-2,650
2	Piroclastos de cor escura	-2,650
3	Depósitos quaternários indeferenciados (areia, salgado)	-2,650
4	Formação de Ribeira de Fregata (calcarenitos, calcário marinho, conglomerados)	-2,650
5	Formação Monte Grande-Pedra de Lume, indeferenciado (Piroclastos e lavas)	1,496
6	Shebkha (areia, lodo salgado e argila)	-0,344
7	Salinas	-2,650
8	Piroclastos de cor clara	-2,650
9	Nefelinos pertencentes a rochas básicas	-2,650
10	Rochas vulcânicas básicas e diques	-2,650
11	Terraços aluviais (areia, cascalho)	-2,650
12	Taludes (detritos, cascalhos, areia)	3,728
13	Cobertura de areias (dunas)	0,541
14	Complexo do Ponta do Altar-Baleia (Basaltos e nefelénitos)	-2,650
15	Zonas de alteração	2,075
16	Depósitos de praia (salgado)	-2,650
17	Pedimentos (fanglomerados)	-2,650
18	Sedimentos costeiros (areia, cascalho, pedregulhos)	-2,650
19	Calcarenitos parcialmente fossilíferos	-1,517
Tema: uso/ocupação do solo		
1	Área urbana	-1,209
2	Zona sem vegetação ou com vegetação esparsa	-0,275
3	Mato	1,515
4	Arvoredo	-1,209
5	Estradas	-1,209
6	Leito de ribeira	-1,209
7	Olival	-1,209
8	Praia arenosa	-1,209
9	Salinas	-1,209
10	Zonas húmidas	-1,209
11	Área de cultivo	-1,209

Tabela 75 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha de Santiago

Tema: Altitude (metros)		VI
1 0-200		0,167
2 200-400		0,028
3 400-600		-0,505
4 600-800		-0,271
5 800-1000		-0,197
6 1000-1200		-1,826
7 > 1200		-1,826
Tema: Curvatura em plano das vertentes		
1 Côncavo		0,198
2 Plano / rectilíneo		-1,012
3 Convexo		-0,006
Tema: declive (graus)		
1 0-5		-3,271
2 5-10		-2,412
3 10-15		-1,565
4 15-20		-0,999
5 20-25		-0,404
6 25-30		0,043
7 30-35		0,655
8 35-40		1,213
9 40-45		1,419
10 >45		1,536
Tema: exposição		
1 Plano		-0,575
2 N		-0,034
3 NE		0,329
4 E		0,174
5 SE		-0,575
6 S		-0,324
7 SW		-0,151
8 W		0,376
9 NW		-0,006
Tema: litologia		
1 Aluviões antigas e modernas		0,055
2 Mantos e piroclastos subaéreos - basanitos, ancaratritos, basaltos limburgíticos		0,194
3 Brechas intravulcânicas		-1,991
4 Conglomerados e calcarenitos fossilíferos		0,239
5 Basanitos, limburgitos, ancaratritos		0,295
6 Conglomerados e calcarenitos marinhos, fossilíferos		-1,991
7 Depósitos conglomerático-brechóides, terrestres; conglomerados e calcarenitos marinhos		0,227
8 Conglomerados ante formação dos Flamengos		-1,209
9 Cones de piroclastos, escórias e pequenos derrames		-1,056
10 Dunas		-1,991
11 Depósitos de vertente		0,973
12 Filões e chaminés; piroclastos		2,702
13 Fonólitos e traquitos		-0,038
14 Mantos, piroclastos, chaminés e hialoclastos submarinos		-0,048
15 Mantos submarinos inferiores e superiores piroclastos e hialoclastitos		0,948
16 Pico da Antónia		-0,185
17 Mantos subaéreos, piroclastos e chaminés, indiferenciados		-1,991
18 Rochas granulares - gabros, piroxenitos, sienitos, carbonatitos		-1,991
Tema: uso/ocupação do solo		
1 Área de cultivo		-3,001
2 Área urbana		-2,868
3 Arvoredo		-1,504
4 Mato		0,115
5 Área portuária		-3,001
6 Zonas húmidas		-3,001
7 Campo de jogos		-3,001
8 Leito de ribeira		-1,340
9 Parque de campismo		-3,001
10 Pomar		-3,001
11 Outras vedações		-3,001
12 Estradas		-1,392
13 Zona sem vegetação ou com vegetação esparsa		0,862

Tabela 76 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha de S. Nicolau

Tema: Altitude (metros)		VI
1 0-200		-0,538
2 200-400		0,528
3 400-600		-0,114
4 600-800		0,264
5 800-1000		-2,324
6 1000-1200		-2,400
7 > 1200		-2,400
Tema: Curvatura em plano das vertentes		
1 Côncavo		0,229
2 Plano / rectilíneo		-1,052
3 Convexo		-0,057
Tema: declive (graus)		
1 0-5		-4,509
2 5-10		-2,886
3 10-15		-1,789
4 15-20		-1,026
5 20-25		-0,334
6 25-30		0,145
7 30-35		0,954
8 35-40		0,992
9 40-45		1,059
10 >45		1,281
Tema: exposição		
1 Plano		-1,200
2 N		0,878
3 NE		0,167
4 E		-0,253
5 SE		-1,108
6 S		-1,136
7 SW		-0,654
8 W		-0,009
9 NW		0,600
Tema: litologia		
1 Complexo Eruptivo Principal		0,125
2 Cones piroclásticos		-0,856
3 Lavas submarinas inferiores		-1,209
4 Lavas submarinas superiores		0,203
5 Formação da Preguiça		-1,366
6 Conglomerados, calcários, calcarenitos		1,828
7 Aluviões, areia, depósito de vertente		0,403
8 Escoadas submarinas, subaerea e piroclásticos		-0,763
9 Formação de Figueira de Coxe		1,175
10 Complexo f. de base e brechas intervulcânicas		0,250
11 Mantos subaéreos intercalados, piroclastos		-3,154
12 Depósito conglomerados brechoide		-3,200
13 Mantos, piroclásticos e chaminés fonolíticos		-0,941
14 Terraços, calcários		-3,200
15 Escoadas subaéreas, submarinas e preguiça		-3,200
16 Escoadas, chaminés, piroclastos fonolíticos		2,171
17 Mantos submarinos, piroclastos		-3,200
Tema: uso/ocupação do solo		
1 Área urbana		-1,583
2 Arvoredo		-4,239
3 Mato		-0,508
4 Zona sem vegetação ou com vegetação esparsa		0,355
5 Praia arenosa		-1,748
6 Leito de ribeira		-1,559
7 Área de cultivo		-0,931
8 Área verde		-4,300
9 Estradas		-1,693

Tabela 77 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha de S. Vicente

Tema: Altitude (metros)		VI
1	0-200	-0,068
2	200-400	0,314
3	400-600	-0,001
4	600-800	-1,397
Tema: Curvatura em plano das vertentes		
1	Côncavo	0,367
2	Plano / rectilíneo	-1,810
3	Convexo	-0,028
Tema: declive (graus)		
1	0-5	-3,104
2	5-10	-2,182
3	10-15	-1,686
4	15-20	-1,130
5	20-25	-0,522
6	25-30	0,120
7	30-35	0,973
8	35-40	1,152
9	40-45	1,248
10	>45	2,322
Tema: exposição		
1	Plano	-1,312
2	N	-0,432
3	NE	-1,190
4	E	-1,002
5	SE	-0,766
6	S	-0,297
7	SW	1,104
8	W	0,645
9	NW	0,078
Tema: litologia		
1	Aluviões	-2,261
2	Lavas e piroclastos basálticos e nefeliniticos	0,688
3	Taludes e terraços aluviais (calhau, cascalho e areia)	-3,900
4	Piroclastos recentes	-1,526
5	Fonolito	1,884
6	Sedimentos costeiros	-2,565
7	Areia (duna)	-0,908
8	cobertura arenosa	-3,900
9	Lavas e piroclastos basálticos	-3,900
10	Leque aluvial fan (cascalho, areia)	-3,900
11	Zonas de alteração	0,892
12	Cones de cinzas basálticas, indiferenciadas	-0,135
13	Complexo de cones de cinzas, lava basáltica	-4,174
14	Complexo Vulcânico central	-1,485
15	Brecha eruptiva	-0,286
Tema: uso/ocupação do solo		
1	Zona sem vegetação ou com vegetação esparsa	0,186
2	Mato	-2,196
3	Área urbana	-1,844
4	Arvoredo	-2,819
5	Praia arenosa	-2,819
6	Zonas húmidas	-2,819
7	Estradas	-2,001
8	Leito de ribeira	-2,819

Tabela 78 - Valor Informativo dos fatores de predisposição aos movimentos de vertente na ilha do Fogo (calculado a partir das médias aritméticas das classes equivalentes determinadas nas ilhas de S. Antão, Brava, Santiago, S. Nicolau e S. Vicente)

Tema: Curvatura em plano das vertentes	
1 Côncavo	0,194
2 Plano / rectilíneo	-0,872
3 Convexo	-0,040
Tema: declive (graus)	
1 0-5	-2,925
2 5-10	-1,980
3 10-15	-1,229
4 15-20	-0,768
5 20-25	-0,310
6 25-30	0,050
7 30-35	0,500
8 35-40	0,700
9 40-45	0,716
10 >45	1,095
Tema: exposição	
1 Plano	-0,598
2 N	0,034
3 NE	-0,040
4 E	-0,181
5 SE	-0,628
6 S	-0,482
7 SW	-0,012
8 W	0,137
9 NW	0,255
Tema: uso/ocupação do solo	
1 Área urbana	-2,118
2 Mato	-0,559
3 Zona sem vegetação ou com vegetação esparsa	0,367
4 Arvoredo	-2,029
5 Área de cultivo	-2,078

3.6.4. Representação/visualização

As cartas de suscetibilidade aos movimentos de vertente são apresentadas separadamente para cada ilha habitada do arquipélago.

Cada carta tem representado cartograficamente os seguintes elementos:

- Limites administrativos dos concelhos.
- Distribuição de 5 classes de suscetibilidade.

As classes de suscetibilidade foram definidas a partir do traçado das curvas de sucesso e da área validada correspondente. Assim, os limites das classes de suscetibilidade Muito elevada (I), Elevada (II), Moderada (III), Reduzida (IV) e Muito reduzida (V) foram definidos, respetivamente, pelas seguintes frações de área instabilizada acumulada: 0,5; 0,7; 0,9; 0,91; e 1.

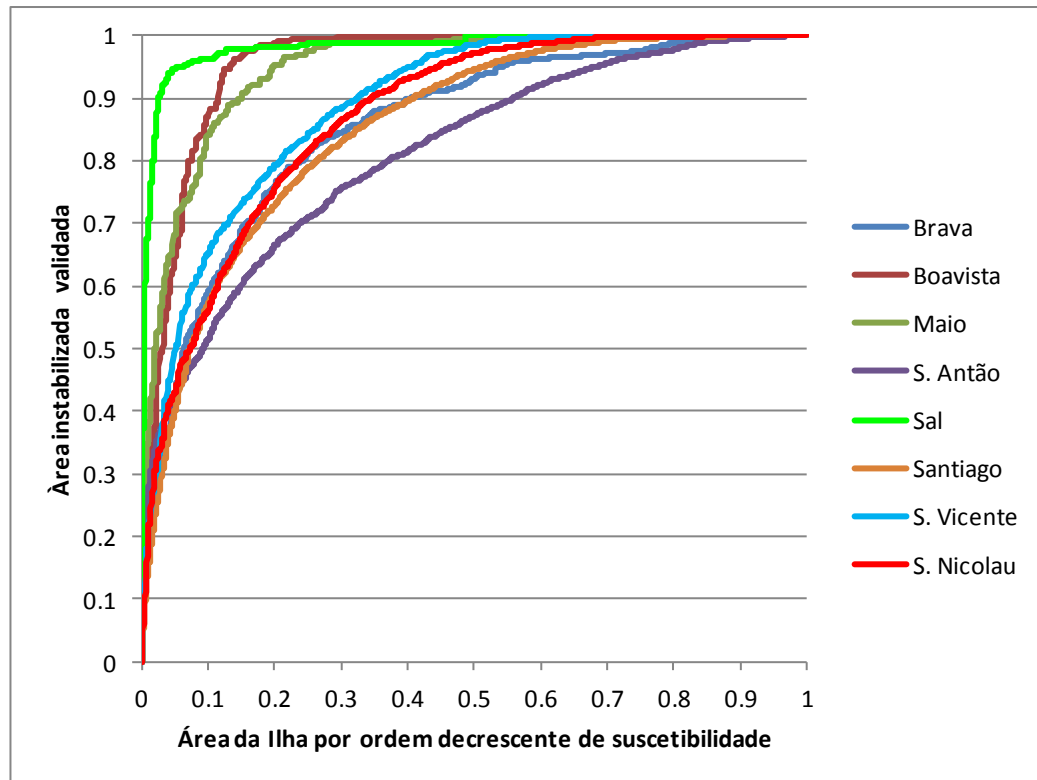


Figura 143- Curvas de Sucesso dos modelos de suscetibilidade a movimentos de vertentes nas ilhas de Cabo Verde.

Cada cor no mapa representa uma classe de suscetibilidade, de acordo com o quadro seguinte:

Representação	Descrição
	Suscetibilidade muito baixa
	Suscetibilidade baixa
	Suscetibilidade moderada
	Suscetibilidade elevada
	Suscetibilidade muito elevada

Cada carta de perigosidade tem representado cartograficamente os seguintes elementos:

- Limites administrativos dos concelhos.
- Distribuição de 4 classes de perigosidade.

As classes de perigosidade foram definidas a partir da matriz apresentada na secção 3.6.2.

Cada cor no mapa representa uma classe de perigosidade, de acordo com o quadro seguinte:

Representação	Descrição
	Perigosidade baixa
	Perigosidade moderada
	Perigosidade elevada
	Perigosidade muito elevada

3.6.5. Cartografia de suscetibilidade

A. Santo Antão

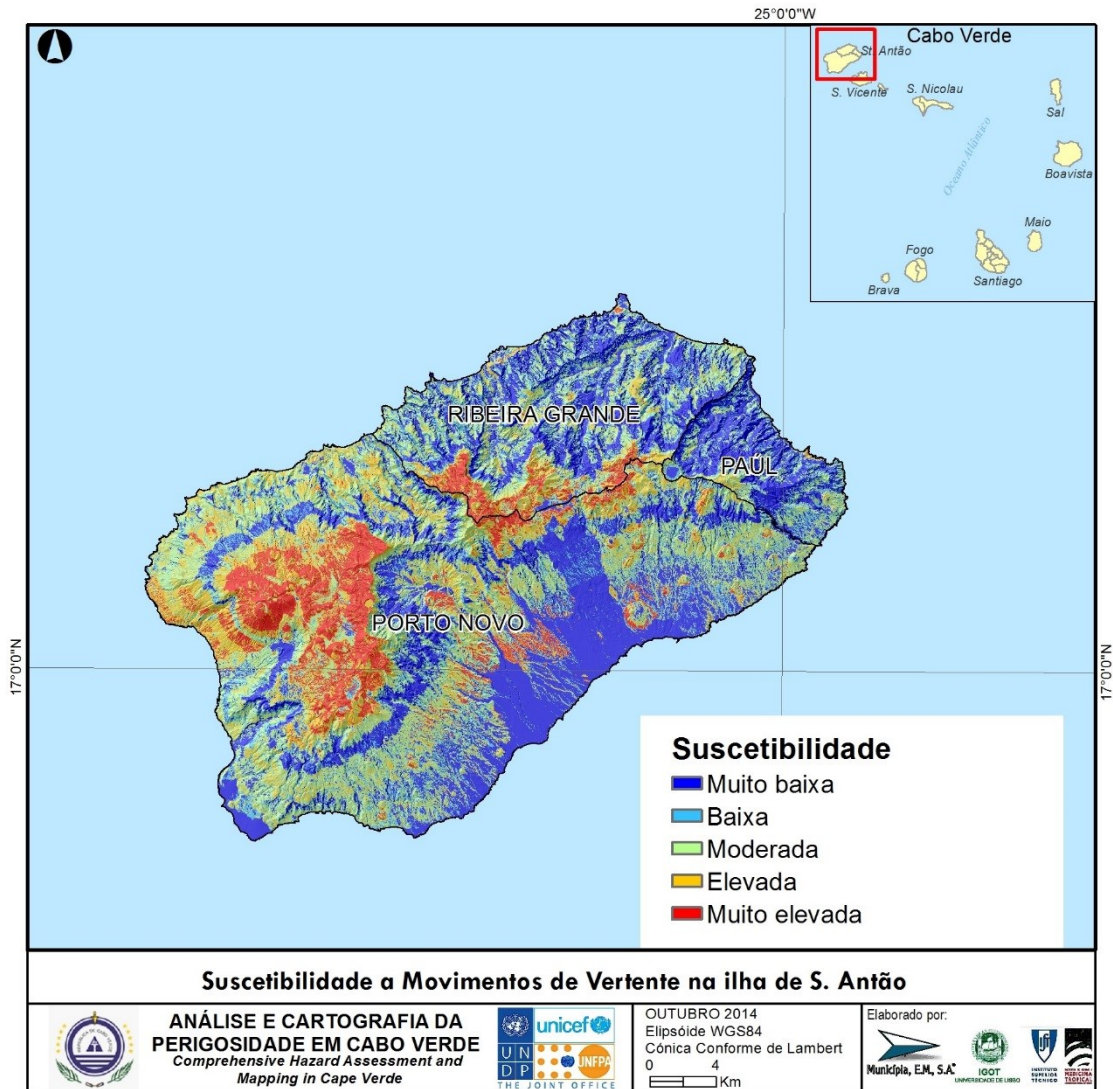


Figura 144 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em Santo Antão.

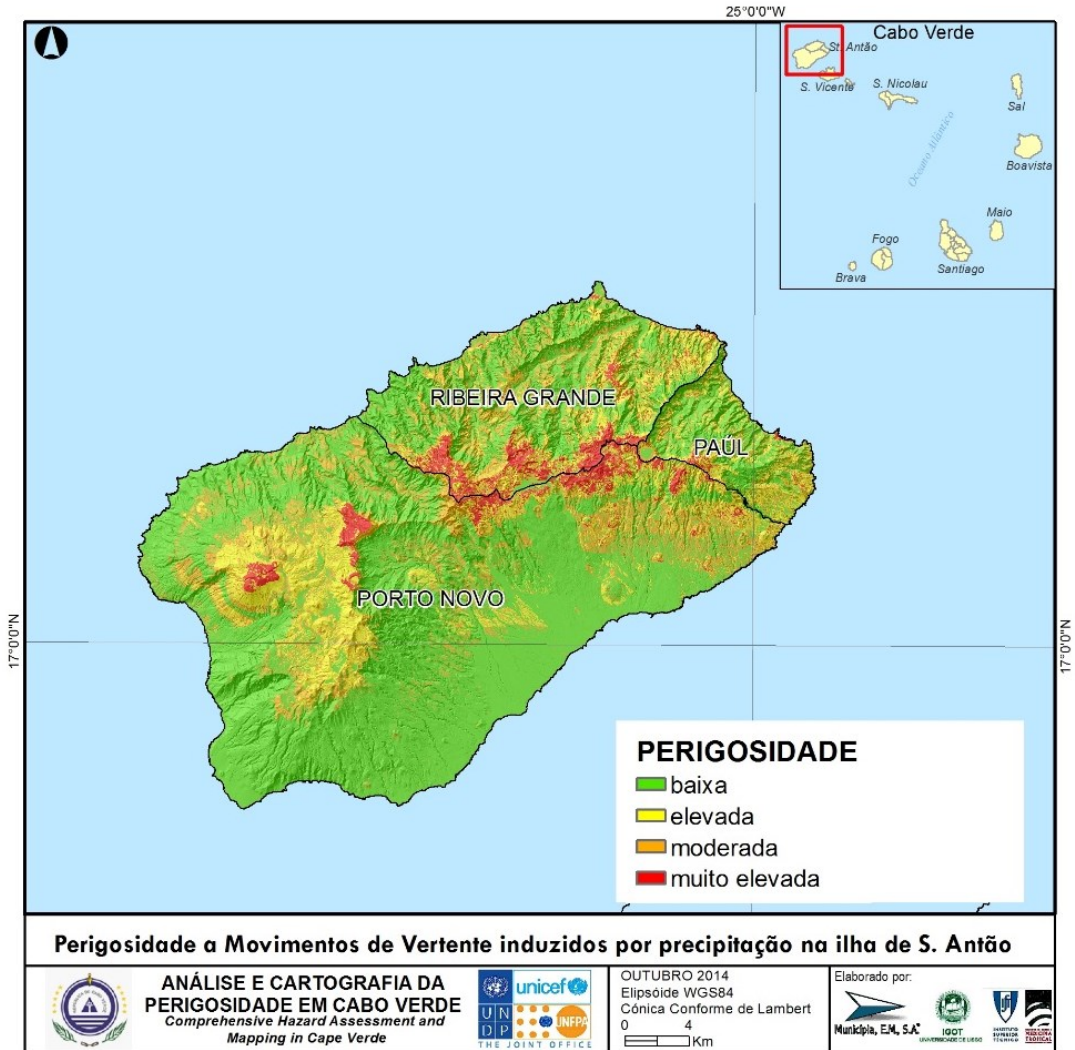


Figura 145 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação em Santo Antão.

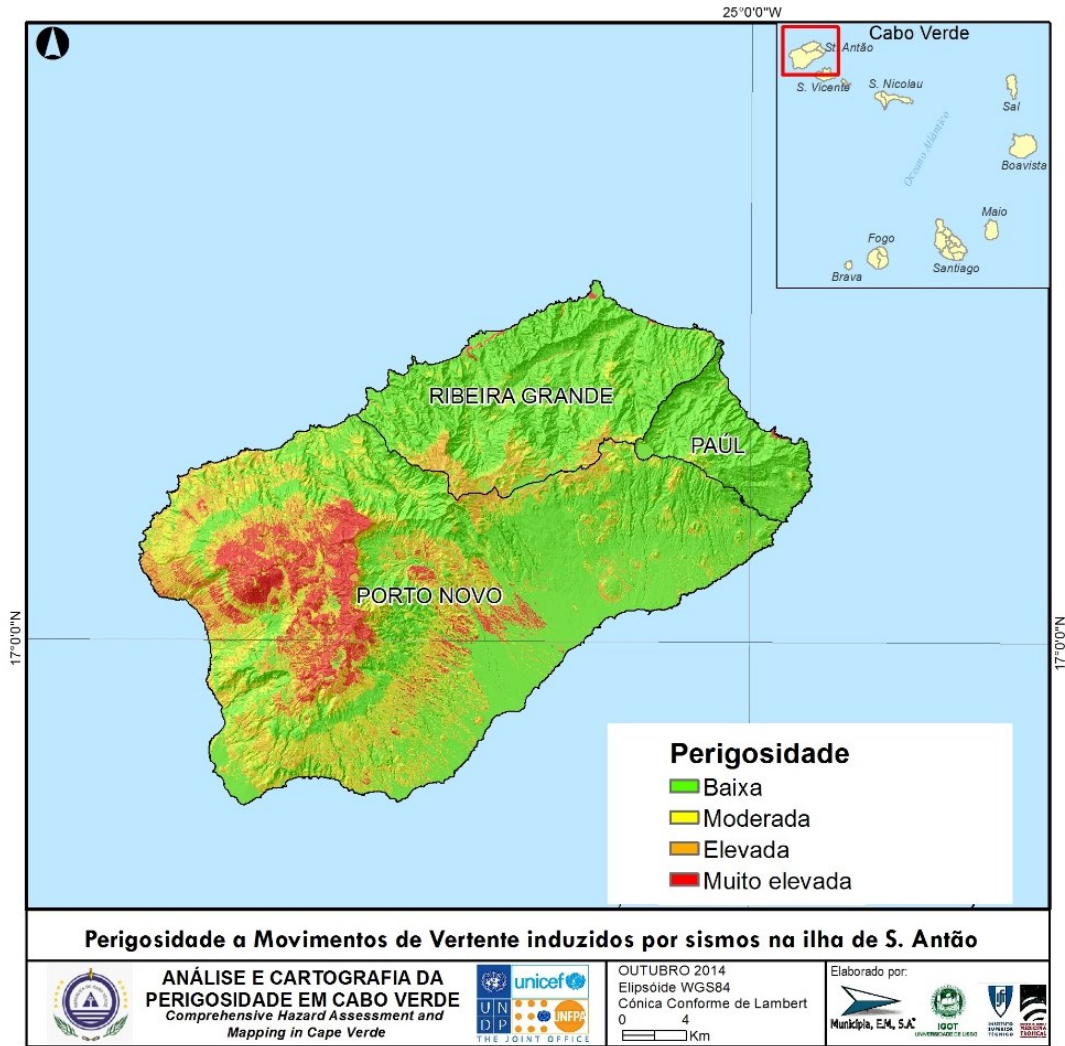


Figura 146 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos em Santo Antão.

B. Boavista

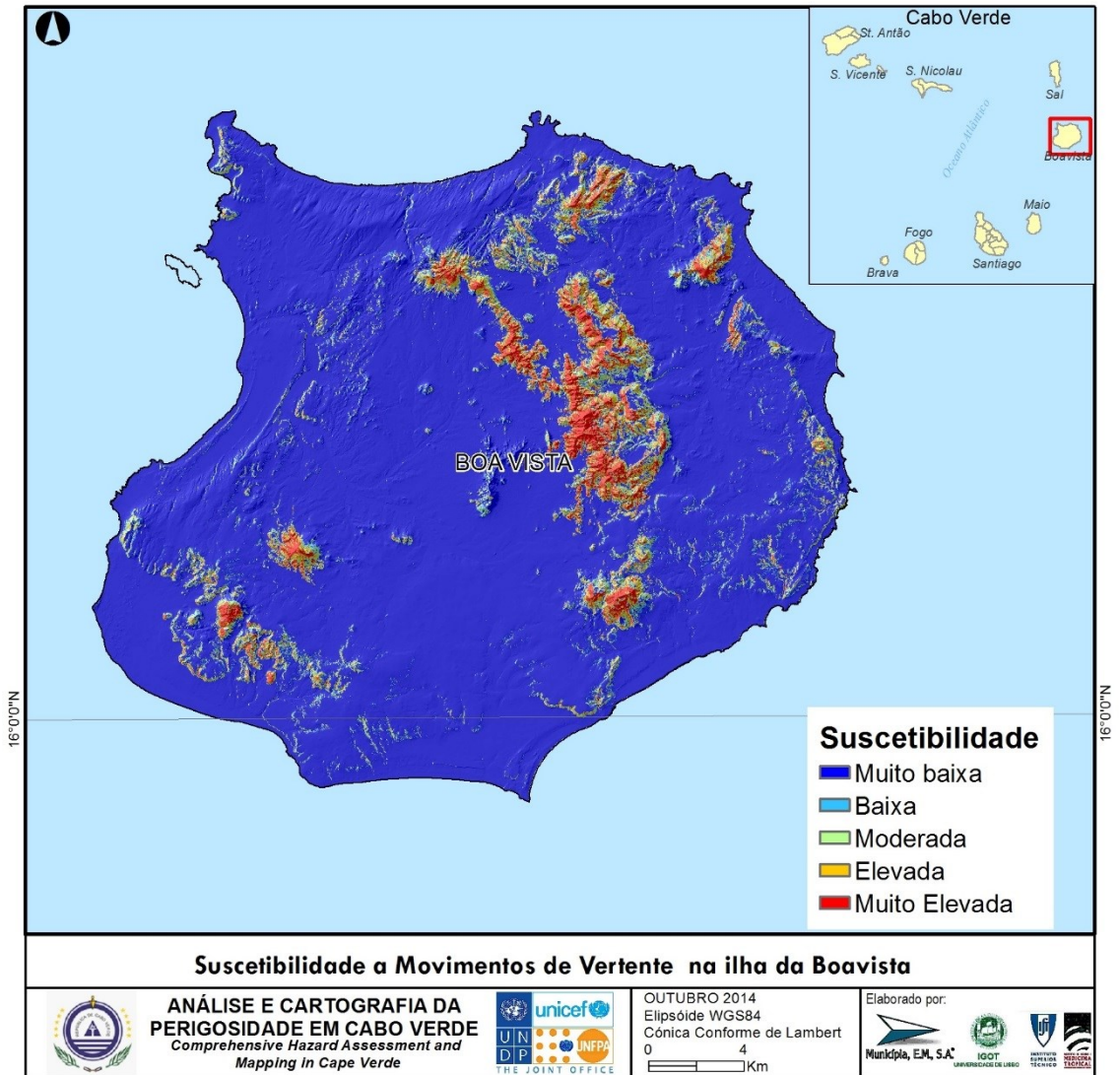


Figura 147 – Suscetibilidade a movimentos de vertente na Boavista.



Figura 148 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação na Boavista.

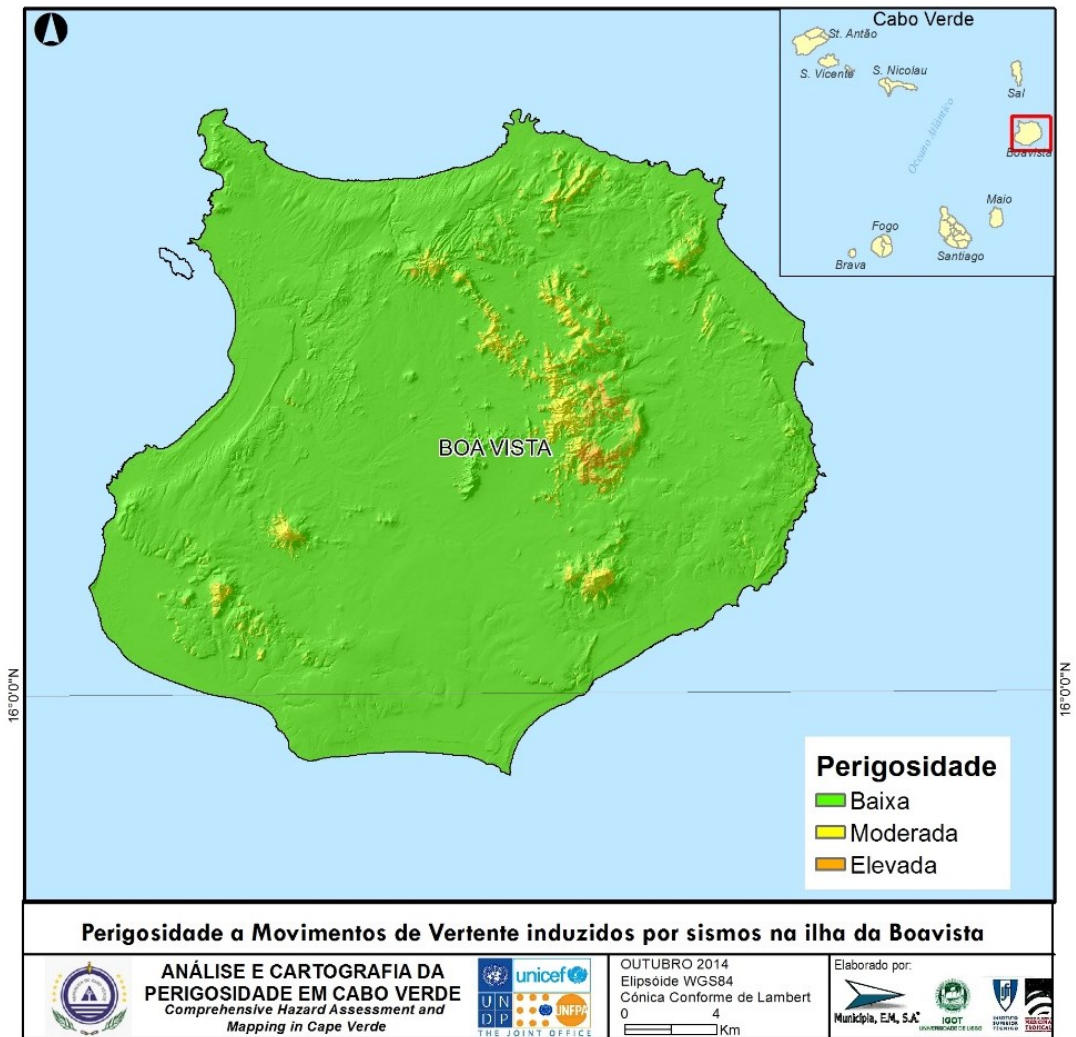


Figura 149 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos na Boavista.

C. Brava

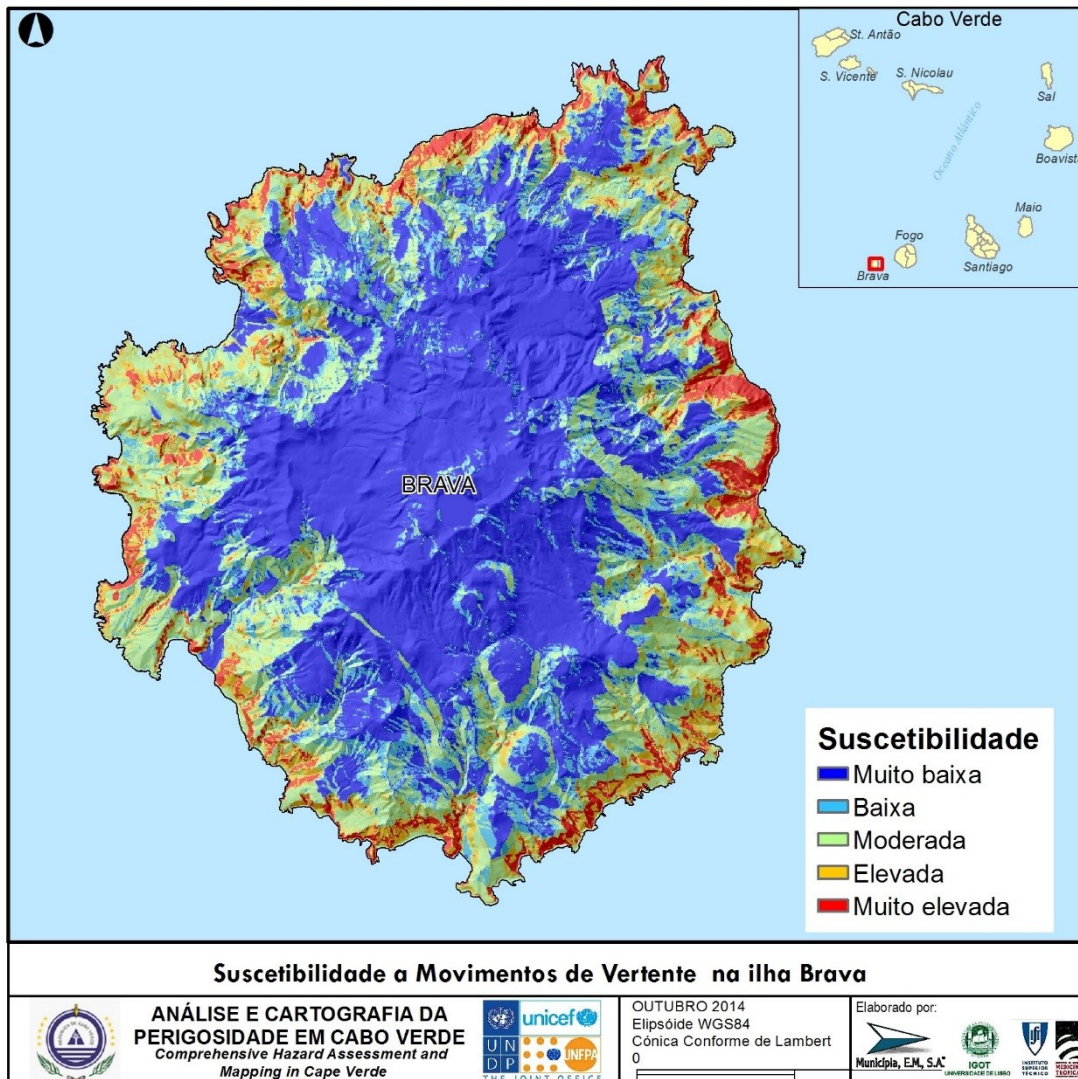


Figura 150 – Suscetibilidade a movimentos de vertente na Brava.



Figura 151 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação na ilha Brava.

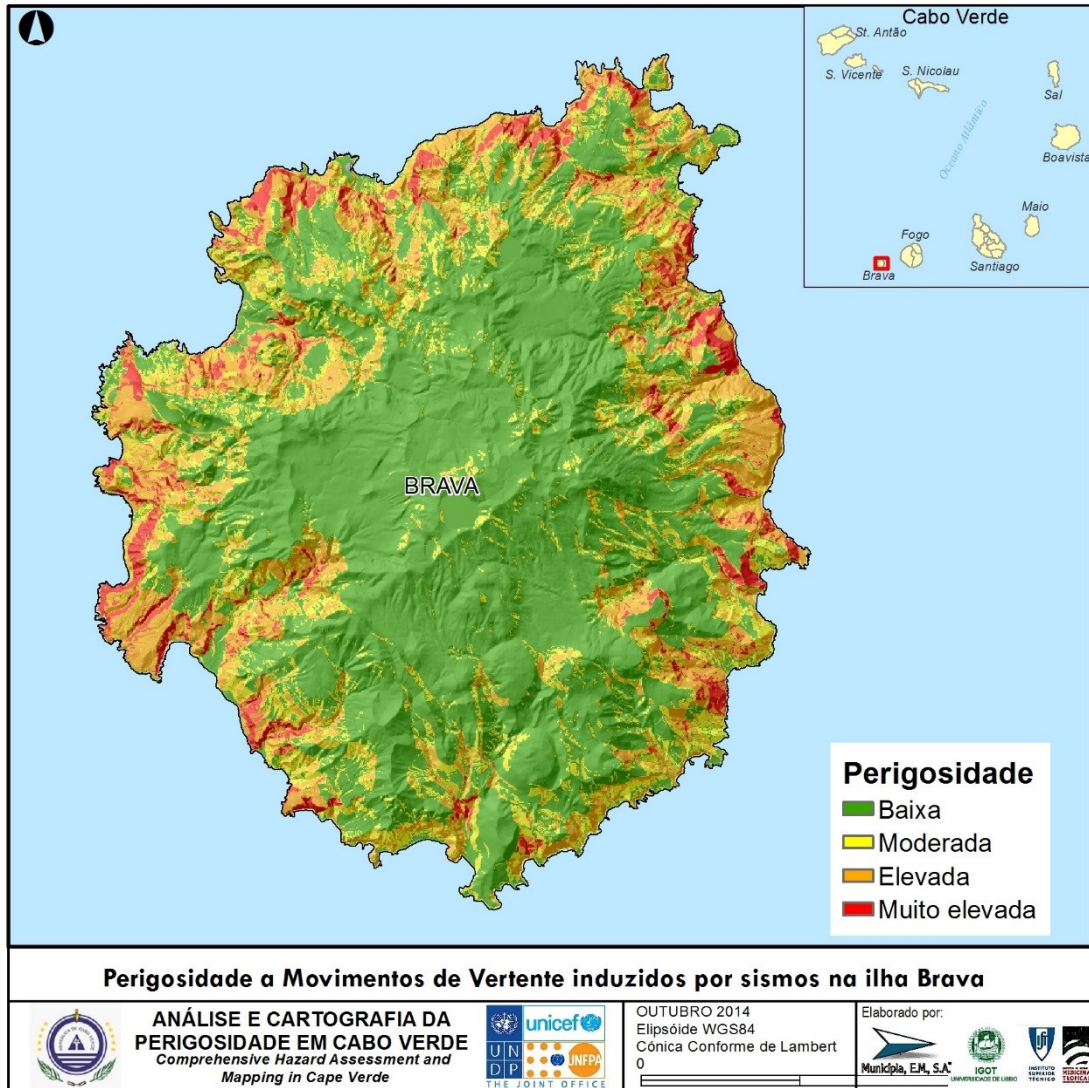


Figura 152 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos na ilha Brava.

D. Fogo

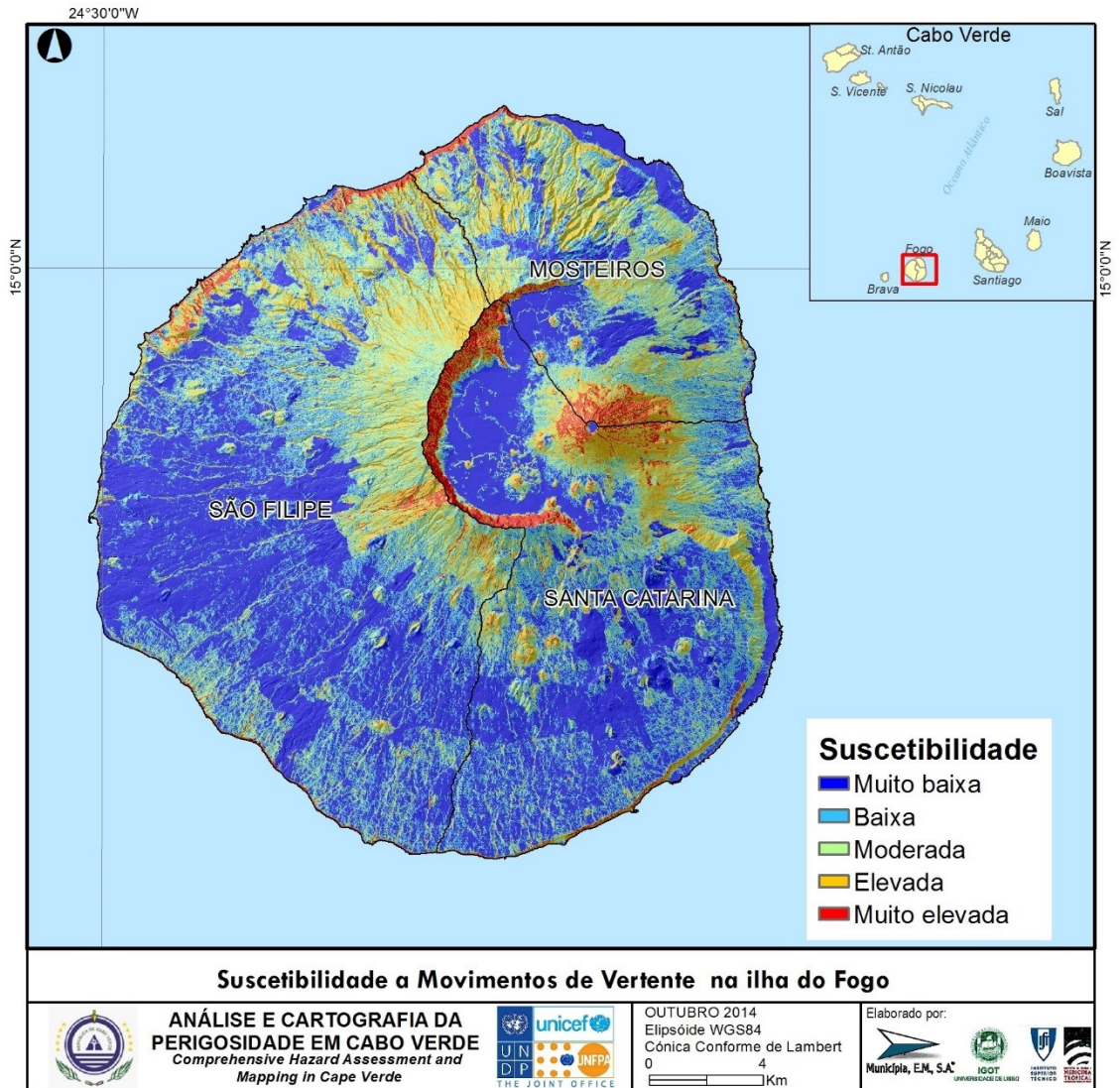


Figura 153 – Suscetibilidade a movimentos de vertente no Fogo.

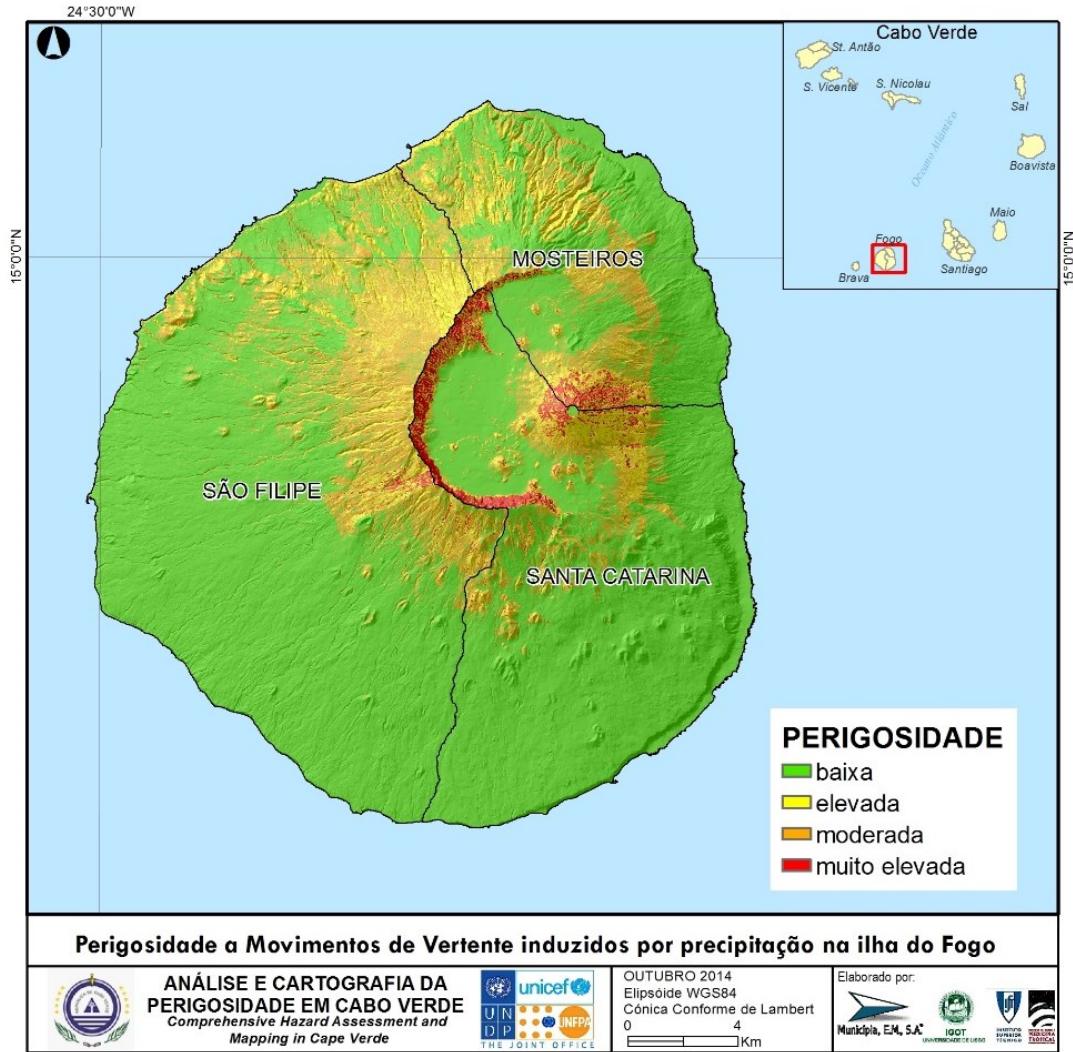


Figura 154 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação no Fogo.

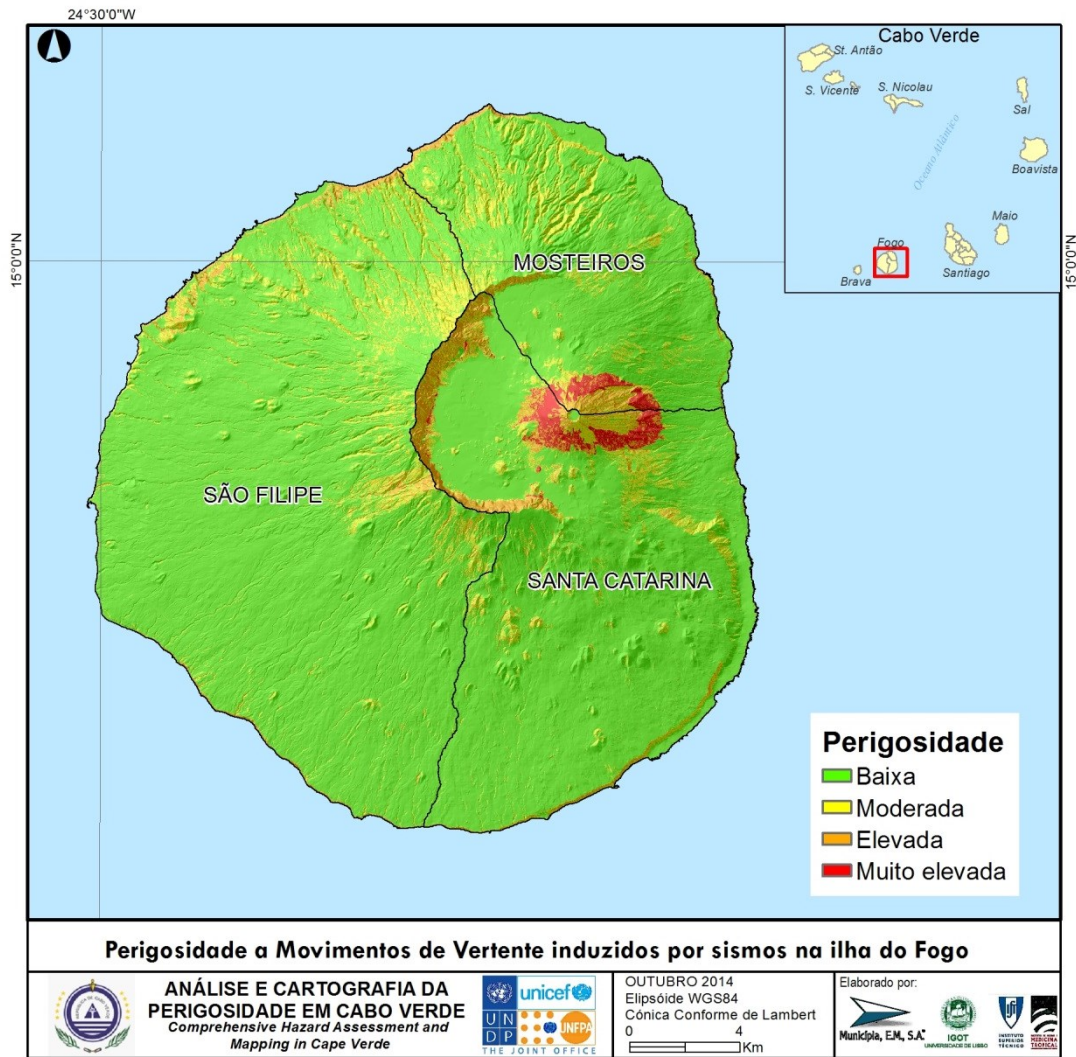


Figura 155 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos no Fogo.

E. Maio

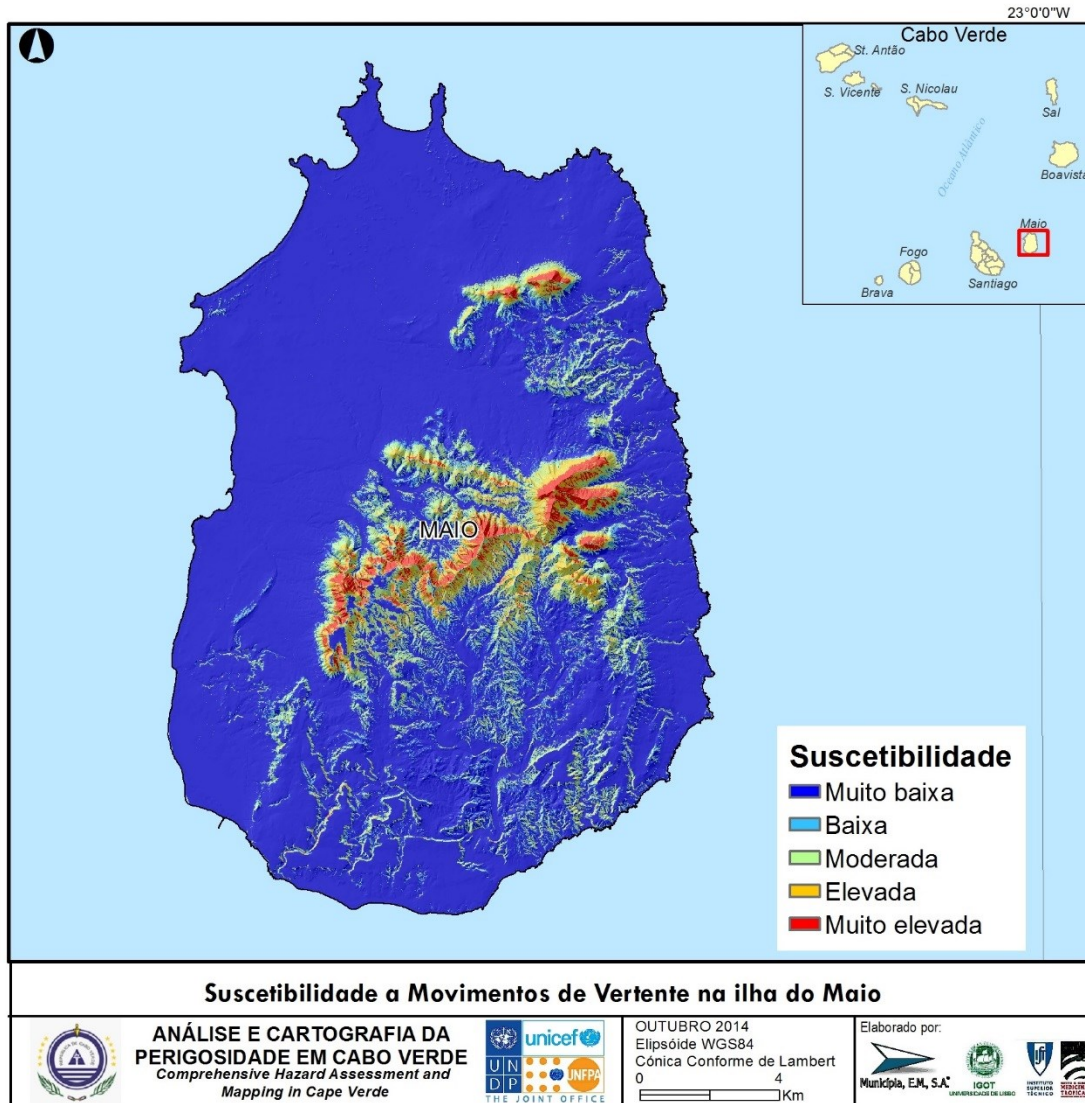


Figura 156 – Suscetibilidade a movimentos de vertente no Maio.

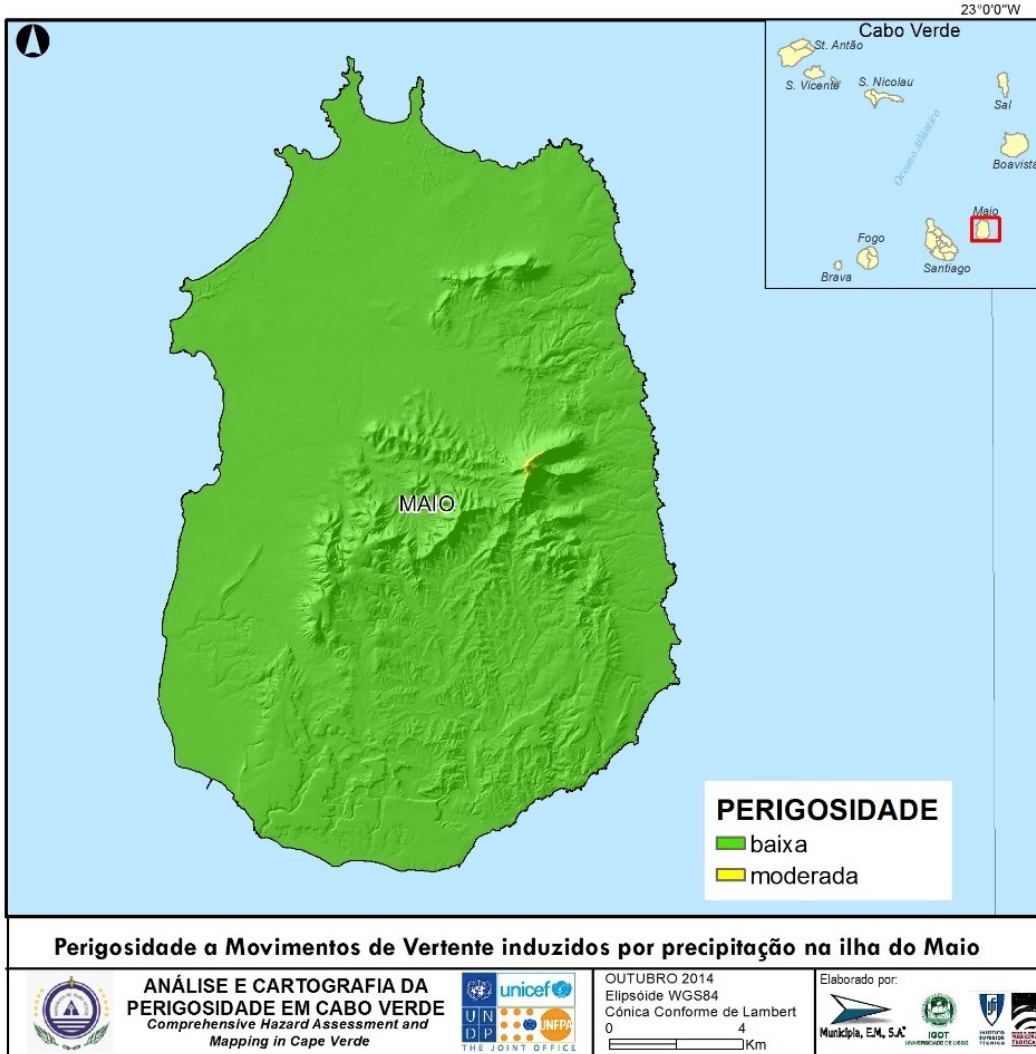


Figura 157 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação no Maio.

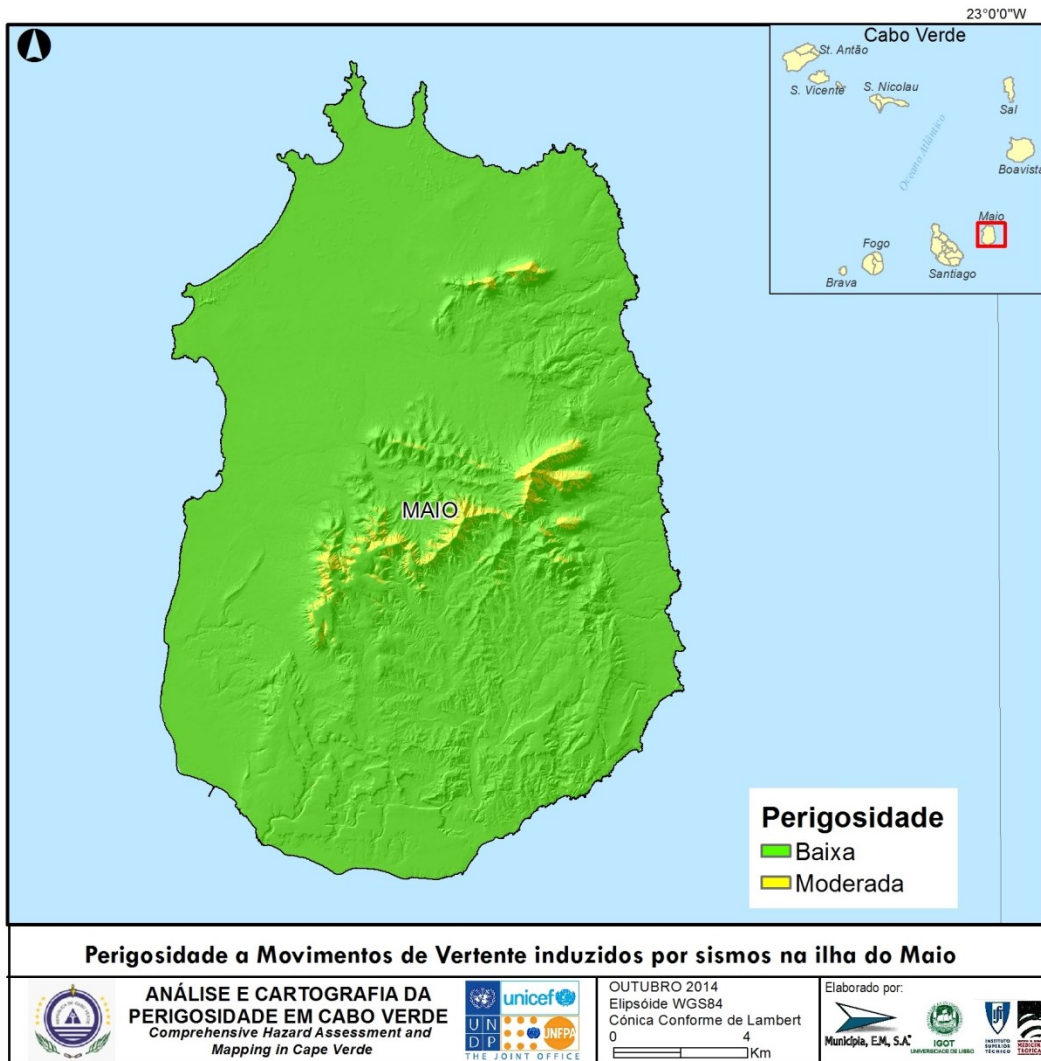


Figura 158 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos no Maio.

F. Sal

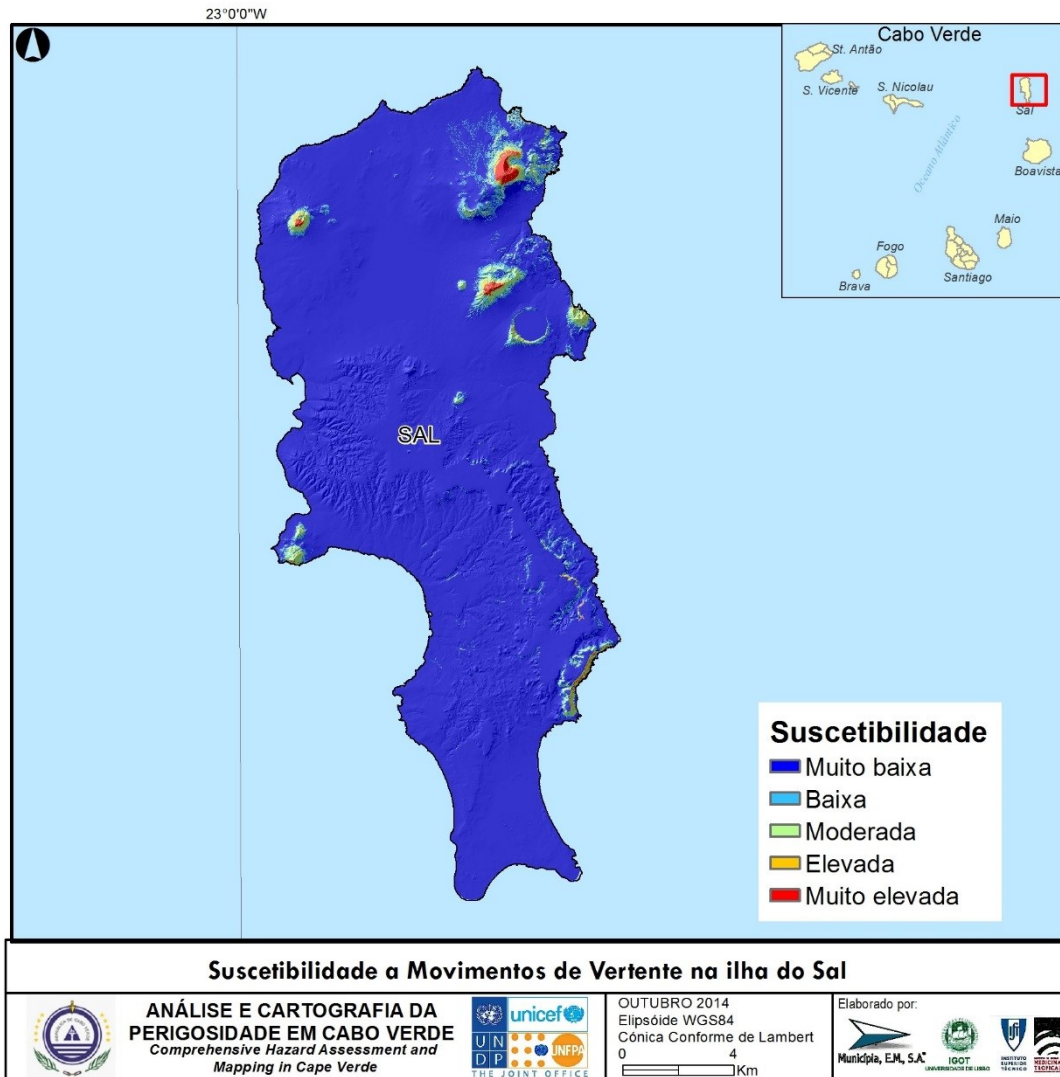


Figura 159 – Suscetibilidade a movimentos de vertente no Sal.



Figura 160 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação no Sal.



Figura 161 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos no Sal.

G. Santiago

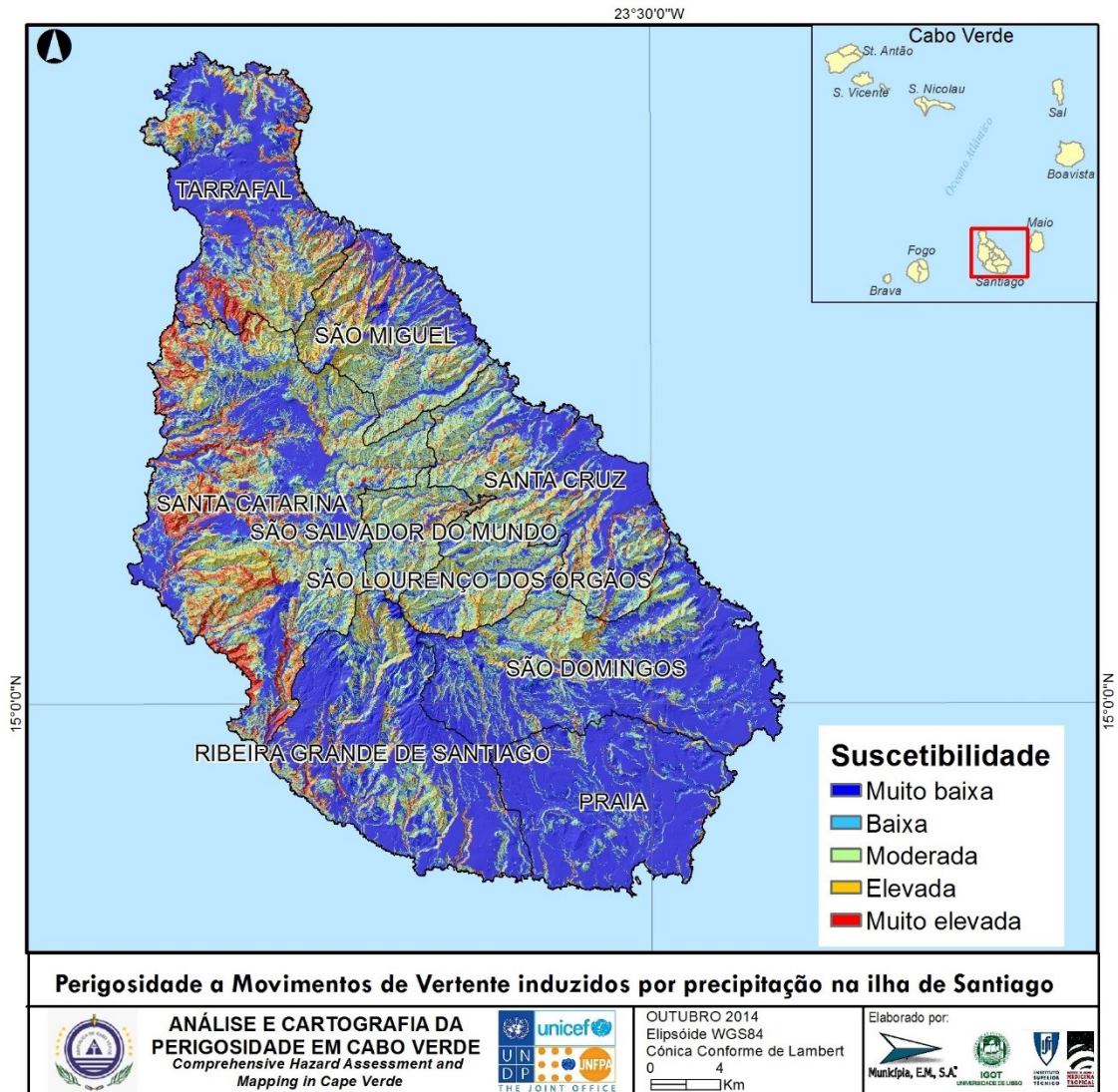


Figura 162 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em Santiago.



Figura 163 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação em Santiago.

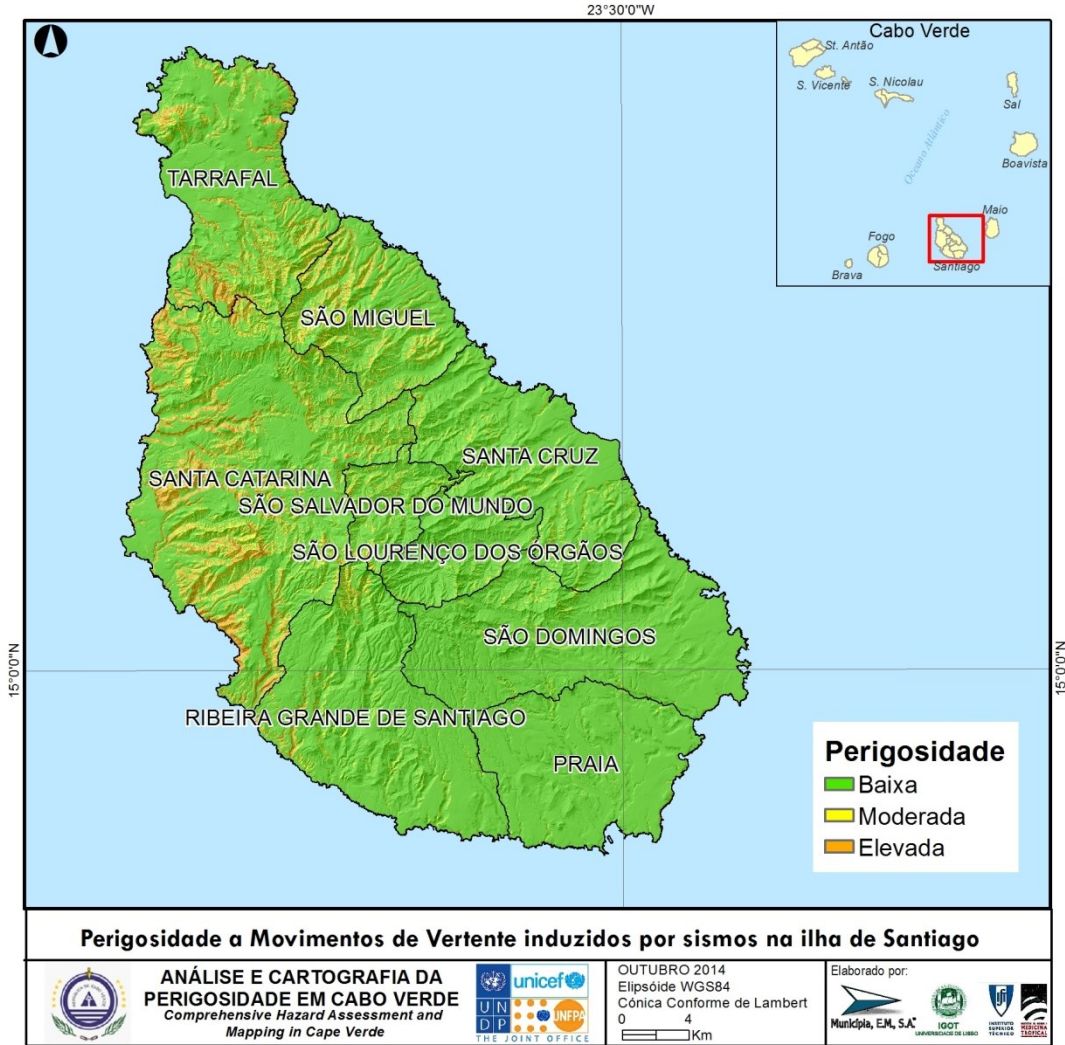


Figura 164 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos em Santiago.

H. São Nicolau

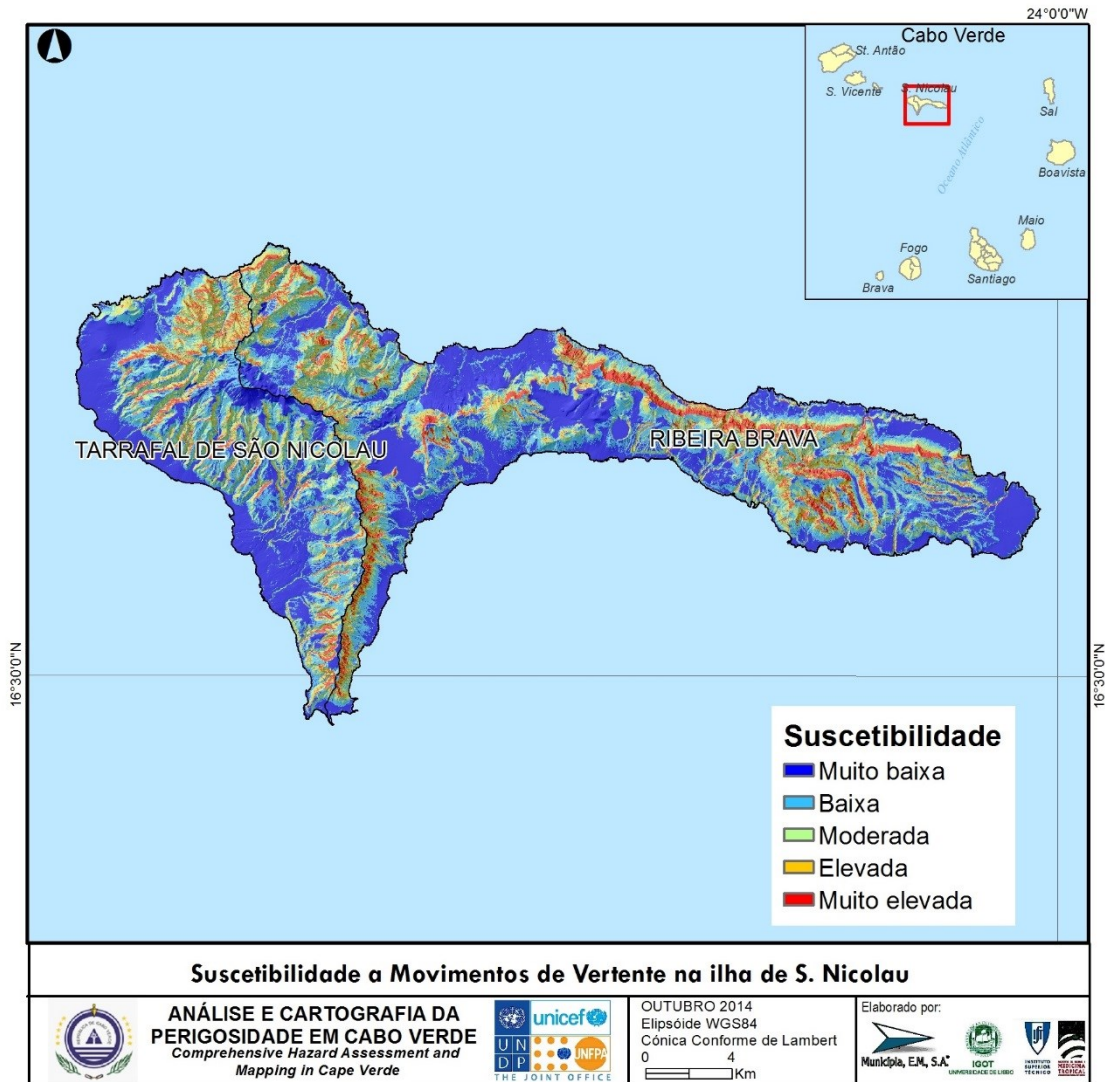


Figura 165 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em S. Nicolau.

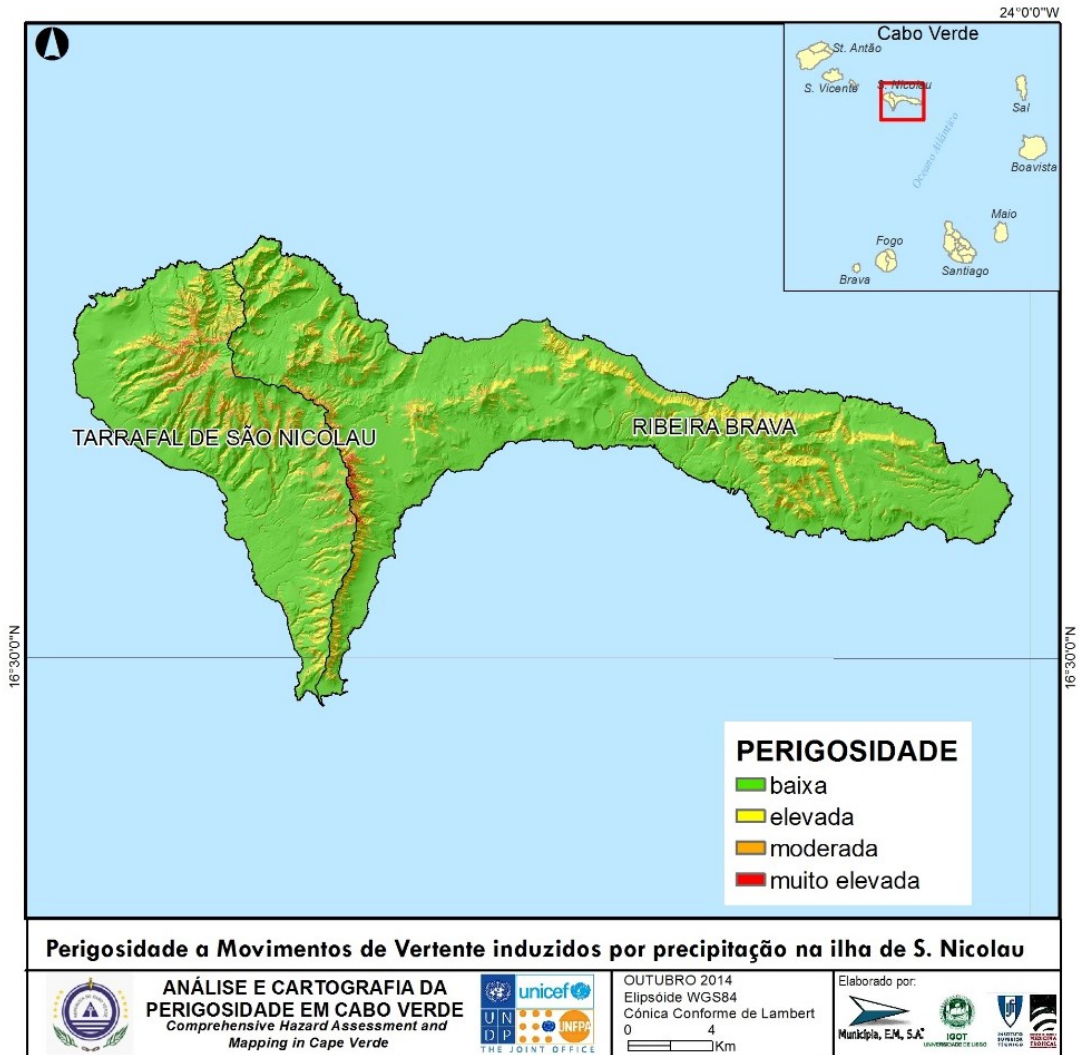


Figura 166 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em S. Nicolau.

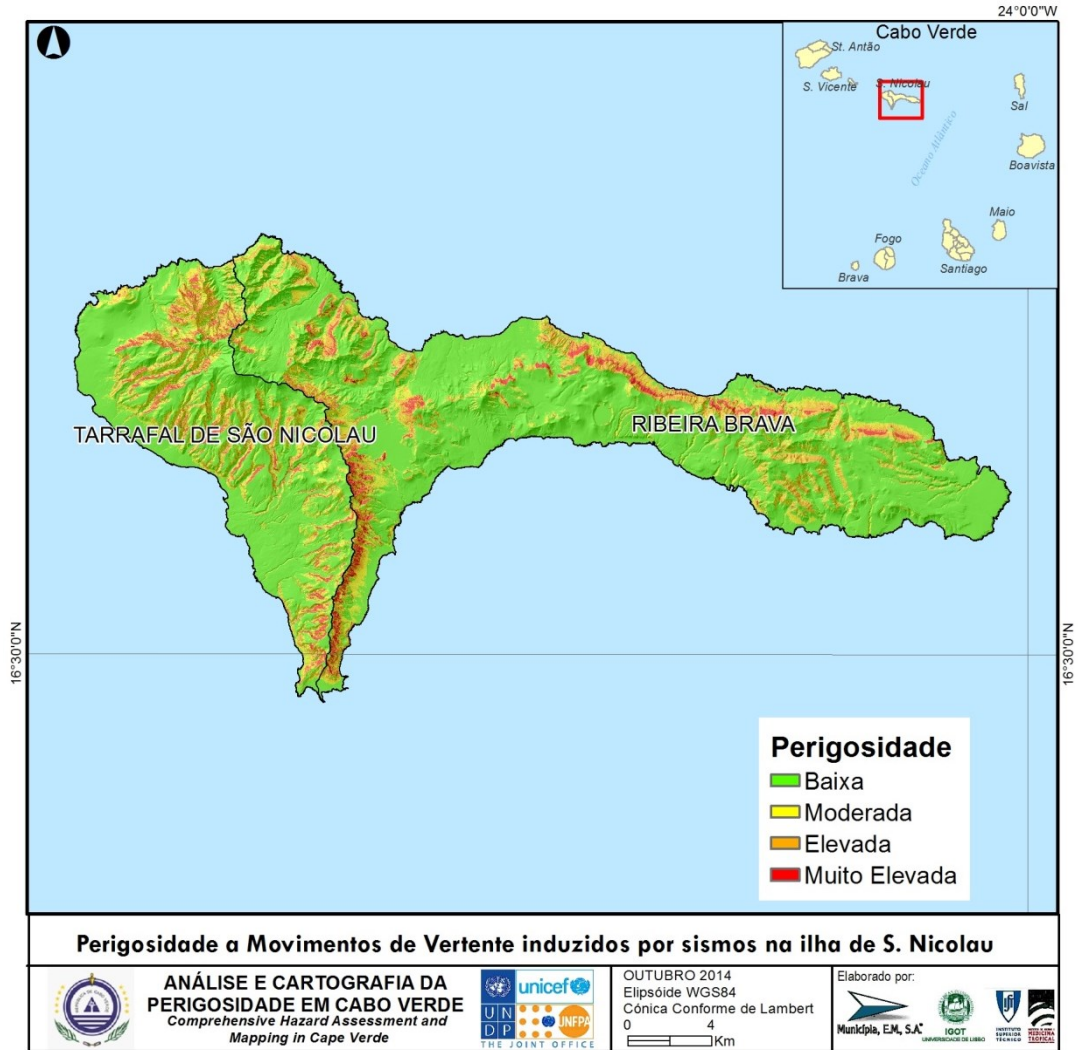


Figura 167 – Suscetibilidade a movimentos de vertente em S. Nicolau.

I. São Vicente

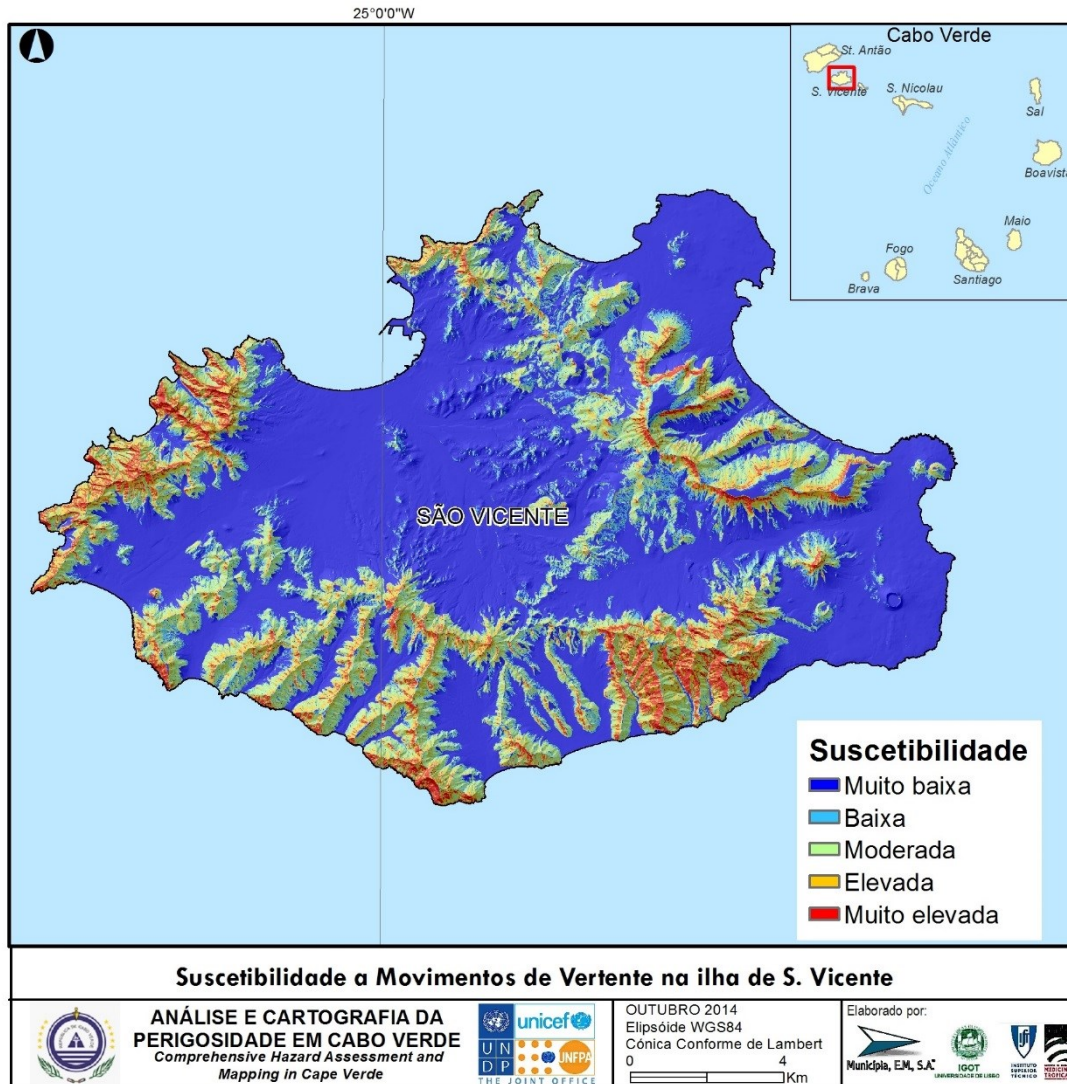


Figura 168 – Susctibilidade a movimentos de vertente em S. Vicente.

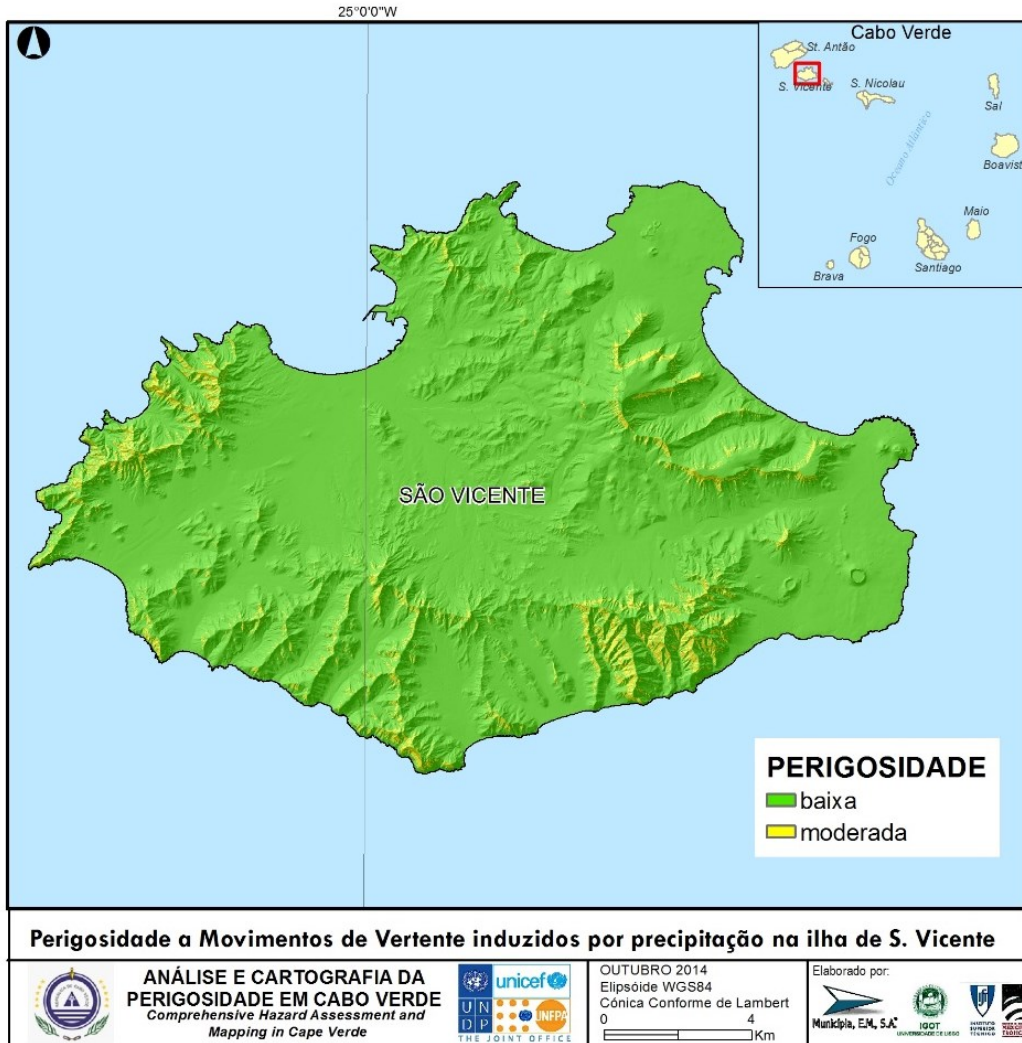


Figura 169 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por precipitação em S. Vicente.

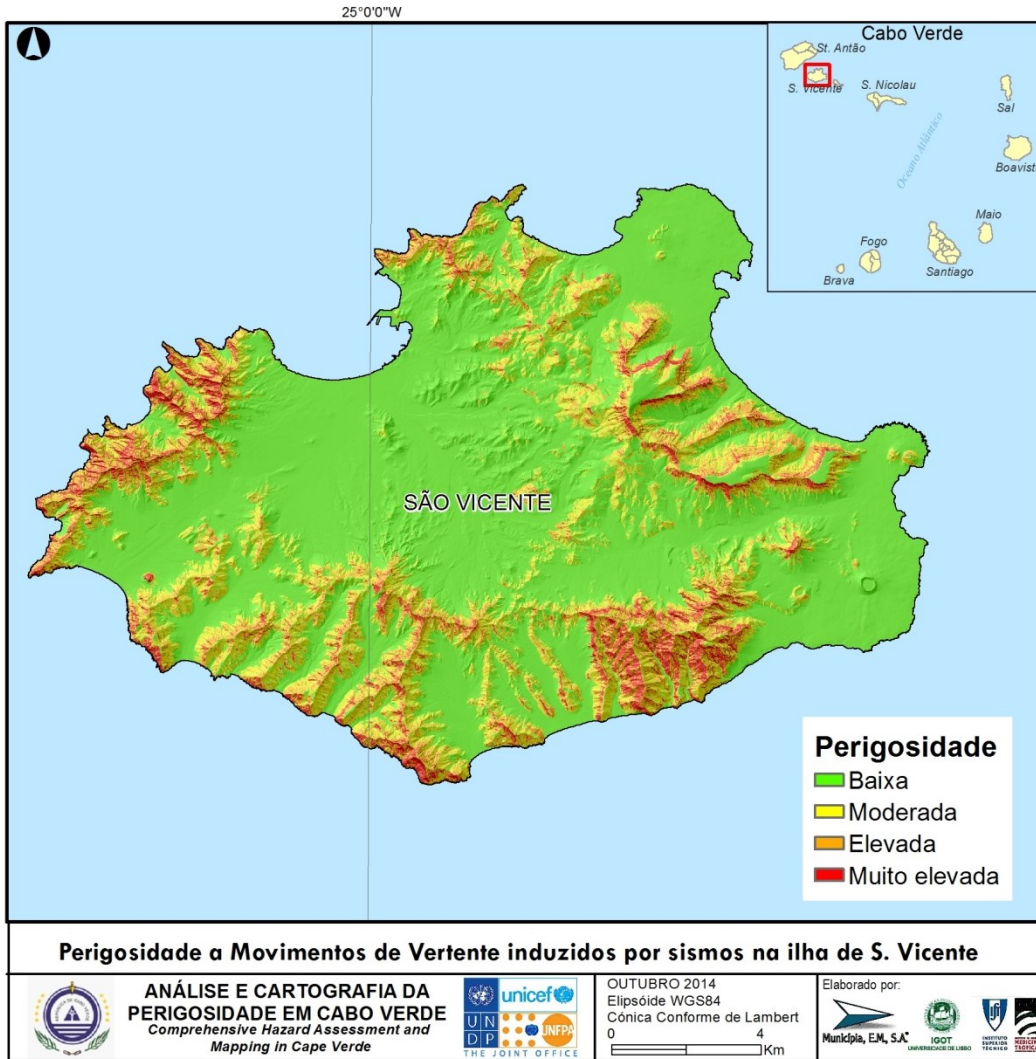


Figura 170 – Perigosidade a movimentos de vertente induzidos por sismos em S. Vicente.

3.6.6. Análise da Suscetibilidade e Perigosidade

A. Santo Antão

A ilha de Santo Antão é a que apresenta maior suscetibilidade aos movimentos de vertente no arquipélago de Cabo Verde. Com efeito, as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrangem 23,8% da totalidade da superfície, valor que não é atingido em qualquer das restantes ilhas.

A área mais perigosa, em termos de instabilidade das vertentes, corresponde ao sector Este da ilha, que apresenta altitude elevada e declives acentuados, nomeadamente na área do Topo da Coroa.

Das ilhas de Cabo Verde, Santo Antão apresenta os valores de perigosidade mais elevada, para movimentos de vertente desencadeados por precipitação e por sismos. De facto, as classes de perigosidade elevada e muito elevada abrangem 18,4% e 18,1% da superfície da ilha, em cenário de desencadeamento por precipitação e por sismo, respetivamente. O concelho da Ribeira Grande é o mais perigoso para movimentos desencadeados pela precipitação, enquanto o concelho de Porto Novo se destaca na perigosidade de instabilidade de vertentes associada a eventos sísmicos.

Tabela 79 - Perigosidade a movimentos de vertente por concelho (Santo Antão).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				
Porto Novo	68,28	16,30	12,09	3,33
Paúl	54,25	18,61	23,53	3,61
Ribeira Grande	51,72	22,61	15,83	9,84
Santo Antão	63,78	17,81	13,67	4,74
Desencadeamento por sismo				
Porto Novo	51,30	25,47	13,52	9,71
Paúl	96,02	3,27	0,34	0,38
Ribeira Grande	83,35	10,20	6,01	0,44
Santo Antão	61,21	20,69	11,01	7,09

B. Boavista

A ilha da Boavista, como todas as ilhas pouco montanhosas de Cabo Verde, tem uma suscetibilidade aos movimentos de vertente globalmente reduzida. A suscetibilidade elevada e muito elevada representa apenas 6,1% da superfície total da ilha e está praticamente circunscrita às áreas com relevo mais acentuado, com altitude geralmente acima de 200 metros, num alinhamento na parte central da ilha. A perigosidade aos movimentos de vertente é tipicamente reduzida, para desencadeamento por precipitação e por sismo: a classe de perigosidade muito elevada está ausente em ambos os cenários, enquanto a classe de perigosidade baixa abrange 99,4% e 96,2% da superfície total, respetivamente.

Tabela 80 - Perigosidade a movimentos de vertente por concelho (Boavista).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				

Boavista	99,42	0,58	0,00	0,00
Desencadeamento por sismo				
Boavista	96,17	3,36	0,47	0,00

C. Brava

A ilha Brava apresenta uma suscetibilidade aos movimentos de vertente tipicamente moderada a baixa, com a particularidade da suscetibilidade tender a incrementar de modo radial, com origem na parte central da ilha, onde se verificam as altitudes mais elevadas mas, também, os declives mais baixos. As classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrangem 15,7% da superfície total da ilha.

A perigosidade aos movimentos de vertente nesta ilha evidencia uma situação contrastada nos cenários de desencadeamento por precipitação e por sismo. No primeiro caso, as classes de perigosidade elevada e muito elevada ocupam apenas 6,6% da área total da ilha, valor que se eleva a 25% no caso do cenário de desencadeamento sísmico.

Tabela 81 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por concelho (Brava).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				
Brava	84,14	9,27	6,59	0,00
Desencadeamento por sismo				
Brava	60,03	15,00	19,50	5,48

D. Fogo

A suscetibilidade aos movimentos de vertente no Fogo é, em termos da representatividade das classes de suscetibilidade, semelhante à verificada na ilha Brava. As classes de suscetibilidade elevada e muito elevada abrangem 14,8% da superfície total, com destaque para o escarpado da cratera, as vertentes do Pico do Fogo e as arribas litorais. As classes de suscetibilidade baixa e muito baixa representam 64,5% da totalidade da área.

A perigosidade aos movimentos de vertente nesta ilha evidencia uma situação contrastada nos cenários de desencadeamento por precipitação e por sismo. No entanto, ao contrário do que sucede na ilha Brava, no Fogo a perigosidade é superior com desencadeamento por precipitação, como se comprova pela expressão espacial das classes de perigosidade elevada e muito elevada (11,1% e 4,4% da superfície total, para desencadeamento por precipitação e sismo, respetivamente). Em ambos os cenários, os concelhos de Santa Catarina e Mosteiros são os que apresentam as situações mais desfavoráveis, atendendo à área abrangida pelas classes de perigosidade atrás referidas.

Tabela 82 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por concelho (Fogo).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				
Mosteiros	60,89	21,63	14,93	2,55

São Filipe	75,30	15,60	8,67	0,43
Santa Catarina	80,56	8,77	6,63	4,03
Fogo	74,46	14,44	9,12	1,99
Desencadeamento por sismo				
Mosteiros	77,65	16,79	3,62	1,94
São Filipe	87,74	10,53	1,73	0,00
Santa Catarina	83,07	9,16	5,50	2,27
Fogo	84,41	11,20	3,30	1,09

E. Maio

A exemplo da Boavista e o Sal, a ilha de Maio apresenta uma suscetibilidade aos movimentos de vertente tipicamente reduzida, o que se percebe atendendo à reduzida energia do relevo que caracteriza a ilha. A classe de suscetibilidade muito reduzida abrange mais de 80% da superfície total e a suscetibilidade à instabilidade de vertentes apenas apresenta alguma expressão na zona com relevo mais acentuado existente na parte central da ilha.

A perigosidade aos movimentos de vertente é bastante reduzida, para desencadeamento por precipitação e por sismo: as classes de perigosidade elevada e muito elevada estão ausentes em ambos os cenários, enquanto a classe de perigosidade baixa abrange 99,95% e 97,97% da superfície total, respetivamente.

Tabela 83 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por freguesia (Maio).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				
Maio	99,95	0,05	0,00	0,00
Desencadeamento por sismo				
Maio	97,97	2,03	0,00	0,00

F. Sal

A ilha do Sal é a que apresenta menor suscetibilidade aos movimentos de vertente no arquipélago de Cabo Verde. Com efeito, a classe de suscetibilidade muito baixa abrange mais de 94% da superfície total. As classes de suscetibilidade muito elevada e elevada são perfeitamente residuais (apenas 0,72% da superfície total), estando circunscritas às vertentes dos aparelhos vulcânicos existentes nos setores NE e NW da ilha.

A perigosidade aos movimentos de vertente é tipicamente reduzida, para desencadeamento por precipitação e por sismo: a classe de perigosidade muito elevada está ausente em ambos os cenários, enquanto a classe de perigosidade baixa abrange 99,6% e 96,5% da superfície total, respetivamente.

Tabela 84 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por concelho (Sal).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				
Sal	99,62	0,38	0,00	0,00

Desencadeamento por sismo				
Sal	99,50	0,47	0,03	0,00

G. Santiago

A ilha de Santiago apresenta uma suscetibilidade aos movimentos de vertente globalmente relevante, que apenas é ultrapassada pelo verificado em Santo Antão, e que atinge a sua máxima expressão na parte central da ilha.

A perigosidade a movimentos de vertente é bastante mais relevante no caso de desencadeamento por precipitação, por comparação com o desencadeamento por sismos. No primeiro caso, as classes de perigosidade elevada e muito elevada abrangem 14,5% da superfície total; no segundo caso, a classe de perigosidade muito elevada está ausente e a classe de perigosidade elevada abrange apenas 5,6% da área total. Os concelhos de Santa Catarina e de São Salvador do Mundo são os que registam maior perigosidade para movimentos de vertente desencadeados por precipitação, enquanto que Santa Catarina, Tarrafal e São Miguel destacam-se no caso dos movimentos de vertente desencadeados por sismos. Em ambos os cenários desencadeantes, o concelho da Praia é o que regista a perigosidade mais reduzida.

Tabela 85 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por freguesia (Santiago).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				
Santa Catarina	50,13	23,14	17,71	9,03
Praia	97,38	1,56	1,02	0,04
Ribeira Grande de Santiago	80,42	9,95	7,11	2,53
São Lourenço dos Órgãos	50,65	29,88	14,29	5,18
São Salvador do Mundo	36,57	38,78	17,50	7,14
Santa Cruz	79,09	13,98	6,48	0,46
São Miguel	59,42	20,94	15,01	4,63
Tarrafal	70,75	12,86	13,01	3,38
São Domingos	81,29	12,06	5,21	1,43
Santiago	69,62	15,84	10,59	3,95
Desencadeamento por sismo				
Santa Catarina	71,43	14,52	14,05	0,00
Praia	99,02	0,98	0,00	0,00
Ribeira Grande de Santiago	93,63	4,91	1,46	0,00
São Lourenço dos Órgãos	95,29	4,71	0,00	0,00
São Salvador do Mundo	83,09	13,62	3,29	0,00
Santa Cruz	94,05	5,79	0,16	0,00
São Miguel	74,13	17,69	8,17	0,00
Tarrafal	78,92	10,42	10,66	0,00
São Domingos	98,00	2,00	0,00	0,00
Santiago	86,04	8,37	5,59	0,00

H. São Nicolau

O carácter eminentemente montanhoso da ilha de São Nicolau reflete-se numa suscetibilidade a movimentos de vertente relativamente elevada, apenas ultrapassada no arquipélago de Cabo Verde em Santo Antão e Santiago. As classes de suscetibilidade elevada e muito elevada ocupam 16,2% da superfície total.

Em termos comparativos, a perigosidade a movimentos de vertente em S. Nicolau é mais elevada para situações de desencadeamento sísmico do que por precipitação. As classes de perigosidade elevada e muito elevada abrangem 14,8% da superfície total no primeiro caso e 8,3% no segundo. Os dois concelhos da ilha registam situações de perigosidade aos movimentos de vertente relativamente similares, apesar da classe de perigosidade muito elevada ter uma maior expressão no Tarrafal de S. Nicolau.

Tabela 86 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por freguesia (S. Nicolau).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				
Ribeira Brava	82,47	8,99	8,08	0,45
Tarrafal de S. Nicolau	79,33	12,71	6,76	1,20
S. Nicolau	81,38	10,29	7,62	0,71
Desencadeamento por sismo				
Ribeira Brava	71,87	13,33	11,15	3,65
Tarrafal de S. Nicolau	64,88	20,36	9,24	5,51
S. Nicolau	69,44	15,78	10,48	4,30

I. São Vicente

No que respeita à suscetibilidade aos movimentos de vertente, a ilha de S. Vicente ocupa uma posição intermédia entre as ilhas mais montanhosas (Santo Antão, Santiago, Fogo, S. Nicolau, Brava) e as mais planas (Sal, Maio, Boavista). Com efeito, as classes de suscetibilidade elevada e muito elevada ocupam cerca de 13% da superfície total, adquirindo maior expressão nas vertentes expostas a Sul, Oeste e NW.

A suscetibilidade muito baixa é dominante em termos territoriais (59,7% do total), nomeadamente na parte central da ilha, marcada pela existência de declives suaves.

A perigosidade aos movimentos de vertente nesta ilha evidencia uma situação contrastada nos cenários de desencadeamento por sismo e por precipitação. No primeiro caso, as classes de perigosidade elevada e muito elevada abrangem 14,36% da área total da ilha, valor que se reduz a zero no caso do cenário de desencadeamento por precipitação.

Tabela 87 - Suscetibilidade a movimentos de vertente por freguesia (S. Vicente).

CONCELHO	Perigosidade			
	Baixa	Moderada	Elevada	Muito elevada
Desencadeamento por precipitação				
S. Vicente	95,68	4,32	0,00	0,00
Desencadeamento por sismo				
S. Vicente	66,87	18,86	8,98	5,29

3.6.7. Aplicação da cartografia de perigosidade

- A cartografia da perigosidade aos movimentos de vertente pode ser utilizada pelos políticos, decisores e técnicos como base para o ordenamento do território, visando a adoção de restrições à edificação face ao potencial de destruição do fenómeno. Neste sentido, por princípio, deve ser interdita a construção de novas edificações nas zonas de perigosidade elevada e muito elevada, exceto se forem realizadas obras de estabilização geotécnica.
- A cartografia da suscetibilidade e perigosidade aos movimentos de vertente pode ser utilizada como apoio para a elaboração de cartas de riscos de movimentos de vertente onde seja possível identificar as potenciais consequências prejudiciais, para as pessoas e os bens (estruturas e infraestruturas) associadas aos movimentos de vertente.
- A cartografia das zonas suscetíveis à ocorrência de movimentos de vertente pode apoiar os políticos, decisores, técnicos e outros atores no desenvolvimento de uma política de gestão dos riscos de instabilidade de vertentes que vise a redução das potenciais consequências prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas.
- A cartografia das zonas suscetíveis à ocorrência de movimentos de vertente pode ser utilizada pelas agências humanitárias e entidades internacionais na definição de prioridades no apoio às ações de prevenção e resposta a catástrofes.

3.6.8. Recomendações

- Integrar as zonas de perigosidade elevada e muito elevada como zonas *non edificandi* nas próximas revisões dos planos diretores municipais e na elaboração dos planos regionais de ordenamento do território.
- Promover a melhoria e uniformização da informação cartográfica temática que suporta a avaliação da perigosidade aos movimentos de vertente. Uma cartografia geológica detalhada com base litoestratigráfica e uma cartografia do uso/ocupação do solo detalhada e atualizada permitirão melhorar a qualidade dos modelos de suscetibilidade aos movimentos de vertente. No mesmo sentido, uma vez que boa parte dos movimentos de vertente são superficiais, recomenda-se a produção de uma cobertura cartográfica nacional de solos, com interesse para a avaliação da suscetibilidade a este tipo de perigo, mas com evidentes vantagens multissetoriais.
- Considerando a escala dos dados cartográficos e as limitações dos inventários dos movimentos de vertente, nomeadamente o desconhecimento das datas de ocorrência dos movimentos, recomenda-se, para efeitos de desenvolvimento de projeto, a elaboração de cartografia de suscetibilidade e perigosidade a movimentos de vertente a uma escala maior (1:2000) nas áreas urbanas ou interessadas na urbanização e nas zonas de envolvem infraestruturas críticas, com recurso a métodos determinísticos.
- Deverá ser aprofundado e sistematizado o conhecimento dos eventos de instabilidade de vertentes ocorridos no passado no arquipélago e reconstruídas as precipitações antecedentes que os desencadearam. Este trabalho prévio é essencial para a determinação de limiares críticos de precipitação para a atividade dos movimentos de vertente, que poderão ser utilizados para implementar sistemas de alerta precoce.

- Deverá ser garantida a inventariação sistemática de futuros movimentos de vertente, em bases SIG, com o fim de refinar os modelos de suscetibilidade, assim como os limiares críticos de precipitação responsáveis pelo desencadeamento dos eventos de instabilidade.
- Para efeito de reforço da capacidade de resposta às emergências, recomenda-se o desenvolvimento de planos prévios de intervenção para eventos de instabilidade de vertentes, preferencialmente articulados com os desenvolvidos para responder a situações de cheia rápida\enxurrada

3.6.9. Notas

- A inventariação dos movimentos de vertente foi efetuada por fotointerpretação de ortofotomapas digitais, com critérios geomorfológicos e com validação no terreno por amostragem. A dimensão dos inventários garante a robustez dos resultados da suscetibilidade.
- A data de ocorrência dos movimentos de vertente é desconhecida. Deste modo, não é possível estudar as precipitações desencadeantes dos eventos de instabilidade e incorporar nos modelos a componente temporal, necessária para a implantação de sistemas de alerta precoce.
- Embora os modelos de suscetibilidade tenham sido validados através da construção das curvas de sucesso, estes deverão ser confrontados com as ocorrências futuras de instabilidade, pelo que é vital que o seu registo seja assegurado.
- O registo de novas ocorrências de instabilidade de vertentes é absolutamente necessário na ilha do Fogo, uma vez que o modelo de suscetibilidade desta ilha foi feito com recurso aos scores de Valor Informativo obtidos noutras ilhas, por falta de um inventário robusto de movimentos de vertente.

3.7. EPIDEMIAS

3.7.1. Enquadramento do Fenómeno

No âmbito das epidemias transmitidas por mosquitos, o arquipélago de Cabo Verde tem sido assolado, nas últimas décadas, por vários surtos de doenças transmitidas, essencialmente, por duas espécies de mosquitos *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762), vetor de arboviroses como a febre de dengue, febre de Chikungunya e febre-amarela e *Anopheles arabiensis* Patton, 1905, vetor de malária. Modelos preditivos que associam variáveis ambientais com níveis de risco de ocorrência de novos surtos de doença podem auxiliar no mapeamento de “hot spots” (zonas de alto risco) ou providir as autoridades de ferramentas de aviso precoce “early warning”. No primeiro caso, estas abordagens auxiliam as autoridades decisórias na focalização dos sistemas de monitorização, enquanto que o segundo tipo de modelos permite às autoridades locais reunir esforços atempadamente para evitar ou mitigar as consequências de um novo evento epidémico.

3.7.2. Metodologia

Os modelos preditivos de (re)-emergências de doenças transmitidas por mosquitos estão frequentemente associados aos modelos R_0 , ou seja, modelos baseados nas estimativas das taxas básicas de reprodução. Os modelos mais elaborados avaliam três tipos de parâmetros diferentes: (i) a recetividade, baseada na estimativa da capacidade vetorial da população de mosquitos presentes; (ii) a infecciosidade, ou seja, a competência vetora do mosquito, e; (iii) a vulnerabilidade do território, ou seja, a estimativa de quantos portadores de agentes patogénicos capazes de transmitir a infeção à população de mosquitos é introduzida, por unidade de tempo, no território em estudo (Alten et al, 2007).

$$R_0 = \text{Recetividade} * \text{Infecciosidade} * \text{Vulnerabilidade}$$

Para a avaliação do primeiro parâmetro, a capacidade vetorial da população local de mosquitos transmissores, temos que determinar, no tempo e no espaço, estimativas de variáveis biológicas como a densidade da espécie, a sua longevidade, o seu comportamento trófico e reprodutor, assim como o período de tempo necessário ao agente patogénico para cumprir o seu ciclo de vida no interior do hospedeiro invertebrado. Em regra, a recetividade é calculada com base na fórmula abaixo mencionada.

$$C = \frac{ma^2 p^n}{-\ln p}$$

que, m refere-se a densidade de mosquitos da espécie-alvo em relação ao Homem; a , o hábito de picada em humanos; p à probabilidade de sobrevivência diária ou proporção de vetores sobreviventes por dia; e n ao período de incubação do agente patogénico no interior do vetor (também designado de período de incubação extrínseca).

Densidade de mosquitos em relação ao Homem, m , é o parâmetro mais difícil de estimar (MacDonald, 1956, 1957), assumindo-se frequentemente que esta estimativa, não podendo ser totalmente realista, deve referir-se às maiores densidades do vetor que ocorrem ao longo de um determinado período ou área (MacDonald, 1956, 1957). Este parâmetro é frequentemente avaliado em conjunto com a , sob a designação de taxa de agressividade para o Homem, ma . O parâmetro ma pode ser estimado, no terreno, diretamente através de capturas sobre iscos humanos ou, indiretamente, através da relação entre o número de fêmeas de mosquito, recém-alimentadas com sangue humano, capturadas no interior de habitações e o número de humanos

presentes, nessas mesmas instalações. No entanto, este último método só pode ser aplicado quando o vetor é reconhecidamente endofágico e endofílico e quando as habitações onde são efetuadas as capturas não tenham sido submetidas a pulverizações com inseticidas ou a qualquer outra medida de proteção (Garrett-Jones & Shidrawi, 1969). O parâmetro α , designado hábito de picada em humanos (Garrett-Jones, 1964) pode ser avaliado independentemente de m . O hábito de picada em humanos, definida como a frequência média com que um único vetor fêmea pica o ser humano por unidade de tempo, é estimado como o produto da frequência de picada (F) das fêmeas de mosquito da espécie-alvo pelo índice de antropofilia da população culicídicida em estudo (HBI). A frequência de picada (F) representa o número de alimentações sanguíneas efetuadas por um mosquito fêmea por unidade de tempo (normalmente por dia), enquanto que HBI, refere-se à proporção de fêmeas recém-alimentadas colhidas em repouso que continham sangue humano nos seus estômagos (Garrett-Jones, 1964). A seleção de uma amostragem adequada é fundamental para a estimativa de HBI e Garrett-Jones (1964) ofereceu algumas advertências relativas à recolha de amostras imparciais: (i) as coleções devem ser realizadas num tempo e lugar onde os mosquitos alimentados com sangue são suscetíveis de serem encontrados em repouso, e; (ii) os locais de repouso devem ser agrupados de acordo com suas características em unidades significativas (por exemplo, casas, abrigos de animais, abrigos do exterior). O índice de antropofilia (HBI) pode ser computado como uma estimativa bruta que resulta da aplicação direta da sua definição, ou expresso como médias ponderadas ou não ponderadas (Garrett-Jones, 1964, Garrett-Jones et al, 1980).

No que diz respeito à taxa de sobrevivência por dia (p), existem vários métodos para a sua estimativa (Molineaux et al., 1988). Esta pode ser efetuada através de métodos diretos tais como os provenientes de experiências de marcação e recaptura, ou a partir da observação de espécimes em insectário. No entanto, ambos os métodos têm as suas dificuldades inerentes, como as baixas taxas de recaptura para o primeiro ou a presença de condições artificiais no segundo. Quando estimada indiretamente com base na composição etária dos mosquitos coletados no campo, a estimativa de p é muitas vezes feita através da extração da raiz $i0$ da proporção de fêmeas paridas, onde $i0$ é a duração em dias do primeiro ciclo gonotrófico (Davidson, 1954). A duração do primeiro ciclo gonotrófico pode ser estimado em insectário ou diretamente no terreno por disseção dos ovários, análise de relíquias dos ovariolos e observação do estado alimentar da fêmea. Quando ao estado de paridade de uma fêmea, este é aferido, também, pela disseção dos ovários e análise do estado de enrolamento das traquíolas. Este modelo, assume que a emergência mosquito adulto e a taxa de mortalidade são constantes. No entanto, é possível observar taxas de mortalidade variáveis em três tipos de situações: (i) quando ocorrem de picos de emergência de adultos devido à sazonalidade do clima; (ii) quando os métodos de recolha de mosquito captura, preferencialmente, determinadas faixas etárias e; (iii) quando as taxas de mortalidade estão dependentes da idade. Um método alternativo de cálculo p foi apresentado por Garrett-Jones & Grab (1964), que salientou a importância de saber a diferença média de idade entre as fêmeas nulíparas e primíparas, bem como o período esporogónico do parasita. Outro modelo frequentemente utilizado para determinar o valor p é o descrito por Vercruyse (1985), que sendo também baseado na estrutura vertical da idade da população do vetor, utiliza apenas três classes de idade: (i) fêmeas nulíparas que foram capturadas a efetuar a sua primeira refeição de sangue; (ii) fêmeas nulíparas em busca de uma segunda alimentação e; (iii) fêmeas paridas.

A duração do ciclo esporogónico, em dias, corresponde ao período de incubação do parasita/virus, finalizando-se no momento em que o vetor passa de infetado a infetante, apresentando competência vetora para transmitir o agente patogénico aos humanos. A duração deste ciclo, assim como de quase todos os processos biológicos inerentes ao próprio inseto, é influenciada pela temperatura, que atua no processo de desenvolvimento dos agentes patogénicos acelerando-o ou retardando-o (Lysenko e Levitanskaya, 1952 e Pavlova, 1952, citados por Detinova, 1963).

Para esta componente entomológica e para a malária, a duração do ciclo esporogónico em dias para as diferentes espécies de plasmódio pode ser calculada a partir do método Moshkovsky (Detinova, 1963), através da seguinte equação:

$$n = T / (t_a - t_m)$$

em que n corresponde à duração em dias do período de incubação extrínseco da espécie de *Plasmodium* em causa; T e t_m são constantes para cada espécie de plasmódio humano e que, por exemplo, para *P. falciparum* assumem os valores de $T=111$ e $t_m=16$. A variável t_a refere-se à temperatura média a que decorre a maturação do parasita. A informação utilizada para esta componente deve ser expressa num modelo espacial e temporalmente contínuo da temperatura média de séries temporais de 30 a 50 anos. A informação necessária para espacialização da temperatura pode ser extraída de projetos como, e.g. *WorldClim* (Hijmans et al, 2005).

Para os vírus da dengue não existe um modelo consensual no que se refere à duração do período extrínseco de incubação. Modelos temperatura-dependentes indicam valores em dias para períodos de incubação extrínseco entre 5 a 33 dias, com médias de 15 dias a temperaturas de 25°C, e 2 a 15 dias com valores médios de 6,5 dias a 30°C.

Em áreas em que ocorre um padrão sazonal na densidade e atividade do mosquito os parâmetros acima descritos podem variar grandemente ao longo do ano. Nestes casos, por vezes, opta-se por estimar estas variáveis de acordo com o pior cenário possível do ponto de vista epidemiológico. De referir que este, nem sempre corresponde ao período anual em que os mosquitos apresentam maior densidade. Por outro lado, os dados acima mencionados deverão sempre que possível serem estimados para mais de um local.

A infectividade é traduzida pela competência vetora da espécie em causa. Em regra este parâmetro é estimado laboratorialmente pela proporção de fêmeas, que tendo efetuado uma refeição sanguínea contendo formas do agente patogénico infetantes para o mosquito, permitem o desenvolvimento desse agente no seu interior tornando-se capazes de infetar outros hospedeiros humanos, no final do período extrínseco de incubação

A vulnerabilidade do território representa a estimativa de quantos portadores de agentes patogénicos capazes de transmitir a infeção à população de mosquitos é introduzida (ou existe), por unidade de tempo, no território em estudo.

Devido à complexidade da recolha de dados, frequentemente, estes modelos R0 de estimativa de risco, restringem-se à avaliação da recetividade ou mesmo apenas à elaboração de mapas de adequabilidade de habitat. Estes últimos, apesar de relativamente menos complexos que os anteriores, podem ser bastante informativos no que respeita a doenças dependentes da densidade dos vetores (vector-dependent diseases, VDD), como é o caso da malária e da dengue em Cabo Verde. Estes modelos de adequabilidade baseiam-se em perceber como é que uma variável dependente (densidade do vetor) se altera ao longo do espaço em função de variáveis independentes, em regra ligadas à caracterização ambiental (e.g. precipitação média anual) das áreas onde ocorre o vetor. Assim estes modelos relacionam dados de presença e ausência da espécie com um conjunto de variáveis ambientais consideradas influentes na sua distribuição.

Uma outra abordagem no que se refere a doenças “vetor dependente” é a criação de modelos preditivos que funcionem como “early warning systems”. Estes modelos frequentemente baseiam-se em variáveis recolhidas por deteção remota “remote sensing”. Estes têm como objetivo, por monitorização remota de

variáveis chave para o desenvolvimento do mosquito, estimar variações de abundância do vetor com uma janela de antecipação, ou estabelecer a probabilidade de determinada espécie ocorrer numa região sem a necessidade de nos deslocarmos ao terreno. Assim, a sua aplicação permite a implementação de medidas de controlo vetorial excepcionais sempre que seja previsto um aumento anómalo das densidades do mosquito transmissor. O sucesso deste tipo de modelos depende de dois grandes tipos de fatores: (i) uma adequada seleção dos parâmetros ambientais e (ii) escolha das escalas temporais e espaciais apropriadas. Previsões sobre áreas não amostradas fisicamente, obrigam à análise de parâmetros ambientais adquiridos nas escalas adequadas ao longo de grandes regiões geográficas (Rogers et al, 2002). A utilização de dados de satélite como variáveis independentes no estudo de vetores de doenças humanas tem sido apresentada por vários autores (e.g. Machault et al, 2011). Em vários estudos relacionou-se a variabilidade espacial e temporal dos índices de vegetação (e.g. NDVI) com a dinâmica das populações de vetores (Rogers et al, 1996;. Hay et al., 1997; Sainz-Elipse et al 2010). Outros estudos usaram dados de satélite de resolução de média-alta (e.g. Land Sat ou Mikonos) para identificar potenciais habitats larvares de mosquito (e.g. Pope et al, 1994;. Hay et al, 1998;. Mushinzimana et al, 2006).

Embora vários modelos de ambos os tipos (modelos R0 ou de “early warning”) tenham sido produzidos para vetores de malária e dengue, muitos não apresentam grandes níveis de aplicabilidade prática e/ou generalizada, estando limitados a uma dada região ou população vetora (Lourenço et al, 2011). Alguns destes estudos multifatoriais são ainda pouco eficientes na análise ambiental em elevada escala de resolução não detetando a heterogeneidade climática e fragmentação ambiental de certos biótopos. No entanto, a falta de aplicabilidade dos modelos gerados deve-se, em muitos casos ao tipo de dados entomológicos utilizados. Os modelos com melhor avaliação preditiva são construídos sobre parâmetros entomológicos bem definidos e recolhidos com base em protocolos: (i) muito restritivos e padronizados quanto ao modo como se recolhe a informação; (ii) específicos para cada uma das espécies vetoras e (iii) extensos, no tempo e/ou espaço. A escolha do método de captura e a sua periodicidade pressupõe um conhecimento prévio da espécie em estudo. Por exemplo as armadilhas utilizadas para algumas espécies de *Culex* não são eficientes a capturar *Aedes aegypti*; armadilhas com dióxido de carbono em regra são pouco eficientes a capturar espécies de *Anopheles* do complexo *gambiae* (onde se inclui *Anopheles arabiensis*). Para *Aedes aegypti* as melhores metodologias de vigilância e monitorização de densidades baseiam-se em armadilhas para ovos (“ovitraps”), busca ativa de criadouros e armadilhas “Biogents Sentinel”. Quanto a *Anopheles arabiensis* e face à extrema dificuldade que existe em capturar exemplares adultos desta espécie em Cabo Verde, um dos melhores sistemas de deteção da espécie (mas não de estimativa de densidades) será pela pesquisa ativa de criadouros.

Com base numa recolha sistematizada e georeferenciada dos vetores em causa ao longo de todo o arquipélago, durante os períodos de maior abundância destas espécies, poderemos começar por um mapa de adequabilidade de habitat baseado na distribuição geográfica de presença/ausência da espécie-alvo. No entanto, até este procedimento (determinação, num local, da presença ou ausência de uma espécie) que aparentemente será simples, não é isento de complexidade. De facto, principalmente em espécies (marcadamente ou parcialmente) endofilicas, como *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis*, o facto de se capturar (ou não capturar) indivíduos no interior de uma dada instalação (ou num qualquer outro lugar), não é só por si indicativo que o biótopo onde essa habitação se insere é ou não adequado à espécie em causa. Os mosquitos poderão se encontrar nesse local porque foram trazidos por ação humana (em forma de ovo ou larva) e mantêm-se junto ao local em que foram depositados porque o ambiente exterior é inóspito; ou o ambiente é altamente favorável ao desenvolvimento e manutenção do mosquito, mas aquela habitação em particular não permite a sobrevivência do vetor porque, por exemplo, foi tratada com inseticida e o coletor não foi informado deste facto. Assim, por vezes a classificação de presença ou ausência de uma espécie num determinado local não corresponde literalmente à captura ou não de exemplares nesse ponto

georreferenciado, em particular para espécies de distribuição muito focalizada. No sentido de reduzir a incerteza pode-se proceder à ordenação dos locais de colheita por número decrescente de densidades considerando apenas como locais representativos de maior adequabilidade para a espécie-alvo aqueles acima do sexto decil. Como registos de ausências pode-se incluir nesta categoria os locais onde as espécies-alvo não foram detetadas, mas onde outras espécies de culicídeos tenham sido colhidas em elevada abundância.

A seleção de variáveis ambientais com maior potencial preditivo tem de ser efetuada com base no conhecimento existente acerca dos fatores que interferem na distribuição das espécies em questão. Esta seleção é tida como um dos grandes passos a dar na modelação de habitats (Araújo e Guisan, 2006). Estas variáveis independentes são frequentemente associadas à temperatura, à precipitação, à presença de zonas húmidas ou zonas urbanas, ao tipo de uso de solo agrícola, entre outras. No entanto, alguns autores desaconselham a utilização de variáveis com possam estar em co-linearidade.

Antes da aplicação dos modelos tem de se estabelecer um método de validação destes mesmos. Quando ocorre um reduzido número de registos, tal pode ser efetuada através da aplicação de um método de validação cruzada. Para tal procede-se à separação dos registos por conjuntos contendo cada conjunto, se possível, igual número de registos das duas classes (ausências e presenças). Sendo gerados vários conjuntos de registos de validação independentes, o modelo é calibrado com os restantes registos, tantas vezes quanto o número de conjuntos. Existem vários modelos preditivos que podem ser utilizados na elaboração de mapas de adequabilidade de habitat de uma determinada espécie: Distância de Mahalanobis, Rede Neuronal Artificial, Regressão Logística Binária, Máxima Entropia, Algoritmos genéticos, entre outros. Independentemente do tipo de modelo ou conjugação de modelos escolhidos, a validação das representações obtidas é uma etapa fundamental no processo de modelação. Um dos modos de quantificar o erro associado a cada representação é através da utilização do índice kappa (Cohen, 1960). Este índice, que varia entre 0 e 1, estima o nível de concordância entre as classificações “corretas” e o que seria obtido meramente ao acaso.

Pelo acima exposto, são perceptíveis as diferentes camadas de informação que tem de ser integradas na elaboração até do mais simples mapa de adequabilidade de habitat. Assim, todo este processo laborioso deverá ser empreendido sobre um conjunto de dados, corretamente obtidos. Na ausência de tal conjunto de dados, e tomando por base a opção B, apresentada na metodologia do 1º relatório, optou-se por melhor caracterizar as diferentes ilhas, no que se refere ao facto de (i) existir registo da presença do vector; (ii) ter ocorrido casos autóctones de doença. Visto que os dados disponibilizados não se encontram georreferenciados, e a menor divisão administrativa passível de ser usada foi a ilha, ou o concelho no caso de Santiago, não faz sentido proceder à caracterização ambiental das possíveis áreas de transmissão.

O esquema seguinte sintetiza o modelo de adequabilidade de habitat, a utilizar, caso houvesse acesso aos dados descritos anteriormente.

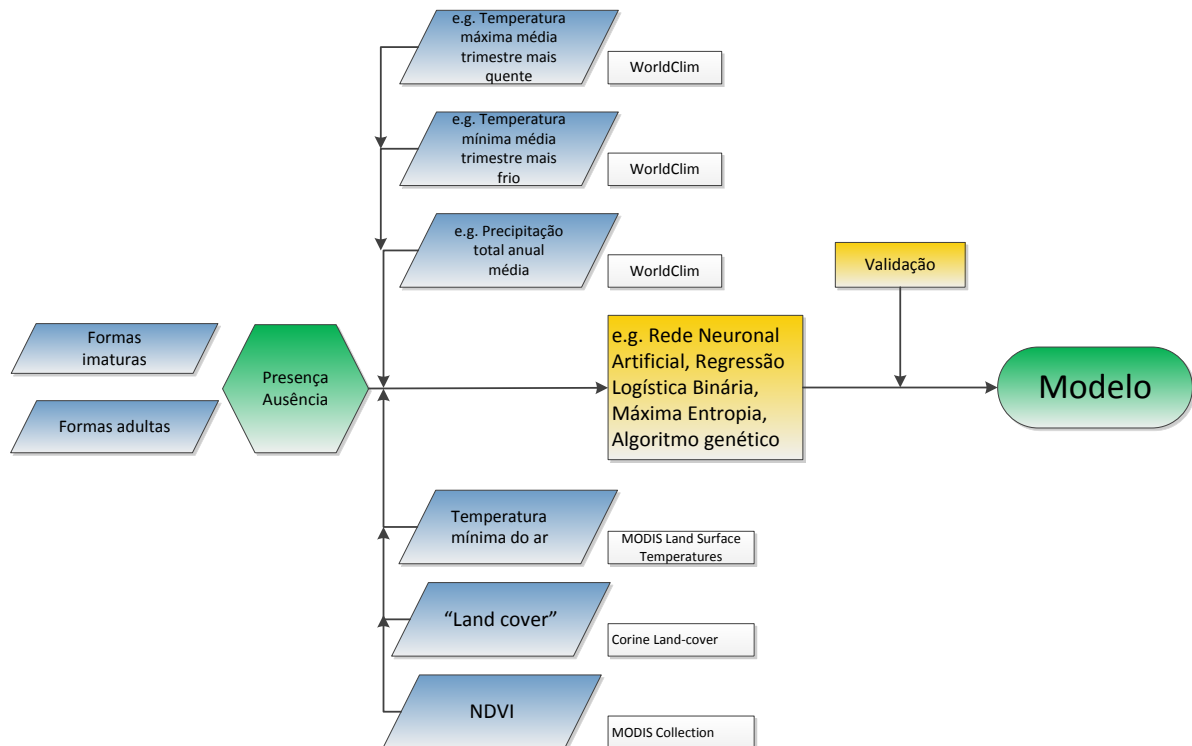


Figura 171 - Epidemias transmitidas por mosquitos - Modelos de adequabilidade de habitat.

3.7.3. Dados utilizados

Os dados utilizados provêm de um conjunto de documentos ad doc fornecidos pelo Dr. Julio Rodrigues a 17 de outubro de 2014, conjuntamente com outros retirados de bibliografia publicada.

Recetividade

Não existem publicados estudos bioecológicos dos vetores em causa, no que se refere aos parâmetros epidemiologicamente necessários à estimativa da capacidade vetorial das populações do arquipélago. Quanto à distribuição das espécies, pouco resta acrescentar ao que foi apresentado no relatório anterior. Os documentos agora disponibilizados referem levantamentos entomológicos por algumas ilhas mas em nada acrescentam ao já anteriormente apresentado com exceção do registo na ilha de S. Antão da espécie *Aedes aegypti*, em 2003 (Figura 172).

Infectividade

Anopheles arabiensis à semelhança de *Anopheles gambiae* s.s. é considerado um vetor competente para a transmissão de plasmódios sendo que, em regra, apresenta taxas esporozoíticas ligeiramente inferiores à espécie nominal devido aos seus hábitos antropofílicos menos marcados. No entanto os dados disponíveis foram estimados para populações do continente, não existindo qualquer estudo no que se refere às populações insulares do arquipélago. Em relação a *Aedes aegypti*, já tal não acontece. *Aedes aegypti* foi a segunda espécie de mosquito a ser identificada no arquipélago (fide Ribeiro et al, 1980). Ribeiro e colaboradores em 1980, identificaram a presença desta espécie em várias ilhas do arquipélago, designando a presença das duas formas sub-específicas: *Aedes aegypti aegypti* e *Aedes aegypti formosus*. Esta espécie terá sido a possível responsável pelos surtos de febre amarela registados para o arquipélago até ao terceiro quarto do sec. XIX. Em 2009, surge o primeiro surto de dengue na região. Como consequência a competência

vetora de populações autóctones foi avaliada experimentalmente para o serotipo 3 do vírus da dengue (DENV-3), proveniente de um paciente de Cabo Verde e para o serotipo 2 (DENV-2), isolado a partir de um doente da Tailândia. Nesse mesmo trabalho identificam a população de *Aedes aegypti* da cidade da Praia, Santiago, como pertencentes à subespécies *formosus*, taxon a que, habitualmente, se atribui menor competência vetora quando comparado com a subespécie nominal. As taxas de infeção registadas foram superiores para DENV-3 do que para DENV-2, nomeadamente 0,80 e 0,461 (Vazeille et al, 2012).

Vulnerabilidade

A vulnerabilidade do arquipélago em relação as duas patologias em análise apresenta também quadros distintos. Em relação à malária o arquipélago tem sofrido vários surtos localizados, de maior ou menor dimensão deste o período de 1967-69, quando terminou a primeira campanha de erradicação da malária e *Anopheles arabiensis* foi considerado eliminado de todas as ilhas, à exceção de Santiago. Assim, registou-se maior número de casos autóctones (de transmissão local) em Santiago em 1973, 1977-1983 (com a ocorrência de um de casos autóctones ao longo de seis anos), 1987-1988, 1995, 2000, 2001, 2003 e 2009. Nestes últimos dois surtos foram também registados casos autóctones na Ilha da Boa Vista, que desde da década de 1960, não registava transmissão local desta patologia. A ressurgência desta patologia ao longo de décadas nesta região pode não ser exclusivamente devido à introdução de novos portadores de gametócitos nas áreas afetadas. De facto foi demonstrada a possibilidade de os parasitas sobreviverem como infeções subpatentes, em pacientes assintomáticos, por períodos de um ano. Estes pacientes podem funcionar como reservatórios do parasita até que as condições ambientais proporcionem um aumento significativo da densidade do vetor, dando origem a um novo surto de doença. Já no que se refere ao dengue, o surto de 2009 foi controlado e desde 2010 não são reportados casos de transmissão local. Em relação a esta patologia o risco de introdução de novo do agente patogénico está intimamente associado ao tráfego de pessoas e bens, estes últimos associados à possibilidade de transportarem hospedeiros invertebrados infetados nos locais de origem dessas mercadorias.

Frequentemente, a introdução deste tipo de agentes patogénicos (vírus e parasitas) é mais facilmente veiculada pelo hospedeiro vertebrado (neste caso o Homem). Cabo verde possui atualmente 4 aeroportos internacionais: Sal, Santiago, Boa Vista e S. Vicente. Até recentemente estes dois últimos só recebiam voos internacionais da Europa, área não endémica para dengue ou malária. Dados sobre o aeroporto da Praia (Santiago) para o ano 2009 demonstram que a grande maioria dos passageiros apresentam nacionalidade europeia (42%), seguidos de passageiros cabo-verdianos (31%) e norte-americanos (EUA, 20%). No entanto não existe contabilização da percentagem de cabo-verdianos que viajam de e para zonas endémicas.

De modo a visualizar a vulnerabilidade do arquipélago foram elaboradas a Figura 173, Figura 174 e Figura 175. Na Figura 173 representam-se as diferentes ilhas do arquipélago de acordo com um índice palúdico resultante do produto de casos autóctones de malária pelo número de anos em que a patologia (de transmissão local) foi detetada; na Figura 174 observa-se a distribuição de casos de dengue registados por concelho entre 9 de novembro e 14 de dezembro de 2009. A Figura 175 apresenta o tipo de tráfego aéreo existente no arquipélago sendo que a análise desta a informação possa ser um pouco mais relevante para o caso de dengue, em que o período de transmissão da infeção para o mosquito só é passível de acontecer durante um período curto da infeção no humano, em regra, ligeiramente antes do início dos sintomas de doença, quando estes ocorrem.

As figuras apresentadas não representam nenhuma avaliação de risco de ocorrência de novos surtos de doença, malária ou dengue. Tentam apenas sistematizar, informação existente e gentilmente disponibilizada, permitindo a sua representação gráfica, uma melhor visualização do que foi ocorrendo no arquipélago no que se refere à ocorrência dos vetores e dos casos de doença. De referir ainda que foram apenas utilizados os dados cedidos em documentos *ad hoc* e aqueles publicados na literatura. Em nenhum dos aspetos abordados

foram utilizados registos completos ou detalhados das ocorrências, sejam estas a presença/ausência dos vetores ou localização (residência) do caso (paciente) de malária ou dengue.

3.7.4. Representação/visualização

Esta será efetuada apenas com base na presença/ ausência do vetor ao nível da divisão administrativa de ilha com a utilização de registos de casos de doença como “proxy”, no caso de ausência de qualquer tipo de informação entomológica. Para a distribuição das espécies vectoras *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis* no arquipélago de Cabo Verde a legenda do mapa é a seguinte:

Riqueza culicídica das ilhas

(N.º de Espécies)



4 5 6 8

Espécies Vectoras

- Aedes aegypti*
- Anopheles arabiensis*

Para o índice palúdico de casos autóctones no arquipélago de Cabo Verde a legenda do mapa é a seguinte:

Índice Palúdico



Sem registos

Para a distribuição de casos de dengue registados entre 10 de Novembro e 14 de Dezembro no arquipélago de Cabo Verde a legenda do mapa é a seguinte:

Casos de Dengue



Sem registos

Para a localização dos aeroportos e tráfego aéreo no arquipélago de Cabo Verde a legenda do mapa é a seguinte:

Tráfego



Sem registos

Aeroportos

3.7.5. Cartografia de perigosidade

Com base em registos de presença de vetores:

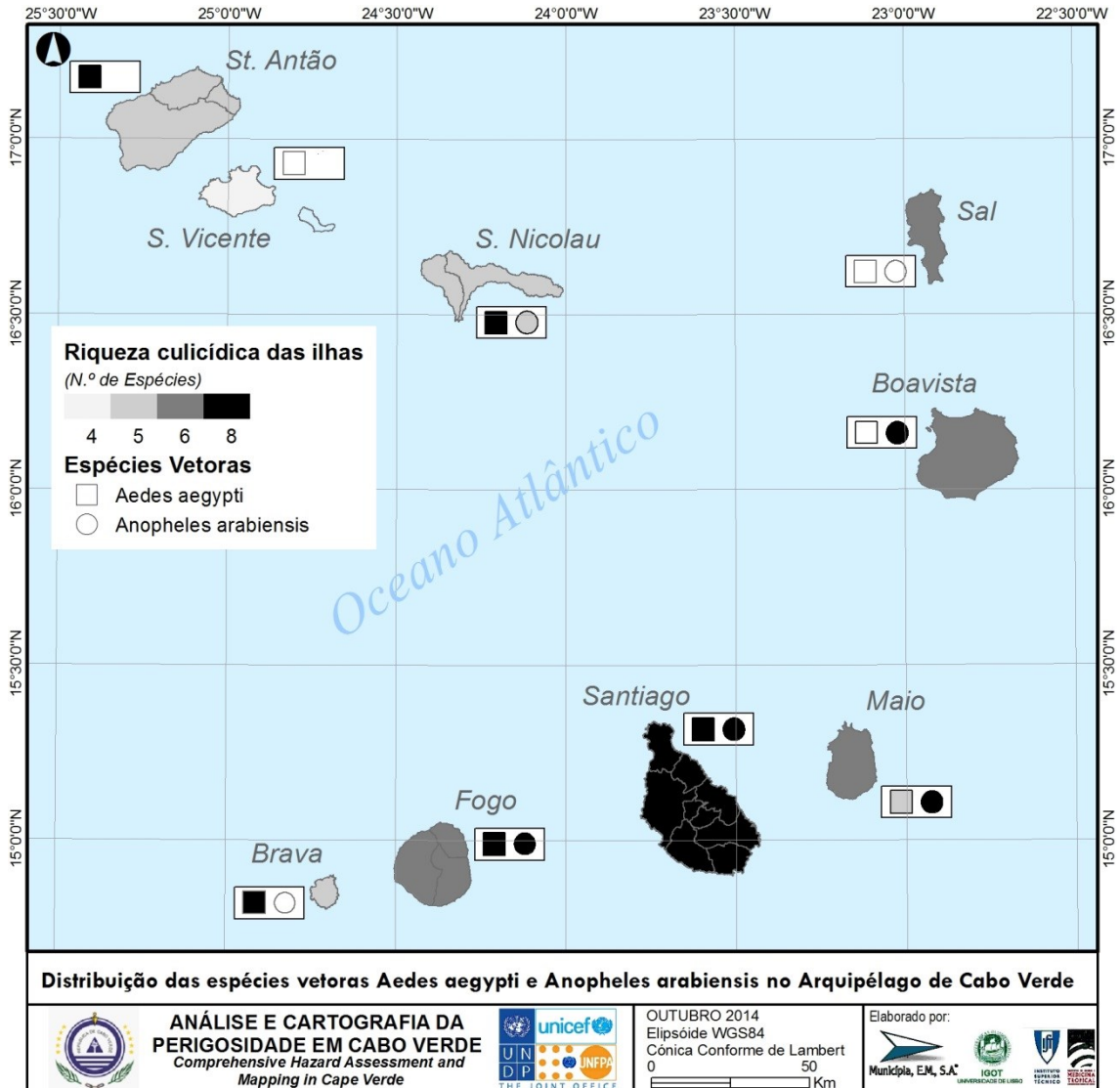


Figura 172 - Distribuição das espécies vetoras *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis* no arquipélago de Cabo Verde

Legenda:

- ● Presença da espécie reportada em Ribeiro *et al.* (1980) e por outros autores.
- ● Espécie apenas reportada nos relatórios não publicados de 1983.
- ○ Espécie apenas reportada em Ribeiro *et al.*, 1980.

Com base no índice palúdico (nº de casos * nº de anos com registos de doença):

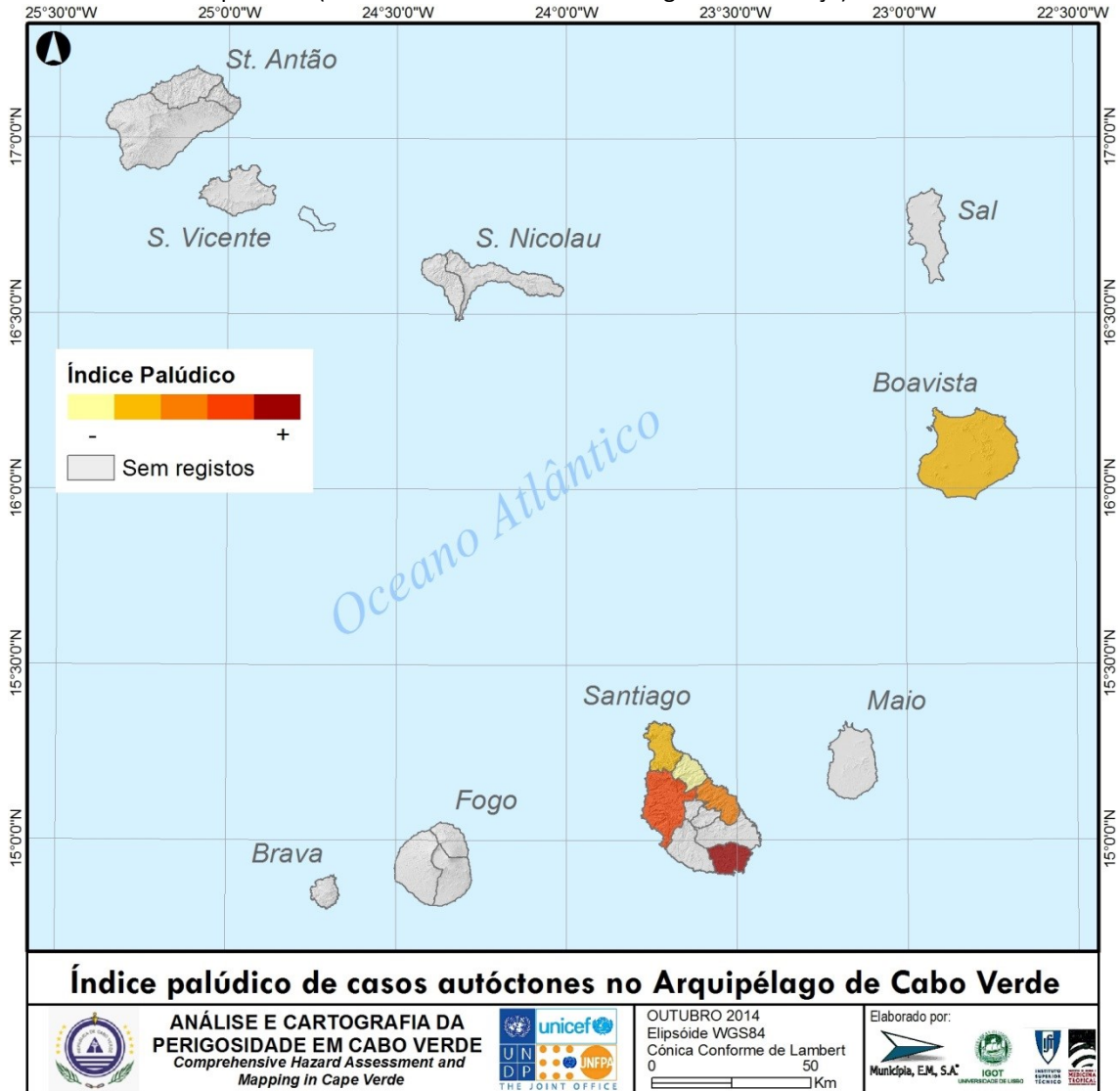


Figura 173 – Índice palúdico de casos autóctones no arquipélago de Cabo Verde

Com base em no número de casos de dengue registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009:

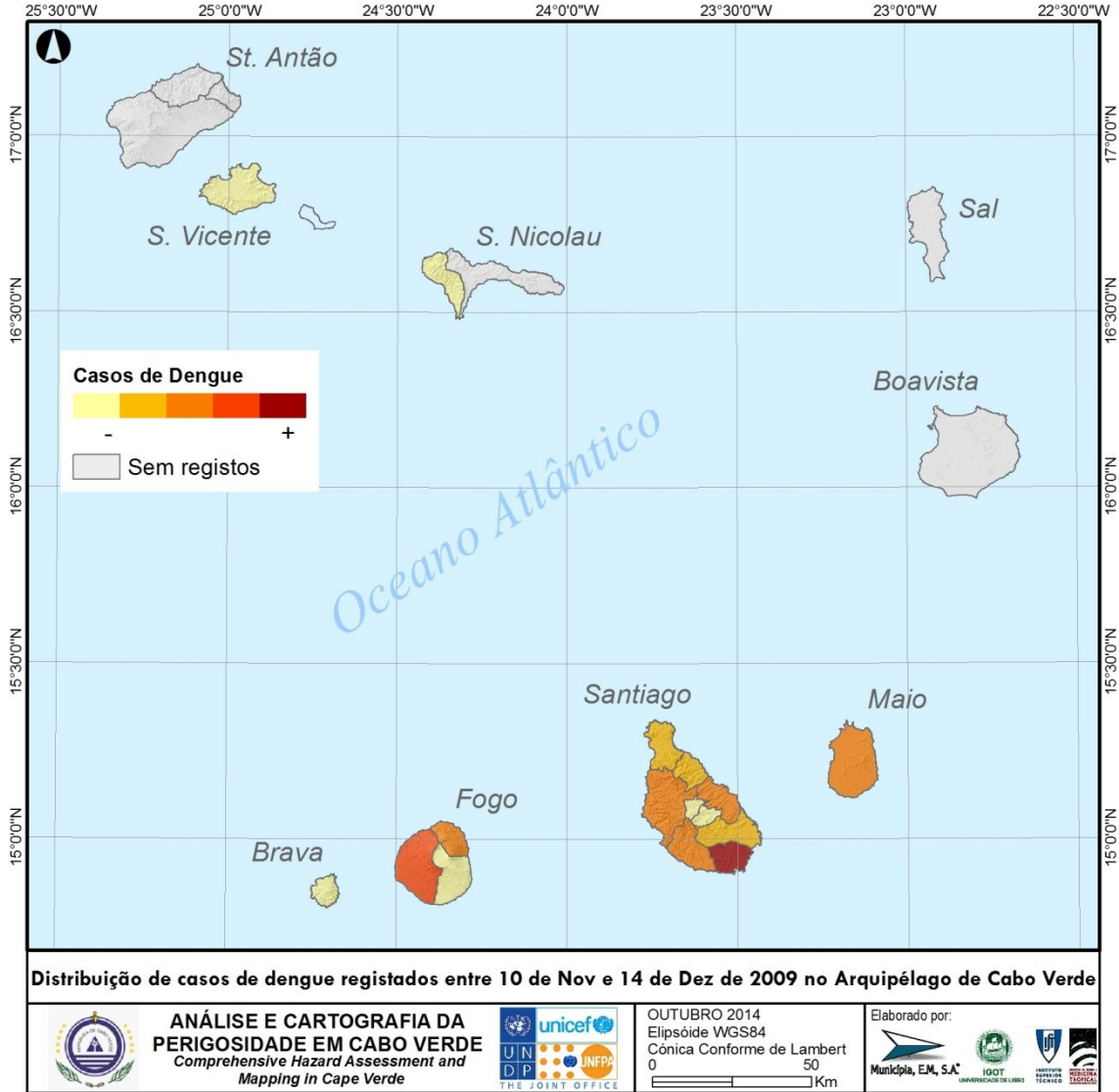


Figura 174 - Distribuição de casos de dengue registados entre 10 de Novembro e 14 de Dezembro no arquipélago de Cabo Verde

Aeroportos e tipo de tráfego aéreo (Aeroporto regional, aeroporto internacional sem voos diretos de zonas endémicas; aeroporto internacional com voos diretos de zonas endémicas) registados à data de 2012:

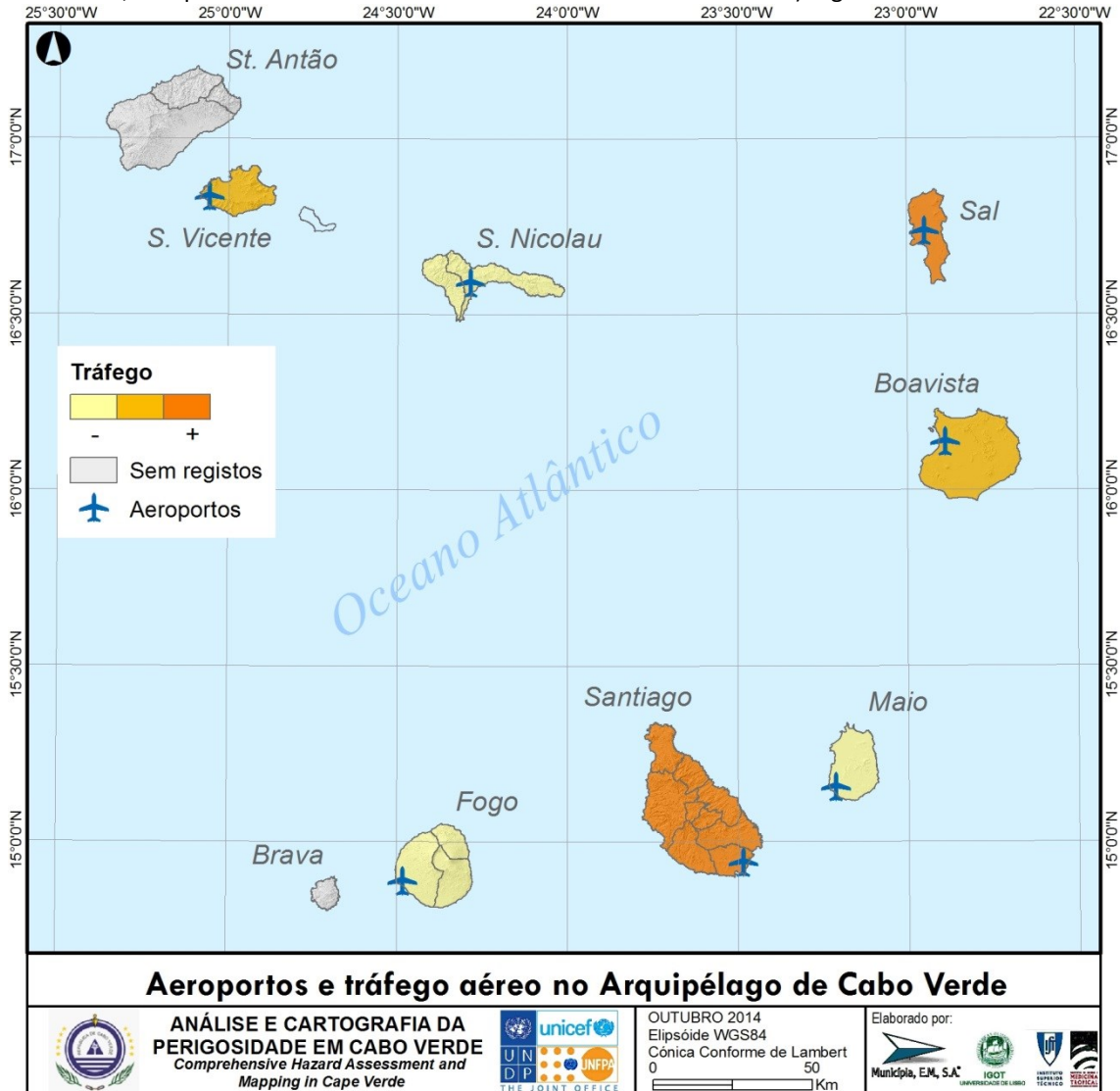


Figura 175 – Aeroportos e tráfego aéreo no arquipélago de Cabo Verde

3.7.6. Análise da perigosidade

As figuras apresentadas não representam nenhuma avaliação de risco de ocorrência de novos surtos de doença, malária ou dengue. Tentam apenas sistematizar, informação existente e gentilmente disponibilizada, permitindo a sua representação gráfica, uma melhor visualização do que foi ocorrendo no arquipélago no que se refere à ocorrência dos vetores e dos casos de doença. De referir ainda que foram apenas utilizados os dados cedidos em documentos *ad hoc* e aqueles publicados na literatura. Em nenhum dos aspetos abordados foram utilizados registos completos ou detalhados das ocorrências, sejam estas a presença/ausência dos vetores ou localização (residência) do caso (paciente) de malária ou dengue.

Com base em casos de doença

A. Santo Antão

Malária - Sem registos de casos autóctones desde a década de 1970.

Dengue - Sem registos de casos.

B. Boavista

Malária - Em 2003 e 2009-2010, para além de Santiago, ocorreram casos autóctones na ilha da Boa Vista.

Dengue - Com reduzido número de casos registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009.

C. Brava

Malária - Sem registos de casos autóctones desde a década de 1970.

Dengue - Com reduzido número de casos registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009.

D. Fogo

Malária - Sem registos de casos autóctones desde a década de 1970.

Dengue - Com valores intermédios-altos de casos registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009.

E. Maio

Malária - Sem registos de casos autóctones desde a década de 1970.

Dengue - Com valores médio-baixos de casos registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009.

F. Sal

Malária - Sem registos de casos autóctones desde a década de 1970.

Dengue - Com reduzido número de casos registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009.

G. Santiago

Malária – Detecção quase contínua de casos autóctones desde 1991 com registos incompletos para o ano de 2011 (referentes apenas de janeiro a março) e sem informação para o ano de 2012.

Em 1995/6 foi registado um surto de malária no distrito de Santa Catarina com um aumento significativo do número de casos. Em 1999-2001 registou-se um novo aumento do número de casos desta vez afetando mais os concelhos de Praia e Santa Catarina.

Dengue - Com elevado número de casos no surto de 2009.

H. São Nicolau

Malária - Sem registos de casos autóctones desde a década de 1970.

Dengue - Com reduzido número de casos registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009.

I. São Vicente

Malária - Sem registos de casos autóctones desde a década de 1970.

Dengue - Com reduzido número de casos registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009.

2 .Com base nos registos de presença do vetor

A. Santo Antão

Registo da presença de *Aedes aegypti*.

B. Boavista

Registo da presença de *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis*.

C. Brava

Registo da presença de *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis*.

D. Fogo

Registo da presença de *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis*.

E. Maio

Registo da presença de *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis*.

F. Sal

Registo da presença de *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis*.

G. Santiago

Registo da presença de *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis*.

H. São Nicolau

Registo da presença de *Aedes aegypti* e *Anopheles arabiensis*.

I. São Vicente

Registo da presença de *Aedes aegypti*.

No quadro abaixo cruzam-se os dados referentes aos vetores, os casos de doença autóctone e presença de aeroportos.

		<i>Aedes aegypti</i>	Dengue 2009	<i>Anopheles arabiensis</i>	Malária ^a	Aeroportos ^b
Barlavento	S. Antão	●				-
	S. Vicente	○	+			##
	S. Nicolau	●	+	■		#
	Sal	○	+	○		###
	Boa Vista	○	+	●	2003	##

					2009-10	
Sotavento	Brava	⊗ **	+	○		-
	Fogo	● **	+++	■ *		#
	Santiago	● **	++++	● **	1991-2011 2013	###
	Maio	■	++	●		#

● Presença da espécie reportada em Ribeiro *et al.* (1980) e em relatórios não publicados de 1983-2006.

○ Presença da espécie reportada em Ribeiro *et al.* (1980) mas ausente nos relatórios de 1983-2006.

■ Espécie apenas reportada nos relatórios não publicados de 1983

⊗ Espécie apenas reportada em Ribeiro *et al.* (1980), mas não nos rastreiros entomológicos de 1983-2006.

* Presença da espécie reportada em Cambournac *et al.*, 1982.

** Presença da espécie reportada em Alves *et al.*, 2010.

+ / ++++ - Designação qualitativa em relação ao número de casos registados entre 9 novembro e 14 dezembro 2009.

a – Casos autóctones para os anos indicados com registos incompletos para o ano de 2011 (referentes apenas de janeiro a março) e sem informação para o ano de 2012.

b – Informação à data de 2012.

- Aeroporto regional.

- Aeroporto internacional sem voos diretos de zonas endémicas.

- Aeroporto internacional com voos diretos de zonas endémicas.

3.7.7. Aplicação da cartografia de perigosidade

- O registo da não captura de um determinado vetor em rastreios entomológicos (mesmo que recentes e exaustivos), não significa que a espécie não ocorra na região amostrada e que o território não seja de elevado risco em relação a uma doença por essa espécie transmitida. O recíproco também é correto; a presença de *Aedes aegypti*, no arquipélago, está assinalada desde 1931 mas o território sofreu o primeiro surto de dengue apenas em 2009. Em relação às figuras apresentadas, tal como mencionado, estas foram delineadas sobre dados incompletos. Este aspeto é particularmente marcante no caso da distribuição dos casos de dengues que se reportam apenas à parte final do surto, já referente à fase descendente da epi-curva. Empiricamente, dir-se-ia que os locais: (i) onde frequentemente (e mais recentemente) são detetados em elevadas abundâncias os mosquitos vetores das patologias em causa; (ii) onde foram detetados elevado número de casos autóctones de doença, e que (iii) são também portas de entrada importantes para pessoas e bens, serão aqueles mais suscetíveis à ocorrência de um novo evento de doença. No entanto, estas observações são meramente empíricas e as conclusões a retirar são meramente indicativas.

3.7.8. Notas

- Qualquer modelo preditivo para avaliação de risco necessita de series de dados espaciais e/ou temporais coletadas especificamente para esse propósito. Tal não foi possível obter e portanto os dados apresentados, assim como toda a cartografia de perigosidade pouco mais espelha do que a distribuição geográfica, por ilha, dos vetores e os casos de doença. Assim, a informação partir deles extraída tem de ser interpretada com toda a cautela.

3.8. EROÇÃO COSTEIRA

3.8.1. Enquadramento do Fenómeno

A zona costeira é um dos ambientes mais dinâmicos que existem na superfície da Terra porque, nesta estreita faixa, processos de erosão e acumulação marinhos interagem com processos de erosão e acumulação continentais contribuindo para a complexidade de que, por vezes, se reveste a evolução desta área específica. Para além disso, na faixa de cota inferior a 10 metros, que representa, 2,2% das áreas emersas, vivem atualmente cerca de 10% da população mundial, com tendência de crescimento crescente (Lichter et al., 2011). Em Cabo Verde, segundo Vafeidis et al. (2011), baseado em dados de 2000, esta faixa ocupa 425km² do território e nela residiam 55 040 habitantes. A importância desta ocupação humana foi aliás reconhecida no Relatório apresentado por Cabo Verde na Conferência Rio+20 ao indicar que “80% da população Cabo-verdiana ocupa as zonas costeiras tornando a mesma muito vulnerável a eventuais alterações das condições climáticas e ocorrência de fenómenos extremos” (RCV, 2012).

Consequentemente, a cartografia sistemática da linha de costa e a monitorização das suas modificações constituem importantes ferramentas para a avaliação da tendência evolutiva litoral pois fornecem informações que permitem estabelecer tendências de recuo da linha de costa, estabelecer faixas em risco de erosão costeira e, consequentemente, criar os instrumentos de base para o desenvolvimento de um correto ordenamento litoral (Anders & Byrnes, 1991; Crowell et al., 1991).

Para além das características gerais da área emersa das ilhas já abordadas anteriormente, como o substrato geológico, a morfologia, o clima ou o coberto vegetal, convém acrescentar aqui algumas características com importância na dinâmica litoral ainda não afloradas como as características da plataforma continental, a ondulação, as correntes e as marés.

A plataforma continental de Cabo Verde é relativamente reduzida ou mesmo inexistente, tendo Bravo de Laguna (1985), citado por Hidroprojecto (1997b), estimado a sua extensão em 40x103km², das quais 66% está associada às ilhas de Maio e Boavista.

A ondulação é o principal agente modelador do litoral, não só provocando a erosão nos litorais rochosos, como promovendo o transporte e a deposição dos sedimentos que constituem as áreas onde predomina a acumulação, nomeadamente as praias. Até muito recentemente, a determinação rigorosa da direção e altura das ondas de largo estava dependente unicamente da utilização de dados quantitativos obtidos por ondógrafos.

No arquipélago de Cabo Verde nunca esteve instalado nenhum equipamento deste tipo. Perante a inexistência de registos de ondógrafos, no âmbito dos estudos para a reconstrução dos portos de Vale de Cavaleiros e Furna (RRI and BCEOM, 1995-6 in Hidroprojecto, 1997b), utilizaram-se dados de satélite e modelos matemáticos cujos resultados se consideram válidos para determinação das principais características do clima de agitação marítima de Cabo Verde.

Do conjunto de dados então obtidos, destacam-se as seguintes conclusões:

- a ondulação provem predominantemente de Nordeste e de Norte, rumos que, em conjunto, constituem cerca de 83% das ocorrências;
- a altura das ondas é geralmente reduzida, com 69% das ocorrências com altura inferior a 1,75m e menos de 1% de situações com altura acima de 3,75m.

Apesar desta regularidade de rumo e altura das ondas, convém referir que ocorrem por vezes tempestades, conhecidas localmente por “calemas” que, segundo a Hidroprojecto (1997a), são geradas

longinquamente quer no Atlântico Sul quer no Atlântico Norte e atingem Cabo Verde provenientes de N a NW, entre Novembro e Abril, e de SE entre Junho e Outubro.

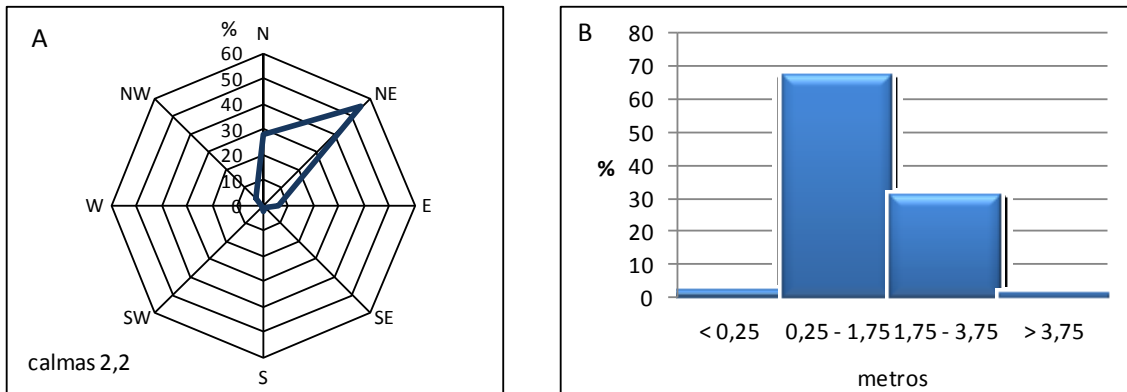


Figura 176 - Características da ondulação em Cabo Verde. Frequência relativa de: A-direção das ondas; B-altura significativa das ondas (Fonte de dados: Hidroprojecto, 1997b).

A predominância de ondulação de NE durante grande parte do ano associada a vento do mesmo quadrante dá origem a uma corrente longilitoral com rumo meridional que afeta particularmente a costa Este das ilhas do Arquipélago de Cabo Verde.

No entanto, a muito reduzida largura da plataforma continental da maior parte das ilhas não favorece a formação de depósitos de sedimentos conferindo uma importância reduzida ao papel das correntes longilitorais no transporte e redistribuição desses mesmos sedimentos. Deste modo, em particular nas ilhas de Santo Antão, S. Vicente, S. Nicolau, Santiago, Fogo e Brava, a maior parte das praias está dependente quase em exclusivo do abastecimento local quer através da evolução das arribas quer fundamentalmente pelo transporte torrencial nos períodos de chuva.

A maré, embora diretamente não provoque desgaste da faixa costeira, pode condicionar a ação erosiva da ondulação, particularmente em situação de preia-mar viva nos litorais sujeitos a uma amplitude de maré macrotidal.

Cabo Verde tem atualmente em funcionamento 3 marégrafos – Porto Grande (S. Vicente), Porto da Palmeira (Sal), Porto da Praia (Santiago). As marés são semi-diurnas apresentando, com base na classificação de Davies (1964), uma amplitude máxima reduzida do tipo microtidal (<2 metros).

Finalmente, podem-se individualizar os seguintes sistemas litorais naturais em Cabo Verde:

Litoral rochoso talhado fundamentalmente em arribas, e sistemas com praia de calhaus ou de areia (praia-arriba, praia-duna e praia-sector terminal de vale). Em sectores de maior concentração populacional e/ou turística, ocorrem por vezes praias limitadas para o interior por infraestruturas antrópicas (muros, estradas, casas).

3.8.2. Metodologia

1. Suscetibilidade à erosão das praias de Cabo Verde

A avaliação da suscetibilidade à erosão das praias deve ser baseada no conhecimento entre outros, das modificações históricas da linha de costa, clima de agitação marítima, nomeadamente características de altura e direção das ondas e da frequência e intensidade das tempestades, bem como em estudos sedimentológicos que incluam informação sobre as características texturais dos materiais que constituem as praias, nomeadamente a natureza, forma e dimensão daqueles sedimentos e ainda em estudos morfológicos comparativos baseados na monitorização sucessiva de perfis transversais das praias com Estação Total ou GPS.

A determinação das taxas de recuo da generalidade da linha de costa baseada na análise comparativa de fotografias aéreas tornou-se impossível de realizar devido a razões diversas já apontadas no Relatório enviado em Abril (apenso em anexo – Anexo 1) e agora detalhadas:

- i) cobertura incompleta – as ilhas da Brava, S. Nicolau e S. Vicente não têm nenhuma cobertura de fotografia aérea que abarque a totalidade da ilha;
- ii) qualidade deficiente – os levantamentos mais antigos, como o da ilha do Sal de 1952, ou de escala menor (1:30 000), como os de Santiago de 1960-61 não permitem identificar claramente a linha de costa em muitos locais;
- iii) inexistência de fotografias aéreas antigas – Boavista, Fogo, Maio e Santo Antão só têm uma cobertura completa impedindo a comparação da evolução da linha de costa;
- iv) a falta de pontos de controlo com cobertura espacial suficiente para ortorectificar e georeferenciar as fotografias aéreas existentes - advém das limitações acima indicados e da fraca dispersão de elementos no terreno que se possam constituir como pontos de controlo (casas, muros cruzamento de estradas).

Em consequência, a avaliação da suscetibilidade à erosão das praias baseou-se numa Análise Multicritério com integração da informação geográfica através de uma combinação linear ponderada, seguindo os princípios estabelecidos por Saaty & Vargas (2012). A Análise Multicritério (AMC) é considerada uma excelente ferramenta para tomadas de decisão com base em critérios. Ferreira *et al.*, (2004) entendem que é necessário conjugar, dentro de um objetivo específico, um conjunto de critérios de forma a alcançar uma base composta de suporte à decisão. Este método permite combinar os fatores, ou temas, de três formas diferentes: Interseção Booleana; Combinação Linear Ponderada (CLP) e Média Ponderada e Ordenada. Dos três métodos enumerados, foi escolhida a CLP para integração da informação por ser o que melhores resultados apresenta na integração da informação na AMC (Eastman, 1998).

O resultado obtido pela CLP é dado pela seguinte equação (Zambon *et al.*, 2005):

$$S = \sum_{i=1}^n w_i$$

Onde:

S= valor final;

w_i= peso do tema i;

n= número de temas.

O peso atribuído a cada tema indica a importância que cada um tem no objeto em estudo, sendo o somatório dos pesos dos diversos temas igual a um (Ferreira *et al.*, 2004).

Uma metodologia semelhante foi igualmente adotada por Santos & Miranda (2006) para avaliar a suscetibilidade à erosão do litoral de Portugal continental devida ao impacto das alterações climáticas. Os fatores e as variáveis utilizados estão indicados no Quadro abaixo, sendo os tipos de praia assim definidos:

- **Praia encastrada** – praia enquadrada por arribas na qual a energia da ondulação chega consideravelmente refratada.
- **Praia alongada e aberta** – praia exposta à ondulação sem outro tipo de refração para além da provocada pelo fundo da plataforma continental próxima.
- **Praia intermédia (litoral irregular)** - praia em litoral pouco linear ou com escolhos que facilitam a diminuição da energia da ondulação que atinge a praia.
- **Praia em sector terminal de vale** – praia com alimentação esporádica de material transportado torrencialmente.
- **Praia-arriba** – praia normalmente estreita e limitada para o interior por uma arriba; este tipo de praias é muito sensível a um ou a uma sucessão de episódios de tempestade marinha. Foram incluídas aqui as praias limitadas para o interior por infraestruturas antrópicas como muros, estradas, etc.
- **Praia-duna** – sistema em que a praia contacta para o interior com uma duna permitindo que todo o sistema migre para o interior em caso de avanço do mar.

O peso das variáveis consideradas de suscetibilidade à erosão das praias, bem como o peso definido para cada tema foram obtidos tomando em consideração os trabalhos de Bush *et al.* (1999). Lozoya *et al.* (2011), Hyman (2013) e Sharples *et al.* (2013) e as características das praias de São Nicolau descritas em Hidroprojecto (1997b), Alfama (2007), LOID (2009), Costa *et al.* (2011) e Duarte (2013). Deste modo, às praias de areia atribuiu-se um peso superior (0,4) devido à maior suscetibilidade das praias com esta constituição a modificações quer por processos de acreção quer por processos erosivos. Ao tipo de praias atribuiu-se um peso de 0,3 porque as características morfológicas quer da praia quer da sua envolvimento influenciam a energia da ondulação que atinge a praia com capacidade para a modificar. Ao fator exposição atribuiu-se unicamente um peso de 0,2 considerando que, embora a ondulação seja o principal fator ativo na dinâmica de praias, os escassos dados existentes apontam para que a ondulação que atinge normalmente Cabo Verde apresenta uma altura e energia reduzidos, com baixa frequência e intensidade das tempestades. Finalmente, aos sistemas de praia de cascalho/calhaus atribuiu-se um peso de 0,1 considerando que estes sistemas de praia são os menos sensíveis a situações de tempestade, apresentando uma suscetibilidade à erosão reduzida.

A determinação do peso das classes do Fator “Exposição à ondulação” baseou-se no pressuposto que o rumo da ondulação com um ângulo incidente até 45º relativamente à ortogonal de praia também tem influência, embora menor, na dinâmica de cada praia. Deste modo, o valor de cada classe corresponde ao número inteiro que resulta da metade da soma da percentagem de situações de ondulação proveniente de um determinado rumo com metade da percentagem de situações dos rumos contíguos. O fator “tipo de praias” é constituído por 3 classes: (i) praia encastrada; (ii) praia intermédia (de litoral irregular ou com escolhos); e (iii) praia alongada e aberta. À primeira classe foi atribuída uma ponderação inferior porque as praias encastradas estão encaixadas entre arribas nas quais a energia da ondulação chega consideravelmente refratada. As praias intermédias, ou de litoral irregular, têm uma ponderação média, sendo que este tipo de praias apresenta um litoral pouco linear ou com escolhos que facilitam a diminuição da energia da ondulação que as atinge. Por fim, as praias alongadas e abertas, expostas à ondulação sem outro tipo de refração para além da provocada pelo fundo da plataforma continental próxima, atribuiu-se um valor de ponderação máximo. Os sistemas de praia ligados a sectores terminais de vales beneficiam da alimentação esporádica de material transportado

torrencialmente. Nestes sistemas atribuiu-se um valor de ponderação 20 em caso se serem praias com areia e 10 em caso de serem praias com cascalho\calhaus. No sistema de praia-duna, a praia contacta para o interior com dunas permitindo que todo o sistema migre para o interior em caso de avanço do mar. Para além disso, as dunas podem funcionar como fonte de alimentação de areias das praias. Tendo isto em consideração, atribuiu-se a este sistema o valor de ponderação de 20. Por fim, os sistemas de praia-arriba são compostos por praias normalmente estreitas e limitadas para o interior por uma arriba. Este tipo de praias é muito sensível a um ou a uma sucessão de episódios de tempestade marinha. Assim, estes sistemas de praia, quando constituídos por areias têm uma ponderação máxima correspondendo a 40, e quando são constituídas por cascalho\calhaus a ponderação atribuída foi de 20.

Tabela 88 - Fatores e variáveis utilizados na avaliação de suscetibilidade à erosão das praias.

Fator	Peso do Tema	Classes	Peso das classes	Scores das classes
Exposição à ondulação	0,2	N	30	6
		NE	40	8
		E	20	4
		SE	2	0,4
		S	1	0,2
		SW	1	0,2
		W	1	0,2
		NW	10	2
Tipo de praias	0,3	Encastrada	20	6
		Intermédia	30	9
		Alongada e aberta	40	12
Sistemas com praias de calhaus	0,1	Sistema praia-sector terminal de vale	10	1
		Sistema praia-arriba	20	2
Sistemas com praias de areia	0,4	Sistemas praia-sector terminal de vale e praia-duna	20	8
		Sistemas praia-arriba e praia limitada para o interior por infraestrutura antrópica	30	12

As classes de suscetibilidade à erosão das praias foram definidas através das 72 combinações possíveis entre os fatores de suscetibilidade em análise, tendo sido posteriormente multiplicado o valor de cada classe de ponderação pelo valor do peso de cada fator, que resultou em três classes, tendo a soma destas três classes dado origem aos limites das classes de suscetibilidade. Assim, os limites das classes de suscetibilidade Elevada, Moderada e Reduzida foram definidos, respetivamente, pelos seguintes limites; min-14,5 [Reduzida]; 14,5-21,5[Moderada]; e 21,5-máx [Elevada].

A esquematização de todo este processo em ArcGIS está expressa na figura seguinte.

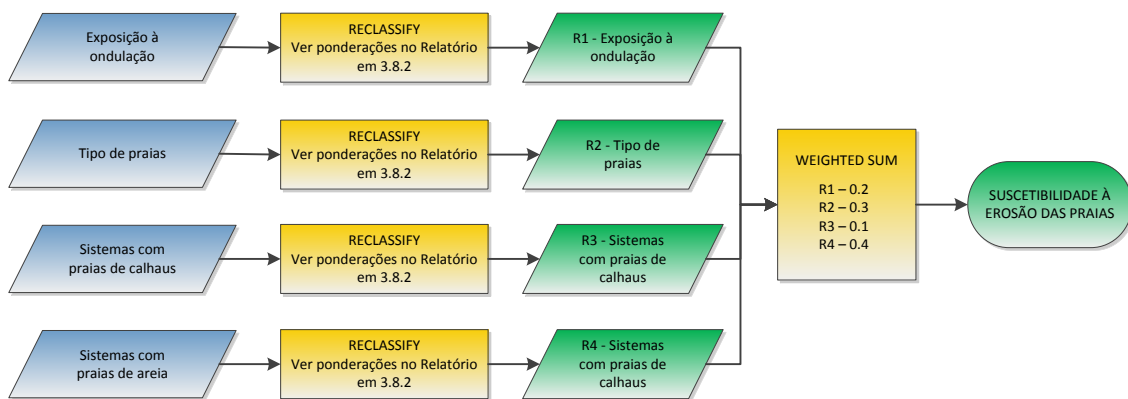


Figura 177 - Fluxograma das fases seguidas para determinar a suscetibilidade à erosão das praias.

Convém ainda acrescentar duas notas que se complementam: (i) a identificação da dimensão do material que constitui as praias – areias ou calhaus - teve em consideração os documentos de base indicados atrás; (ii) neste trabalho foi calculada a suscetibilidade das praias a processos erosivos naturais. Vêm estas notas a propósito das múltiplas referências à extração lícita e ilícita de areia das praias levada a cabo nos últimos anos e destinada à Construção Civil (MAAP, 2003; Tavares, 2008; LOID, 2009; Lopes, 2010; Lopes & Cunha, 2012), extração que não só altera a constituição local das praias, como constitui um processo erosivo que não pode ser avaliada neste trabalho.

2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira das ilhas de Cabo Verde

A avaliação da suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira das 9 ilhas de Cabo Verde segue os mesmos princípios metodológicos aplicados às restantes vertentes e detalhada anteriormente. Deste modo, é sustentada conceptualmente pelos princípios fundamentais enunciados por Varnes (1984), Carrara *et al.* (1991) e Guzzetti (2005): (i) os movimentos de vertente nas arribas podem ser reconhecidos, classificados e cartografados; (ii) as condições que causam estes movimentos (fatores de instabilidade) podem ser identificadas, registadas e utilizadas para construir modelos preditivos; e (iii) a ocorrência de movimentos de vertente nas arribas pode ser inferida, no espaço. Este modelo conceptual permite o zonamento das arribas em classes hierarquizadas de acordo com a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente. No presente trabalho, foram identificados os principais movimentos de vertente, a saber, deslizamentos, desabamentos e escoadas.

Nos litorais rochosos, a identificação dos limites das arribas pode ser levada a cabo tomando como instrumento de trabalho ortofotomapas e/ou fotografias aéreas sempre que, quer a base quer a crista da arriba apresentam características morfológicas marcantes que permitem a sua individualização precisa. Nos casos onde esta identificação não é clara, complementa-se o levantamento elaborado com base nos ortofotomapas/fotografias aéreas com trabalho de campo metodologia já testada e validada em Neves (2008) e em Epifânio *et al.* (2013, 2014). Em suma, a classificação individualizada de cada troço de arriba revela-se muito morosa, incompatível com o tempo disponível para a execução deste projeto.

Deste modo, em alternativa, com o objetivo de avaliar a suscetibilidade a movimentos de vertente no litoral de Cabo Verde, optou-se por criar uma faixa paralela à linha de costa com largura constante onde se avaliaria esta suscetibilidade utilizando a mesma metodologia que a utilizada para as vertentes do interior das ilhas e referida atrás. Para a determinação da largura desta faixa utilizaram-se preferencialmente documentos que correspondessem à realidade do litoral de Cabo Verde. Na Portaria 6/2011 de 24 de Janeiro - publicada no B.O. da República de Cabo Verde - que fixava “o uso dominante e

outros usos compatíveis e incompatíveis das diferentes classes de espaços, para efeitos de classificação e qualificação do solo” das ilhas do arquipélago de Cabo Verde, estabelecia-se a figura “Orla Marítima” como uma faixa com largura de 80 metros. Por outro lado, as Plantas de Condicionantes que acompanham os Planos Diretores Municipais dos vários concelhos de Cabo Verde foram elaboradas considerando a Orla Marítima entre os 80 e os 120 metros de largura. Tomando em conta estes documentos, neste trabalho, utilizou-se um valor intermédio, tendo sido considerada como “Faixa Costeira”, uma banda com 100 metros de largura a partir da cota zero, ou seja, do nível médio do mar para o interior, valor esse que se aplicou ao litoral de todas as ilhas.

Deste modo, o procedimento de avaliação da suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira das ilhas de Cabo Verde, incluiu as seguintes etapas esquematizadas na figura abaixo:

- i) Inventariação dos movimentos de vertente
 - a. Criação de uma base de dados por cada ilha, onde ficaram alojados todos os movimentos de vertente identificados; o inventário foi criado através do método de fotointerpretação (Ortofotomapas⁵ de 2003 e 2010) e altimetria⁶ do terreno (curvas de nível com equidistância entre si de 5m) e, na impossibilidade de realizar trabalho de campo, foi utilizada como ferramenta de apoio o *Google Earth 3D*; a identificação dos movimentos de vertente foi feita à escala de visualização de 1:1 500;
- ii) Identificação e cartografia dos fatores de predisposição responsáveis pelo desencadeamento dos movimentos
 - a. Fatores morfométricos – derivados a partir do modelo digital de terreno (MDT), com *pixel* de 10m e posteriormente classificados
 - i. Mapa de declives - classificado em 10 classes, de 5º em 5º até 45º, sendo a última classe superior a 45º.
 - ii. Mapa de exposições - classificado em 9 classes correspondendo a 4 pontos cardiais + 4 pontos colaterais + exposição plana.
 - iii. Mapa de curvaturas de vertente (transversal) - classificado em 3 classes, côncava, retilínea e convexa.
 - b. Uso e ocupação do solo e Geologia - nestas duas variáveis não foram feitas reclassificações, tendo sido utilizadas todas as classes representadas nos documentos de base.
- iii) Interpretação dos fatores e estimativa da sua contribuição na geração dos movimentos de vertente, com recurso a um modelo de relação espacial - o Método do Valor Informativo;
- iv) Classificação das áreas cartografadas em 5 classes de suscetibilidade a movimentos de vertente - muito baixa, baixa, moderada, elevada e muito elevada;
- v) Avaliação do desempenho do modelo preditivo através de Taxas de Sucesso
- vi) Elaboração de uma faixa com 100 metros de largura contados a partir da cota de zero metros de cada ilha e corte dos resultados obtidos no ponto anterior por esta faixa.

⁵ Ver fontes de informação dos respetivos ortofotomapas no ponto 3.8.3. Dados de base

⁶ Idem

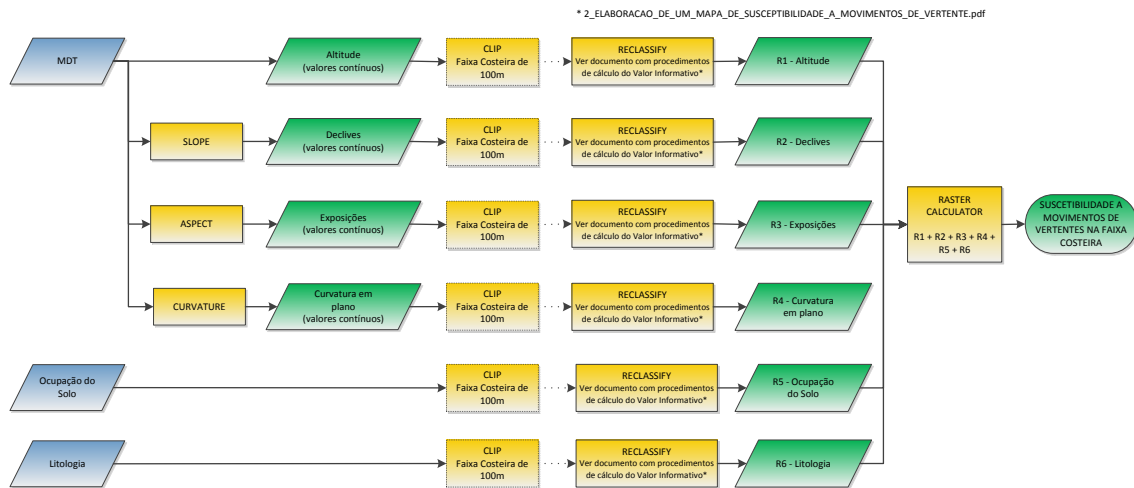


Figura 178 - Fluxograma das fases seguidas para determinar a suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira.

3.8.3. Dados utilizados

1. Suscetibilidade à erosão das praias de Cabo Verde

A identificação das praias e a avaliação das características de cada uma foi efetuada com base na consulta e utilização de dados de proveniência diversa, nomeadamente, fotografias aéreas e ortofotomapas existentes, das imagens de vários anos disponíveis na plataforma *Google Earth* e de fotografias e documentos sobre as mesmas, particularmente as informações disponíveis em Hidroprojecto (1997 a, b).

A delimitação das praias foi levada a cabo utilizando como referência os ortofotomapas de 2003 (Produtor: Município) e de 2010 (Produtor: Grafcan) e a curva de nível dos zero metros existente nas Cartografias 1:10 000 (Produtor: Município) e 1:5 000 (Produtor: Grafcan).

Todo o processo que levou à determinação final das classes de susceptibilidade à erosão das praias de Cabo Verde foi efetuado no *software* ArcGIS 10.2, utilizando as seguintes extensões: *Spatial Analyst*, *Conversion Tools* e *Editor*.

2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira das ilhas de Cabo Verde

A avaliação da suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira de Cabo Verde foi baseada em dados de diversa natureza, nomeadamente, dados altimétricos, geológicos e de uso do solo. Os dados altimétricos foram obtidos a partir da cartografia à escala 1:10000 e 1:5000 fornecida pela Unidade de Coordenação do Cadastro Predial do Ministério do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território e permitiram a construção dos modelos digitais de terreno das várias ilhas. Com base nos modelos digitais de terreno, foram derivados dados relativos aos declives, exposições e curvatura das vertentes. Sobre a escala do trabalho deve ser salientado que os trabalhos desta natureza devem preferencialmente ser desenvolvidos à escala 1:1 000 ou 1:2 000 para garantir a precisão das delimitações cartográficas das várias unidades de terreno e da respetiva classe de suscetibilidade. Na lista seguinte podem observar-se as diferentes fontes de dados utilizadas, organizadas por categoria:

- A. **Uso\Ocupação do Solo** – Fonte: Cartografia 1:10 000 (Produtor: Município), Global Land Cover 2000 Project (GLC 2000), MODIS (MCD12Q1) LAND COVER (Version 005);
 - a. GLC Global Class (<http://bioval.jrc.ec.europa.eu/products/glc2000/glc2000.php>)
- B. **Geologia** – Fonte: ver ponto 2.1.
 - a. Litologia.
- C. **Altimetria\Modelo Digital de Terreno** – Fonte: Cartografia 1:10 000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5 000 (Produtor: Grafcan);
 - a. Resolução do MDT 10m.
- D. **Declives** – Fonte: Elaborado a partir do modelo digital de terreno, com base na Cartografia 1:10 000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5 000 (Produtor: Grafcan)
- E. **Exposições** – Fonte: Elaborado a partir do modelo digital de terreno, com base na Cartografia 1:10 000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5 000 (Produtor: Grafcan)
- F. **Curvatura plana** – Fonte: Elaborado a partir do modelo digital de terreno, com base na Cartografia 1:10 000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5 000 (Produtor: Grafcan)
- G. **Faixa costeira de 100 metros de largura** - Fonte: Cartografia 1:10 000 (Produtor: Município) e Cartografia 1:5 000 (Produtor: Grafcan).

O software utilizado na avaliação e cartografia da suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira de Cabo Verde foi o seguinte:

A. **ArcGIS 10.1**, com as seguintes extensões:

- a. *3D Analyst*
- b. *Analyst Tools*
- c. *Spatial Analyst*
- d. *Conversion Tools*
- e. *Editor*

3. Tratamento e conversão dos dados

As fontes de informação, a estrutura e formato dos dados são distintos. Desta forma, tornou-se necessário executar um conjunto de tarefas que depois de concluídas possibilitaram a uniformização da informação de modo a poder ser integrada num SIG: i) Conversão de formato de ficheiros (ex: DGN para SHP); ii) Georreferenciação e transformação de sistema de coordenadas (ex: Fotografias aéreas); iii) Criação e preenchimento da base de dados alfanumérica (ex: Inventários); iv) Vetorização (ex: Inventário dos movimentos de vertente; v) Conversão para estrutura matricial-raster (ex: Fatores de predisposição). Em primeiro lugar, procedeu-se à conversão dos ficheiros CAD (dgn) para formato ArcGis (Shapefile). Este procedimento, segundo Garcia (2012), é realizado de forma a evitar conflitos com a informação por esta não se encontrar no formato nativo do programa a ser usado, o que poderá impossibilitar o processamento de algumas análises. Na realização do presente trabalho, o projeto em SIG foi elaborado com o sistema de referência Cabo Verde National Grid, Cónica Conforme Lambert, WGS84 tendo, por isso, toda a informação com sistema de referência diferente sido convertida. Para a criação e preenchimento da base de dados alfanumérica, cada ilha foi dividida em setores mais ou menos uniformes, de maneira a que cada setor fosse analisado com coerência. Os inventários foram criados através da técnica de fotointerpretação com base nos ortofotomapas disponíveis (2003 e 2010) e na altimetria 1: 10 000 (curvas de nível com equidistância entre si de 5m). Seguindo a metodologia de Pereira (2009) e Oliveira (2012), procuraram-se essencialmente áreas com declive abrupto, (áreas com declive abaixo de 15º têm menos probabilidade de ocorrência de movimentos de vertente) tendo sempre presente o apoio da fotointerpretação. Nesta perspetiva, as curvas de nível foram sobrepostas aos ortofotomapas, tornando-se essenciais no decorrer deste processo pois permitiram em algumas situações identificar movimentos que nos ortofotomapas não eram visíveis por não apresentarem marcas no terreno esclarecedoras. Por sua vez, a vetorização foi utilizada na criação dos inventários dos movimentos de vertente e sistemas de praias. Esta tarefa foi realizada com apoio no ortofotograma mais recente (2010) e na cartografia de base na escala 1:10 000. Finalmente, enquanto o modelo de suscetibilidade à erosão das praias foi realizado em formato vetorial, o modelo de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente foi convertido para estrutura matricial.

3.8.4. Representação/visualização

Os mapas de suscetibilidade à erosão litoral encontram-se individualizados por ilha e por sub-tema, correspondendo estes aos dois tipos de litoral estudados.

Os mapas de Suscetibilidade à erosão das praias têm representado graficamente os seguintes elementos:

- Limites administrativos dos cocelhos de cada ilha
- Linha de costa
- Praias classificadas de acordo com o quadro seguinte:

Representação	Suscetibilidade
	Reduzida
	Moderada
	Elevada

Os mapas de Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira têm representado graficamente os seguintes elementos:

- Limites administrativos dos concelhos de cada ilha
- Faixa costeira classificada de acordo com o quadro seguinte:

Representação	Suscetibilidade
	Muito baixa
	Baixa
	Moderada
	Elevada
	Muito elevada

3.8.5. Cartografia de perigosidade

A. Boavista

A.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha da Boavista

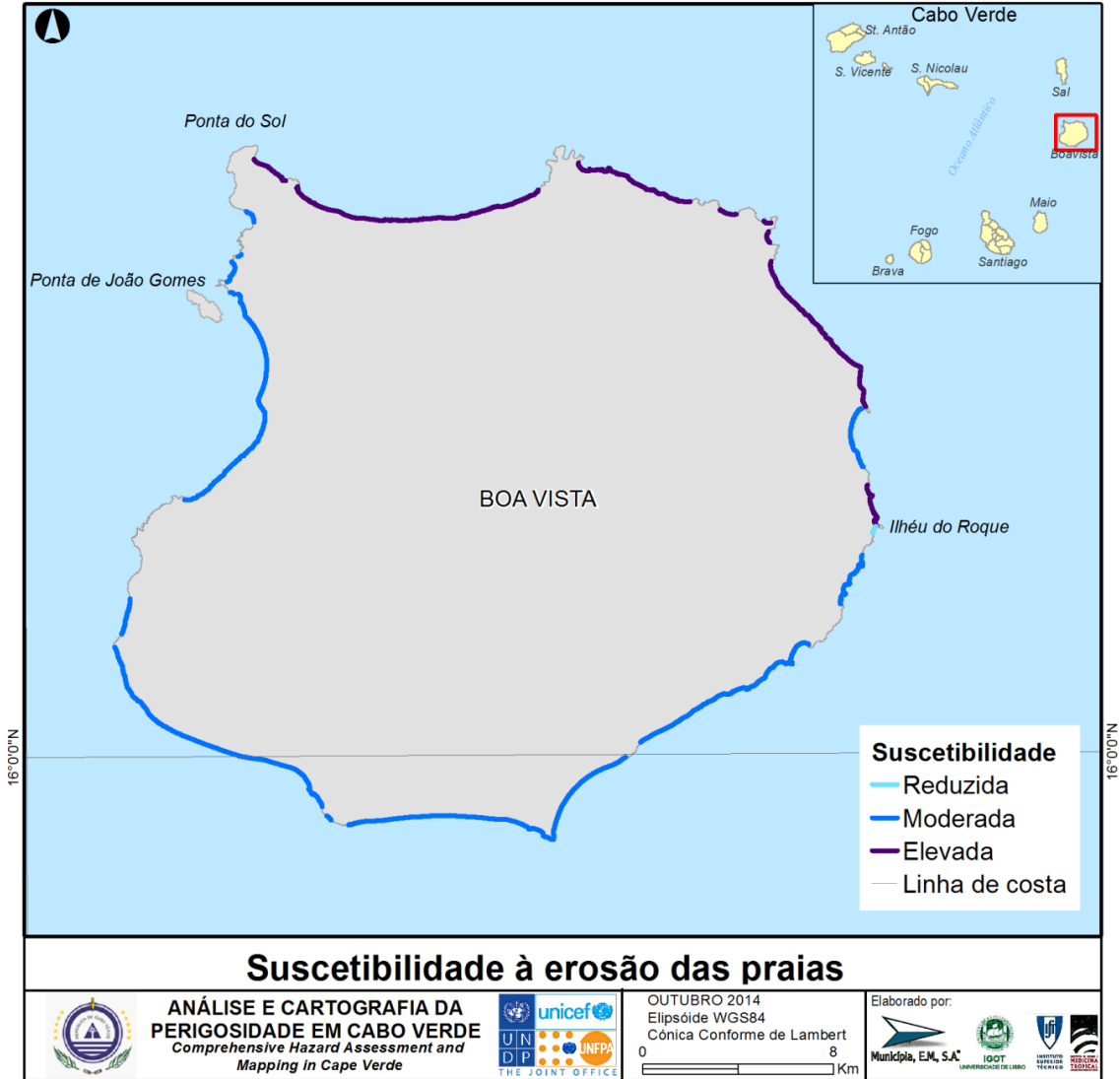


Figura 179 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha da Boavista.

A.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha da Boavista

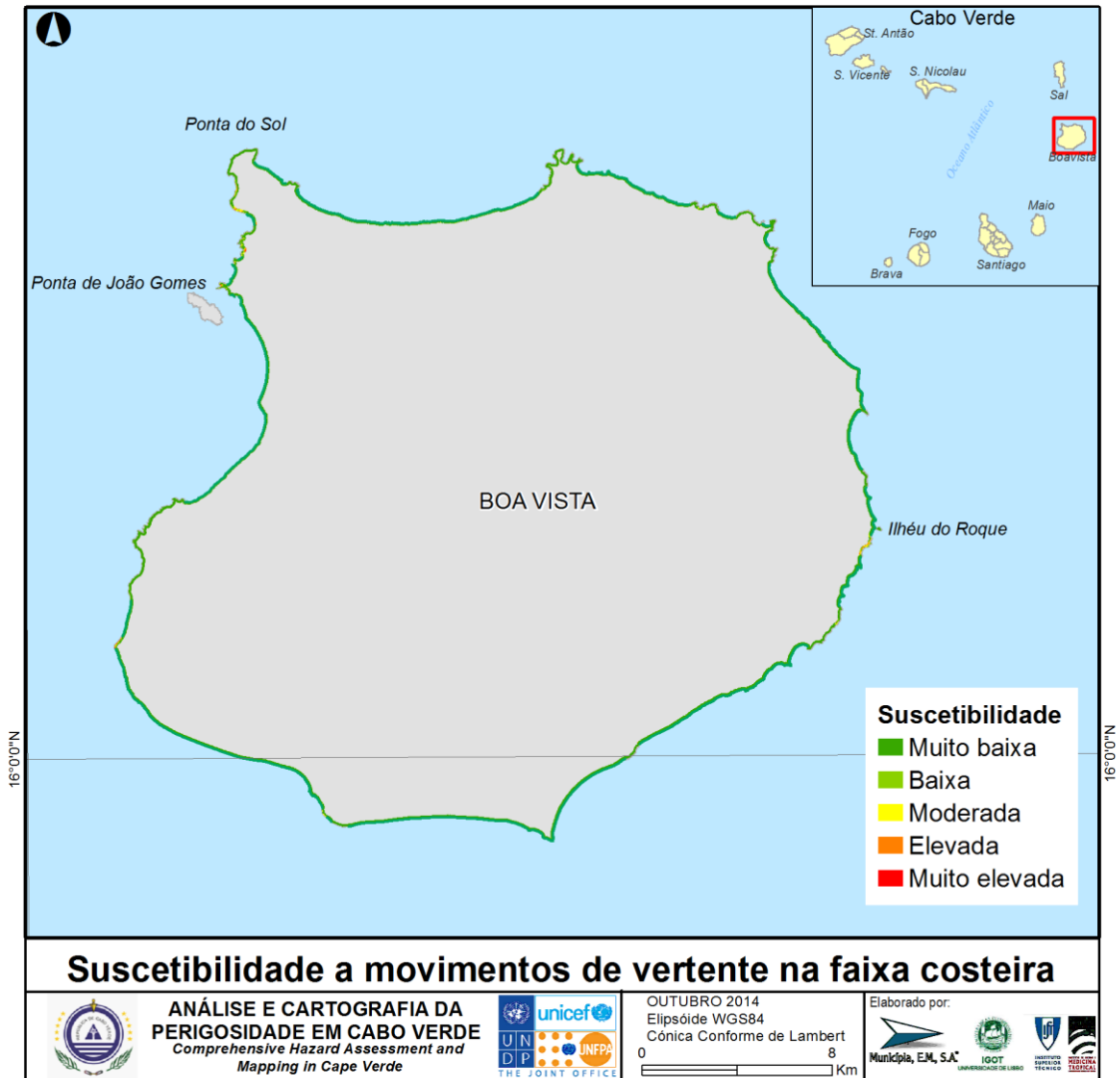


Figura 180 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha da Boavista.

B. Brava

B.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha Brava

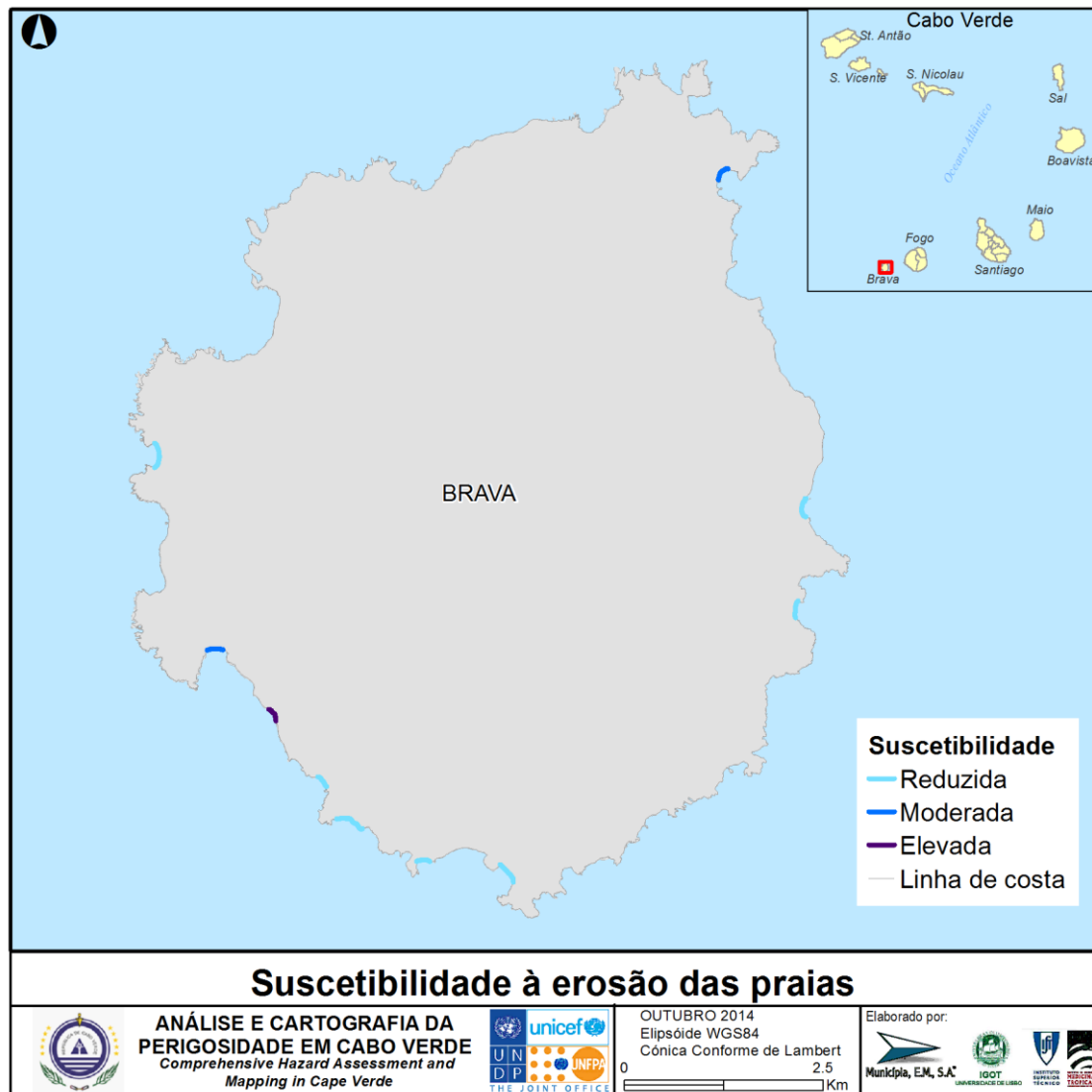


Figura 181 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha Brava.

B.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha Brava

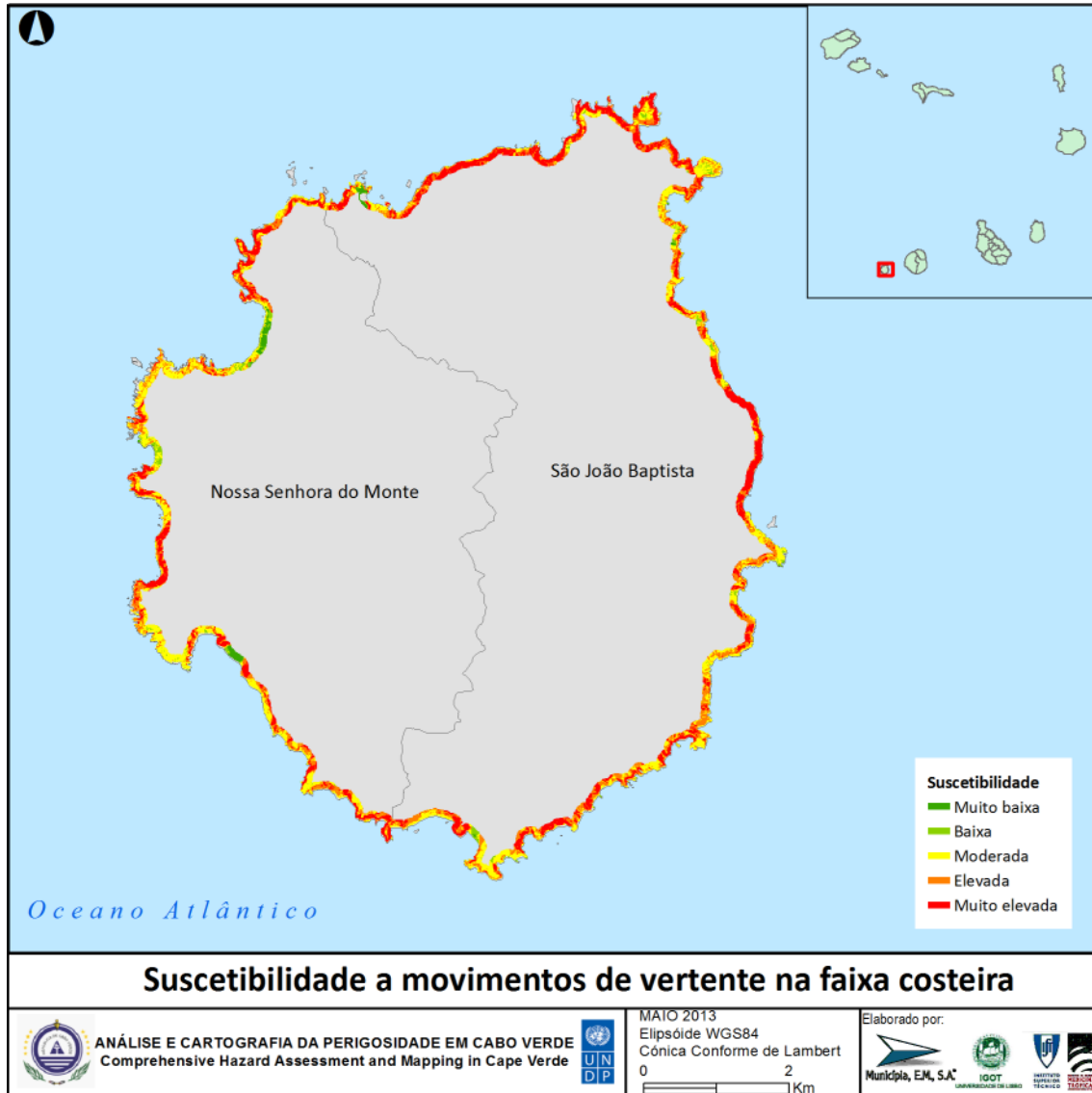


Figura 182 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha Brava.

C. Fogo

C.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Fogo

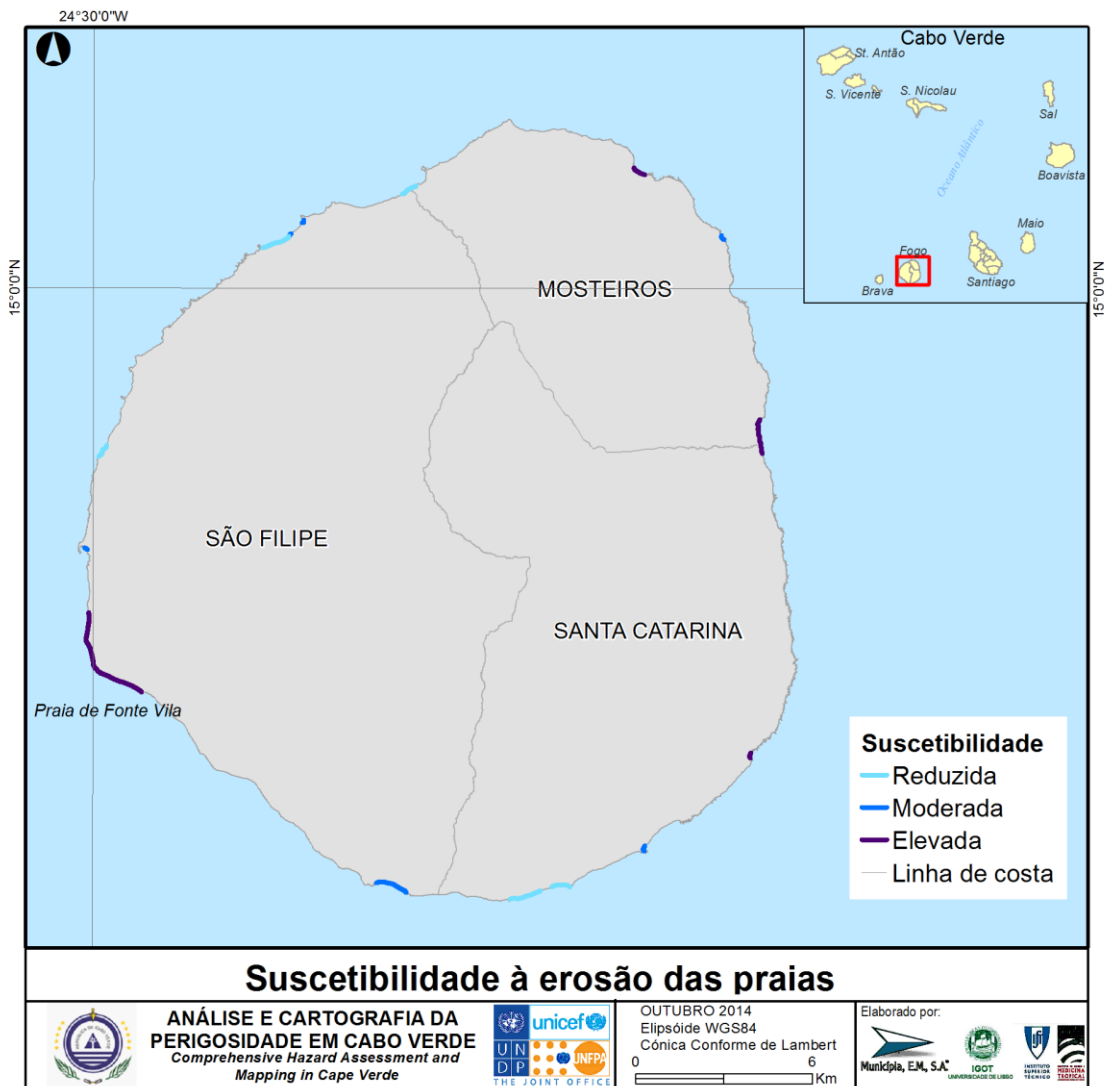


Figura 183 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Fogo.

C.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Fogo

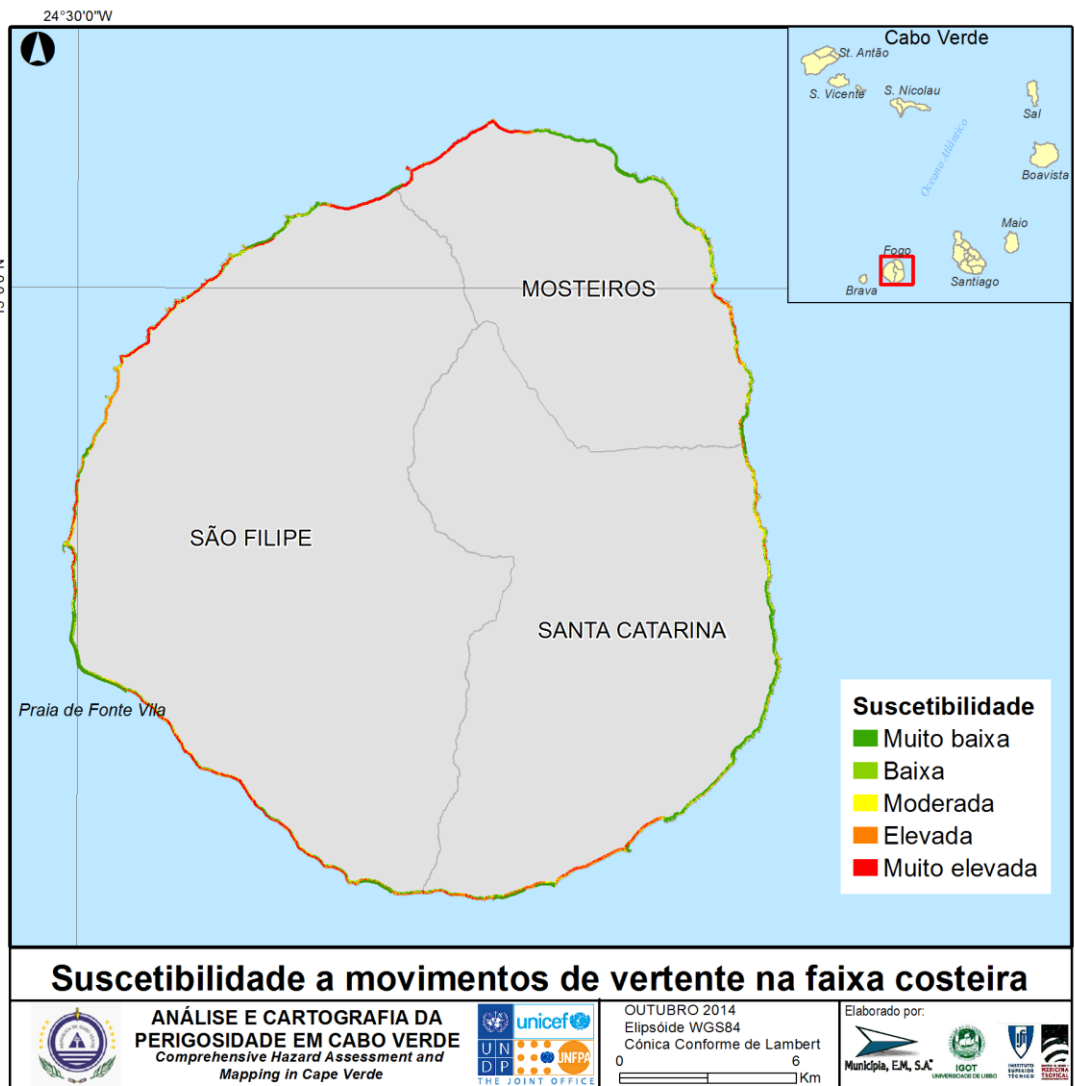


Figura 184 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Fogo.

D. Maio

D.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Maio

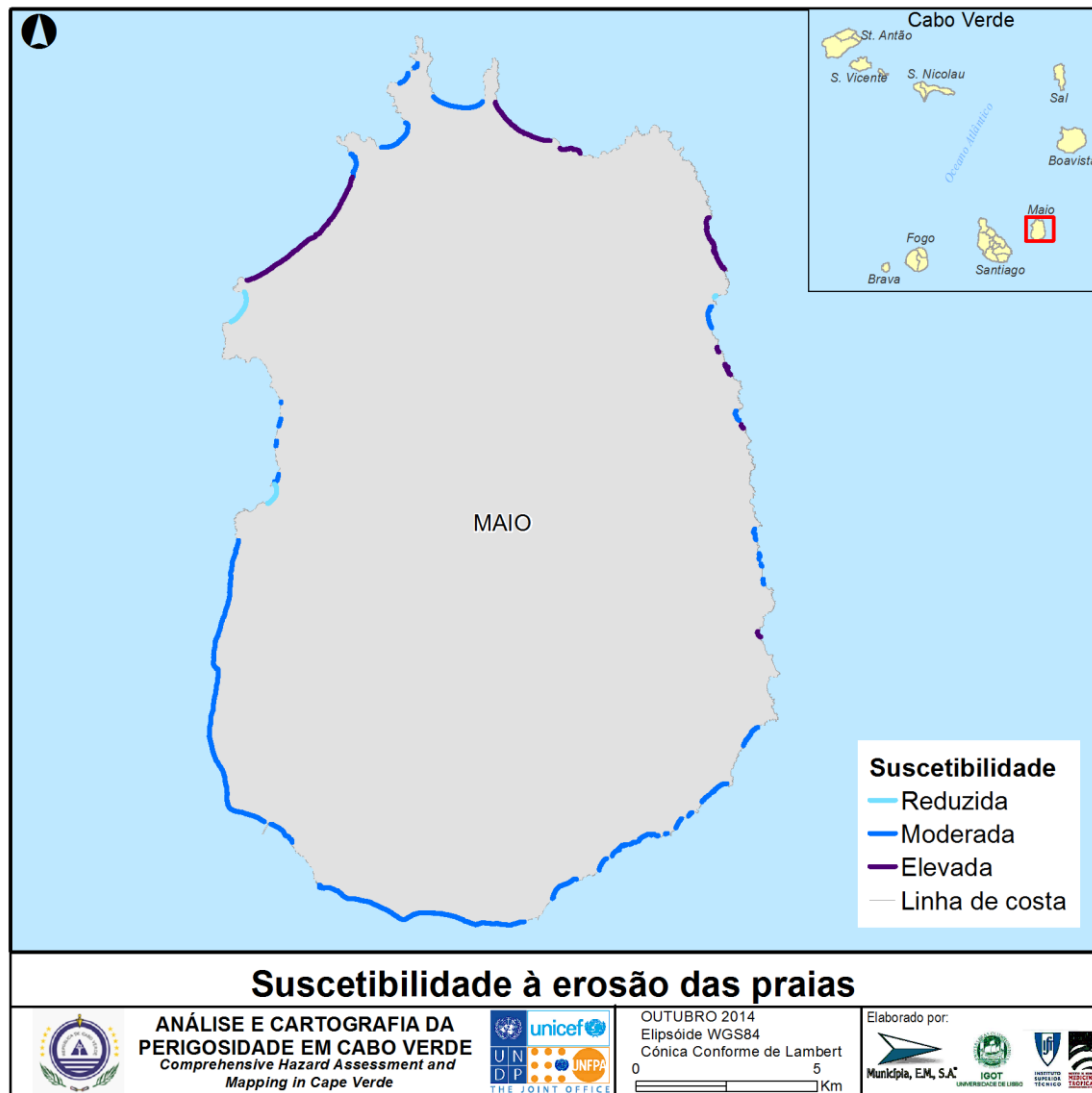


Figura 185 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Maio.

D.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Maio

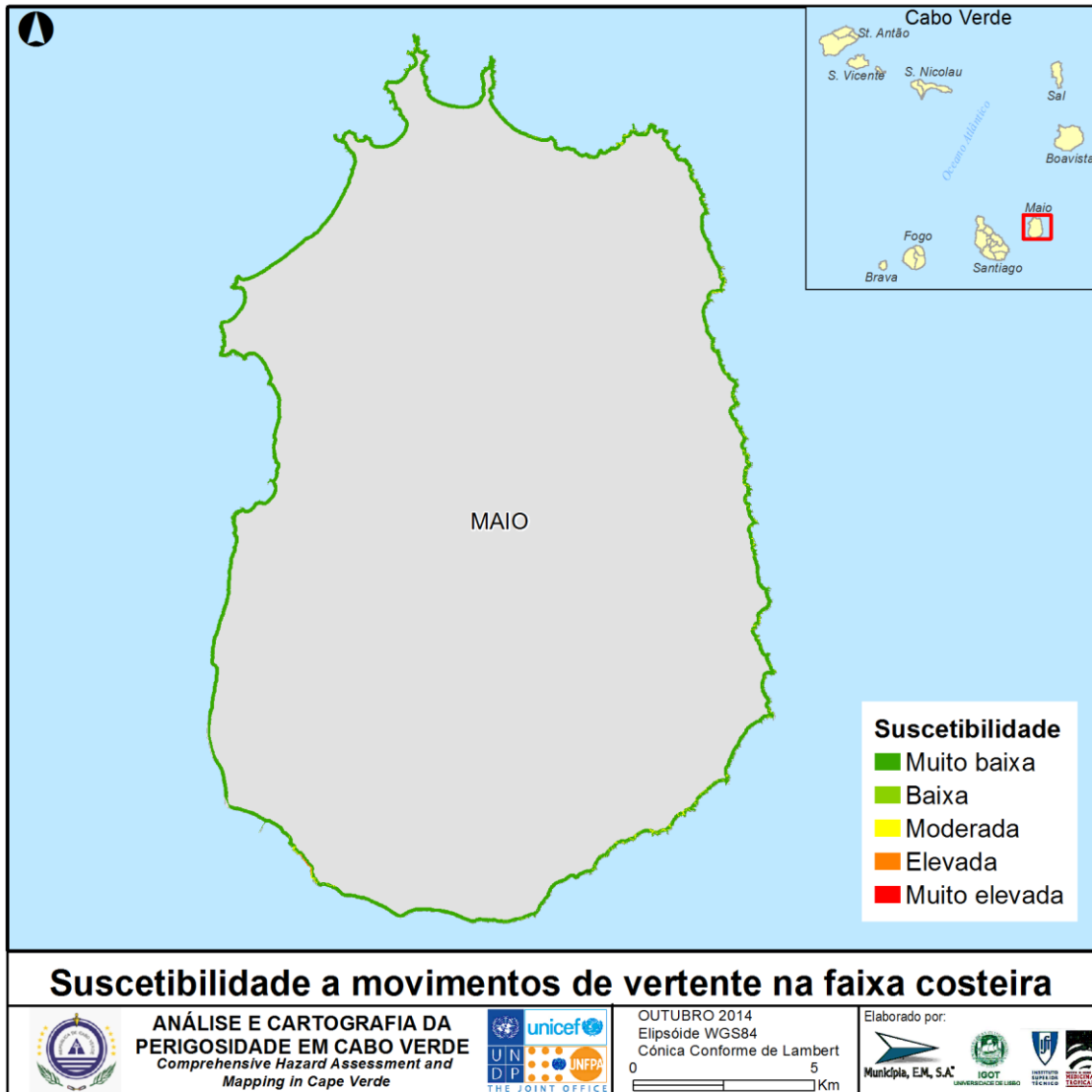


Figura 186 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Maio.

E. Sal

E.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Sal

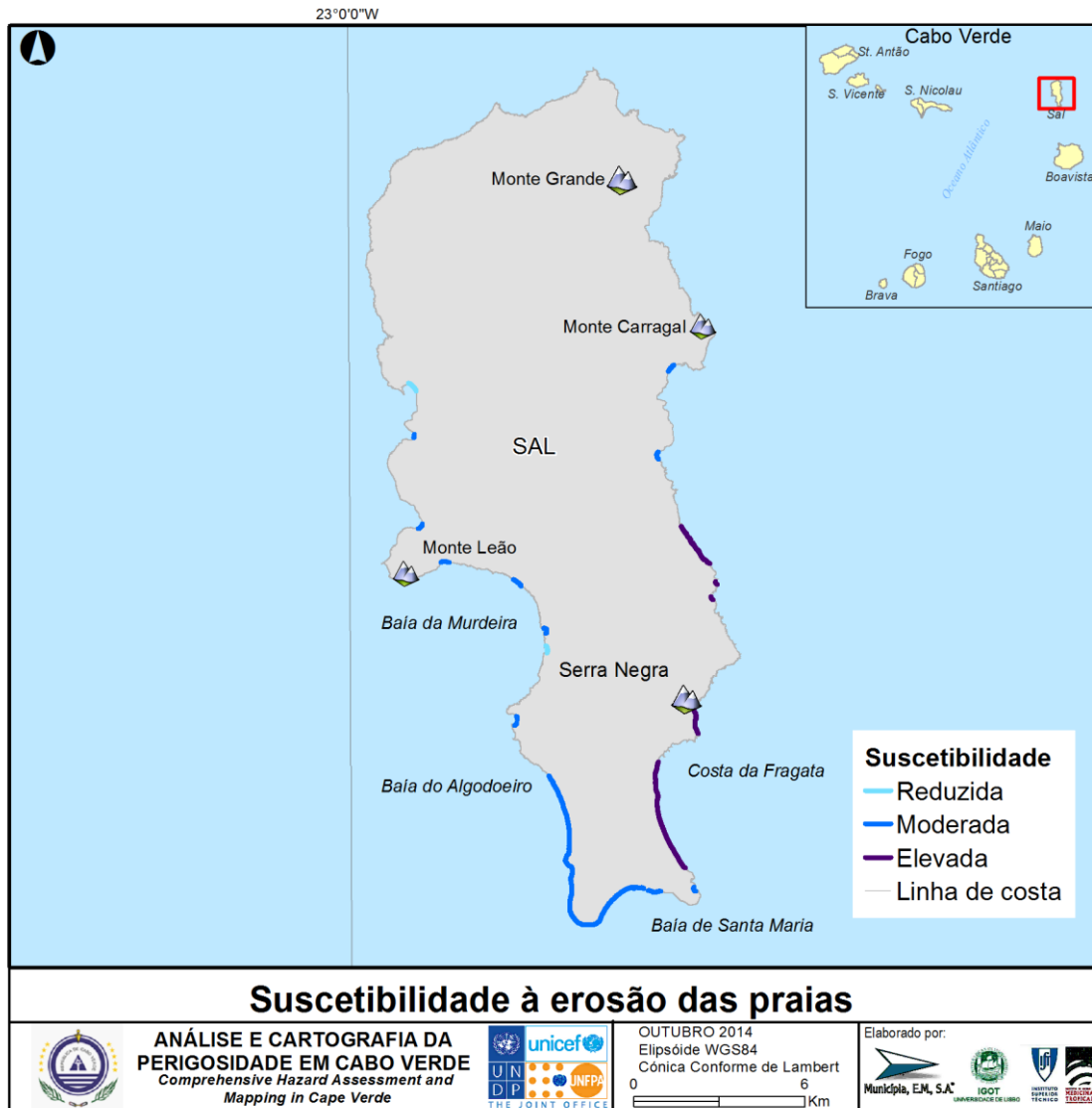


Figura 187 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Sal.

E.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Sal

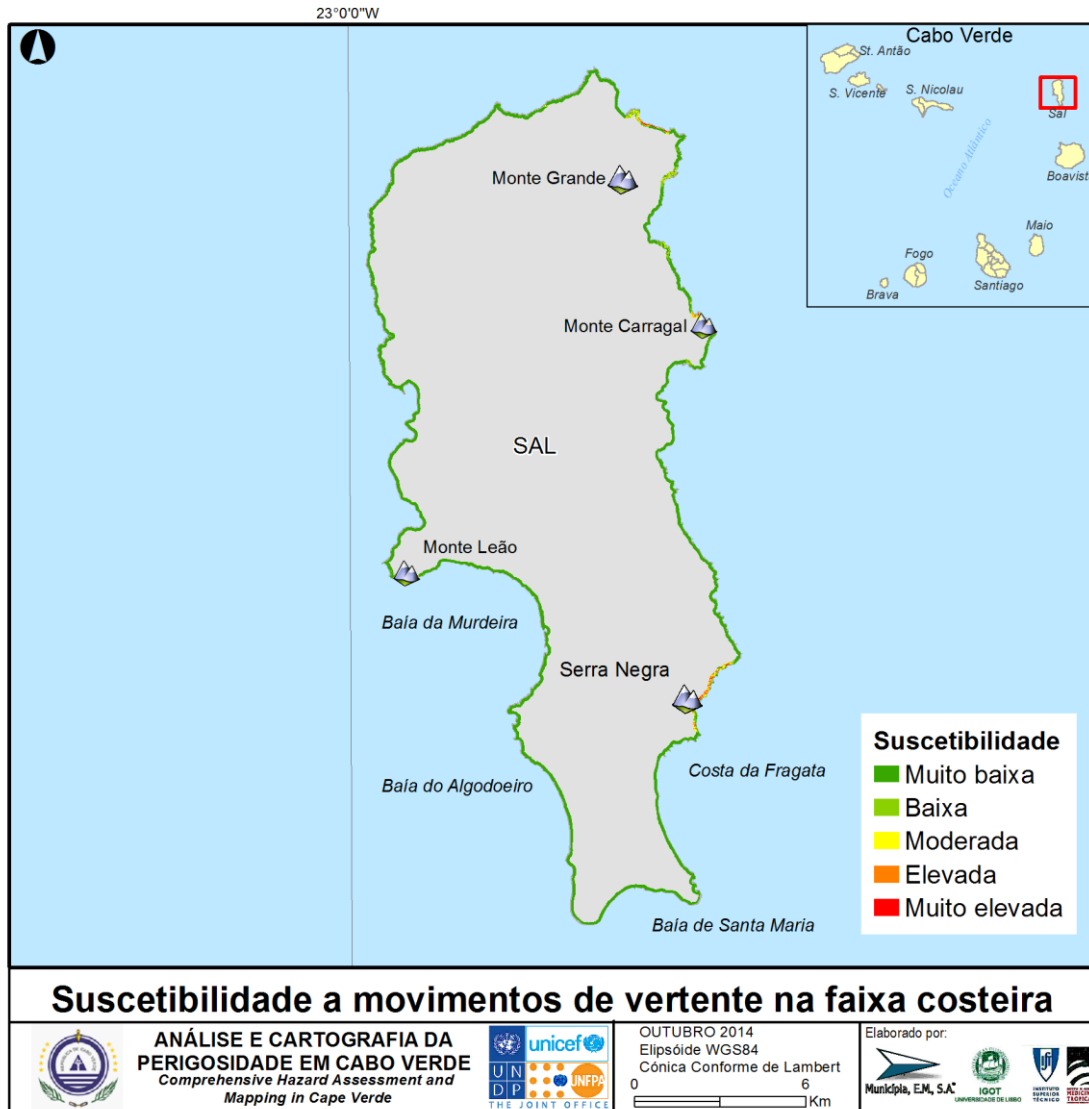


Figura 188 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Sal.

F. Santiago

F.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santiago

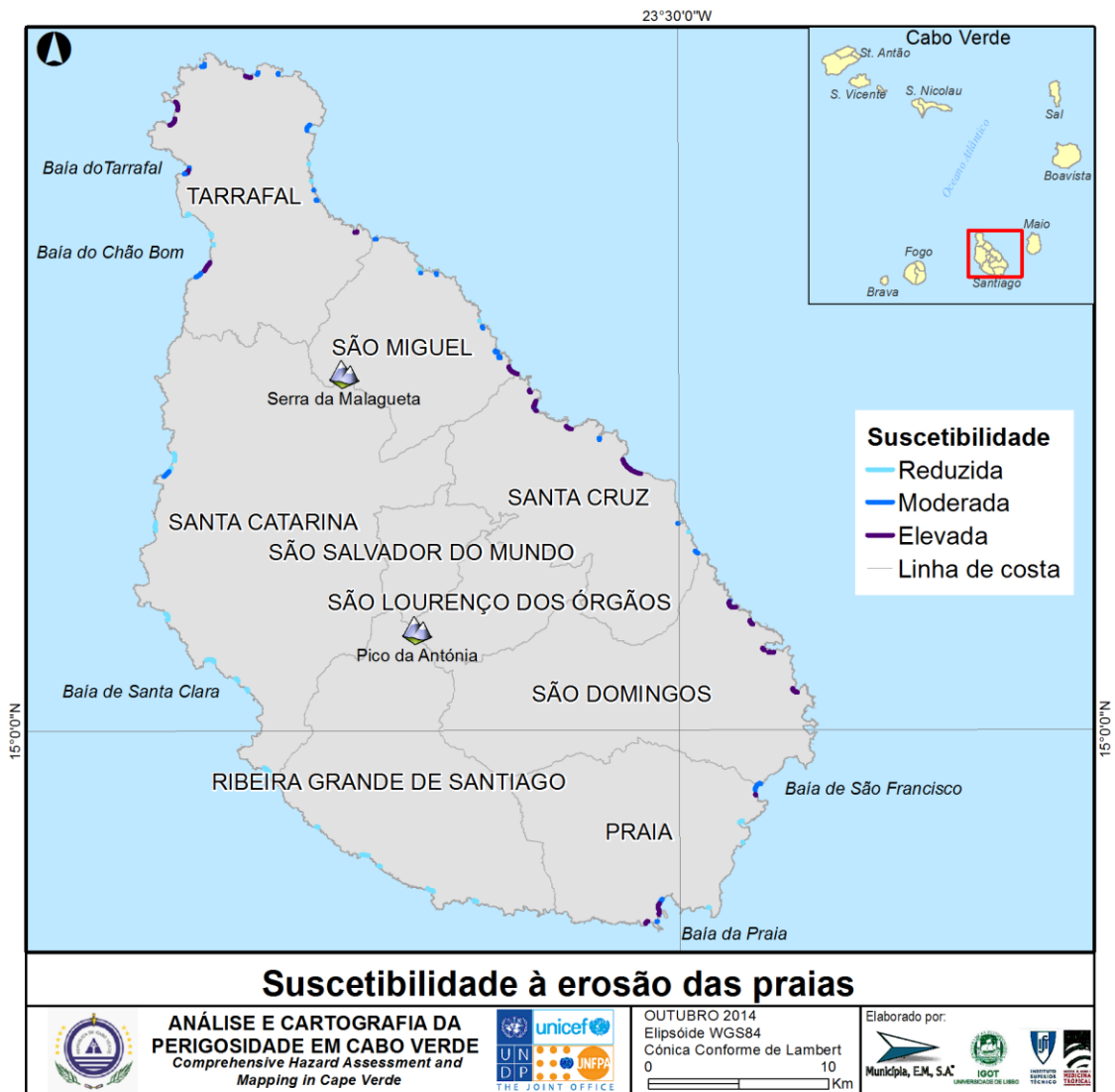


Figura 189 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santiago.

F.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santiago

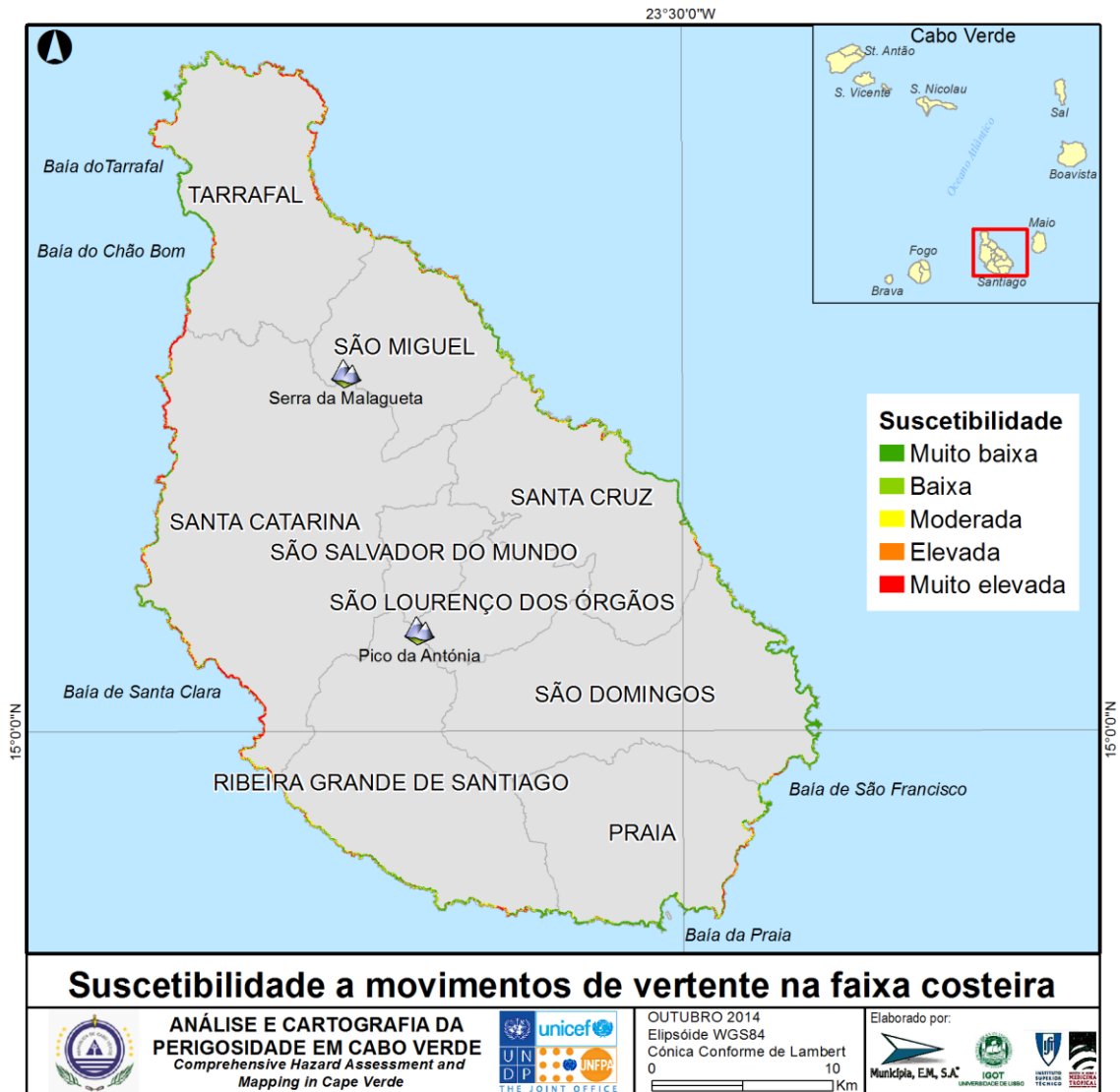


Figura 190 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santiago.

G. Santo Antão

G.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santo Antão

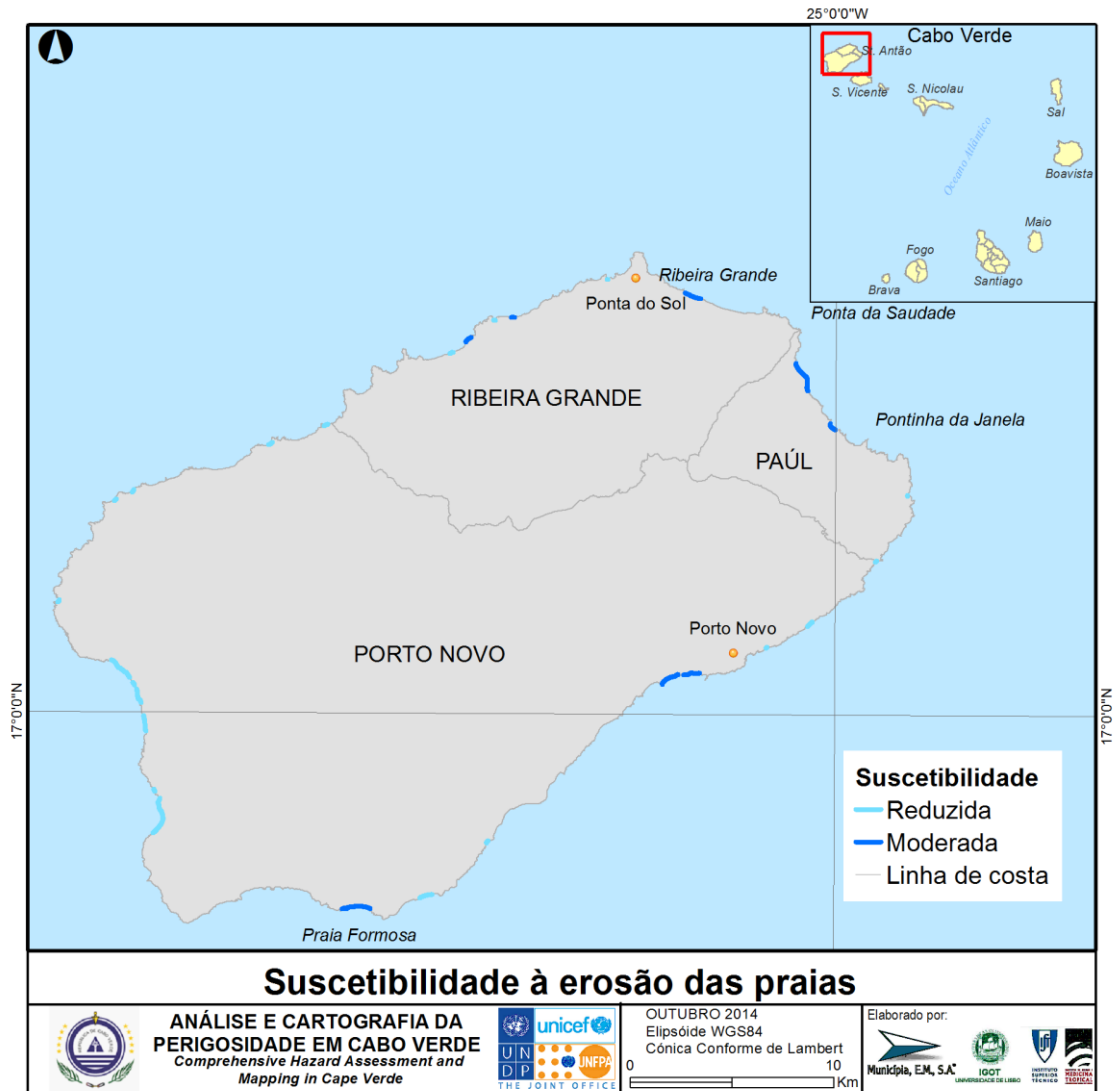


Figura 191 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santo Antão.

G.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santo Antão

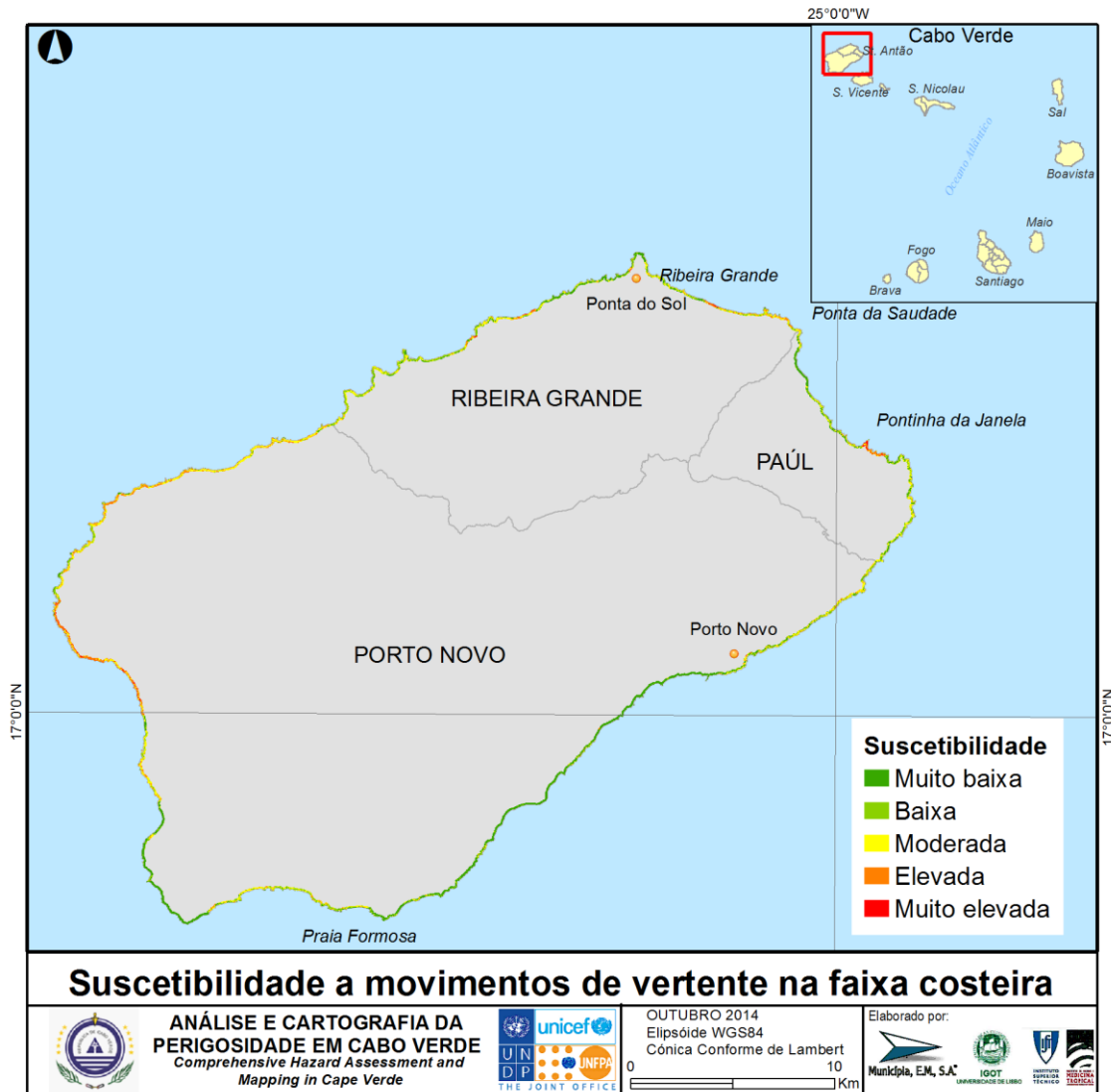


Figura 192 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santo Antão.

H. São Nicolau

H.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de São Nicolau

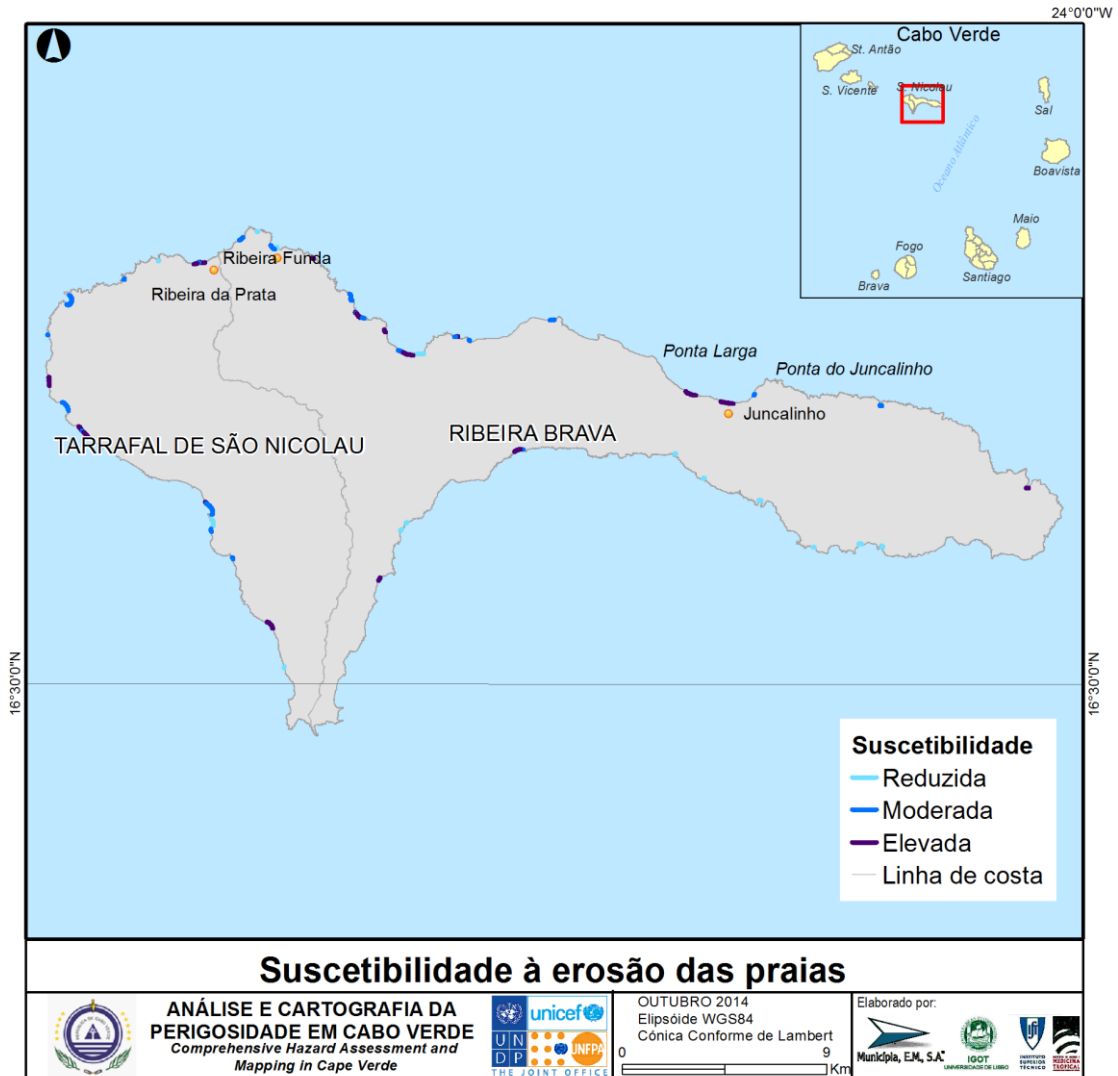


Figura 193 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de São Nicolau.

H.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de São Nicolau

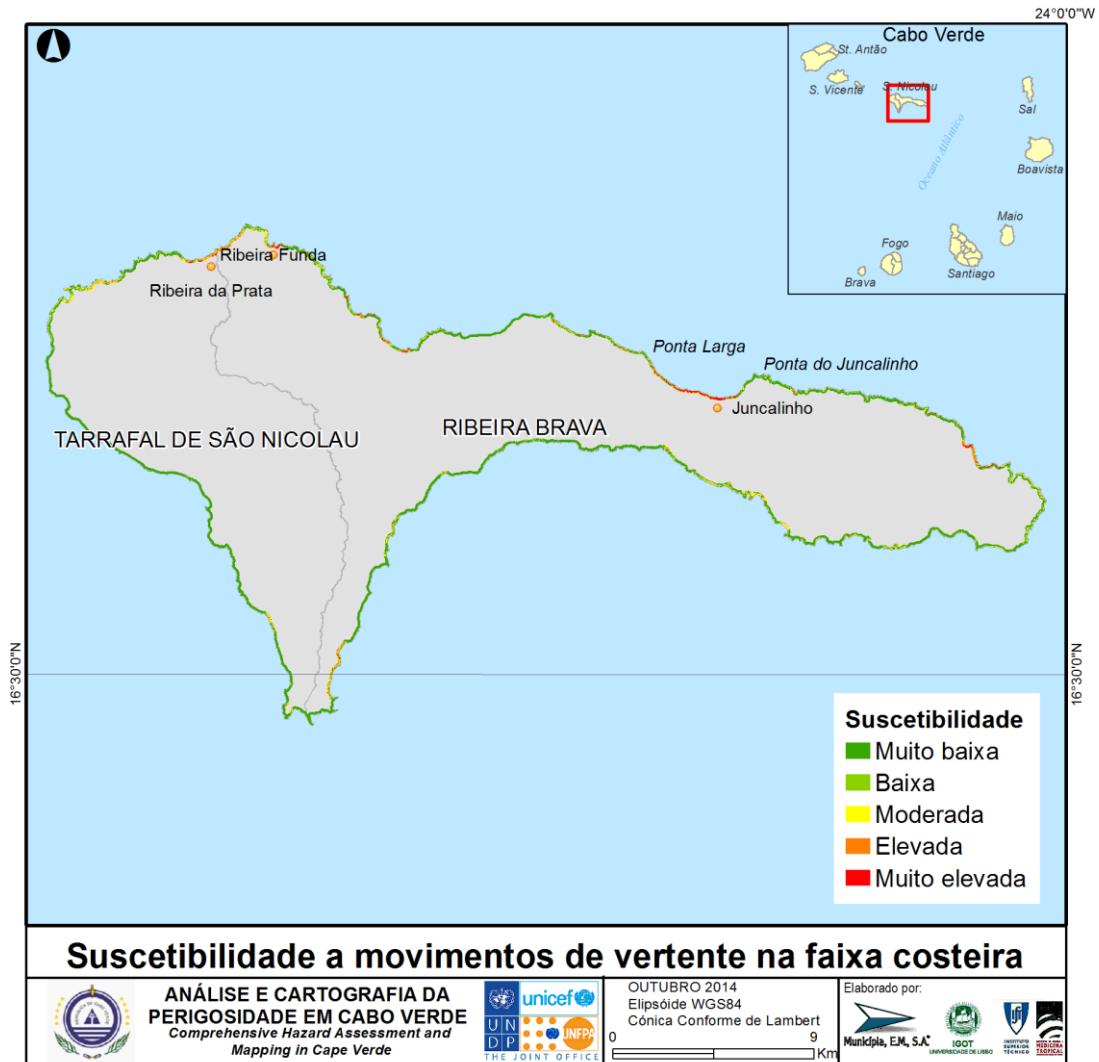


Figura 194 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de São Nicolau.

I. São Vicente
I.1. Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de São Vicente

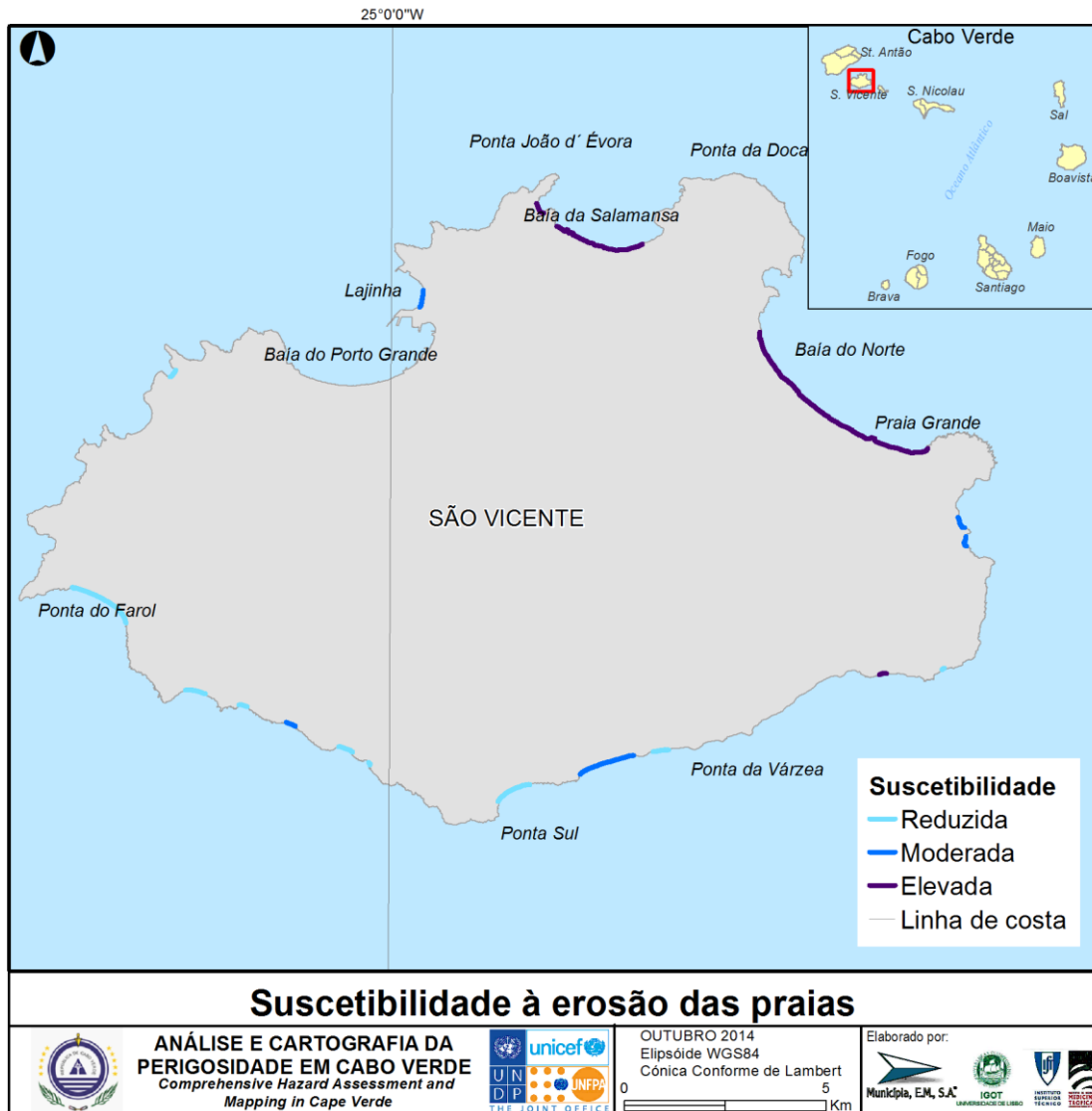


Figura 195 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de São Vicente.

I.2. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de São Vicente

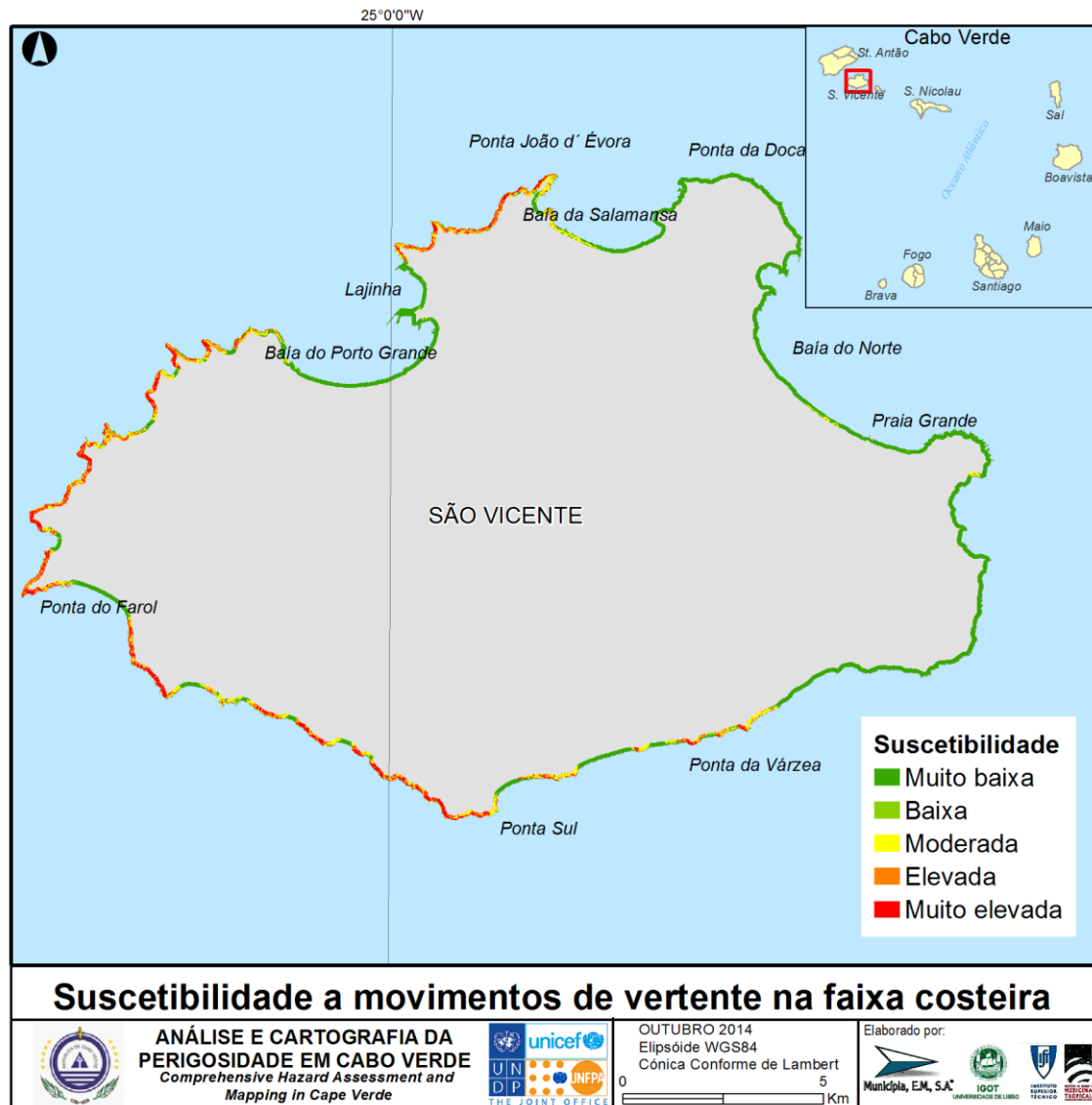


Figura 196 - Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de São Vicente.

3.8.6. Análise da suscetibilidade

A. Boavista

A.1. Introdução

- A ilha da Boavista apresenta uma forma vagamente circular com um litoral geralmente pouco recortado, com uma extensão de 141 km.

A.2. Suscetibilidade à erosão das praias

Tabela 89 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha da Boavista (em %).

	Concelho Freguesia	Boavista			Ilha da Boavista
			S. João Baptista	S. Isabel	
suscetibilidade	Reduzida	0,4	0,7	0,0	0,4
	Moderada	63,5	62,1	65,3	63,5
	Elevada	36,1	37,2	34,7	36,1

- A Boavista é a ilha que apresenta maior percentagem da sua faixa costeira constituída por praias – 65% - beneficiando da maior proximidade com a costa africana, da predominância de vento NE com velocidade suficiente para transportar areias do deserto do Sahara e de uma topografia da ilha pouco movimentada favorável à deposição destas areias; este material junta-se ao resultante da erosão das formações eruptivas e sedimentares que constituem o substrato da ilha.
- São na totalidade praias de areia, em grande maioria fazendo parte de sistemas praia-duna.
- Sendo um litoral pouco recortado, o número e a extensão das praias encastradas é, por isso, diminuto.
- A suscetibilidade é mais elevada nas praias abertas e alongadas de N e NE, expostas ao rumo de ondulação principal.

A.3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 90 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha da Boavista (em %).

	Concelho Freguesia	Boavista		Ilha da Boavista	
		<i>S. João Baptista</i>	<i>S. Isabel</i>		
suscetibilidade	Muito baixa	96,0	97,5	94,9	96,0
	Baixa	1,0	0,5	1,4	1,0
	Moderada	2,2	1,5	2,7	2,2
	Elevada	0,7	0,6	0,8	0,7
	Muito elevada	0,1	0,0	0,1	0,1

- A ilha da Boavista apresenta uma suscetibilidade a movimentos de vertentes muito reduzida, representando ao classes de suscetibilidade baixa a muito baixa 97%.
- Estes valores estão em concordância com os valores de suscetibilidade da área total da ilha.
- Não há diferenças significativas entre os valores registados pelas duas freguesias conferindo estes resultados uma relativa homogeneidade nas características físicas da faixa costeira da ilha.
- Os reduzidos sectores com suscetibilidade mais elevada localizam-se a ESE, num troço litoral a Sul do Ilhéu do Roque e a NW, entre a Ponta de João Gomes e a Ponta do Sol.

B. Brava

B.1. Introdução

- A ilha Brava apresenta uma forma vagamente circular mas com um litoral muito recortado, com uma extensão de 61 km, contactando frequentemente com o mar por intermédio de arribas com forte declive.

B.2. Suscetibilidade à erosão das praias

Tabela 91 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha Brava (em %).

	Concelho Freguesia	Brava			Ilha Brava
			S. João Baptista	N. S ^a do Monte	
suscetibilidade	Reduzida	75,3	69,6	82,5	75,3
	Moderada	0,0	0,0	0,0	0,0
	Elevada	24,7	30,4	17,5	24,7

- A ilha Brava apresenta predominantemente um litoral rochoso talhado em arribas em que as praias detêm uma expressão muito reduzida, inferior a 2%.
- Ligado ao litoral recortado, salientam-se as praias encastradas limitadas para o interior por arribas.
- As praias com suscetibilidade moderada a elevada, apesar de se localizarem nos troços de costa mais abrigados da ondulação predominante de NE, são compostas por sistemas praia de areia-arriba com largura de praia muito reduzida e, por isso, mais suscetível à erosão.

B.3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 92 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente em arribas na ilha Brava (em %).

	Concelho Freguesia	Brava		Ilha Brava
		S. João Baptista	N. S ^a do Monte	
suscetibilidade	Muito baixa	1,9	0,8	1,9
	Baixa	3,0	2,5	3,0
	Moderada	32,2	28,7	32,2
	Elevada	29,1	30,1	29,1
	Muito elevada	33,8	38,0	33,8

- A Ilha Brava apresenta na sua faixa costeira um predomínio de sectores com suscetibilidade a movimentos de vertente elevada a muito elevada, representando o somatório destas duas classes 62,9%.
- Estes valores contrastam fortemente com a suscetibilidade a movimentos de vertente elevada a muito elevada do conjunto da Brava – 15,7%, traduzindo a forma peculiar desta ilha com uma área interior com declives mais suaves e um litoral rochoso bem escarpado.
- Esta suscetibilidade elevada a muito elevada é mais acentuada na faixa costeira da freguesia de S. João Baptista – exposta a NE, atingindo aí 68,1%.

C. Fogo

C.1. Introdução

- A ilha do Fogo tem uma forma aproximadamente circular e a sua faixa costeira desenvolve-se ao longo de 106 km, sobressaindo principalmente os troços talhados em arriba

C.2. Suscetibilidade à erosão das praias

Tabela 93 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Fogo (em %).

	Concelho	S. Catarina	São Filipe			Mosteiros	Ilha do Fogo
	Freguesia	S. Catarina		N. S ^a da Conceição	S. Lourenço	N. S ^a da Ajuda	
suscetibilidade	Reduzida	51,2	27,8	0,0	88,3	0,0	33,2
	Moderada	12,2	20,6	24,8	11,7	26,6	18,5
	Elevada	36,6	51,5	75,2	0,0	73,4	48,3

- Apesar do predomínio de um litoral rochoso, os sectores com praia ocupam cerca de 11% do litoral, valor bem superior às das vizinhas ilhas da Brava e Santiago.
- A distribuição destas praias pelo litoral da ilha do Fogo não é uniforme, apresentando a Freguesia de N. S^a da Ajuda, situada a NE, a menor extensão litoral com praia, com 24 metros de praia por cada km de faixa costeira, por oposição à Freguesia de N. S^a da Conceição, localizada a SW, que ostenta 235m praia/km litoral.
- Nesta ilha, 62% das praias são constituídas por areia.
- As praias que obtiveram uma suscetibilidade mais elevada são, em maioria, constituídas por sistema praia-arriba apresentando combinações de exposições e tipos de praia diversos.
- Destaque para a praia de Fonte Vila, junto à cidade de S. Filipe, a mais extensa praia das ilhas ocidentais de Cabo Verde - com cerca de 3,8km – que, apesar da exposição a SW, tem uma suscetibilidade à erosão elevada por ser constituída por areia e ser estreita – maior parte com largura inferior a 100 metros – estando limitada para o interior por uma arriba.

C.3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 94 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Fogo (em %).

Concelho Freguesia	S. Catarina	São Filipe	São Filipe		Mosteiros	Ilha do Fogo
	S. Catarina		N. S ^a da Conceição	S. Lourenço	N. S ^a da Ajuda	
Muito baixa	34,7	18,4	23,4	13,1	35,3	27,5
Baixa	16,1	12,4	13,8	11,0	13,8	13,9
Moderada	15,6	12,6	12,8	12,3	11,2	13,1
Elevada	23,0	21,1	17,0	25,4	12,1	19,4
Muito elevada	10,5	35,5	33,0	38,2	27,6	26,1

- A faixa costeira da ilha do Fogo apresenta um equilíbrio no que respeita à suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente entre troços com suscetibilidade baixa a muito baixa – 45,5% - e troços com suscetibilidade elevada a muito elevada - 41,4%.
- Estes valores contrastam com o peso das classes de suscetibilidade a movimentos de vertente da totalidade da ilha em que a percentagem das classes baixa a muito baixa é claramente superior com 64,4%.
- No entanto, a distribuição espacial destas classes pelas quatro freguesias não é semelhante; as freguesias de N. S^a da Ajuda e S. Catarina localizadas na parte leste da ilha do Fogo apresentam valores de suscetibilidade baixa a muito baixa superiores, respetivamente de 49,1% e 50,8%, enquanto as freguesias que ocupam a metade oeste da ilha, N. S^a da Conceição e S. Lourenço, apresentam predominantemente valores de suscetibilidade elevada a muito elevada, com valores acumulados respetivamente de 50,0% e 63,5%.
- É aliás nestas duas freguesias que os contrastes entre a faixa costeira e o restante território mais se acentuam com valores 43 a 44% superiores no acumulado das classes de suscetibilidade elevada a muito elevada da faixa costeira em comparação com o restante território; esta diferença justifica-se fundamentalmente pela predominância nestas freguesias de uma faixa costeira talhada em arribas com forte declive.

D. Maio

D.1. Introdução

- A ilha de Maio apresenta uma forma aproximadamente elipsoidal mais alongada na direção N-S, com uma faixa costeira mais recortada a Leste e a Norte e com um comprimento total do litoral de 110 km.

D.2. Suscetibilidade à erosão das praias

Tabela 95 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Maio (em %).

	Concelho Freguesia	Maio N.Sª da Luz	Ilha de Maio
suscetibilidade	Reduzida	4,5	4,5
	Moderada	70,7	70,7
	Elevada	24,8	24,8

- Maio, juntamente com a Boavista, são as ilhas que apresentam maior percentagem da sua faixa costeira constituída por praias, no caso da ilha de Maio, cerca de 36% do litoral, devido à sua maior proximidade com a costa africana e da capacidade que os ventos de NE têm de transportar areias do deserto do Sahara depositando-as aqui beneficiando de uma topografia da ilha, tal como na Boavista, pouco movimentada; este material junta-se ao resultante da erosão das formações eruptivas e sedimentares que constituem o substrato da ilha.
- Deste modo, as praias são, na totalidade constituídas por areia e, em cerca de 91%, integram sistemas praia-duna.
- A suscetibilidade é predominantemente moderada, estando as praias com suscetibilidade elevada localizadas no litoral Norte da Ilha.

D. 3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 96 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Maio (em %).

	Concelho Freguesia	Maio N.Sª da Luz	Ilha de Maio
suscetibilidade	Muito baixa	95,3	95,3
	Baixa	2,0	2,0
	Moderada	2,5	2,5
	Elevada	0,1	0,1
	Muito elevada	0,1	0,1

- A ilha de Maio apresenta uma suscetibilidade a movimentos de vertentes na faixa costeira muito reduzida, representando as classes de suscetibilidade baixa a muito baixa 97,3%.
- Estes valores são ligeiramente superiores aos valores de suscetibilidade do total da ilha mas encontram justificação no facto da faixa costeira da ilha de Maio ser constituída principalmente por sistemas praia-duna, onde movimentos de vertente não ocorrem.
- Os reduzidos sectores com maior grau de suscetibilidade localizam-se principalmente na costa Leste, nos troços de litoral onde o contacto com o mar é feito através de arribas.

E. Sal

E.1. Introdução

- A ilha do Sal integra o grupo mais oriental das ilhas de Cabo Verde, estendendo-se na direção S-N com comprimento máximo de 30 km e largura que aumenta progressivamente no mesmo sentido, entre 3 km a Sul e 11 km no sector Norte da Ilha.
- A faixa costeira desta ilha estende-se ao longo de 122 km, apresentando a Sul reentrâncias de grande amplitude formando amplas baías – as Baías da Murdeira, do Algodoeiro, de Santa Maria e a Costa da Fragata – e, a Norte, um litoral mais finamente recortado particularmente nos sectores Leste e Norte.

E.2. Suscetibilidade à erosão das praias

Tabela 97 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha do Sal (em %).

	Concelho Freguesia	Sal N.Sª das Dores	Ilha do Sal
suscetibilidade	Reduzida	3,5	3,5
	Moderada	59,3	59,3
	Elevada	37,1	37,1

- A posição mais aproximada da costa africana da ilha do Sal favorece a deposição de areias do deserto do Sahara transportadas pelos competentes ventos de NE, que se juntam aos materiais resultantes da erosão das formações eruptivas e sedimentares que constituem o substrato da ilha; em consequência, o Sal apresenta 19,5 km. de praia - 161 m praia/km litoral – fundamentalmente concentrados na metade Sul da ilha.
- As praias da ilha do Sal são constituídas exclusivamente por areia sendo os sistemas praia-duna predominantes.
- As praias com suscetibilidade elevada à erosão representam 37,1 da extensão total de litoral de praia e localizam-se exclusivamente na costa Leste da ilha, abertas à ondulação predominante de NE.

E.3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 98 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha do Sal (em %).

	Concelho Freguesia	Sal N.Sª das Dores	Ilha do Sal
suscetibilidade	Muito baixa	91,1	91,1
	Baixa	3,3	3,3
	Moderada	3,5	3,5
	Elevada	1,5	1,5
	Muito elevada	0,7	0,7

- A ilha do Sal apresenta uma suscetibilidade muito reduzida a movimentos de vertentes, representando as classes de suscetibilidade baixa a muito baixa 94,4%, ligeiramente inferiores aos calculados para o conjunto da ilha – 97,4%
- Os reduzidos sectores com suscetibilidade mais elevada correspondem a vertentes de colinas que se localizam junto ao litoral e que contactam com o mar através de arribas: (i) na costa Leste, a vertente SE da Serra Negra e a vertente NE do Monte Cagarral; (ii) na costa N, a vertente NE do Monte Grande; (iii) na costa W, a vertente S do Monte Leão.

F. Santiago

F.1. Introdução

- Santiago é a maior ilha do arquipélago de Cabo Verde, representando a sua área 25% do total da área emersa do arquipélago; apresenta uma forma grosseiramente elipsoidal com o eixo maior com comprimento de 56 km disposto na direção SE-NW e largura superior no sul e centro da ilha – 28 km – e inferior no sector N – 6 a 9 km.
- O litoral de Santiago é igualmente o mais extenso das 9 ilhas do arquipélago com um comprimento de 351 km.
- De uma forma geral, é um litoral bastante recortado, em particular na costa exposta a NE, apresentando algumas reentrâncias amplas – a baía de S. Francisco, na costa SE, a Baía da Praia na costa S e as Baías de S. Clara, do Chão Bom e do Tarrafal na costa W.
- Na faixa costeira da ilha de Santiago, as praias são escassas ocupando uma extensão reduzida – 54 m praia/km litoral – predominando os litorais rochosos.

F.2. Suscetibilidade à erosão das praias

	Concelho	Ribeira Grande de Santiago			Praia N. S ^a da Graça	S. Domingos N. S ^a da Luz	S. Cruz Santiago Maior	S. Catarina S. Catarina	S. Miguel Arcanjo S. Miguel Arcanjo	Tarrafal S. Amaro Abade	Ilha de Santiago
		S. Nome de Jesus	S. João Baptista								
suscetibilidade	Reduzida	100,0	100,0	100,0	19,9	0,0	3,3	86,8	10,3	12,4	30,9
	Moderada	0,0	0,0	0,0	34,2	18,3	11,8	13,2	47,8	35,8	24,0
	Elevada	0,0	0,0	0,0	45,9	81,7	84,9	0,0	41,9	51,9	45,0

Tabela 99 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santiago (em %).

- Na ilha de Santiago, a extensão ocupada por praias de areia é ligeiramente superior ao ocupado pelas praias onde na sua composição predominam elementos da dimensão dos calhaus, registando-se um maior equilíbrio entre os sistemas de praia-arriba e os sistemas praia-sector terminal de vale.
- O predomínio da classe de suscetibilidade elevada que se regista no conjunto das praias da ilha, não tem um registo semelhante no litoral das várias freguesias.
- Esta classe não tem sequer representação nas freguesias do Santíssimo Nome de Jesus, S. João Baptista e S. Catarina, freguesias cujo litoral se encontra exposto a W e SW, mas acentua-se fortemente nas freguesias de Nossa Senhora da Luz e Santiago Maior – cuja faixa costeira se expõe principalmente a NE.
- As 3 freguesias restantes apresentam resultados aproximados aos valores médios da ilha, embora por razões diversas: (i) a freguesia de Nossa Senhora da Graça detém maioritariamente praias de areia, ora limitadas por arribas ou por infraestruturas antrópicas, ora estando ligadas a sectores terminais de vale; (ii) na freguesia de São Miguel Arcanjo, embora com litoral principalmente exposto a NE, as praias são normalmente encaixadas e ligadas à alimentação proveniente de sectores terminais de vale; (iii) em Santo Amaro Abade, embora apresentando resultados superiores de praias com suscetibilidade elevada, os valores obtidos refletem o facto do litoral desta freguesia apresentar quase todos as exposições e praticamente todos os sistemas de praia identificados neste trabalho.

F.3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 100 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santiago (em %).

Concelho	Ribeira Grande de Santiago			Praia	S. Domingos	S. Cruz	S. Catarina	S. Miguel Arcanjo	Tarrafal	Ilha de Santiago	
	Freguesia	S. Nome de Jesus	S. João Baptista								
				N. S.ª da Graça	N. S.ª da Luz	Santiago Maior	S. Catarina	S. Miguel Arcanjo	S. Amaro Abade		
suscetibilidade	Muito baixa	41,0	46,6	36,4	61,2	79,4	54,8	22,9	50,4	43,8	48,2
	Baixa	16,0	16,6	15,6	9,9	9,5	13,3	6,7	13,8	8,0	10,1
	Moderada	24,9	20,0	28,9	14,0	7,4	17,6	16,9	17,8	15,9	16,1
	Elevada	7,1	6,5	7,6	5,2	2,0	7,2	10,1	6,6	9,0	7,2
	Muito elevada	11,0	10,3	11,5	9,7	1,8	7,0	43,5	11,4	23,4	18,4

- A faixa costeira da ilha de Santiago apresenta uma maioria de troços classificados com suscetibilidade baixa a muito baixa – 58,3% coincidente com o peso destas duas classes de suscetibilidade no conjunto da área de Santiago.
- Pelo contrário, as classes de suscetibilidade elevada a muito elevada são superiores no litoral – 25,6% - quando comparadas com as do total da ilha – 17,7% - destacando-se em particular os troços litorais com suscetibilidade muito elevada que representam 18,4%.
- No entanto, a distribuição espacial destas classes pelas oito freguesias com faixa costeira não é semelhante, com destaque para as freguesias de Santo Amaro Abade e, principalmente, para S. Catarina; Em S. Amaro Abade, salientam-se os troços litorais expostos a Leste e Nordeste onde as arribas talhadas fundamentalmente em mantos basálticos apresentam um declive superior; o litoral da freguesia de S. Catarina exposto a W, é talhado em afloramentos de rochas semelhantes ocorrendo aqui os troços de arriba mais abrupta da ilha, que encontram justificação por estarem de alguma forma ligados aos relevos principais de Santiago, correspondendo aos contrafortes da Serra da Malagueta a Norte e do Maciço montanhoso que se estende de SE para NW e que tem o seu cimo no Pico da Antónia.
- De uma forma geral, não se verificam infraestruturas antrópicas nos sectores da faixa costeira com suscetibilidade elevada a muito elevada a movimentos de vertente, com exceção da faixa junto ao alto da arriba na Cidade Velha que está classificada com suscetibilidade moderada a elevada.

G. Santo Antão

G.1. Introdução

- Santo Antão é a segunda maior ilha do arquipélago de Cabo Verde, tem uma forma vagamente retangular alongada na direção SW-NE com cerca de 42 km de comprimento e largura oscilando entre 25 km no sector SW da ilha e 20 km no seu sector NE.
- O litoral de Santo Antão é muito pouco recortado estendendo-se por 178 km.
- Na faixa costeira da ilha de Santo Antão, as praias são escassas ocupando uma extensão reduzida – 82 m praia/km litoral – predominando os litorais rochosos.

G.2. Praias

Tabela 101 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de Santo Antão (em %).

	Concelho Freguesia	Porto Novo			Paul S. António das Pombas	Ribeira Grande			Ilha de S. Antão	
			S. João Baptista	S. André			S. Pedro Apóstolo	N. S ^a do Rosário		N. S ^a do Livramento
suscetibilidade	Reduzida	69,3	66,2	100,0	3,3	21,3	34,8	0,0	100,0	54,3
	Moderada	30,7	33,8	0,0	96,7	78,7	65,2	100,0	0,0	45,7
	Elevada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

- As praias de Santo Antão são predominantemente constituídas por materiais da dimensão dos calhaus e encontram-se quase exclusivamente localizadas no sector terminal dos vales beneficiando da alimentação em sedimentos que o escoamento torrencial favorece.
- As únicas praias de areia – a praia Formosa, a Sul e a Praia de Porto Novo - encontram-se na freguesia de S. João Baptista.
- Esta conjugação de características favorece o facto de nenhuma destas praias ter uma classificação elevada quanto à suscetibilidade à erosão.
- Na distribuição das praias por freguesias, Santo António das Pombas e Nossa Senhora do Rosário têm a quase totalidade das praias - ou mesmo todas no caso da segunda freguesia classificadas com suscetibilidade moderada.

G.3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 102 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de Santo Antão (em %).

Concelho	Porto Novo			Paul	Ribeira Grande			Ilha de S. Antão		
	Freguesia	S. João Baptista	S. André	S. António das Pombas	S. Pedro Apóstolo	N. Sª do Rosário	N. Sª do Livramento			
suscetibilidade	Muito baixa	39,2	53,6	5,3	34,6	24,4	14,6	10,7	48,7	35,1
	Baixa	12,9	13,9	10,7	20,6	27,5	36,8	18,7	18,7	17,4
	Moderada	30,5	23,9	45,9	33,7	36,0	39,1	40,2	28,4	32,2
	Elevada	15,8	7,6	35,2	8,3	10,9	8,5	27,7	3,5	13,7
	Muito elevada	1,6	1,0	3,0	2,8	1,2	1,0	2,6	0,6	1,6

- A ilha de Santo Antão apresenta um ligeiro predomínio – 52,5% - de suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira baixa a muito baixa, um valor 6% superior ao obtido para o conjunto da ilha.
- Aqueles resultados acentuam-se nas freguesias de São João Baptista e Nossa Senhora do Livramento, curiosamente localizadas em extremos e com dimensões opostas, a primeira com 67 km de litoral exposto a SE, S e SW e a segunda somente com 13 km de linha de costa exposta a NW, N e NE.
- Os sectores com suscetibilidade a movimentos de vertente alta a muito alta representam 15,3% da faixa costeira da ilha de S. Antão
- Estes valores descem para 4,1% na freguesia de Nossa Senhora do Livramento, mas sobem para 38,2% na freguesia de S. André, freguesia onde se encontram os troços mais escarpados do litoral da ilha.
- Devidos aos eventuais riscos envolvidos, destaca-se a estrada que liga Porto Novo à Ponta do Sol atravessando toda a costa NE, que foi em parte talhada na arriba e tem vários troços classificados com suscetibilidade elevada a muito elevada a movimentos de vertente – em particular o troço a SE da Pontinha da Janela e o troço entre a Ponta da Saudade e a Ribeira Grande.

H. São Nicolau

H.1. Introdução

- A ilha de S. Nicolau tem uma forma peculiar que, grosso modo, permite a divisão em dois sectores: (i) sector Leste que se estende de ESE para WNW ao longo de cerca de 30 km, estreito (entre 3 e 7 km de largura), que favorece o desenvolvimento de dois extensos troços litorais com exposição principal ao quadrante N e ao quadrante S; (ii) sector Oeste mais compacto, estendendo-se a direção principal de SSE para NNW por 22 km.
- Devido a esta forma que a ilha de S. Nicolau apresenta, apesar de, no arquipélago de Cabo Verde, ser a 5ª ilha em área, é a 2ª em extensão do litoral. Este alonga-se por 193 km, não se apresentando muito recortado e sendo claramente mais escarpado na costa Norte.

H.2. Suscetibilidade à erosão das praias

Tabela 103 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de S. Nicolau (em %).

	Concelho Freguesia	Tarfal S. Francisco de Assis	Ribeira Brava		Ilha de S. Nicolau	
			N. Sª do Rosário	N. Sª da Lapa		
suscetibilidade	Reduzida	9,8	21,6	22,8	16,6	16,5
	Moderada	50,0	31,1	21,3	73,8	39,2
	Elevada	40,2	47,3	55,9	9,6	44,2

- A área litoral ocupada por praias em S. Nicolau é muito reduzida - 58 m de praia/km litoral, sendo mais de 2/3 constituídas por areia.
- As praias localizam-se quase exclusivamente nos sectores central e ocidental da ilha e, conseqüentemente, na freguesia de São Francisco de Assis, a faixa costeira com praias é superior - 92 m de praia/km litoral - à média da ilha.
- A suscetibilidade é elevada em 44,2% da faixa costeira ocupada por praias fundamentalmente porque os sistemas praia-arriba com praias estreitas são predominantes.
- Na freguesia de Nossa Senhora do Rosário, a suscetibilidade elevada à erosão das praias é superior - 56,2% - devido a um predomínio nesta freguesia de sistemas de praia-arriba com praias relativamente estreitas expostas a NE.

H.3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 104 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de S. Nicolau (em %).

	Concelho	Tarrafal	Ribeira Brava		Ilha de S. Nicolau	
	Freguesia	S. Francisco de Assis	N. S ^a do Rosário	N. S ^a da Lapa		
suscetibilidade	Muito baixa	80,6	68,2	70,5	46,0	70,1
	Baixa	3,9	8,4	8,1	11,2	7,7
	Moderada	9,9	12,6	11,6	23,0	12,2
	Elevada	4,7	6,3	5,4	14,7	6,1
	Muito elevada	0,8	4,5	4,5	5,0	3,9

- A ilha de S. Nicolau apresenta um predomínio – 78,7% - de suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira baixa a muito baixa, embora relativamente superior ao obtido para o conjunto da ilha – 65,2%.
- Aqueles resultados acentuam-se na freguesia de São Francisco de Assis, atingindo aí 84,5%.
- Por oposição, sectores com suscetibilidade a movimentos de vertente alta a muito alta representam unicamente 9,4% da faixa costeira da ilha de S. Nicolau, enquanto no conjunto da ilha atingem 16,2%.
- Estes valores descem para 5,5% na freguesia de S. Francisco de Assis, onde grande parte da faixa costeira é talhada em cones de dejeção com um declive terminal junto ao mar muito suave, mas sobem para 19,7% na freguesia da Nossa Senhora da Lapa, freguesia onde se encontram os troços mais escarpados do litoral da ilha.
- São aliás de destacar dois troços litorais nesta freguesia devido aos eventuais riscos envolvidos: (i) a aldeia da Ribeira Funda (freguesia de Nossa Senhora da Lapa), localizada em sector com suscetibilidade moderada a elevada; (ii) a estrada de acesso – a única - a Ribeira da Prata (freguesia de São Francisco de Assis) que, a Leste da Ponta do Rabil, foi talhada na arriba em troço classificado com suscetibilidade elevada a muito elevada que, em caso de ocorrência de movimento de vertente, pode deixar isolada esta localidade; (iii) situação semelhante ocorre igualmente na única estrada de acesso à localidade de Juncalinho (freguesia de Nossa Senhora do Rosário) no troço entre a Ponta Larga e a Ponta do Juncalinho igualmente classificado com suscetibilidade elevada a muito elevada.

I. São Vicente

I.1. Introdução

- A ilha de S. Vicente apresenta uma forma geral elipsoidal com eixo maior WSW-ENE com cerca de 24 km e eixo menor com aproximadamente 16 km e uma faixa costeira com um comprimento total de 114 km, com reentrâncias de grande amplitude formando amplas baías – as Baías do Norte, da Salamansa e do Porto Grande na costa Norte e de S. Pedro na costa Sul.

I.2. Suscetibilidade à erosão das praias

Tabela 105 - Suscetibilidade à erosão das praias da ilha de S. Vicente (em %).

	Concelho Freguesia	S. Vicente N.ª da Luz	Ilha de S. Vicente
suscetibilidade	Reduzida	29,0	29,0
	Moderada	17,0	17,0
	Elevada	54,0	54,0

- As praias da ilha de S. Vicente são constituídas principalmente por areia - 96% do litoral constituído por praia – incluídas em sistemas praia-duna e encontrando-se as mais extensas na costa NE.
- São precisamente as praias deste sector litoral expostas à ondulação predominante de NE, particularmente a Praia da Salamansa e a Praia Grande, que apresentam valores de suscetibilidade elevada.
- O previsto alargamento do terraplano para a construção de uma nova via de acesso no sector Sul da praia da Laginha no Mindelo, segundo estudos elaborados por LOID (2009), não provocará alterações morfológicas na praia decorrentes do efeito das obras, prevalecendo as características atuais da praia e a classificação de suscetibilidade moderada.

I.3. Suscetibilidade a movimentos de vertente na faixa costeira

Tabela 106 - Suscetibilidade aos movimentos de vertente na faixa costeira da ilha de S. Vicente (em %).

	Concelho Freguesia	S. Vicente N.ª da Luz	Ilha de S. Vicente
suscetibilidade	Muito baixa	54,9	54,9
	Baixa	3,4	3,4
	Moderada	15,7	15,7
	Elevada	12,2	12,2
	Muito elevada	13,9	13,9

- A faixa costeira da ilha de S. Vicente apresenta uma maioria de troços classificados com suscetibilidade baixa a muito baixa – 58,3% - valor ligeiramente inferior ao calculado para a totalidade desta ilha; estes troços correspondem aos sectores de litoral onde predominam os sistemas de praia-duna e aos sectores de litoral rochoso baixo entre a Ponta da Doca, na costa Norte e a Ponta da Várzea, na costa SE.
- Os troços com suscetibilidade elevada a muito elevada correspondem a 26,1%, o que constitui o dobro dos calculados para o interior da ilha; localizam-se fundamentalmente nos sectores mais expostos do litoral SW – entre as Pontas Sul e do Farol – e NW – entre as Pontas do Farol e de João d'Évora, onde o contacto com o mar é feito através de arribas com declive acentuado.

3.8.7. Aplicação da cartografia de perigosidade

- A cartografia da suscetibilidade à erosão costeira pode ser utilizada pelos políticos, decisores e técnicos como base para o ordenamento do território, visando a adoção de restrições à edificação face à perigosidade do fenómeno, em particular nos troços litorais com arribas.
- A cartografia da suscetibilidade à erosão costeira pode ser utilizada pelos políticos, decisores e técnicos como apoio para a elaboração de cartas de riscos de erosão costeira onde seja possível identificar as potenciais consequências prejudiciais associadas a este fenómeno.
- A cartografia da suscetibilidade à erosão costeira pode apoiar os políticos, decisores, técnicos e outros atores no desenvolvimento de uma política de gestão dos riscos de erosão costeira que vise a redução das potenciais consequências prejudiciais para o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas.
- A cartografia da suscetibilidade à erosão costeira pode ser utilizada pelas entidades governamentais e pelos municípios para identificar os locais expostos ao fenómeno e desenvolverem as necessárias medidas estruturais e não estruturais de mitigação.
- A cartografia da suscetibilidade à erosão costeira pode ser utilizada pelas entidades governamentais e pelos municípios para levar a cabo ações de sensibilização e educação do público em geral sobre a erosão costeira e os impactos associados.
- A cartografia da suscetibilidade à erosão costeira pode ser utilizada pelas agências humanitárias e entidades internacionais na definição de prioridades no apoio às ações de prevenção e resposta a catástrofes.

3.8.8. Recomendações

- Tendo em consideração os sectores com suscetibilidade elevada e/ou muito elevada à erosão litoral cartografados, considera-se fundamental adequar a elaboração dos planos regionais de ordenamento do território aos resultados obtidos neste trabalho.
- Para efeitos de desenvolvimento subsequente deste projeto, recomenda-se a elaboração de cartografia a uma escala maior (1:1000) apoiada por trabalho de campo que permitisse levantamentos detalhados, particularmente nos sectores classificados com suscetibilidade elevada e muito elevada.
- Implementação de programas operacionais que prevejam intervenções em áreas de risco associadas a processos de origem natural e /ou humana permitindo, curto prazo, mitigar situações críticas com base na definição de prioridades.
- Realização e execução urgente de um plano que elimine por completo a extração de areias das praias implementando a sua substituição na construção civil por outros inertes.
- Instalação de Boias Ondógrafos e a reativação ou nova instalação de estações udométricas nas ilhas ou sectores das ilhas onde este equipamento não exista ou não esteja operacional, permitindo a recolha de informação de dois dos fatores com maior influência na erosão litoral: a ondulação e a precipitação.
- Para efeito de reforço da prevenção recomenda-se o desenvolvimento de planos especiais de emergência que prevejam a articulação entre as entidades e as medidas de mitigação a executar.
- Para efeito de reforço da capacidade de resposta às emergências, recomenda-se o desenvolvimento de planos prévios de intervenção para situações de galgamentos costeiros associados a tempestades marinhas, particularmente em praias, e para movimentos de vertente na faixa costeira que afetem infraestruturas antrópicas essenciais.
- Articulação do conjunto de unidades especializadas de intervenção em situações de emergência, através de preparação e adequação dos meios humanos e operacionais.
- Adoção de uma gestão adaptativa e prospetiva baseada em mecanismos de avaliação que tenham em conta a dinâmica própria desta faixa costeira.
- Promoção de análises de custo-benefício em todas as intervenções sujeitas a avaliação de impacte ambiental e ainda nas situações previstas nos instrumentos de gestão territorial.

3.8.9. Notas

- Há um conjunto de incertezas na determinação da tendência erosiva potencial de longo prazo da faixa costeira ligadas às alterações climáticas, nomeadamente as relacionadas com fatores desencadeantes (direta ou indiretamente) da dinâmica litoral, como a distribuição e intensidade da precipitação, o ritmo de subida relativa do nível do mar e o ritmo e intensidade das tempestades marinhas, que convém não desprezar e que só poderão ser acompanhadas e avaliadas com uma monitorização constante destes fatores e das modificações eventualmente sofridas pelos sistemas litorais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfama, V. (2007) – Património Geológico da Ilha do Fogo (Cabo Verde): Inventariação, Caracterização e Propostas de Valorização. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade do Minho: 216 pp.
- Almeida, R., Caridade, Redinha, J., Grilo, F., M., António, R., Castro, M. Vinagre, P., Pinheiro, D., Guerreiro, J. Sousa e C. Mendonça, M. (1995) - Relatório do Projecto Piloto de Produção de Cartografia de Risco de Incêndio Florestal, Centro Nacional de Informação Geográfica, 60 pp., Lisboa.
- Alten B., Kampen H. & Fontennille D. (2007) - Malaria in southern Europe: resurgence from the past?, pp. 35-58, Emerging pest and vector-borne diseases in Europe. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Alves, J., A. L. Roque, P. Cravo, T. Valdez, T. Jelinek, V. E. Rosário, and A. P. Arez. (2006) - Epidemiological characterization of Plasmodium falciparum in the Republic of Cabo Verde: implications for potential large-scale re-emergence of malaria. *Malar. J.* 5: 32.
- Alves, J., B. Gomes, R. Rodrigues, J. Silva, A.P. Arez, J. Pinto, C.A. Sousa. (2010) - Mosquito fauna on the Cape Verde Islands (West Africa): an update on species distribution and a new finding. *J Vector Ecol.* 35(2):307-312.
- Amante, C. and B.W. Eakins (2009) - ETOPO1 - 1 Arc-Minute Global Relief Model: Procedures, Data Sources and Analysis. NOAA Technical Memorandum NESDIS NGDC-24. National Geophysical Data Center, NOAA. doi:10.7289/V5C8276M.
- Amaral, I. (1991) - Cabo Verde: Introdução Geográfica. In, ALBUQUERQUE, L., SANTOS, MEM (coord.) História geral de Cabo Verde. Vol. I. Instituto de Investigação Científica Tropical / Direcção geral do Património Cultural de Cabo Verde, Lisboa / Praia.
- Anders, F. and Byrnes, M. (1991) - Accuracy of shorelines change rates as determined from maps and aerial photographs. *Shore & Beach*, 59(1): 17-26.
- Araújo M., Guisan A. (2006) - Five (or so) challenges for species distribution modelling. *J Biogeogr* 33, 1677-1688.
- Atkinson, G. M. (2010) - Ground motion prediction equations for Hawaii from a referenced empirical approach, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 100, 751–761.
- Bender, B. e D. Perkins (1987) - SEISRISKIII: A Computer Program for Seismic Hazard Estimation. Bulletin 1772, U.S. Geological Survey.
- Bender, B. e D. Perkins (1987) - SEISRISKIII: A Computer Program for Seismic Hazard Estimation. Bulletin 1772, U.S. Geological Survey.
- Boore, D. M., and G. M. Atkinson (2008) - Ground-motion prediction equations for the average horizontal component of PGA, PGV, and 5%-damped PSA at spectral periods between 0.01 s and 10.0 s, *Earthquake Spectra* 24, 99–138.
- Bosi, V. (2012) - MIAVITA Handbook for Volcanic Risk Management: prevention, crisis management, resilience, Ed. DPC, Roma. Disponível online em http://ec.europa.eu/research/environment/pdf/publications/fp7/natural_hazards//miavita.pdf.
- Brito, Arminda e Semedo, José Maria (1995) – Nossa terra, nossa gente. Introdução à Geografia de Cabo Verde, PFIE, Praia.
- Brooks, N. (2008) - Climate Change and Development in Cape Verde. Review and screening of national development plans and programmes. UNDP.
- Bush, D.; Neal, W.; Young, R.; Pilkey, O. (1999) - Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. *Ocean & Coastal Management* 42 (1999): 647-670.
- Cambournac, F. J. C., V. Petrarca, and M. Coluzzi (1982) - Anopheles arabiensis in the Cape Verde Archipelago. *Parassitologia* 24: 265-267.
- Carrara A., Cardinali, M., Detti, R., Guzzetti, F., Pasqui, V., Reichenbach, P. (1991) - GIS Techniques and Statistical Models in Evaluating Landslide Hazard. *Earth Surface Processes and Landforms*, Vol. 16: 427-445.
- CEN (European Committee for Standardization) (2004) - Eurocode 8: design of structures for earthquake resistance, part 1: general rules, seismic actions and rules for buildings. EN 1998-1:2004. Brussels, Belgium
- Chuvieco, E., Congalton, R. (1989) - Application of Remote Sensing and Geographic Information Systems to Forest Fire Hazard Mapping, *Remote Sensing of the Environment*, 29, p.147-159.
- Cohen J. (1960) - A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas* 20, 37-46.
- Connor, C.B., Hill, B.E., Winfrey, B., Franklin, N.M. e LaFemina, P.C. (2001) - Estimation of volcanic hazards from tephra fallout, *Natural Hazards Review*, 2: 33-42.
- Cornell, C. (1968) - Engineering seismic risk analysis, *Bull. Seism. Soc. Am.* 58, 1568–1606.
- Correia, E. (1998) - Condições pluviométricas para a cultura do milho na ilha de Santiago (Cabo Verde). Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa. (ISBN: 972-672-875-4).

- Correia, E. (1998) - Sobre a variabilidade da precipitação e o “Tempo das Águas” em Cabo Verde. Garcia de Orta. Série de Geografia, 16(1-2):49-61.
- Correia, Nilton (2011) - A Problemática de Cheias e Inundações na Cidade da Praia, 1.º Encontro Técnico da Rede Temática “Proteção Civil” Cabo Verde, Cidade da Praia, 12/13 de Outubro de 2011.
- Costa, F.; Silva, A.; Ventura, J. (2011) – Contributos da Geografia Física para a gestão integrada do litoral da ilha da Boavista. VI Congresso Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos países de expressão portuguesa, 4-8 Abril 2011, Boavista, Cabo Verde: 13 pp.
- Courtney, R. C. e R. S. White (1986) - Anomalous heat flow and geoid across the Cape Verde Rise: evidence for dynamic support from a thermal plume in the mantle, Geophys. J. astr. Soc. , Vol. 87, pp. 815-867.
- Crowell, M.; Leatherman, S.P.; Buckley, M.E. (1991) - Historical shoreline change: Error analysis and mapping accuracy. Journal of Coastal Research, 7(3): 839-852.
- Cruden, D. M.; Varnes, D. J. (1996) – Landslide Types and Processes. In Turner, A. K., Shuster, R. L. (eds.). Landslides. Investigation and Mitigation. Transportation Research Board, Special Report 247, National Academy Press, Washington D.C.
- Davidson G. (1954) - Estimation of the survival-rate of Anopheline mosquitoes in nature. Nature 174: 792-793.
- Davies, J. L. (1964) - A morphogenic approach to world shorelines, Zeitschrift für Geomorphology, 8: 127-142.
- Day, S. e B. Faria (2009) - A geological hazard map of the Island of Fogo showing broad distribution of volcanic and other hazards, MIA-VITA Workshop, São Filipe, Fogo, 2009.
- Day, S. J. (2009) - Field Excursion to Brava, 24th to 25th June, MIA-VITA Workshop, São Filipe, Fogo, 2009.
- Day, S. J., S. I. N. Heleno da Silva e J. F. B. D. Fonseca (1999) - A past giant lateral collapse and present-day flank instability of Fogo, Cape Verde Islands, J. Volcanol. Geotherm. Res., Vol. 94, 191-218, 1999.
- Detinova T.S. (1963) - Méthodes appliquer pour classer par groupes d'âge les diptères présentant une importance médicale. World Health Organization, Geneve. 220 pp.
- DGA (2004) - Livro branco sobre o estado do ambiente em Cabo Verde. Ministério do Ambiente, Agricultura e Pescas, Direcção Geral do Ambiente, Praia.
- Duarte, G. (2013) - Ordenamento costeiro em territórios insulares. Recomendações para o processo em Cabo Verde. Dissertação para obtenção de Grau de Mestre em Urbanismo e Ordenamento do Território. Instituto Superior Técnico, 117 pp.
- Eastman R. J. (1998) - Idrisi for Windows. Manual do usuário. Introdução exercícios tutoriais. Heinrich H., Weber E (Eds.) Centro de Recursos Idrisi, Porto Alegre, Brasil: 245pp.
- EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database – www.emdat.be, Université Catholique de Louvain, Brussels (Belgium). [último acesso: Novembro de 2014].
- Epifânio, B., Zêzere, J.L., Neves, M., (2013) - Identification of hazardous zones combining cliff retreat with landslide susceptibility assessment. Journal of Coastal Research, SI 65: 1681-1686.
- Epifânio, B., Zêzere, J.L., Neves, M., (2014) - Susceptibility assessment to different types of landslides in the coastal cliffs of Lourinhã (Central Portugal). Journal of Sea Research (accepted for publication)
- Faria, B. e Fonseca, J. F. B. D. (2014) - Investigating volcanic hazard in Cape Verde Islands through geophysical monitoring: network description and first results, Natural Hazards and Earth System Sciences 14 (2) pp.485-499.
- Faria, Bruno (2010) - Monitorização Geofísica do Vulcão do Fogo e Níveis de Alerta, Tese de doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa, 2010.
- Ferreira, DB (1986) - Étude de la Sécheresse dans l' île de Santiago (Cap Vert). Lisboa, CEG, Relatório da Linha de Acção de Geografia Física, 23.
- Ferreira, P., Carvalho, D. (2004) - Métodos Alternativos de Controlo e Limitação da Utilização de Areia na Construção Civil e Obras Públicas. Equipa de coordenação para a elaboração do segundo plano de ação nacional para o ambiente (Panall), Ministério do Ambiente, Agricultura e Pescas Gabinete de Estudos e Planeamento: 111pp.
- Foeken, J., S. Day, e F. Stuart (2009) - Cosmogenic ³He exposure dating of the Quaternary basalts from Fogo, Cape Verdes: Implications for rift zone and magmatic reorganisation, Quaternary Geochronology, 4, pp. 37-49.
- Fonseca, J. B. D., B. Faria, N.P. Lima, S.I. N. Heleno, C. Lazaro, N.F. d’Oreye, A.M.G. Ferreira, I.J.M. Barros, P. Santos, Z. Bandomo, S. Day, J.P. Osorio, M. Baio, e J. L. G. Matos (2003) - Multiparameter monitoring of Fogo Island, Cape Verde, for volcanic risk mitigation, J. Volcanol. Geotherm. Res. 125, 39–56.
- Fonseca, J. F. B. D., B.V.E. Faria, J. Trindade, G. Cruz, A. Chambel, F.M. Silva, R.L. Pereira, e T. Vazão (2013) - "Last mile" challenges to in situ volcanic data transmission, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, 3419-3428, doi:10.5194/nhess-13-3419-2013.
- Fragoso M, Correia E, Santos M (2010) - Avaliação da concentração diária da precipitação em Portugal Continental e no arquipélago de Cabo Verde. In Figueiredo T, Frölen-Ribeiro L, Castro-Ribeiro A (eds) II Workshop sobre Clima e Recursos Naturais nos Países de Língua Portuguesa. Bragança, Portugal, 15-19 November, 2010, Instituto Politécnico de Bragança: 245-250. (ISBN: 978-972-745-114-2).

- Garcia, R. A. C. (2012) - Metodologias de Avaliação da Perigosidade e Risco associado a Movimentos de Vertente Aplicação na bacia do rio Alenquer. Dissertação para obtenção de grau de Doutor. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território. Universidade de Lisboa: 469pp.
- Garrett-Jones C. & Grab B. (1964) - The assessment of insecticidal impact on the malaria mosquito's vectorial capacity, from data on the proportion of parous females. Bull WHO 31: 71-86.
- Garrett-Jones C. & Shidrawi G.R. (1969) - Malaria vectorial capacity of a population of *Anopheles gambiae*: an exercise in epidemiological entomology. Bull WHO 40: 531-545.
- Garrett-Jones C. (1964) - The human blood index of malaria vectors in relation to epidemiological assessment. Bull WHO 30: 241-261.
- Garrett-Jones C., Boreham P.F.L., Pant C.P. (1980) - Feeding habits of Anophelines (Diptera:Culicidae) in 1971-78, with reference to the human blood index: a review. Bull Entomol Res 70: 165-185.
- Giardini, D., J. Woessner, L. Danciu, G. Valensise, G. Grünthal, F. Cotton, S. Akkar, R. Basili, M. Stucchi, A. Rovida, D. Stromeyer, R. Arvidsson, F. Meletti, R. Musson, R., K. Sesetyan, M. B. Demircioglu, H. Crowley, R. Pinho, K. Pitalakis, J. Douglas, J. Fonseca, M. Erdik, A. Campos-Costa, B. Glavatovic, K. Makropoulos, C. Lindholm, T. Cameelbeek (2013) - Seismic Hazard Harmonization in Europe (SHARE): Online Data Resource, doi: 10.12686/SED-00000001-SHARE.
- Guzzetti, F. (2005) - Landslide hazard and risk assessment. PhD dissertation. Bonn, Germany.
- Hay S. I., Packer M. J., Rogers D. J. (1997) - The impact of remote sensing on the study and control of invertebrate hosts and vectors for disease. Int J Remote Sens 18, 2899– 2930.
- Hay S., Snow R., Rogers D. (1998) - Predicting malaria seasons in Kenya using multitemporal meteorological satellite sensor data. Trans R Soc Trop Med Hyg 92, 12-20.
- Heleno, S.I.N. e J.F.D.B. Fonseca, 1999. A Seismological Investigation of the Fogo Volcano: Preliminary Results, Volc. Seis., 20, pp. 199-217.
- Hidroprojecto (1997a) - Gestão da Zona Costeira. Volume I - Atlas da Natureza da Costa e da Ocupação do Litoral, Reconhecimento Fotográfico. Direcção Geral de Marinha e Portos - República de Cabo Verde.
- Hidroprojecto - Engenharia e Gestão, S.A., Lisboa, Portugal: 75pp.
- Hidroprojecto (1997b) - Gestão da Zona Costeira. Volume II – Caracterização dos processos litorais e dos recursos vivos. Direcção Geral de Marinha e Portos - República de Cabo Verde. Hidroprojecto - Engenharia e Gestão, S.A., Lisboa, Portugal: 50pp.
- Hijmans R., Cameron S., Parra J., Jones P., Jarvi A. (2005) - Very high resolution interpolated climate surfaces for global areas. Int J Climatol 25: 1965-1978.
- Holm, P. M., J. R. Wilson, B. P. Christensen, L. Hansen, S. L. Hansen, K. M. Hein, A. K. Mortensen, R. Pedersen, S. Plesner e M. K. Runge, (2006) - Sampling the Cape Verde mantle plume: evolution of melt compositions on Santo Antão, Cape Verde Islands, J. Petrol., 47, pp. 145-189.
- Holm, P. M., J. R. Wilson, T. F. Kokfelt, T. Grandvuinet, J. Friis, e S. Plesner (2005) - The age distribution of volcanism on the Cape Verde Islands, Sal2005 International Workshop on Ocean Island Volcanism, Ilha do Sal, 2 a 8 de Abril, 2005.
- Hyman, T. (2013) - Assessing the vulnerability of beach tourism and non-beach tourism to climate change: a case study from Jamaica, Journal of Sustainable Tourism, vol. 21, Issue 1: 1-19.
- INMG (2007) - Programa de Acção Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas 2008-2012, Ministério Do Ambiente E Agricultura, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Convenção Quadro sobre as Mudanças Climáticas, Cabo Verde.
- INMG (2010) - Segunda Comunicação Nacional sobre as Mudanças Climáticas. Praia, Ministério do Ambiente, Desenvolvimento Rural e Recursos Marinhos, Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.
- ISC (2010) - International Seismological Centre, On-line Bulletin, <http://www.isc.ac.uk>, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2010.
- ISC-GEM (2013) - Storchak, D.A., D. Di Giacomo, I. Bondár, E. R. Engdahl, J. Harris, W.H.K. Lee, A. Villaseñor e P. Bormann, 2013. Public Release of the ISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue (1900-2009). Seism. Res. Lett., 84, 5, 810-815, doi: 10.1785/0220130034.
- Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, e E. Guevara (2008) - Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>).
- Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara (2008) - Hole-filled SRTM for the globe Version 4, available from the CGIAR-CSI SRTM 90m Database (<http://srtm.csi.cgiar.org>).
- Jenkins, S.F., Spence, R.J.S., Fonseca, J.F.B.D., Solidum, R.U. e Wilson, T.M. (2014) - Volcanic risk assessment: Quantifying physical vulnerability in the built environment. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 276, pp. 105-120.
- Klein, F.W., A.D. Frankel, C.S. Mueller, R.L. Wesson, e P. G. Okubo (2001) - Seismic Hazard in Hawaii: High Rate of Large Earthquakes and Probabilistic Ground-Motion Maps, Bull. Seism. Soc. Am. 91, 479-498.

- Kulkarni, R. B., R. R. Youngs, e K. J. Coppersmith (1984) - Assessment of confidence intervals for results of seismic hazard analysis, in Proc. of the Eighth World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, California, 21–28 July 1984, Vol. 1, 263–270.
- Lemoine A., J. Douglas, e F. Cotton (2013) - Testing the Applicability of Correlations between Topographic Slope and Vs30 for Europe, Bull. Seism. Soc. Am. 2585-2599.
- Lichter, M.; Vafeidis, A.; Nicholls, R.; Kaiser, G. (2011) - Exploring data-related uncertainties in analyses of land area and population in the 'Low Elevation Coastal Zone' (LECZ). Journal of Coastal Research. 27: 757-768.
- Lima, Isabel Pires (2012) - Inundações urbanas: desafios ao ordenamento do território. O caso da Cidade da Praia (Cabo Verde), Tese de mestrado em Geografia - Geografia Física e Ordenamento do Território, Universidade de Lisboa, Instituto de Geografia e Ordenamento do Território.
- Lima, Maria; Monteiro, Emanuel; Correia, Francisco (2003) - Plano Intersectorial: Ambiente e Gestão Integrada e Sustentável dos Recursos Hídricos, Ministério do Ambiente, Agricultura e Pescas, Gabinete de Estudos e Planeamento, Equipa de Coordenação para a Elaboração do Segundo Plano de Acção Nacional para o Ambiente (PANAI), Praia.
- LOID-Engenharia (2009) – Alargamento do terraplano e construção de uma nova via de acesso na zona Nordeste do Porto Grande, São Vicente. Análise dos efeitos sobre a praia da Laginha. Relatório, ENAPOR, Cabo Verde: 22 pp.
- Lopes, E. (2010) - Mulheres e Ambiente. A Problemática da Apanha de Inertes na Ilha de Santiago (Cabo Verde). Dissertação de Mestrado em Geografia Física, Ambiente e Ordenamento de Território, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Coimbra: 106 pp.
- Lopes, Ermelinda; Cunha, Lúcio (2012) - A mulher e a extração clandestina de inertes em Cabo Verde. Mercator - Revista de Geografia da UFC, vol. 11, núm. 25, Maio-Agosto, 2012: 71-86.
- Lourenço P.M., Sousa C.A., Seixas J., Lopes P., Novo M.T., Almeida P.G. (2011) - Anopheles atroparvus density modelling using MODIS NDVI, in a former Malarial area in Portugal. J Vector Ecol, 36: 279-91.
- Lozoya, J.; Sardá, R.; Jiménez, J. (2011) - A methodological framework for multi-hazard risk assessment in beaches. Environmental Science and Policy, 14 – 6: 685-696.
- MAAP – DGA (2004) - Livro branco sobre o estado do ambiente em Cabo Verde. Dezembro – 2004. Praia, Ministério do Ambiente Agricultura e Pescas, Direcção Geral do Ambiente.
- MAAP (2003) - Métodos alternativos de controlo e limitação da utilização de areia na construção civil e obras públicas, Equipa de coordenação para a elaboração do segundo Plano de Acção Nacional para o Ambiente (PANA ii), Ministério do Ambiente, Agricultura e Pescas. Gabinete de Estudos e Planeamento: 111pp.
- Macdonald G. (1956) - Epidemiological basis of malaria control. Bull WHO 15: 613-626.
- Macdonald G. (1957) - Epidemiology and control of malaria. Oxford University Press, London. 210 pp.
- Machault V., Vignolles C., Borchhi F., Vounatsou P., Pages F., Briolant S., Lacaux J.P., Rogier C. (2011) - The use of remotely sensed environmental data in the study of malaria. Geospat Health 5: 151-168.
- Madeira, J., J. Mata, C. Mourão, A. Brum da Silveria S. Martins, R. Ramalho e D. L. Hoffmann (2010) - Volcano-stratigraphic and structural evolution of Brava Island (Cape Verde) based on 40Ar-39Ar, U-TH and field constrains, J. Volcanol. Geotherm. Res., Vol. 196, pp. 219-235.
- Masson, D. G., T. P. Le Bas, I. Grevemeyer, and W. Weinrebe (2008) - Flank collapse and large-scale landsliding in the Cape Verde Islands, off West Africa, Geochem. Geophys. Geosyst., 9, Q07015, doi:10.1029/2008GC001983.
- McKee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., (1993) - Drought monitoring with multiple timescales. In Eight Conference on Applied Climatology (17-22 January 1993, Anaheim, California).
- McSweeney, C, New, M, Lizcano, G (2010) - UNDP Climate Change Country Profiles: Cape Verde. Disponível em <http://country-profiles.geog.ox.ac.uk/>.
- Meira, M. T. V, J. F. P Nogueira, and T. S. Simões (1947) - Observações sobre o sezonismo nas ilhas do Sal, Boa Vista e S. Nicolau (Cabo Verde). An. Inst. Med. Trop. 4: 213-238.
- Molineaux L. 1988. The epidemiology of human malaria as an explanation of its distribution, including some implications for its control, pp. 913-998, Malaria. Principles and practice of malariology. Churchill Livingstone Inc., London.
- Monnereau, M. e A. Cazenave (1990) - Depth and geoid anomalies over oceanic hotspots swells: A global survey. J. Geophys. Res. , 95 (B10), pp. 15429-15438.
- Monteiro, S. e Cunha, L. (2011) - "Cheias rápidas em Cabo Verde. Um breve apontamento acerca das tempestades de Setembro de 2009 na Ilha de S. Nicolau". In Jacinto, R. e Cunha, L. - Iberografias, CEI, Guarda, 17, 413p.
- Monteiro, Sílvia (2007) - Riscos naturais e vulnerabilidades no concelho de Ribeira Grande, ilha de Santo Antão (Cabo Verde). Dissertação de Mestrado em "Dinâmicas Sociais e Riscos Naturais", apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra.
- Monteiro, Sílvia; Correia, Romualdo; Cunha, Lúcio (2009) - Riscos naturais, ordenamento do território e sociedade : estudos de caso nas Ilhas de Santo Antão e de Santiago. In "Cabo Verde : Redes e Desenvolvimento Regional". 1º Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde; 15º Congresso da Associação Portuguesa de

- Desenvolvimento Regional; 2º Congresso Lusófono de Ciência Regional; 3º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza. Cidade da Praia, Cabo Verde, 6-11 Julho 2009. Actas.
- Munson, C. G., and C. H. Thurber (1997) - Analysis of the attenuation of strong ground motion on the Island of Hawaii, Bull. Seism. Soc. Am. 87, 945–960.
- Mushinzimana E., Munga S., Minakawa N., Li L., Feng C.C., Bian L., Kitron U., Schmidt C., Beck L., Zhou, G.F., Githeko A.K., Yan G.Y. 2006. Landscape determinants and remote sensing of anopheline mosquito larval habitats in the western Kenya highlands. Malar J 5: 13.
- Nações Unidas (2013) - Relatório de Levantamentos de Dados Históricos registados sobre os Desastres Ocorridos em Cabo Verde desde o ano de 1900 – coordenado pela Dra. Sílvia Monteiro e elaborado no âmbito da Realização do Projecto Redução de Riscos de Desastres, financiado pelas Nações Unidas, Ano de 2013.
- NEIC (2014) - National Earthquake Information Center, On-line Bulletin, <http://earthquake.usgs.gov>, Golden, Colorado, USA.
- Neri, M., G. Le Cozannet, P. Thierry, C. Bignami e J. Ruch (2013) - A method for multi-hazard mapping in poorly known volcanic areas: an example from Kanlaon (Philippines), Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 13, pp. 1929–1943.
- Neves, M. (2008) – Anthropogenic modifications in the erosional rhythm of a coastal cliff. Rocha do Gronho (western coast of Portugal). Journal of Iberian Geology 34(2): 299-312.
- Oliveira, S. M. C. (2012) Incidência espacial e temporal da instabilidade geomorfológica na Bacia do Rio Grande da Pipa (Arruda dos Vinhos). Dissertação para obtenção do grau de Doutor. Instituto de Geografia e Ordenamento do Território. Universidade de Lisboa: 496pp.
- Olivry, J. C. (1989) - Hidrologie de L'Archipel du Cap. Vert - étude de ille de São Nicolau, Institut français de recherche, Paris.
- OMS (2009) - Epidémie de Dengue au Cap Vert : intervention, leçon apprises et perspectives. Organisation Mondiale de la Santé Bureaux de l'OMS au Cap Vert.
- Pereira, S. (2009) Perigosidade a movimentos de vertente na região Norte de Portugal. Dissertação para obtenção do grau de Doutor. Faculdade de Letras. Universidade do Porto: 354pp.
- Pinto, J., C. A. Sousa, A. P. Arez, J. Alves, D. Mondiano, V. Petrarca, J. D. Charlwood, and V. do Rosário (1999) - Assessment of malaria transmission in an area with very low mosquito density. Res. Rev. Parasitol. 59: 23-26.
- Pitilakis, K., E. Riga, e A. Anastasiadis (2012) - Design spectra and amplification factors for Eurocode 8, Bull Earthquake Eng 10, 1377–1400.
- Plesner, S., P. M. Holm e J. R. Wilson (2002) - 40Ar-39Ar geochronology of Santo Antão, Cape Verde Islands, J. Volcanol. Geotherm. Res., Vol. 120, pp. 103-121.
- Pope K.O., Rejmankova E., Savage H.M., Arredondo Jimenez J.I., Rodriguez M.H., Roberts D.R. (1994) - Remote-Sensing of Tropical Wetlands for Malaria control in Chiapas, Mexico. Ecol Appl 4: 81-90.
- Querido, A. (2010) – O clima e as projecções de mudanças climáticas - Cabo Verde. In Workshop sobre Avaliação de Riscos Climáticos no PRSP-II (14-15 de Junho de 2010, Praia).
- RCV (2012) - Cabo verde no contexto do desenvolvimento sustentável. Relatório à conferência Rio+20, Rio de Janeiro, 20-22 Junho 2012: 33 pp.
- Rebelo, Fernando (1999) – Riscos de Inundação rápida em Cabo Verde. Apontamentos de observação numa breve visita à Praia e ao Mindelo em Junho de 1999, Revista Finisterra XXXIV, Lisboa, pp. 47-55.
- Reis, E. (2011) - Análise de bacias hidrográficas, susceptibilidade à ocorrência de cheias e Sistemas de Informação Geográfica: da definição do quadro conceptual até à proposta de um modelo de avaliação. VIII Congresso da Geografia Portuguesa, Repensar a Geografia para Novos Desafios, Comunicações, Lisboa, pp. 1 - 6.
- Ribeiro H., Ramos H. C., Capela R. A., Pires C. A. (1980) - Os mosquitos de Cabo Verde (Diptera: Culicidae) – sistemática, distribuição, bioecologia e importância médica. Junta de Investigações Científicas do Ultramar, Lisboa. 141 pp.
- Ribeiro, Elizabeth (2008) - Estudo das Precipitações Intensas na Ilha de Santiago, em Cabo Verde, Tese Mestrado em Hidráulica e Recursos Hídricos, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa.
- Ribeiro, H., H. C. Ramos, R. A. Capela, and C. A. Pires (1980) - Os mosquitos de Cabo Verde (Diptera: Culicidae) – sistemática, distribuição, bioecologia e importância médica. Junta de Investigações Científicas do Ultramar, Lisboa. 141 pp.
- Ribeiro, O. (1960) - A ilha do Fogo e as suas erupções, 12a edição, Memórias, Série Geográfica, Junta de Investigações do Ultramar.
- Rogers D.J., Hay S.I., Packer M.J. (1996) - Predicting the distribution of tsetse-flies in West-Africa using temporal Fourier processed meteorological satellite data. Ann. Trop. Med. Parasitol. 90, 225–241.
- Rogers D.J., Randolph S.E., Snow R.W., Hay S.I. 2002. Satellite imagery in the study and forecast of malaria. Nature, 415, 710-715.
- Saaty, T.; Vargas, L. (2012) - Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process. Springer, New York: 341 pp.

- Sainz-Elipe S., Latorre J.M., Escosa R., Maisà M., Fuentes M.V., Mas-Coma S., Bargues M.D. (2010) - Malaria resurgence risk in southern Europe: climate assessment in an historically endemic area of rice fields at the Mediterranean shore of Spain. *Malar J.* 9:221.
- Sant'Anna, J. F. (1920) - Anofelíneos de Portugal e das Colónias. Ensaio de entomologia médica com aplicação ao estudo do problema do sezonismo, Lisboa.
- Santos, F.; Miranda, P. (2006) - Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação. Projecto SIAM II, Gradiva, Lisboa: 500 pp.
- Santos, S. T. (2010) - Avaliação de riscos e oportunidades de DECRP-II. Integração de mudanças climáticas no desenvolvimento de Cabo Verde. Projecto: Integração de Riscos e Oportunidades das Mudanças Climáticas nos Processos de Desenvolvimento Nacional e na Programação da ONU. PNUD: New York.
- Scherbaum, F., F. Cotton, e P. Smith (2004) - On the use of response spectral-reference data for the selection and ranking of ground-motion models for seismic-hazard analysis in regions of moderate seismicity: The case of rock motion, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 94, 2164–2185.
- Senior Seismic Hazard Analysis Committee (SSHAC): Budnitz, R. J., G. Apostolakis, D. M. Boore, L. S. Cluff, K. J. Coppersmith, C. A. Cornell, and P. A. Morris (1997) - Recommendations for probabilistic seismic hazard analysis: Guidance on uncertainty and use of experts, Washington, D.C., U.S. Nuclear Regulatory Commission Report, NUREG/CR-6372.
- Sharples, C.; Walford, H.; Roberts, L. (2013) - Coastal erosion susceptibility zone mapping for hazard band definition in Tasmania. Report to Tasmanian Department of Premier and Cabinet: 109 pp.
- Soares, E.F. (2004) - Variabilidade sazonal e interanual da precipitação na região de Cabo Verde. Dissertação submetida à Universidade de Évora para obtenção do grau de Mestre em Clima e Ambiente Atmosférico (Área de Meteorologia, Clima e Alterações Climáticas). Universidade de Évora. 128 pp.
- Spencer, J. (2002) - Les indicateurs climatiques pour le suivi de la désertification au Cap Vert-Santiago. Mémoires de fin d'étude d'ingénieur en Agrométéorologie. AGRHYMET, Niamey.
- SSHAC (Senior Seismic Hazard Analysis Committee: Budnitz, R. J., G. Apostolakis, D. M. Boore, L. S. Cluff, K. J. Coppersmith, C. A. Cornell, e P. A. Morris) (1997) - Recommendations for probabilistic seismic hazard analysis: Guidance on uncertainty and use of experts, Washington, D.C., U.S. Nuclear Regulatory Commission Report, NUREG/CR-6372.
- Stepp, J. C. (1972) - Analysis of completeness in the earthquake sample in the Puget Sound area and its effect on statistical estimates of seismic hazard, in Proc. of the International Conf. on Microzonation for Safer Construction Research and Applications, Seattle, Washington, 30 October–3 November 1972, Vol. 2, 1897–1910.
- Stepp, J. C. (1972) - Analysis of completeness in the earthquake sample in the Puget Sound area and its effect on statistical estimates of seismic hazard, in Proc. of the International Conf. on Microzonation for Safer Construction Research and Applications, Seattle, Washington, 30 October–3 November 1972, Vol. 2, 1897–1910.
- Storchak, D.A., D. Di Giacomo, I. Bondár, E. R. Engdahl, J. Harris, W.H.K. Lee, A. Villaseñor e P. Bormann, (2013) - Public Release of the ISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue (1900-2009). *Seism. Res. Lett.*, 84, 5, 810-815, doi: 10.1785/0220130034.
- Tarff, R. W. e S. J. Day, (2013) - Chilled margin fragmentation as a trigger for transition from Strombolian to phreatomagmatic explosive activity at Cova de Paul Crater, Santo Antão, Cape Verde Islands, *Bull. Volcanol.*
- Tavares, S. (2008) - Erosão Costeira e movimentos de massa no concelho de São Domingos. ISE: 77 pp.
- Thierry, P., Stieltjes, L., Kouokam, E., Ngueya, P., e Salley, P. M. (2008) - Multi-hazard risk mapping and assessment on an active volcano: the GRINP project at Mount Cameroon, *Nat. Hazards*, 45, pp. 429–456.
- Thierry, P., Surono, Subandriyo, Agung Nandaka, IGM., Aisyah, Nurnaning, Miswanto; e LeCozannet, G. (2010) - Generic methodology design, FP7-MIA-VITA Deliverable-D2.b.
- Torres, P. C., J. Madeira, L. C. Silva, A. Brum da Silveira, A. Serralheiro e A. Mota Gomes (1997) - Carta Geológica das erupções da ilha do Fogo: Revisão e actualização, In Rafega et al (Eds.): A Erupção Vulcânica de 1995 na Ilha do Fogo, Cabo Verde, Instituto de Investigação Científica Tropical.
- UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (1993) - A suggested method for describing the activity of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 47, Paris, p.53-57.
- United States Nuclear Regulatory Commission (USNRC) (2012) - Practical Implementation Guidelines for SSHAC Level 3 and 4 Hazard Studies, Washington, D.C., U.S. Nuclear Regulatory Commission Report, NUREG-2117.
- Vafeidis A.; Neumann B.; Zimmermann J.; Nicholls R. (2011) - Analysis of land area and population in the low-elevation coastal zone (LECZ). London, UK: Government Office for Science: 172 pp.
- Vales, D., N.A. Dias, I. Rio, L. Matias, G. Silveira, J. Madeira, M. Weber, F. Carrilho, e C. Haberland (2014) - Intraplate seismicity across the Cape Verde swell: A contribution from a temporary seismic network. *Tectonophysics*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.tecto.2014.09.014>.
- Varnes, D. (1984) - Landslides hazard zonation. *Unesco, Natural Hazards*, 3: 63 pp.

- Varnes, D.J. and the International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes (1984) - Landslide hazard zonation: a review of principles and practice. UNESCO, Paris.
- Vazeille M., Yébakima A., Lourenço-de-Oliveira R., Andriamahefazafy B., Correia A., Rodrigues J.M., Veiga A., Moreira A., Leparç-Goffart I., Grandadam M., Failloux A.B. (2013). Oral receptivity of *Aedes aegypti* from Cape Verde for yellow fever, dengue, and chikungunya viruses. *Vector Borne Zoonotic Dis.* 13:37-40.
- Vercruyse J. (1985) - Estimation of the survival rate of *Anopheles arabiensis* in an urban area (Pikine-Senegal). *J Anim Ecol* 54: 343-350.
- Vettorazzi, C. (2000) - Forest Hazard Mapping in a GIS Environment for a River Basin in São Paulo State, Second International Conference on Geospatial Information in Agriculture and Forestry, Piracicaba – Brazil.
- Viegas, Domingos X. (2005) – Modelação do comportamento do fogo. FCTUC, Coimbra.
- Vilanova, S., J. Narciso, J. Carvalho, C. Pinto, I. Lopes, E. Nemser, J. Borges., J., e C.S. Oliveira (2014) - Geophysical Research Abstracts Vol. 16, EGU2014-14747.
- Vilanova, S.P., Nemser, E., Besana-Ostman, G.M., Bezzeghoud, M., Borges, J.F., Brum da Silveira, A., Cabral, J., Carvalho, J., Cunha, P.P., Dias, R.P., Madeira, J., Lopes, F.C., Oliveira, C.S., Perea, H., García Mayodormo, J., Wong, I., Arvidsson, R., and J.F.D.B. Fonseca (2014) - Incorporating descriptive metadata into seismic source zone models for seismic hazard assessment: a case study of the Azores–West Iberian region. *Bulletin of the Seismological Society of America* 104, 1212-1229. doi: 10.1785/0120130210.
- Vilanova, S.P., Nemser, E., Besana-Ostman, G.M., Bezzeghoud, M., Borges, J.F., Brum da Silveira, A., Cabral, J., Carvalho, J., Cunha, P.P., Dias, R.P., Madeira, J., Lopes, F.C., Oliveira, C.S., Perea, H., García Mayodormo, J., Wong, I., Arvidsson, R., e J.F.D.B. Fonseca (2014) - Incorporating descriptive metadata into seismic source zone models for seismic hazard assessment: a case study of the Azores–West Iberian region. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 104, 1212-1229. doi: 10.1785/0120130210.
- Wald, D. J., e T. I. Allen (2007) - Topographic slope as a proxy for seismic site conditions and amplification, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 97, 1379–1395, doi: 10.1785/0120060267.
- Wallingford, HR; Flood Hazard Research Centre - Middlesex University; Risk & Policy Analysts Ltd. (2006) - Flood Risks to People, Phase 2, FD2321/TR2 Guidance Document, Defra / Environment Agency Flood and Coastal Defence R&D Programme, Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- Weichert, D. (1980) - Estimation of the earthquake recurrence parameters for unequal observation periods for different magnitudes, *Bull. Seism. Soc. Am.* 70, 1337–1346.
- Wessel, P., and W. Smith (1991) - Free software helps map and display data, *Eos Trans. AGU* 72, 441. (<http://gmt.soest.hawaii.edu>).
- Wessel, P., e W. Smith (1991) - Free software helps map and display data, *Eos Trans. AGU* 72, 441. (<http://gmt.soest.hawaii.edu>)
- Wills, C. J., e K. B. Clahan (2006) - Developing a map of geologically defined site-condition categories for California. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 96, 1483–1501.
- Wong, I.G., K.H. Stokoe II, B.R. Cox, J. Yuan, K. L. Knudsen, F. Terra, P. Okubo, e Y.-C. Lin (2011) - Shear-Wave Velocity Characterization of the USGS Hawaiian Strong-Motion Network on the Island of Hawaii and Development of an NEHRP Site-Class Map, *Bull. Seismol. Soc. Am.* 101, 2252–2269.
- Wyssession, M. E., J. Wilson, L. Bartkó, e R. Sakata (1995) - Intraplate Seismicity in the Atlantic Ocean Basin: a Teleseismic Catalog. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 85, 755-774.
- Yin, K. L.; Yan, T. Z. (1988) - Statistical prediction models for slope instability of metamorphosed rocks. In Bonnard, C. (Ed.), *Landslides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides*, 2, Balkema, Rotterdam, p. 1269–1272.
- Zambon, K., Carneiro, A., Silva, A., Negri, J. (2005) Análise de decisão multicritério na localização de usinas termoelétricas utilizando SIG. *Pesquisa Operacional*, v.25,nº2: 183-199pp.
- Zêzere, J.L. (2002) - Landslide susceptibility assessment considering landslide typology. A case study in the area north of Lisbon (Portugal). *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2, 1/2: 73-82.
- Zêzere, J.L.; Garcia, R.A.C.; Oliveira, S.C.; Reis, E. (2008) - Probabilistic landslide risk analysis considering direct costs in the area north of Lisbon (Portugal). *Geomorphology*, 94, 3-4: 467-495.