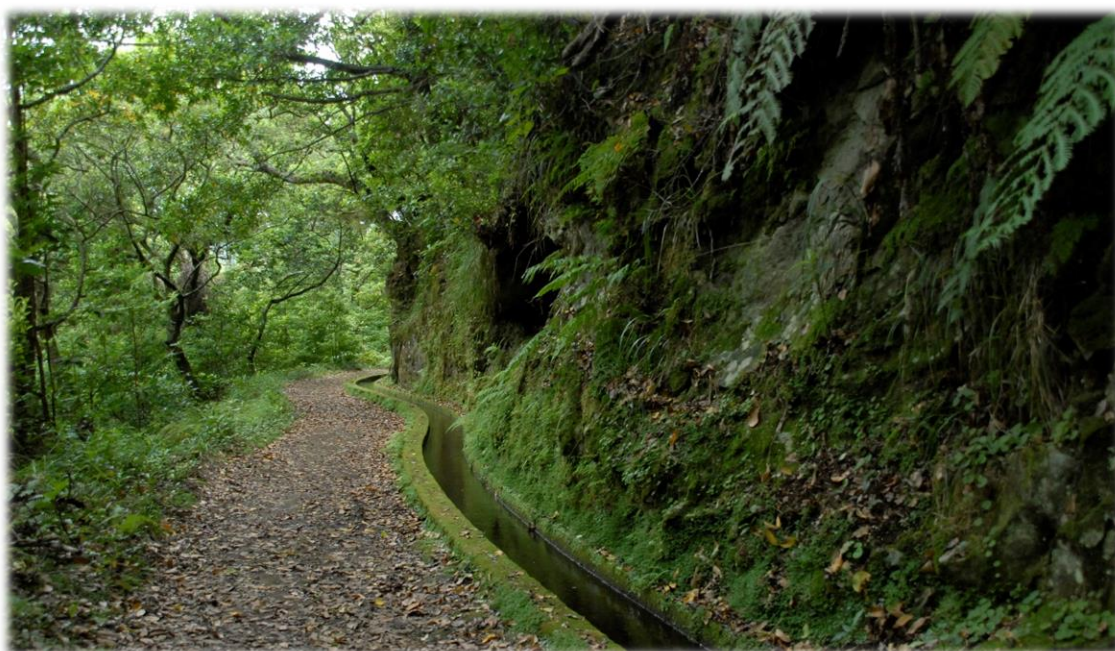


PLANO DE GESTÃO DE REGIÃO HIDROGRÁFICA

3.º Ciclo | 2022 – 2027

ARQUIPÉLAGO DA MADEIRA (RH10)



Parte 2 — Caracterização e Diagnóstico

março de 2023

Ficha Técnica do Documento

Título:	Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10): Parte 2 — Caracterização e Diagnóstico
Descrição:	Procede à caracterização geral da região hidrográfica, designadamente: caracterização das massas de água; caracterização das pressões significativas; análise dos programas de monitorização; avaliação do estado das massas de água; análise das disponibilidades e necessidades de água; análise de perigos e riscos.
Data de produção:	11 de abril de 2022
Data da última atualização:	16 de março de 2023
Versão:	03
Desenvolvimento e produção:	GeoAtributo, C.I.P.O.T., Lda.
Coordenador de Projeto:	Ricardo Almendra Licenciatura em Geografia e Planeamento; Mestrado em Geografia, ramo de especialização em Planeamento e Gestão do Território
Equipa técnica:	Andreia Mota Licenciatura em Geografia e Planeamento; Mestrado em Geografia, ramo de especialização em Planeamento e Gestão do Território; Pós-Graduação executiva em Sistemas de Informação Geográfica Liliana Sousa Licenciatura em Biologia-Geologia; Mestrado em Património Geológico e Geoconservação Paula Pereira Licenciatura em Geologia; Mestrado em Geociências, ramo de especialização em Valorização de Recursos Geológicos Rui Monteiro Licenciatura em Biologia-Geologia; Mestrado em Geociências, ramo de especialização em Valorização de Recursos Geológicos Teresa Costa Licenciatura em Geografia e Planeamento; Mestrado em Geografia, ramo de especialização em Planeamento e Gestão do Território
Equipa Técnica da SRAAC/DRAAC:	Adelaide Valente Licenciatura em Biologia; Pós-Graduação em Engenharia Sanitária; Pós-Graduação em Direito do Ambiente, do Ordenamento do Território e Urbanismo Sónia Ramos Licenciatura em Engenharia do Ambiente Marília Rodrigues Licenciatura em Biologia João Aveiro Licenciatura em Ciências do Meio Aquático João Marques Licenciatura em Química
Código de documento:	473
Estado do documento:	Versão para participação pública.
Código do projeto:	072004502
Nome do ficheiro digital:	PGRH_3_RH10_Parte_02_v03

ÍNDICE

ÍNDICE.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	12
ÍNDICE DE QUADROS	13
SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	20
1 REGIÃO HIDROGRÁFICA	23
1.1 DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA	23
1.1.1 Caracterização climatológica	27
1.1.1.1 Precipitação	27
1.1.1.2 Temperatura	28
1.1.1.3 Precipitação oculta	29
1.1.1.4 Humidade.....	29
1.1.1.5 Classificação climática.....	31
1.1.2 Caracterização geológica e geomorfológica	33
1.1.2.1 Geologia	33
1.1.2.2 Geomorfologia	37
1.1.3 Caracterização hidrogeológica e hidrográfica	38
1.2 MASSAS DE ÁGUA.....	39
1.2.1 Massas de água de superfície.....	39
1.2.1.1 Massas de água fortemente modificadas e artificiais.....	40
1.2.2 Massas de água subterrânea	42
1.2.2.1 Ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas e dos ecossistemas dependentes das águas subterrâneas.....	49
1.2.3 Síntese das massas de água.....	49
1.3 ZONAS PROTEGIDAS	54
1.3.1 Zonas de captação de água para a produção de água para consumo humano	54
1.3.2 Zonas designadas para proteção de espécies aquáticas de interesse económico	60
1.3.3 Zonas designadas como águas de recreio	60
1.3.4 Zonas designadas como zonas sensíveis em termos de nutrientes	64
1.3.5 Zonas designadas como zonas vulneráveis	66
1.3.6 Zonas designadas para a proteção de habitats e da fauna e flora selvagens e a conservação das aves selvagens.....	66
1.3.7 Zonas de infiltração máxima.....	69

1.3.8	Síntese das zonas protegidas.....	73
2	PRESSÕES SOBRE AS MASSAS DE ÁGUA	74
2.1	PRESSÕES QUALITATIVAS.....	75
2.1.1	Setor urbano.....	78
2.1.2	Atividades económicas	88
2.1.2.1	Indústria transformadora	89
2.1.2.2	Indústria extrativa.....	96
2.1.2.3	Pecuária	100
2.1.2.4	Agricultura	105
2.1.2.5	Aquicultura	110
2.1.2.6	Turismo	114
2.1.2.7	Outras atividades com impacte nas massas de água.....	124
2.1.3	Substâncias prioritárias, perigosas prioritárias, outros poluentes e poluentes específicos	130
2.1.4	Resíduos.....	137
2.1.5	Síntese	138
2.2	PRESSÕES QUANTITATIVAS	143
2.2.1	Setor urbano.....	144
2.2.2	Atividades económicas	148
2.2.2.1	Indústria	148
2.2.2.2	Pecuária	150
2.2.2.3	Agricultura	153
2.2.2.4	Aquicultura	155
2.2.2.5	Turismo	155
2.2.3	Síntese	156
2.3	PRESSÕES HIDROMORFOLÓGICAS.....	158
2.3.1	Barragens e açudes.....	159
2.3.2	Alteração do leito e da margem	163
2.3.3	Inertes.....	164
2.3.4	Intervenções / infraestruturas costeiras	169
2.3.5	Instalações portuárias	176
2.3.6	Pontes e viadutos	181
2.4	PRESSÕES BIOLÓGICAS.....	182
2.4.1	Introdução de espécies.....	182
2.4.2	Exploração e remoção	188
2.4.2.1	Pesca	189

2.4.2.2	Aquicultura	192
2.5	SÍNTESE DAS PRESSÕES SOBRE AS MASSAS DE ÁGUA.....	195
2.5.1	Águas Superficiais	195
2.5.2	Águas Subterrâneas	196
3	PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO	198
3.1	ÁGUAS SUPERFICIAIS	198
3.1.1	Programa de monitorização – rios.....	200
3.1.1.1	Elementos biológicos	204
3.1.1.2	Elementos físico-químicos de suporte aos biológicos	204
3.1.1.3	Elementos hidromorfológicos de suporte aos biológicos.....	209
3.1.2	Programa de monitorização - costeiras	211
3.1.2.1	Elementos biológicos	214
3.1.2.2	Elementos físico-químicos de suporte aos biológicos	214
3.1.2.3	Elementos hidromorfológicos de suporte aos biológicos.....	216
3.2	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	217
3.2.1	Monitorização do Estado Quantitativo.....	217
3.2.2	Monitorização do Estado Químico	221
3.2.3	Diretrizes para a implementação de redes de monitorização de águas subterrâneas na RH10	225
3.2.3.1	Monitorização do Estado Qualitativo	226
3.2.3.2	Monitorização do Estado Químico.....	227
3.3	ZONAS PROTEGIDAS	228
3.4	OUTRAS REDES DE MONITORIZAÇÃO	230
3.5	SÍNTESE DAS REDES DE MONITORIZAÇÃO.....	249
4	CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA	251
4.1	ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAL.....	251
4.1.1	Critérios de classificação do estado.....	251
4.1.1.1	Critérios de classificação do estado/ potencial ecológico	252
4.1.1.2	Critérios de classificação do estado químico	254
4.1.1.3	Critérios de classificação do estado das zonas protegidas	254
4.1.2	Estado ecológico e potencial ecológico	255
4.1.3	Estado químico	256
4.1.4	Estado global	257
4.1.5	Avaliação das zonas protegidas	260
4.2	ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	261
4.2.1	Critérios de classificação do estado.....	262

4.2.1.1	Critérios de classificação do estado quantitativo	262
4.2.1.2	Critérios de classificação do estado químico	263
4.2.1.3	Critérios de classificação do estado das zonas protegidas	265
4.2.2	Estado quantitativo	265
4.2.3	Estado químico	271
4.2.4	Estado global	280
4.2.5	Avaliação das zonas protegidas	283
5	DISPONIBILIDADES DE ÁGUA	284
5.1	DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS	284
5.2	DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS	285
6	BALANÇO ENTRE DISPONIBILIDADES E NECESSIDADES	290
6.1	ÍNDICE DE ESCASSEZ WEI+	291
7	CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	293
7.1	CLIMA OBSERVADO	293
7.2	ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS	294
7.2.1	Cenários climáticos e potenciais impactes nos recursos hídricos	294
7.2.2	Adaptação às alterações climáticas	312
8	RISCOS	320
8.1	RISCOS NATURAIS	320
8.1.1	Inundações	320
8.1.1.1	Metodologia e critérios	322
8.1.1.2	Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundações	322
8.1.1.3	Articulação entre PGRH e PGRI	326
8.1.2	Movimentos de Massa	328
8.1.3	Secas	329
8.1.4	Erosão hídrica	335
8.1.5	Erosão e galgamentos costeiros	337
8.1.6	Incêndios florestais	339
8.1.7	Tempestades	340
8.2	RISCOS TECNOLÓGICOS	342
8.2.1	Rutura de barragens	342
8.2.2	Colapso de pontes e aquedutos	344
8.2.3	Poluição accidental	344
8.2.3.1	Acidentes no transporte de mercadorias perigosas	345
8.2.3.2	Acidentes que envolvam substâncias perigosas	346

8.2.3.3	Acidentes em infraestruturas fixas de transporte de produtos perigosos	349
ANEXOS	350
ANEXO I – LISTA DAS MASSAS DE ÁGUA DELIMITADAS PARA O 3.º CICLO DE PLANEAMENTO		350
ANEXO II – CRITÉRIOS DE IDENTIFICAÇÃO E DESIGNAÇÃO DE MASSAS DE ÁGUA FORTEMENTE MODIFICADAS OU ARTIFICIAIS		350
ANEXO III – CRITÉRIOS DE IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA.....		350
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	351
LEGISLAÇÃO	356

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Delimitação Geográfica da RH10 (Ilha da Madeira)	24
Figura 1.2: Delimitação Geográfica da RH10 (Porto Santo, Desertas e Selvagens)	25
Figura 1.3: Distribuição da precipitação média diária para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 a 1990.....	28
Figura 1.4: Distribuição da temperatura média anual para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.....	29
Figura 1.5: Classificação climática de Köppen-Geiger no arquipélago da Madeira.....	32
Figura 1.6: Enquadramento geodinâmico do arquipélago da Madeira.....	33
Figura 1.7: Modelo hidrogeológico conceptual para a ilha da Madeira.....	38
Figura 1.8: Delimitação das massas de água superficiais – Ilha da Madeira.....	50
Figura 1.9: Delimitação das massas de água superficiais – Ilha de Porto Santo	51
Figura 1.10: Delimitação das massas de água subterrâneas – Ilha da Madeira.....	52
Figura 1.11: Delimitação das massas de água subterrâneas – Ilha de Porto Santo	53
Figura 1.12: Captações de água superficial destinadas à produção de água para consumo humano – Ilha da Madeira	56
Figura 1.13: Captações de água subterrânea destinadas à produção de água para consumo humano na RH10 – Ilha da Madeira	58
Figura 1.14: Captações de água subterrânea destinadas à produção de água para consumo humano na RH10 – Ilha de Porto Santo.....	59
Figura 1.15: Zonas designadas como águas balneares na RH10 – Ilha da Madeira	63
Figura 1.16: Zonas designadas como águas balneares na RH10 – Ilha de Porto Santo.....	64
Figura 1.17: Zona Menos Sensível na RH10.....	65
Figura 1.18: Áreas favoráveis à infiltração - Ilha da Madeira	71
Figura 1.19: Áreas favoráveis à infiltração vs massas de água subterrânea – Ilha da Madeira	72
Figura 2.1: Principais grupos de pressões sobre as massas de água	75
Figura 2.2: Localização das ETAR's urbanas - Ilha da Madeira	80
Figura 2.3: Localização das ETAR's urbanas – Ilha de Porto Santo.....	81
Figura 2.4: Local de descarga das ETAR's urbanas no meio hídrico - Ilha da Madeira	83
Figura 2.5: Local de descarga das ETAR's urbanas no meio hídrico – Ilha de Porto Santo.....	84
Figura 2.6: Local de descarga das ETAR's urbanas no solo – Ilha de Porto Santo	87
Figura 2.7: Local de descarga das águas residuais da indústria transformadora no meio hídrico - Ilha da Madeira	91
Figura 2.8: Local de descarga das águas residuais da indústria transformadora no meio hídrico – Ilha de Porto Santo.....	92
Figura 2.9: Local de descarga das águas residuais da indústria transformadora no solo - Ilha da Madeira	95

Figura 2.10: Pedreiras existentes na RH10 – Ilha da Madeira	98
Figura 2.11: Pedreiras existentes na RH10 – Ilha do Porto Santo	99
Figura 2.12: Local de descarga de efluentes tratados no solo - Pecuária - Ilha da Madeira	101
Figura 2.13: Local de descarga de águas residuais de origem aquícola no meio hídrico - Ilha da Madeira	111
Figura 2.14: Local de descarga das águas residuais da aquicultura no solo - Ilha da Madeira.....	113
Figura 2.15: Local de descarga das ETAR's dos empreendimentos turísticos no meio hídrico - Ilha da Madeira	116
Figura 2.16: Local de descarga das ETAR's dos empreendimentos turísticos no meio hídrico – Ilha de Porto Santo.....	117
Figura 2.17: Local de descarga das ETAR's dos empreendimentos turísticos no solo - Ilha da Madeira .	119
Figura 2.18: Campos de golfe existentes na RH10 – Ilha da Madeira	121
Figura 2.19: Campos de golfe existentes na RH10 – Ilha do Porto Santo.....	122
Figura 2.20: Local de descarga de águas residuais de outras atividades no meio hídrico - Ilha da Madeira	126
Figura 2.21: Local de descarga de águas residuais de outras atividades no solo - Ilha da Madeira.....	129
Figura 2.22: Sistema de abastecimento de água em alta.....	145
Figura 2.23: Sistema de regadio público da Madeira	153
Figura 2.24: Áreas permitidas para a extração de inertes na RH10, a partir de 2018.....	166
Figura 2.25: Local definido para a imersão de dragados na RH10	168
Figura 2.26: Mancha de empréstimo proposta para a artificialização da praia do Porto Santo	169
Figura 2.27: Localização dos quebra-mares na RH10 – Ilha da Madeira	172
Figura 2.28: Localização dos quebra-mares na RH10 – Ilha de Porto Santo	173
Figura 2.29: Localização das fixações de margem na RH10 – Ilha da Madeira	173
Figura 2.30: Localização dos esporões na RH10 – Ilha da Madeira	174
Figura 2.31: Emissários submarinos e cabos submarinos existentes na RH10 – Ilha da Madeira.....	175
Figura 2.32: Emissários submarinos existentes na RH10 – Ilha de Porto Santo	176
Figura 2.33: Principais infraestruturas portuárias na RH10	178
Figura 2.34: Localização dos portos secundários na RH10.....	179
Figura 2.35: Localização dos portos terciários na RH10	180
Figura 2.36: Infraestruturas de acesso ao mar como pequenos cais e rampas na RH10	181
Figura 2.37: Áreas de aquicultura existentes e potenciais na RH10 – Ilha da Madeira.....	194
Figura 3.1: Locais de monitorização das águas interiores (rios) na RH10 - Ilha da Madeira	203
Figura 3.2: Locais de monitorização das águas costeiras na RH10 - Ilha da Madeira.....	212
Figura 3.3: Locais de monitorização das águas costeiras na RH10 - Ilha de Porto Santo, Ilhas Selvagens e Ilhas Desertas	213
Figura 3.4: Locais de monitorização das massas de água subterrâneas na RH10 (Estado Quantitativo) - Ilha da Madeira	219

Figura 3.5: Locais de monitorização das massas de água subterrâneas na RH10 (Estado Quantitativo) - Ilha de Porto Santo.....	220
Figura 3.6: Locais de monitorização das massas de água subterrâneas na RH10 (Estado Químico) - Ilha da Madeira	223
Figura 3.7: Locais de monitorização das massas de água subterrâneas na RH10 (Estado Químico) - Ilha de Porto Santo.....	224
Figura 7.4.1: Esquema conceptual do sistema de classificação do estado das águas superficiais	252
Figura 4.2: Classificação do estado global das massas de água superficiais na RH10 - Ilha da Madeira..	258
Figura 4.3: Classificação do estado global das massas de água superficiais - Ilha de Porto Santo, Ilhas Selvagens e Ilhas Desertas.....	259
Figura 4.4: Estado quantitativo das massas de água de subterrâneas na RH10 - Ilha da Madeira	269
Figura 4.5: Estado quantitativo das massas de água de subterrâneas na RH10 - Ilha de Porto Santo	270
Figura 4.6: Estado químico das massas de água subterrâneas - Ilha da Madeira	278
Figura 4.7: Estado químico das massas de água subterrâneas - Ilha de Porto Santo.....	279
Figura 4.8: Classificação do estado global das massas de água subterrâneas - Ilha da Madeira	281
Figura 4.9: Classificação do estado global das massas de água subterrâneas - Ilha de Porto Santo	282
Figura 5.1: Modelo hidrogeológico conceptual para a ilha da Madeira	286
Figura 7.1: Distribuição da temperatura média anual para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.....	293
Figura 7.2: Distribuição da precipitação média diária para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.....	294
Figura 7.3: Principais impactes setoriais projetados para o sul da Europa (2071-2100), de acordo com o projeto PESETA II	297
Figura 7.4: Anomalia da precipitação de inverno (a), primavera (b), verão (c) e outono (d) para o cenário A2 entre 2070-2099 em relação ao período de referência 1970-1990, na ilha da Madeira	300
Figura 7.5: Anomalia da temperatura de inverno (a), primavera (b), verão (c) e outono (d) para o cenário A2 entre 2070-2099 em relação ao período de referência 1970-1990, na ilha da Madeira	301
Figura 7.6: Distribuição sazonal da temperatura média na ilha da Madeira (período 2070-2099)	302
Figura 7.7: Distribuição sazonal da variação média da precipitação em relação à precipitação total do período de referência na ilha da Madeira (2070-2099)	302
Figura 7.8: Distribuição sazonal da temperatura média na ilha de Porto Santo (período 2070-2099)....	303
Figura 7.9: Distribuição sazonal da variação média da precipitação em relação à precipitação total do período de referência na ilha de Porto Santo (2070-2099).....	303
Figura 7.10: Principais impactes setoriais projetados para o sul da Europa (2071-2100), de acordo com o projeto PESETA II	306
Figura 7.11: Esquema conceptual dos Recursos Hídricos.....	307
Figura 7.12: Localização e vulnerabilidades dos recursos hídricos aos impactes das alterações climáticas	312
Figura 7.13: Linhas fundamentais de orientação da estratégia de combate às alterações climáticas....	313
Figura 7.14: Tipos de adaptação às alterações climáticas	314
Figura 7.15: Estrutura organizacional da ENAAC 2020	317

Figura 8.1: Principais riscos naturais e tecnológicos que podem afetar o estado das massas de água, na RH10	320
Figura 8.2: Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação Pluvial na RH10	325
Figura 8.3: Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação Costeira na RH10	326
Figura 8.4: Suscetibilidade a movimento de massa em vertentes	329
Figura 8.5: Representação esquemática da evolução da seca	331
Figura 8.6: Secas identificadas entre 1960/61 e 2009/2010 nas ilhas da Madeira e de Porto Santo	334
Figura 8.7: Suscetibilidade de ocorrência de seca nas ilhas da Madeira e de Porto Santo	335
Figura 8.8: Suscetibilidade a inundações e galgamentos costeiros	339
Figura 8.9: Suscetibilidade a incêndios florestais	340
Figura 8.10: Suscetibilidade a tempestades	341
Figura 8.11: Propagação da onda de rotura da Lagoa da Portela	343
Figura 8.12: Propagação da onda de rotura da Lagoa da Portela	343
Figura 8.13: Transporte terrestre de mercadorias perigosas	346
Figura 8.14: Suscetibilidade a acidentes que envolvam substâncias perigosas	348

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1: Humidade relativa média do ar, por estação meteorológica da RAM (2021)	30
Gráfico 1.2: Humidade relativa média do ar, na estação Funchal/Observatório (2012 - 2021).....	31
Gráfico 1.3: Humidade relativa média do ar, na estação Porto Santo / Aeroporto (2012 - 2021).....	31
Gráfico 2.1: Proporções das contribuições das diferentes espécies pecuárias para as cargas de azoto (a) e fósforo (b) afluentes à RH10	103
Gráfico 2.2: Volume total fornecido em alta pela ARM, S.A. aos municípios da RH10 (2021).....	146
Gráfico 2.3: Variação do volume total fornecido em alta pela ARM, S.A. aos municípios da RH10 (2020-2021).....	147
Gráfico 2.4: Proporção dos volumes totais captados por setor de atividade (%), na RH10.....	157
Gráfico 2.5: Quantidade de pescado (%) descarregado na RH10 por principais espécies pescadas (2021)	190
Gráfico 2.6: Valor transacionado (%) por principais espécies pescadas na RH10 (2021).....	190
Gráfico 4.1: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea do Paul da Serra – Ilha da Madeira	272
Gráfico 4.2: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea do Maciço Central – Ilha da Madeira	273
Gráfico 4.3: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea da Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira	274
Gráfico 4.4: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea do Complexo Vulcânico – Ilha de Porto Santo.....	276
Gráfico 4.5: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea das Formações Sedimentares – Ilha de Porto Santo	277

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1: Níveis de divisão administrativa (RH10).....	26
Quadro 1.2: Comparação das massas de água subterrâneas da RH10 delimitadas no 2.º ciclo e 3.º ciclo	42
Quadro 1.3: Paul da Serra – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas.....	44
Quadro 1.4: Maciço Central – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas.....	45
Quadro 1.5: Orla Costeira Ocidental da Madeira – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas.....	46
Quadro 1.6: Formações Sedimentares – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas.....	47
Quadro 1.7: Complexo Vulcânico – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas.....	48
Quadro 1.8: Massa de água por categoria definidas na RH10.....	49
Quadro 1.9: Número de captações superficiais destinadas à produção de água para consumo humano	55
Quadro 1.10: Número de captações subterrâneas destinadas à produção de água para consumo.....	57
Quadro 1.11: Zonas designadas como águas balneares na RH10.....	60
Quadro 1.12: Zonas protegidas identificadas na RH10.....	73
Quadro 2.1: Principais grupos de pressões sobre as massas de água.....	74
Quadro 2.2: Instalações PCIP na RH10.....	76
Quadro 2.3: Instalações abrangidas pelo Regulamento PRTR (<i>Pollutant Release and Transfer Register</i>) na RH10.....	77
Quadro 2.4: ETAR's urbanas existentes na RAM.....	79
Quadro 2.5: Carga rejeitada (Kg/ano) pelo setor urbano na RH10.....	82
Quadro 2.6: Carga rejeitada (Kg/ano), no meio hídrico, por sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais na RH10.....	85
Quadro 2.7: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano) no meio hídrico por sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais na RH10.....	85
Quadro 2.8: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, por sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais na RH10.....	88
Quadro 2.9: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no solo, por sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais na RH10.....	88
Quadro 2.10: Carga rejeitada (Kg/ano) pela indústria transformadora na RH10.....	89
Quadro 2.11: Carga rejeitada (Kg/ano) pela indústria transformadora na RH10, por CAE.....	90
Quadro 2.12: Carga rejeitada (Kg/ano), pela indústria transformadora no meio hídrico, por CAE, na RH10.....	93
Quadro 2.13: Carga rejeitada (Kg/ano), por bacia, pela indústria transformadora na RH10.....	93
Quadro 2.14: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), por bacia, pela indústria transformadora na RH10..	94
Quadro 2.15: Carga rejeitada (Kg/ano), pela indústria transformadora no solo, por CAE, na RH10.....	96

Quadro 2.16: Carga rejeitada (Kg/ano) no solo pela indústria transformadora por massa de água, na RH10	96
Quadro 2.17: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano) no solo pela indústria transformadora por massa de água, na RH10.....	96
Quadro 2.18: Pedreiras existentes na RH10.....	97
Quadro 2.19: Carga rejeitada (Kg/ano) pela pecuária na RH10	100
Quadro 2.20: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, resultante das águas residuais de origem pecuária, na RH10	102
Quadro 2.21: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no solo, resultante das águas residuais de origem pecuária, na RH10	102
Quadro 2.22: Número de cabeças normais na RH, por Município	102
Quadro 2.23: Estimativa da carga de origem difusa totais e unitárias de N e P, por bacia, proveniente da pecuária	104
Quadro 2.24: Estimativa da carga de origem difusa totais e unitárias de N e P, por massa de água subterrânea, proveniente da pecuária	105
Quadro 2.25: Superfície Agrícola Utilizada (SAU) na RH10	106
Quadro 2.26: Superfície Regada (SAU) na RH10	107
Quadro 2.27: Classes de uso do solo obtidas após agregação e as correspondentes taxas de exportação	108
Quadro 2.28: Cargas poluentes de origem difusa totais e unitárias de N e P, por bacia hidrográfica	108
Quadro 2.29: Cargas poluentes de origem difusa totais e unitárias de N e P, por massa de água subterrânea	109
Quadro 2.30: Carga rejeitada (Kg/ano) pelas explorações aquícolas na RH10	110
Quadro 2.31: Carga rejeitada (Kg/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de origem aquícola, na Rh10.....	112
Quadro 2.32: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de origem aquícola, na RH10	112
Quadro 2.33: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, resultante das águas residuais de origem aquícola, na RH10	114
Quadro 2.34: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no solo, resultante das águas residuais aquícolas, na RH10	114
Quadro 2.35: Carga rejeitada (Kg/ano) por empreendimentos turísticos na RH10	115
Quadro 2.36: Carga rejeitada (Kg/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de empreendimentos turísticos, na RH10.....	118
Quadro 2.37: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais dos empreendimentos turísticos, na RH10.....	118
Quadro 2.38: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, resultante das águas residuais dos empreendimentos turísticos, na RH10.....	120
Quadro 2.39: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no solo, resultante das águas residuais dos empreendimentos turísticos, na RH10.....	120
Quadro 2.40: Campos de golfe existentes na RH10	120
Quadro 2.41: Carga estimada rejeitada pelos campos de golfe na RH10, por bacia hidrográfica	123

Quadro 2.42: Carga estimada rejeitada pelos campos de golfe na RH10, por massa de água subterrânea	124
Quadro 2.43: Carga rejeitada (Kg/ano) por outras atividades na RH10	124
Quadro 2.44: Carga rejeitada (Kg/ano) por outras atividades na RH10, por CAE	125
Quadro 2.45: Carga rejeitada (Kg/ano), por outras atividades no meio hídrico, por CAE, na RH10	127
Quadro 2.46: Carga rejeitada (Kg/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de outras atividades, na RH10.....	127
Quadro 2.47: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de outras atividades, na RH10	128
Quadro 2.48: Carga rejeitada (Kg/ano), por outras atividades no solo, por CAE, na RH10.....	130
Quadro 2.49: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, resultantes da rejeição de águas residuais de outras atividades, na RH10.....	130
Quadro 2.50: Substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes específicos	131
Quadro 2.51: Cargas de substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes, por bacia, das águas costeiras na RH10.....	133
Quadro 2.52: Cargas de substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes, por bacia, das águas interiores na RH10.....	134
Quadro 2.53: Cargas de substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes, por massas de água subterrânea na RH10	136
Quadro 2.54: Rejeições de águas residuais (N.º), por setor de atividade	138
Quadro 2.55: Carga rejeitada (Kg/ano), na RH10, por setor de atividade.....	139
Quadro 2.56: Carga rejeitada (Kg/ano), na RH10, por bacia hidrográfica / massa de água subterrânea	140
Quadro 2.57: Carga difusa estimada, por setor de atividade, na RH10	142
Quadro 2.58: Carga difusa rejeitada na RH10, por bacia hidrográfica / massa de água subterrânea	142
Quadro 2.59: Consumos de água no setor urbano (volume de água captada, volume de água distribuída/consumida e capitação urbana média), na RH10 – abastecimento em alta.....	146
Quadro 2.60: Consumos de água no setor urbano (volume de água captada, volume de água distribuída/consumida e capitação urbana média), na RH10 – abastecimento em baixa	148
Quadro 2.61: Volume captado para a indústria na RH10.....	149
Quadro 2.62: Volume captado para a indústria, por bacia, na RH10.....	149
Quadro 2.63: Volume captado para a indústria, por massa de água subterrânea, na RH10	150
Quadro 2.64: Capitações específicas para cada tipologia de animal	150
Quadro 2.65: Valores de referência para o cálculo das quantidades de água de lavagem utilizadas na atividade pecuária	151
Quadro 2.66: Volume captado para a pecuária na RH10	151
Quadro 2.67: Estimativa do volume captado para a pecuária, por bacia, na RH10	151
Quadro 2.68: Estimativa do volume captado para a pecuária, por massa de água subterrânea, na RH10	152
Quadro 2.69: Estimativa de volumes fornecidos por sistemas de água de rega na ilha da Madeira.....	154
Quadro 2.70: Volume captado para a aquicultura, por bacia, na RH10.....	155

Quadro 2.71: Volume captado para fins de promoção de atividades turísticas na RH10.....	155
Quadro 2.72: Volumes captados para rega dos campos de golfe na RH10.....	156
Quadro 2.73: Estimativa de volumes totais captados (m ³), por setor de atividade.....	156
Quadro 2.74: Estimativa de volumes totais captados (m ³), por setor de atividade e origem da água (superficial ou subterrânea)	157
Quadro 2.75: Estimativa de volumes totais captados (m ³), para o conjunto dos setores de atividade, na RH10	158
Quadro 2.76: Infraestruturas de retenção e armazenamento na RH10.....	160
Quadro 2.77: Infraestruturas de retenção e armazenamento de maior relevância na RH10	160
Quadro 2.78: Caracterização das grandes barragens na RH10	161
Quadro 2.79: Caracterização de outras infraestruturas de retenção e armazenamento na RH10.....	161
Quadro 2.80: Número de intervenções no leito e margens, por tipologia, na RH10	164
Quadro 2.81: Volumes extraídos nas áreas permitidas para a extração de inertes na RH10	166
Quadro 2.82: Intervenções / infraestruturas costeiras existentes na RH10	171
Quadro 2.83: Extensão das intervenções / infraestruturas costeiras existentes na RH10	171
Quadro 2.84: Infraestruturas portuárias na RH10.....	177
Quadro 2.85: Espécies não indígenas de flora características de ambientes dulçaquícolas na RH10	183
Quadro 2.86: Espécies não indígenas registadas em ambientes marinhos na RH10	185
Quadro 2.87: Evolução da quantidade de pescado (ton) na RH10 por principais espécies (2016 a 2021)	191
Quadro 3.1: Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico das massas de água superficiais da RH10	199
Quadro 3.2: Frequência de amostragem de referência para os elementos de qualidade, de acordo com as categorias de massas de água	199
Quadro 3.3: Rede de Monitorização do Estado Ecológico e Químico das Massas de Água Superficiais da RH10	200
Quadro 3.4: Locais de monitorização das águas interiores (rios) na RH10	201
Quadro 3.5: Parâmetros físico-químicos de suporte aos elementos biológicos, analisados na monitorização das águas interiores (rios) na RH10	204
Quadro 3.6: Parâmetros Adicionais.....	205
Quadro 3.7: Substâncias Prioritárias, Poluentes Específicos e Substâncias Ativas, analisados na monitorização das águas interiores (rios) na RH10	205
Quadro 3.8: Substâncias Prioritárias e Poluentes Específicos Seleccionados, e Substâncias Ativas, analisados na monitorização das águas interiores (rios) na RH10	207
Quadro 3.9: Parâmetros a monitorizar por pontos de amostragem.....	208
Quadro 3.10: Locais de monitorização das águas costeiras na RH10.....	211
Quadro 3.11: Frequência de amostragem dos elementos biológicos nas massas de água costeiras na RH10	214
Quadro 3.12: Parâmetros físico-químicos analisados na monitorização das águas costeiras na RH10 ...	214

Quadro 3.13: Poluentes específicos e substâncias prioritárias analisados na monitorização das águas costeiras na RH10.....	215
Quadro 3.14: Frequência de amostragem dos elementos físico-químicos nas massas de água costeiras na RH10	216
Quadro 3.15: Frequência de amostragem dos elementos hidromorfológicos nas massas de água costeiras na RH10	216
Quadro 3.16: Rede de monitorização piezométrica (furos) e de caudais (nascentes) das captações de água subterrânea para produção de água para consumo humano na RH10	218
Quadro 3.17: Rede de monitorização da qualidade das captações de água subterrânea para produção de água para consumo humano	221
Quadro 3.18: Parâmetros e frequência de monitorização da qualidade em captações subterrâneas de abastecimento público – rede de vigilância e operacional	225
Quadro 3.19: Número mínimo de pontos de monitorização por massa de água subterrânea na RH10	226
Quadro 3.20: Parâmetros indicativos para a rede de vigilância	227
Quadro 3.21: Parâmetros indicativos para a rede operacional.....	228
Quadro 3.22: Parâmetros e frequência de amostragem das águas balneares	229
Quadro 3.23: Evolução da Rede de Monitorização da Qualidade das Águas Superficiais – Madeira	230
Quadro 3.24: Estações da rede hidrométrica da Madeira (ARM)	232
Quadro 3.25: Estações da rede hidrométrica da Madeira (LREC)	234
Quadro 3.26: Estações da rede meteorológica da ARM, S.A. na RH10	235
Quadro 3.27: Estações da rede meteorológica e climatológica do IPMA na RH10	237
Quadro 3.28: Rede de monitorização meteorológica (estações udométricas) do LREC	238
Quadro 3.29: Rede de monitorização meteorológica (estações multiparamétricas) do LREC.....	239
Quadro 3.30: Secções de amostragem do programa de monitorização (ETRS)	241
Quadro 3.31: Parâmetros de análise e frequência de amostragem (ETRS)	243
Quadro 3.32: Secções de amostragem do programa de monitorização (ETZO, ETZL e CPRS)	245
Quadro 3.33: Parâmetros de análise e frequência de amostragem (ETZO, ETZL e CPRS).....	246
Quadro 3.34: Estações ondógrafo da APRAM / IH na RH10.....	248
Quadro 3.35: Redes ativas de monitorização das massas de água superficiais da RH10.....	249
Quadro 4.1: Elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e físico-química a considerar por categoria de massa de água existentes na RH10	253
Quadro 4.2: Critérios de classificação para as massas de água superficiais incluídas em zonas protegidas	254
Quadro 4.3: Classificação do estado ecológico das massas de água superficiais na RH10	255
Quadro 4.4: Comparação do estado ecológico das massas de água superficial naturais, entre o 2.º e o 3.º ciclo de planeamento, na RH10.....	256
Quadro 4.5: Classificação do estado químico das massas de água superficiais naturais na RH10	256
Quadro 4.6: Comparação do estado químico das massas de água superficial naturais, entre o 2.º e o 3.º ciclo de planeamento, na RH10.....	257
Quadro 4.7: Classificação do estado global das massas de água superficiais naturais na RH10.....	257

Quadro 4.8: Classificação das águas balneares na época balnear 2021	260
Quadro 4.9: Classes de estado das águas subterrâneas consideradas na DQA e na LA.....	262
Quadro 4.10: Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas	263
Quadro 4.11: Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas	264
Quadro 4.12: Critérios de avaliação complementar para as massas de água subterrâneas inseridas em zonas protegidas	265
Quadro 4.13: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Paul da Serra – Ilha da Madeira	266
Quadro 4.14: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Maciço Central – Ilha da Madeira	266
Quadro 4.15: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira	267
Quadro 4.16: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Complexo Vulcânico – Ilha de Porto Santo.....	267
Quadro 4.17: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Formações Sedimentares – Ilha de Porto Santo.....	268
Quadro 4.18: Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na RH10.....	268
Quadro 4.19: Comparação do estado quantitativo das massas de água subterrânea, entre o 2.º e o 3.º ciclo de planeamento, na RH10.....	270
Quadro 4.20: Valores de concentração natural na massa de água subterrânea do Paul da Serra – Ilha da Madeira	271
Quadro 4.21: Análise de tendências e do estado químico da massa de água subterrânea do Paul da Serra – Ilha da Madeira.....	272
Quadro 4.22: Valores de concentração natural na massa de água subterrânea do Maciço Central – Ilha da Madeira	272
Quadro 4.23: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Maciço Central – Ilha da Madeira	273
Quadro 4.24: Valores de concentração natural na massa de água subterrânea da Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira.....	274
Quadro 4.25: Análise de tendências e do estado químico da massa de água subterrânea da Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira.....	275
Quadro 4.26: Valores de concentração natural e avaliação do estado químico na massa de água subterrânea do Complexo Vulcânico – Ilha de Porto Santo (n=27 pontos de água).....	275
Quadro 4.27: Valores de concentração natural e avaliação do estado químico na massa de água subterrânea das Formações Sedimentares – Ilha de Porto Santo (n=13 pontos de água)	276
Quadro 4.28: Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH10.....	277
Quadro 4.29: Comparação do estado químico das massas de água subterrânea, entre o 2º e o 3º ciclo de planeamento, na RH10.....	279
Quadro 4.30: Classificação do estado global das massas de água subterrânea na RH10	280
Quadro 4.31: Avaliação complementar das massas de água subterrâneas inseridas em zonas protegidas destinadas à produção de água para consumo humano na RH10	283

Quadro 5.1: Precipitação média anual, escoamento e evapotranspiração por zonas da RH10 para os anos húmidos, médios e secos	284
Quadro 5.2: Disponibilidade do meio hídrico subterrâneo da RH10	287
Quadro 6.1: WEI+ para a RH10.....	291
Quadro 7.1: Variação da precipitação e temperatura na ilha da Madeira relativa ao período de referência entre 1970 e 1990	299
Quadro 7.2: Variação da temperatura e precipitação para os cenários A2 e B2 (2070-2099) e o período de referência (1970-1999) para a ilha da Madeira.....	304
Quadro 7.3: Variação da temperatura e precipitação para os cenários A2 e B2 (2070-2099) e o período de referência (1970-1999) para a ilha de Porto Santo	304
Quadro 7.4: Principais impactes das alterações climáticas nos recursos hídricos da RH10.....	308
Quadro 7.5: Matriz de vulnerabilidade às alterações climáticas na qualidade da água subterrânea da RH10	309
Quadro 7.6: Matriz de vulnerabilidade às alterações climáticas na disponibilidade da água subterrânea nos níveis piezométricos dos furos da RH10.....	310
Quadro 7.7: Matriz de vulnerabilidade às alterações climáticas na disponibilidade da água subterrânea, caudais de galerias, túneis e nascentes da RH10	311
Quadro 7.8: Objetivos estratégicos e específicos da proposta de ENAAC – Recursos hídricos	316
Quadro 7.9: Medidas de adaptação	319
Quadro 8.1: Eventos de Inundação reportados na RH10, de 2011 a 2019	323
Quadro 8.2: Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação Pluvial na RH10.....	324
Quadro 8.3: Número de massas de água identificadas nas ARPSI na RH10.....	326
Quadro 8.4: Conclusões e recomendações do Plano de Prevenção, Monitorização e Contingência para Situações de Seca – níveis de prevenção, monitorização e contingência	332
Quadro 8.5: Classificação das grandes barragens na RH10.....	342

SIGLAS E ACRÓNIMOS

ANPEC	Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil
APA	Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.
APRAM	Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira, S. A.
ARM	Águas e Resíduos da Madeira, S.A.
ARPSI	Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação
CAOP	Carta Administrativa Oficial de Portugal
CBO₅	Carência Bioquímica de Oxigénio
CBPA	Código de Boas Práticas Agrícolas
CE	Comissão Europeia
CLIMAAT II	Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos II
COS	Carta de Ocupação do Solo
CPRS	Centro de Processamento de Resíduos Sólidos
CQO	Carência Química de Oxigénio
CRA¹	Conselho Regional da Água
CRH	Conselhos de Região Hidrográfica
CTV	Central Térmica da Vitória
DARU	Diretiva das Águas Residuais Urbanas
DPH	Domínio Público Hídrico
DQA	Diretiva Quadro da Água
DRA	Direção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural
DRAAC	Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas
DRC	Direção Regional da Cultura
DRE	Direção Regional de Estradas
DREM	Direção Regional de Estatística da Madeira
DRESC	Direção Regional do Equipamento Social e Conservação
DRETT	Direção Regional da Economia e Transportes Terrestres
DRM	Direção Regional do Mar
DRP	Direção Regional de Pescas
DRPRGOP	Direção Regional de Planeamento, Recursos e Gestão de Obras Públicas
DRT	Direção Regional do Turismo

¹ Embora esteja previsto na legislação, não se verifica a sua existência na RH10.

EEM	Empresa de Eletricidade da Madeira, S.A.
ENAAC	Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas
EQB	Elemento Qualidade Biológica
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
ETZL	Estação de Transferência da Zona Leste e de Triagem da Madeira
ETZO	Estação de Transferência da Zona Oeste
GEE	Gases com Efeito de Estufa
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
IASAÚDE	Instituto de Administração de Saúde, IP-RAM
IBA	<i>Important Bird Areas</i>
IFCN	Instituto das Florestas e Conservação da Natureza, IP-RAM
INE	Instituto Nacional de Estatística, I.P.
INSAAR	Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Madeira Observatório Meteorológico do Funchal
LA	Lei da Água
LREC	Laboratório Regional de Engenharia Civil
MAOTDR	Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional
N	Azoto
NBL	<i>Natural Background Levels</i>
NRC	Nível de Recuperação de Custos
NUT	Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos
P	Fósforo
PCIP	Prevenção e Controlo Integrados da Poluição
PDM	Planos Diretores Municipais
PEGA	Plano Específico de Gestão de Águas
PGBH	Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica
PGRH	Plano de Gestão de Região Hidrográfica
PGRH10	Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira
PIB	Produto Interno Bruto
PNA	Plano Nacional da Água
PNAAS	Plano Nacional de Ação Ambiente e Saúde
PNM	Parque Natural da Madeira
POA	Plano de Ordenamento de Albufeiras
POEM	Plano de Ordenamento do Espaço Marítimo
POOC	Plano de Ordenamento de Orla Costeira

PRAM	Plano Regional da Água da Madeira
PREPCRAM	Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register
QEPiC	Quadro Estratégico para a Política Climática
QSiGA	Questões Significativas da Gestão da Água
RAM	Região Autónoma da Madeira
RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i>
RH	Região Hidrográfica
RH10	Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira
RSB	Regulamento Segurança Barragens
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SAU	Superfície Agrícola Utilizada
Sbt	Medidas propostas que se aplicam às massas de água subterrâneas
SEAmb	Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente
SEPNA	Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente
SIC	Sítio de Importância Comunitária
Spf	Medidas propostas que se aplicam às massas de água superficiais
SRAAC	Secretaria Regional de Ambiente, Recursos Naturais e Alterações Climáticas
SREI	Secretaria Regional de Equipamentos e Infraestruturas
SRPC	Serviço Regional de Proteção Civil, IP-RAM
SST	Sólidos Suspensos Totais
STTRS RAM	Sistema de Transferência e de Triagem de Resíduos Sólidos da Região Autónoma da Madeira
TRH	Taxa de Recursos Hídricos
TURH	Títulos de utilização de recursos hídricos
UAG	Unidade Autónoma de Gás Natural
UE	União Europeia
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas
VLE	Valores Limites Emissão
WEI	<i>Water Exploitation Index</i>
ZEC	Zonas Especiais de Conservação
ZIM	Zona de Infiltração Máxima
ZPE	Zonas de Proteção Especial

1 REGIÃO HIDROGRÁFICA

1.1 DELIMITAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA

A Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10), com uma área de 2 248 km², integra as bacias hidrográficas do Arquipélago da Madeira, localizado no oceano Atlântico, entre os paralelos 30°01' e 33°08' de latitude norte e os meridianos 15°41' e 17°16' de longitude oeste. Esta compreende o território das ilhas da Madeira e do Porto Santo e dois grupos de ilhas sem população permanente, as Desertas e as Selvagens.

A área da RH10 corresponde às ilhas (801,1 km²) e à área correspondente às águas costeiras (1 446,9 km²). A Ilha da Madeira é composta por 20 bacias hidrográficas e a Ilha do Porto Santo por uma bacia hidrográfica. Nas Figura 1.1 e Figura 1.2 encontra-se representada a delimitação geográfica da RH10.

A Região Autónoma da Madeira (RAM) enquadra um total de 11 concelhos (Calheta, Câmara de Lobos, Funchal, Machico, Ponta do Sol, Porto Moniz, Ribeira Brava, Santa Cruz, Santana, São Vicente e Porto Santo) abrangidos na íntegra pelo perímetro da RH10, com 250 769 habitantes (dados provisórios dos censos 2021).

Figura 1.1: Delimitação Geográfica da RH10 (Ilha da Madeira)

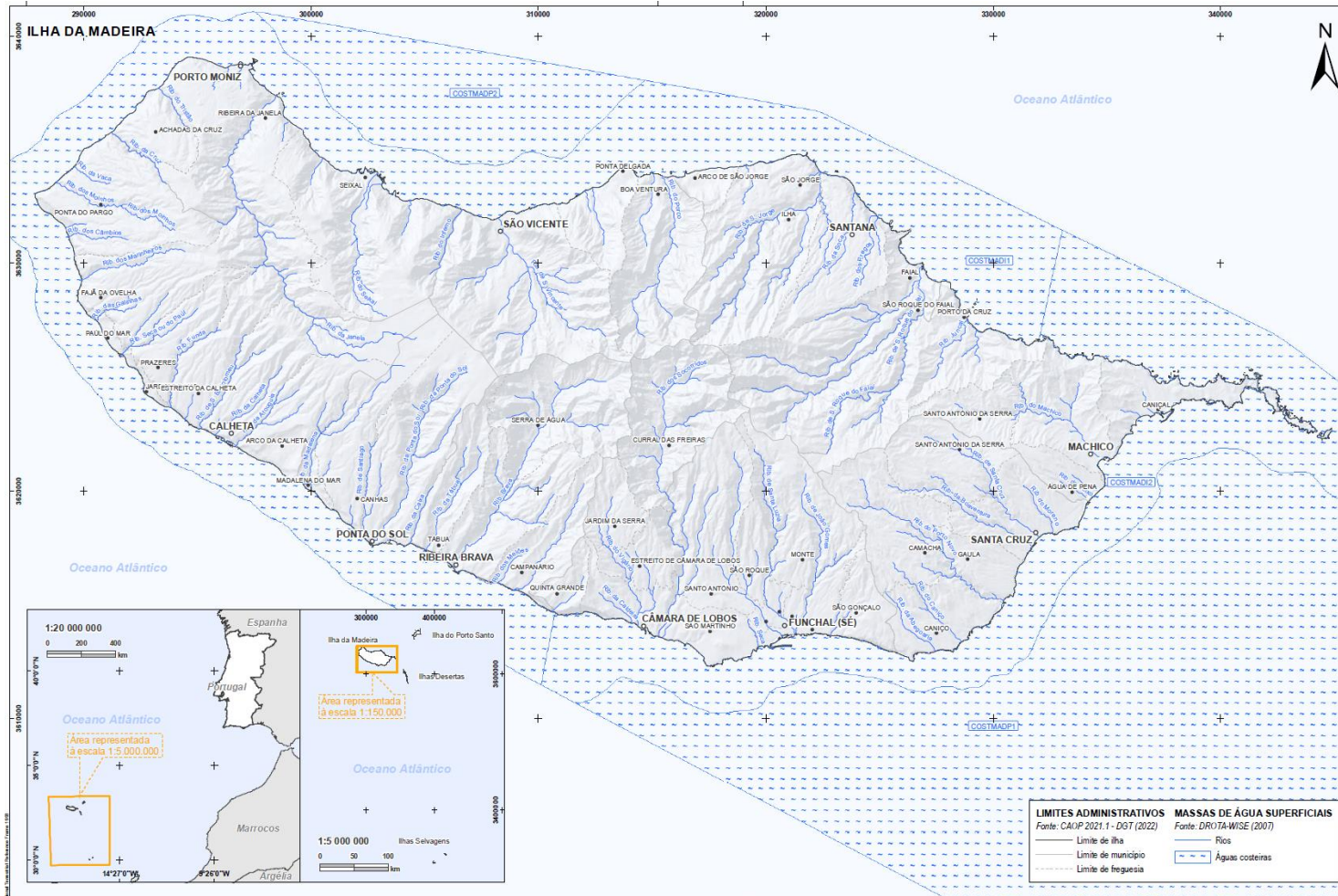
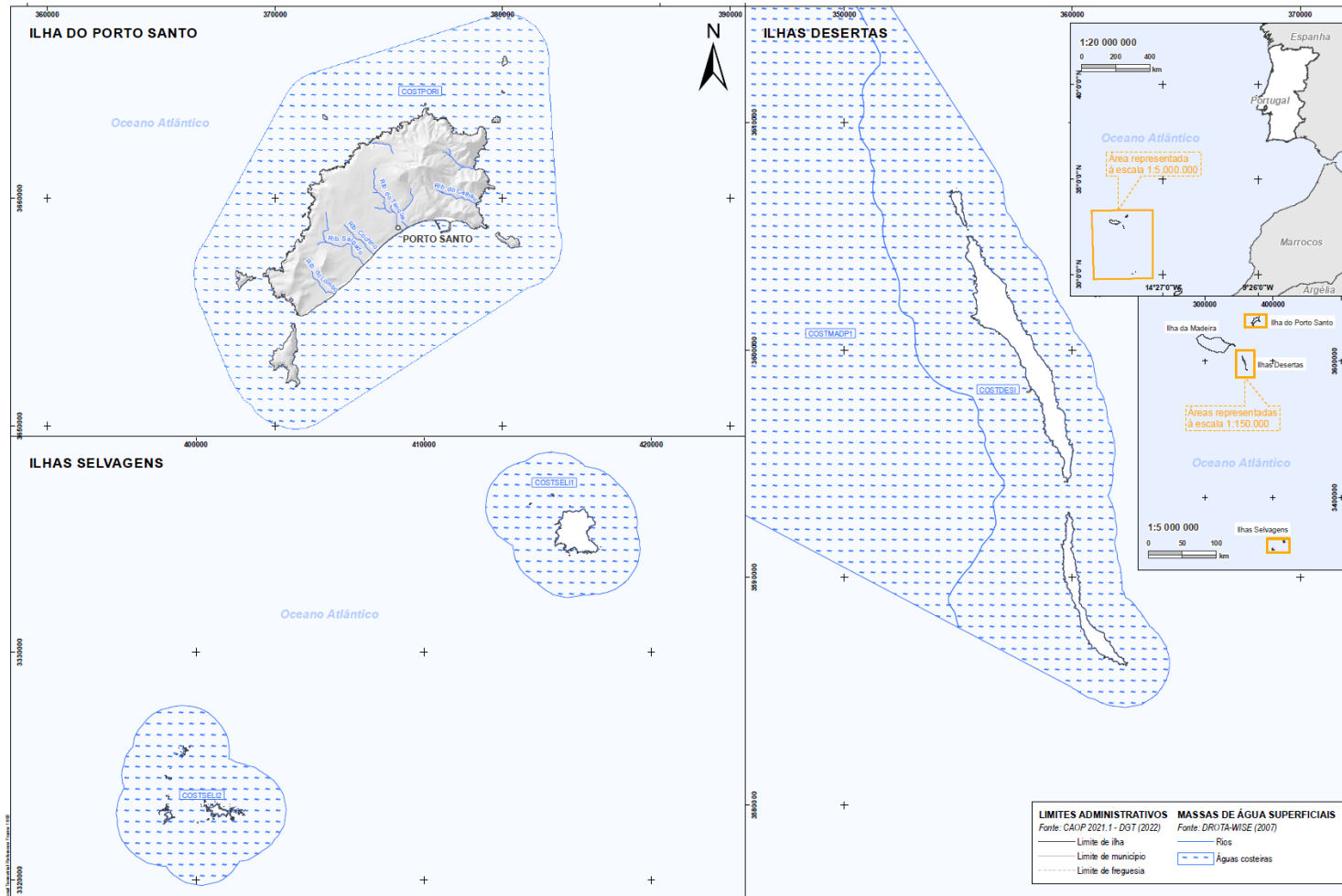


Figura 1.2: Delimitação Geográfica da RH10 (Porto Santo, Desertas e Selvagens)



No Quadro 1.1 identificam-se os concelhos e freguesias abrangidos na íntegra pela RH10, de acordo com o Código da Divisão Administrativa do Instituto Nacional da Estatística (INE).

Os limites administrativos considerados no PGRH do Arquipélago da Madeira (RH10) correspondem aos definidos pela CAOP 2021.01.

Quadro 1.1: Níveis de divisão administrativa (RH10)

CONCELHO	FREGUESIA	ÁREA (KM ²)	POPULAÇÃO
Calheta	Arco da Calheta	111,51	10 901
	Calheta		
	Estreito da Calheta		
	Fajã da Ovelha		
	Jardim do Mar		
	Paul do Mar		
	Ponta do Pargo		
Prazeres			
Câmara de Lobos	Câmara de Lobos	52,17	32 128
	Curral das Freiras		
	Estreito de Câmara de Lobos		
	Jardim da Serra		
	Quinta Grande		
Funchal	Imaculado Coração de Maria	76,22	105 828
	Monte		
	Santa Luzia		
	Santa Maria Maior		
	Santo António		
	São Gonçalo		
	São Martinho		
	São Pedro		
	São Roque		
Sé			
Machico	Água de Pena	68,25	19 544
	Caniçal		
	Machico		
	Porto da Cruz		
	Santo António da Serra		
Ponta do Sol	Canhas	46,26	8 398
	Madalena do Mar		
	Ponta do Sol		
Porto Moniz	Achadas da Cruz	82,92	2 516
	Porto Moniz		
	Ribeira da Janela		
	Seixal		
Ribeira Brava	Campanário	65,46	12 686
	Ribeira Brava		
	Serra de Água		

CONCELHO	FREGUESIA	ÁREA (KM ²)	POPULAÇÃO
	Tabua		
Santa Cruz	Camacha	81,31	42 626
	Caniço		
	Gaula		
	Santa Cruz		
	Santo António da Serra		
Santana	Arco de São Jorge	95,47	6 522
	Faial		
	Ilha		
	Santana		
	São Jorge		
São Vicente	São Roque do Faial	78,84	4 854
	Boaventura		
	Ponta Delgada		
Porto Santo	São Vicente	42,68	5 179
	Porto Santo		

Fonte: Carta Administrativa Oficial de Portugal 2021 (CAOP 2021); Direção-Geral do Território (DGT); 2022; INE, I.P., 2021.

1.1.1 Caracterização climatológica

1.1.1.1 Precipitação

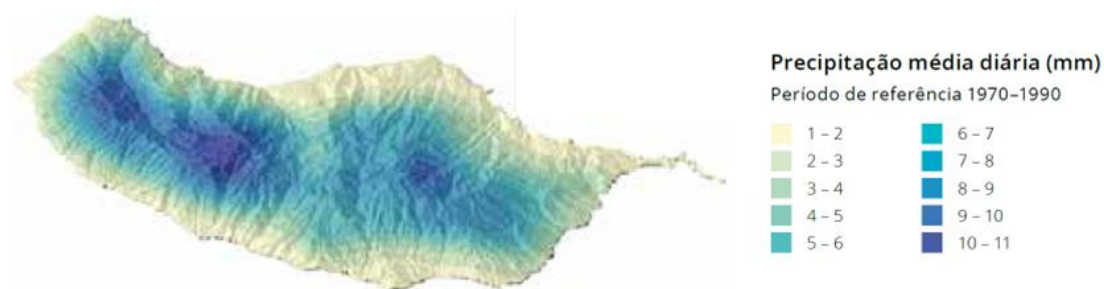
Para Gomes *et al.*, (2015), a média da precipitação acumulada anualmente na Madeira atinge um máximo próximo dos 3 400 milímetros (mm), nos picos mais elevados, e um mínimo na zona do Funchal (menos de 600 mm).

Observa-se, na distribuição da precipitação anual, uma assimetria norte-sul, com bastante mais precipitação, à mesma altitude, na costa norte

A assimetria norte-sul da distribuição da precipitação acumulada não é tão acentuada no inverno comparado com a escala anual, embora continue a ser uma das características significativas da distribuição espacial. Nas zonas mais altas, a precipitação acumulada no inverno, ultrapassa ligeiramente os 1 200 mm, enquanto nas regiões do Funchal e do vale de Machico é cerca de 300 mm.

A Figura 1.3 representa a distribuição da precipitação média diária para a ilha da Madeira entre o período de 1970 a 1990.

Figura 1.3: Distribuição da precipitação média diária para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 a 1990



Fonte: Gomes *et al.*, 2015.

Nos meses de verão, observa-se cerca de 150 mm de precipitação nas zonas elevadas (exceto Arieiro) e valores ligeiramente inferiores a 50 mm na costa sul da ilha, tornando-se assim mais evidente a assimetria norte-sul na distribuição da precipitação nesta estação do ano. O facto de chover mais na parte norte da Madeira durante o verão está claramente associado ao rudo dominante do vento (norte) nesta estação e ao facto de a precipitação ser essencialmente orográfica.

Em contraste, a Ilha de Porto Santo, apesar de afetada pelos mesmos sistemas meteorológicos, é substancialmente mais seca, com uma precipitação anual média de 384 mm.

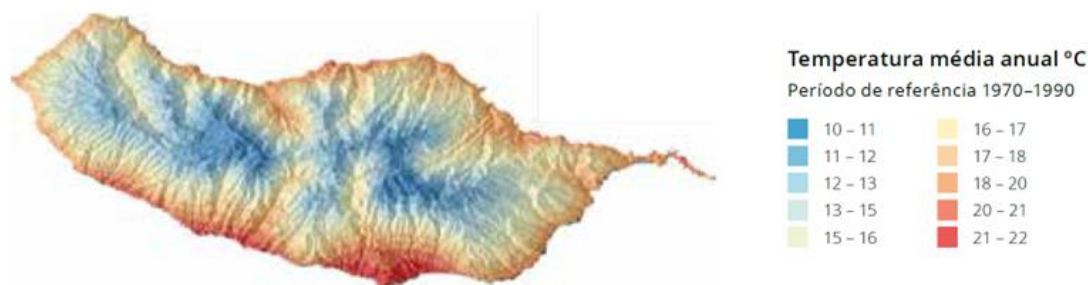
1.1.1.2 Temperatura

Ainda segundo Gomes *et al.*, (2015), o Arquipélago da Madeira situa-se geograficamente na região subtropical, apresentando um clima ameno, tanto no inverno como no verão, exceto nas zonas mais elevadas, onde são observadas temperaturas mais baixas. O efeito moderador do mar nas temperaturas faz-se sentir na reduzida amplitude térmica observada nas ilhas. Alguns sistemas depressionários que atravessam o Atlântico descem até à latitude da Madeira durante os meses de inverno, observando-se igualmente a formação de depressões na vizinhança do arquipélago, podendo dar origem a precipitação abundante. No verão, predominam ventos com rudo de quadrante norte associados ao ramo leste do anticiclone dos Açores.

Com base na Normal Climática relativa ao período 1961 – 1990, a temperatura média anual na Madeira varia entre um mínimo de 8°C, nos picos mais elevados, e 19°C nas zonas costeiras. A região do Funchal, situada na vertente sul a jusante dos ventos dominantes, é a zona mais quente da ilha. No inverno, a média das temperaturas mínimas desce um pouco abaixo dos 4°C, nas regiões elevadas, e, junto da costa, é ligeiramente superior a 13°C. No verão, observa-se, em média, 16°C de temperatura máxima nos picos mais elevados e 23°C nas zonas costeiras.

A Figura 1.4 representa a distribuição da temperatura média anual para a ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990.

Figura 1.4: Distribuição da temperatura média anual para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990



Fonte: Gomes et al., (2015).

No Porto Santo, os meses mais frios são janeiro e fevereiro, e a temperatura mais elevada registada no período de 1961 – 1990 foi de 35,3°C, em agosto. Em relação à temperatura mínima absoluta, Porto Santo registou 7,4°C. A temperatura média no Porto Santo é ligeiramente mais baixa que no Funchal (18,7°C)

1.1.1.3 Precipitação oculta

Prada et al., (2005), no estudo intitulado de “Disponibilidades Hídricas da Ilha da Madeira” considera que os valores médios da nebulosidade na Madeira são maiores do que sobre o mar na região em que está situada, o que se explica pela formação de nuvens e nevoeiros orográficos, isto é, o ar húmido marítimo ao encontrar a ilha, barreira montanhosa perpendicular à direção predominante do vento, de nordeste, vai sofrer uma subida forçada ao longo da encosta. O ar que foi obrigado a subir, arrefece adiabaticamente, condensando-se em pequenas partículas que ficam em suspensão na atmosfera, constituindo nuvens ou nevoeiros, consoante a condensação se dá em altitude ou junto da superfície do globo. Na Madeira, os nevoeiros são quase exclusivamente orográficos, formando-se a barlavento da elevação, com tendência para se dissiparem a sotavento, sendo a variação anual da frequência pouco nítida, atingindo, na Bica da Cana, 235 dias/ano, e no Areeiro 229 dias/ano.

Em relação à variação em altitude, as massas de ar húmido podem começar a condensar a altitudes relativamente baixas, a partir dos 400 m, até altitudes de cerca de 1600 m, fixando-se a cobertura nebulosa entre os 600-800 m e os 1 600 m, no Inverno, descendo mais abaixo, no Verão.

Esta persistente e espessa cobertura nebulosa, responsável, na presença de vegetação, pelo fenómeno da precipitação oculta, constitui um recurso de elevado potencial hídrico. Prada et al., (2005), levou a cabo um estudo para registar a precipitação oculta. Foram obtidos sob uma *Erica arborea* L. (urze com cerca de 14 m³ de volume de copa), no Paul da Serra – local com condições bastante favoráveis – precipitações médias de 30 mm/d, o que corresponde a 5 100 mm/ano (30 mm/d x 170 dias produtivos), valor superior ao da precipitação anual média daquela zona.

Considera-se, assim, que para além da precipitação direta sob a forma de chuva (média anual para a ilha de 1 636 mm), principal fonte de recarga contribuindo com cerca de 363 mm (267 500 000 m³/ano) para os recursos hídricos subterrâneos, existe, na Madeira, uma outra fonte de recarga, proveniente da interação do nevoeiro com a vegetação arbórea das zonas altas da ilha, designada por precipitação oculta.

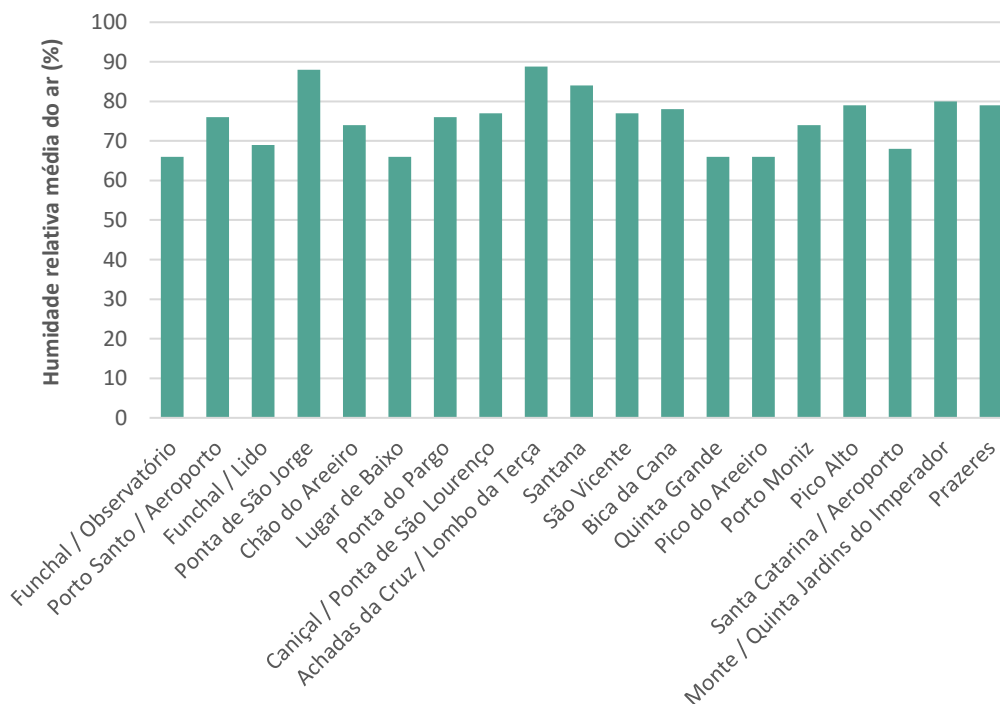
1.1.1.4 Humidade

De acordo com a informação disponibilizada pela DREM, no ano de 2021, das estações que dispõem de média anual da humidade relativa do ar, Ponta do Pargo, Caniçal/Ponta de São Lourenço, Lugar de Baixo,

Santa Catarina, Santana e Ponta de São Jorge apresentaram um valor inferior ao de 2020. Nas restantes estações a humidade relativa aumentou ou manteve-se face a 2020.

Analisando o último ano, é possível verificar que os valores médios anuais da humidade relativa do ar variaram entre os 66% no Pico do Areeiro, Quinta Grande, Funchal Observatório e Lugar de Baixo e os 89% nas Achadas da Cruz, sendo que nesta estação a humidade relativa média do ar foi superior à de 2020 em 2% (Gráfico 1.1).

Gráfico 1.1: Humidade relativa média do ar, por estação meteorológica da RAM (2021)

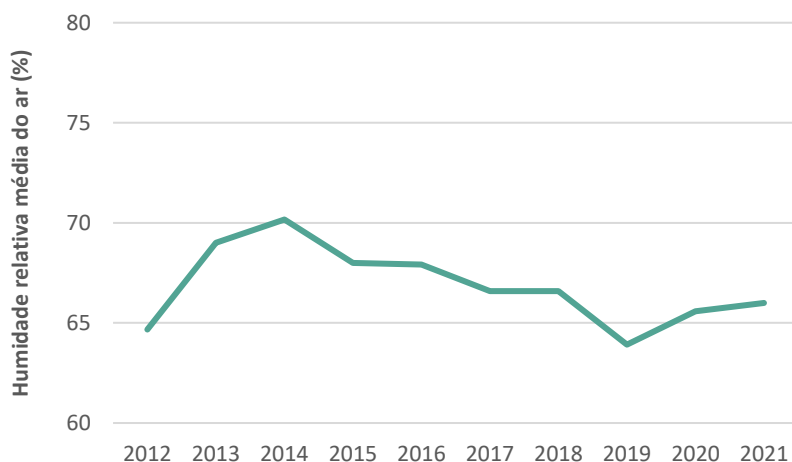


Fonte: DREM, 2022.

De acordo com a mesma fonte, na análise da informação à escala mensal, é de realçar que o valor médio mínimo da humidade relativa do ar (32%) foi registado na estação do Pico do Areeiro, em julho e o valor médio máximo (97%) foi observado na estação das Achadas da Cruz/Lombo da Terça no mês de novembro.

Analisando a evolução dos valores médios de humidade relativa do ar a partir de 2012, e tomando como exemplo a estação Funchal/Observatório, na Ilha da Madeira, denota-se um acréscimo dos valores registados nos dois últimos anos, embora com algumas oscilações interanuais marcadas durante a totalidade do período em análise (Gráfico 1.2). Com efeito, no referido período, foi no ano 2014 que se registou o valor mais elevado (70%), a que se seguiu uma tendência de redução, até ao ano de 2019, ao qual corresponde o registo do menor valor de humidade relativa média do ar (64%).

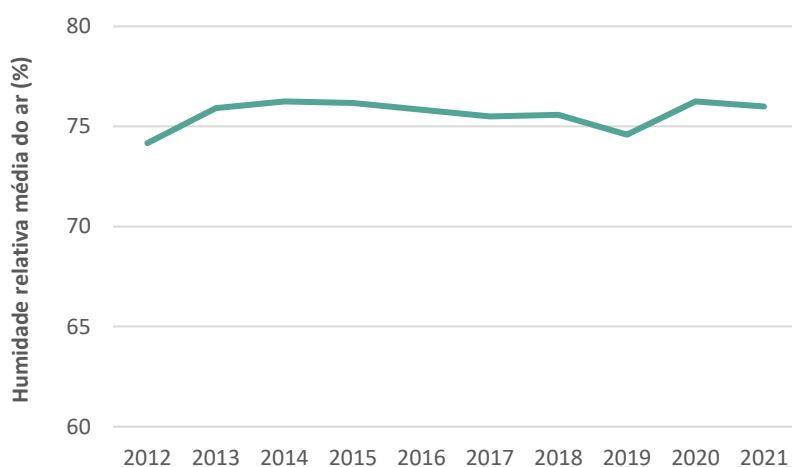
Gráfico 1.2: Humidade relativa média do ar, na estação Funchal/Observatório (2012 - 2021)



Fonte: DREM, 2022.

No que responde à ilha de Porto Santo, analisando a evolução deste indicador no mesmo período, é possível constatar que os valores de humidade relativa média do ar se mantêm relativamente constantes, oscilando entre os 74%, observados em 2012, e os 76%, registados entre 2013 e 2017 e, mais recentemente, em 2020 e 2021 (Gráfico 1.3).

Gráfico 1.3: Humidade relativa média do ar, na estação Porto Santo / Aeroporto (2012 - 2021)



Fonte: DREM, 2022.

1.1.1.5 Classificação climática

A classificação climática de Köppen, apesar de ter sido definida há cerca de 100 anos, continua a ser uma das classificações mais utilizadas em estudos climatológicos de todo o mundo. Esta classificação define distintos tipos de clima a partir dos valores médios mensais da precipitação e da temperatura. Para a delimitação dos diferentes climas estabelecem-se intervalos de temperatura e de precipitação baseados principalmente na sua influência sobre a distribuição da vegetação e da atividade humana.

Originalmente formulada por Wladimir Köppen em 1900, a classificação de Köppen passou por sucessivas modificações pelo próprio Köppen e por outros climatologistas. No “*Atlas Climático dos arquipélagos das Canárias, da Madeira e dos Açores*” (2011), considerada como referencial para esta caracterização, foi seguido o esquema proposto por Köppen na sua última revisão de 1936, conhecida também como a classificação de Köppen-Geiger, esquema consonante com o utilizado a nível mundial.

No referido atlas climático, a delimitação das zonas climáticas realizou-se aplicando técnicas de álgebra de mapas às “grelhas” das médias mensais de temperatura do ar e da precipitação, que foram previamente calculadas para os mapas de temperatura e precipitação. O resultado dessa classificação, para o arquipélago da Madeira, é ilustrado na Figura 1.5.

De acordo com tais resultados, na RH10 estão presentes dois tipos de clima, designadamente os climas secos (tipo B) e os climas temperados (tipo C), prevalecendo o primeiro na Ilha de Porto Santo e o segundo na Ilha da Madeira. Estes tipos desagregam-se, por sua vez, em subtipos, consoante os valores médios de precipitação e temperatura anuais.

Figura 1.5: Classificação climática de Köppen-Geiger no arquipélago da Madeira



Fonte: Atlas Climático dos arquipélagos das Canárias, da Madeira e dos Açores (2011)

Na **Ilha de Porto Santo**, estão presentes os seguintes subtipos:

- ▶▶ BSh (estepe quente), variedade predominante, observada em quase toda a ilha;
- ▶▶ Csa (temperado com verão seco e quente), observado nalguns locais pontuais de maior altitude;
- ▶▶ Csb (temperado com verão seco e temperado), que ocorre apenas nas áreas de maior altitude.

Na **Ilha da Madeira**, por sua vez, ocorrem os seguintes subtipos:

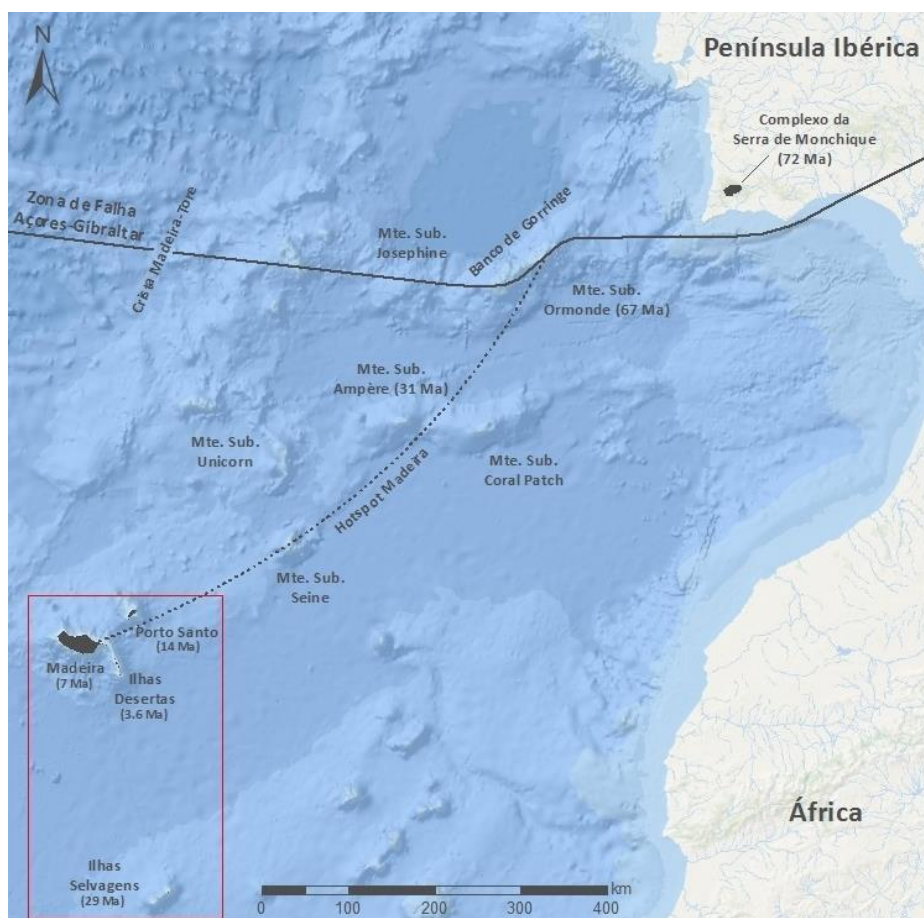
- ▶▶ Csa (temperado com verão seco e quente), observado nas zonas costeiras;
- ▶▶ Csb (temperado com Verão seco e temperado), variedade predominante, observada na generalidade do território;
- ▶▶ Csc (temperado com Verão seco e fresco), que ocorre nas pequenas áreas de altitude do Pico Ruivo e do Pico do Areeiro.

1.1.2 Caracterização geológica e geomorfológica

1.1.2.1 Geologia

Do ponto de vista geodinâmico, o arquipélago da Madeira situa-se no setor noroeste da placa Africana (Núbia), cerca de 500 km a sul da zona de falha Açores-Gibraltar, 1 600 km a este da Crista Média Atlântica e 640 km a oeste da Margem Continental Africana.

Figura 1.6: Enquadramento geodinâmico do arquipélago da Madeira



Fonte: <https://geodiversidade.madeira.gov.pt>

A ilha da Madeira corresponde à parte emersa de um grande edifício vulcânico de tipo escudo, de idade miocénica a holocénica (7 Ma), construído sobre crosta oceânica de idade cretácica, na Placa Africana (Núbia). A sua edificação ocorreu, por atividade vulcânica submarina e, posteriormente, por empilhamento de erupções subaéreas geradas maioritariamente por atividade vulcânica fissural, ao longo de um eixo principal de direção aproximada E-W.

As suas lavas são alcalinas, predominando os litótipos de carácter pouco diferenciado como basanitos e basaltos alcalinos, estando as rochas intermédias como mugearitos e traquitos representadas em raros afloramentos (Silveira *et al.*, 2012).

Apesar de ambas as ilhas (Madeira e Porto Santo) serem de origem vulcânica, tal como descreve Silveira *et al.*, (2012), apresentam diferentes histórias geológicas.

Na **ilha da Madeira** foram identificados três complexos vulcânicos compostos por um total de sete unidades ou formações estratigráficas principais, limitadas por superfícies de inconformidade expressas à escala regional da ilha.

- ▶▶ O Complexo Vulcânico Inferior (CVI) (Miocénico > 7 Ma) representa o final da fase submarina do vulcão escudo e subdivide-se em:
 - Formação de Porto da Cruz (CVI1) - constituída por rochas muito alteradas de origem hidromagmática (hialoclastitos, brechas hialoclastíticas e derrames lávicos submarinos), cortadas por uma rede densa de filões;
 - Formação dos Lameiros (CVI2) - constituída por uma sequência fossilífera de sedimentos carbonatados marinhos de baixa profundidade. Encontra-se exposta a 400 m de altitude na região dos Lameiros, sugerindo importante levantamento da ilha.
- ▶▶ O Complexo Vulcânico Intermédio (CVM) (Plio-Plistocénico ~ 5,57 – 1,8 Ma) corresponde à principal fase de construção subaérea do vulcão escudo, subdividindo-se em:
 - Formação da Encumeada (CVM1) - caracterizada por erupções de estilo estromboliano e vulcaniano em cones ou sistemas fissurais situados ao longo de uma zona de *rift* de direção E-W, abrangendo os atuais setores central e oriental da ilha;
 - Formação da Penha de Águia (CVM2) - caracterizada por numerosas erupções (de estilo estromboliano e havaiano) que emitiram derrames lávicos volumosos a partir de centros eruptivos localizados no Maciço Montanhoso Central, aumentando significativamente o volume insular imerso;
 - Formação do Curral das Freiras (CVM3) - caracterizada por vulcanismo de estilo essencialmente havaiano (ou estromboliano) em bocas fissurais situadas provavelmente na região do Paul da Serra, correspondendo à fase de crescimento da ilha no setor oeste.
- ▶▶ O Complexo Vulcânico Superior (CVS) (Plisto-Holocénico ~ 1,8 – 0,007 Ma) corresponde à fase de revestimento vulcânico da ilha e vulcanismo pós-erosivo, em centros eruptivos ou sistemas fissurais situados ao longo de zonas de rift vulcânico de direção NW-SE a WNW-ESE, sendo formado por:
 - Formação dos Lombos (CVS1) - etapa de revestimento vulcânico insular em posição morfológica culminante e, nalguns casos, preenchendo vales relacionados com a morfologia atual;
 - Formação do Funchal (CVS2) - etapa de vulcanismo pós-erosão, isto é, contemporâneo da morfologia atual.

Estão presentes nas várias unidades estratigráficas depósitos sedimentares epiclásticos de brechas e conglomerados e testemunham, entre outros, importantes movimentos de massa (enxurradas, deslizamentos, etc.) relacionados com o forte relevo da ilha.

Para além das formações mencionadas, destacam-se ainda rochas granulares que ocorrem no Complexo Vulcânico Inferior – Unidade do Porto da Cruz (CVI1); filões e massas filonianas de que são exemplos o Maciço Montanhoso Central e a Ponta de São Lourenço; areias de praia; depósitos eólicos; depósitos glaciares e periglaciares.

A última erupção data de há cerca de 6 850 anos, sendo que atualmente ainda ocorrem manifestações de vulcanismo secundário, tais como libertação de gases (CO₂) e águas termais.

A **ilha do Porto Santo** apresenta-se como uma estrutura complexa, resultado das fases de construção submarina, de transição e subaérea. Desenvolveu-se como vulcão-escudo submarino durante o Miocénico Inferior, há cerca de 18 Ma.

A partir dos 14,5 Ma, a ilha foi emergindo com manifestações vulcânicas tanto de natureza submarina como subaérea, com domínio da atividade subaérea por volta dos 13,5 Ma. As últimas erupções desta fase ocorreram há 10,2 Ma, com a formação da chaminé do Pico de Juliana. A atividade eruptiva continuou com episódios vulcânicos, representados por intrusões filonianas, e ter-se-á extinguido há 8 Ma.

As rochas magmáticas são moderadamente alcalinas, tendo os processos de diferenciação magmática gerado litótipos sobre-saturados como traquitos e riólitos.

Ocorrem, ainda, afloramentos de rochas sedimentares, sob a forma de duas unidades principais. A primeira, do Miocénico Médio, é contemporânea da atividade vulcânica que ocorreu durante a fase de transição de vulcanismo submarino para subaéreo, representada por calcários ou biocalcarenitos fossilíferos, como as estruturas recifais do Ilhéu da Cal.

Um outro conjunto sedimentar, originado no Plistocénico em ambiente subaéreo, está representado por arenitos carbonatados, biogénicos, acumulados e consolidados em calcarenitos eólicos de que são exemplos os depósitos do Calhau da Serra de Fora e da Fonte da Areia.

As **ilhas Desertas** constituem a parte emersa de uma crista submarina (provavelmente resultante de uma zona de *rift*) com cerca de 60 km de comprimento e uma orientação nor-noroeste – su-sudeste que intercepta a extremidade leste da ilha da Madeira segundo um ângulo de aproximadamente 110° (Mata *et al.*, 2013). A forma atual desta crista reflete a ocorrência de grandes movimentos de vertente que contribuíram para o carácter extremamente escarpado que caracteriza as linhas de costa das ilhas Desertas.

A sequência vulcano-estratigráfica indica que na base da sequência predominou a atividade explosiva de características freato-magmáticas, enquanto para o topo a atividade efusiva se foi tornando mais importante, produzindo empilhamentos de escoadas de diferentes espessuras. Toda a sequência apresenta intrusões filonianas, a qual se caracteriza por ter uma orientação claramente distinta da crista das Desertas (aproximadamente 145°). A zona central da Deserta Grande é predominantemente formada por escoadas lávicas, ocorrendo nas encostas formações resultantes de tufo de lapilli, e depósitos de vertente. As formações com base em escórias apresentam pouca representatividade.

Por fim, as **ilhas Selvagens** constituem os pontos mais altos de dois edifícios vulcânicos que se desenvolvem desde os -4000 metros e que se individualizam a partir dos -1 000 metros de profundidade (Mata *et al.*, 2013). Os dois vulcões assumem um alinhamento nordeste-sudoeste, sensivelmente paralelo à costa africana. As características petrológicas das ilhas Selvagens aproximam-se mais das encontradas no arquipélago das Canárias do que das observadas nas restantes ilhas do arquipélago da Madeira.

De acordo com Zbysezqski *et al.*, (1979), a Selvagem Grande compreende da base para o topo um complexo vulcânico inferior, um complexo sedimentar Miocénico, um complexo vulcânico superior e praias quaternárias e areias organogénicas calcárias. Existe igualmente um complexo filoniano máfico a cortar as duas primeiras unidades e conglomerados epiclásticos subjacentes ao complexo vulcânico superior.

Os afloramentos do complexo vulcânico inferior dominam a zona de costa da Selvagem Grande, surgindo no interior da ilha predominantemente formações pertencentes ao complexo vulcânico superior. Os sedimentos quaternários ocorrem na zona nordeste da ilha e entre o Pico dos Tornozelos e o Cabeço do Inferno. De referir ainda que a zona interior da Selvagem Pequena é ocupada por sedimentos

quaternários, sendo a linha de costa constituída por formações provenientes de um complexo vulcânico inferior.

1.1.2.1.1 *Atividade sísmica*

Silveira *et al.*, (2010) relata que desde o povoamento da ilha da Madeira sentiram-se esporadicamente alguns abalos de terra, às vezes com alguma intensidade. Um dos primeiros sismos assinalados ocorreu a 31 de março de 1748, aparentemente relacionado com uma erupção vulcânica submarina a este da Ponta de S. Lourenço.

De acordo com os registos históricos, a sismicidade pode ser considerada baixa, não tendo até à data sido responsável por danos materiais avultados ou perda de vidas. Apenas em 1975, um sismo ocorrido no dia 26 de maio pelas 09.00 horas da manhã, desalojou na zona do Funchal perto de 50 pessoas, tendo provocado pequenos estragos em toda a ilha. Mais recentemente, nas primeiras semanas de 2006, fizeram-se sentir cerca de oito sismos com magnitudes entre os 2,7 e 4,2, cujos epicentros se localizaram 60 a 70 km a sul do Funchal. Esta constituiu a crise sísmica mais recente digna de realce. Não é improvável que possam ocorrer sismos relacionados com o próprio sistema vulcânico (ainda ativo) da Madeira. Assim, a sismicidade registada na Madeira é fraca e sentida com baixa intensidade.

O principal perigo decorrente destes sismos é a possibilidade de poder despoletar movimentos de massa em locais que poderão estar já em risco iminente de colapso. Este risco será potenciado se a sismicidade ocorrer durante ou imediatamente após épocas de chuva intensa.

1.1.2.1.2 *Atividade vulcânica histórica*

No período posterior ao povoamento existe menção a um presumível evento vulcânico. A 31 de março de 1748 poderá ter ocorrido uma erupção submarina, assinalada por um sismo sentido e pela observação subsequente, por "pessoas dignas de crédito", de "uma grande facha de fogo que se conservou por espaço de um quarto de hora" no mar, a oriente da Ponta de S. Lourenço (Silva e Meneses, 1945). Esta descrição, fantástica ou realista, não colide com o que é revelado pelo registo geológico, o qual mostra a presença de cones vulcânicos e respetivos derrames lávicos da unidade vulcano-estratigráfica mais recente (CVS2 b) naquela área da ilha, existindo inclusivamente depósitos hidromagmáticos (surtseianos) no topo da extremidade SE do Ilhéu do Desembarcadouro.

A ocorrência de emanações difusas ou concentradas de CO₂ está possivelmente relacionada com sistemas vulcânicos ainda ativos na ilha da Madeira. Estes fenómenos foram observados durante obras de abertura de vários túneis rodoviários e hidráulicos. Encontraram-se, também, ocorrências de água a temperaturas superiores às do ambiente Este conjunto de ocorrências aponta para a probabilidade da presença de sistemas tectono-vulcânicos ativos.

Silveira *et al.*, (2010) cita Geldmacher *et al.*, (2000), a propósito das evidências geomorfológicas que sugerem que vários centros eruptivos recentes da ilha da Madeira tenham idades de alguns milhares a poucas dezenas de milhares de anos. Datações recentes, por radiocarbono, de carvões cobertos por depósitos piroclásticos recentes na região do Paul da Serra, forneceram idades de 6 a 7 mil anos.

Assim sendo, considerando que a atividade eruptiva mais moderna na Madeira apresenta intervalos de recorrência de alguns milhares de anos, não pode considerar-se extinto o vulcanismo da Madeira. Consequentemente, pode-se afirmar que, embora reduzido, o risco de uma erupção na ilha da Madeira não é nulo.

1.1.2.2 Geomorfologia

Mata *et al.*, (2015) retrata a geomorfologia da **ilha da Madeira**, que apresenta uma forma alongada aproximadamente segundo E-W, direção ao longo da qual se estende por cerca de 58 km. Corresponde, enquanto entidade emersa, a somente 4,2% de um grande edifício vulcânico que terá uma altura de aproximadamente 6 000 m e um volume de $9,2 \times 10^3 \text{ km}^3$ (Shmincke, 1982). Este atinge o seu ponto mais alto no Pico Ruivo de Santana (1 862 m), situado na região central da ilha, à longitude do Funchal. Cerca de 35% da área emersa da Madeira possui altitudes superiores a 1 000 m e 90% acima da cota dos 500 m (*e.g.* Mitchell-Thomé, 1979; Ribeiro, 1985). A referida orientação e o facto de os ventos predominantes provirem de nordeste (*e.g.* Gaspar, 1984) determinam uma vertente norte caracterizada por valores médios de precipitação significativamente superiores aos verificados na encosta sul. A elevada pluviosidade média anual desta ilha explicar-se-á pelo facto de os ventos dominantes de nordeste serem bastante húmidos, como consequência do seu trajeto sobre a corrente quente do Golfo (Ferreira, 1955; Nascimento, 1990).

A grande altitude média da ilha da Madeira, associada à relativa abundância de formações piroclásticas e à elevada pluviosidade, confere ao agente exógeno água uma grande capacidade modeladora do relevo que é caracterizado por uma grande imaturidade. Na realidade, um dos aspetos mais característicos da geomorfologia madeirense, prende-se com a profusão de vales profundamente encaixados por onde fluem as águas de ribeiras cujo grande poder erosivo se explica, em parte, pelo carácter não raramente torrencial da pluviosidade (*e.g.* 55 mm numa hora na região do Funchal em fevereiro de 2010). Os cursos de água são, no geral, curtos (< 10 km) e de orientação aproximadamente perpendicular à linha de costa e, em alguns casos, a separação entre as cabeceiras de ribeiras, correndo para norte e para sul, é extremamente reduzida ($\leq 200 \text{ m}$) (Mata *et al.*, 2015).

O mais longo curso de água (ribeira da Janela) situa-se na parte ocidental da ilha, possuindo cerca de 22 km de extensão e constituindo, pela sua orientação, exceção à generalização anterior. Na realidade, se o seu troço inferior se apresenta com uma direção (\approx N-S) perpendicular à linha de costa, já a montante muda repentinamente a sua orientação, em cerca de 65° , passando até à cabeceira, a ser próxima de N35W. Esta inflexão foi explicada por Carvalho e Brandão (1991) pelo prosseguimento do recuo da cabeceira por aproveitamento de uma eventual falha que, segundo Mata (1996), estará materializada por um dos alinhamentos de aparelhos vulcânicos recentes na região do Paul da Serra (Mata *et al.*, 2015).

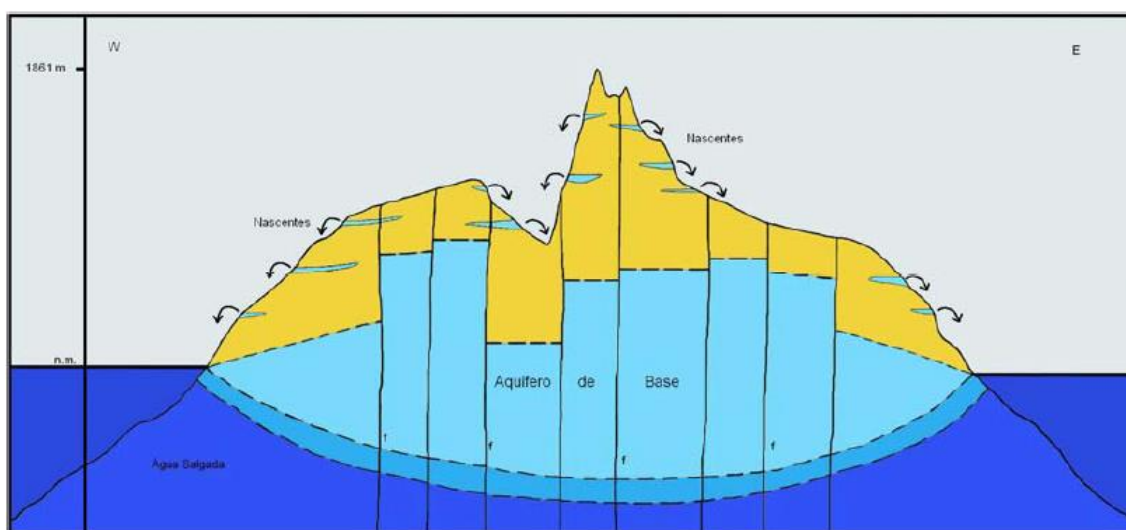
A rede hidrográfica apresenta indícios de uma extrema juventude que se traduz, por exemplo, na reduzida importância da erosão lateral das vertentes e das capturas bem como, em perfis longitudinais com declives acentuados que se observam mesmo nas ribeiras de maior grau de maturação (Ribeiro, 1948; 1985). Os perfis transversais e longitudinais de tais vales são grandemente variáveis, tendo Mitchell-Thomé (1979; 1985) demonstrado a sua estreita dependência em relação às características mecânicas das formações entalhadas. Os declives longitudinais e a verticalidade das paredes são menores em formações piroclásticas, ou lávicas profundamente alteradas, do que nos casos em que há predomínio de mantos não meteorizados onde, como tal, a competência do maciço rochoso é maior. Nestes casos existe tendência para os vales apresentarem perfis transversais em U (Mata *et al.*, 2015).

No que respeita à **ilha de Porto Santo**, esta é relativamente plana com alguns relevos, sendo o mais elevado o Pico do Facho, com 517 metros. Na região centro-ocidental apresenta uma área aplanada, com depósitos eólicos areno-calcáricos, a qual separa os relevos vulcânicos da parte ocidental e oriental. A costa sudeste é baixa e arenosa, as restantes costas são relativamente escarpadas formando arribas geralmente inacessíveis, onde se pode observar um conjunto de filões imponentes.

1.1.3 Caracterização hidrogeológica e hidrográfica

Oliveira *et al.*, (2021) apresenta um modelo hidrogeológico conceptual da **ilha da Madeira** (Figura 1.7) proposto por Prada *et al.*, (2005a) considera a existência de dois tipos de aquíferos principais: os aquíferos suspensos, associados a níveis impermeáveis como tufos, tufitos, escoadas muito alteradas, níveis de cozimento em paleossolos, depósitos freato-magmáticos e depósitos sedimentares do tipo lahar. Em certas condições morfológicas e estruturais favoráveis dão origem a nascentes cujos caudais variam ao longo do ano hidrológico, consoante a recarga.

Figura 1.7: Modelo hidrogeológico conceptual para a ilha da Madeira



Fonte: Prada *et al.*, 2005a.

O aquífero de base corresponde a uma extensa lentícula de água doce que flutua sobre a água salgada mais densa. As suas características hidrodinâmicas dependem do complexo vulcânico em que está instalado. Assim, nas unidades mais recentes, o aquífero caracteriza-se por elevadas transmissividades (1 000 a 25 000 m²/dia) e gradientes piezométricos baixos (0,0003 a 0,006). Por outro lado, nas formações mais antigas, na maioria, com produtos vulcânicos mais alterados, o aquífero caracteriza-se por transmissividades mais baixas (10 a 200 m²/dia) e gradientes piezométricos superiores (0,02 a 0,05) (Prada *et al.*, 2005b).

Tal como é característico dos meios insulares vulcânicos, a circulação e o armazenamento da água subterrânea na ilha da Madeira apresentam especificidades decorrentes da heterogeneidade e anisotropia do meio. As principais zonas de recarga situam-se nas zonas mais altas da ilha, principalmente nas de menor declive, onde a precipitação atinge valores mais elevados e as formações vulcânicas são mais recentes e, em geral, mais permeáveis, como é o caso do planalto do Paul da Serra, do Chão da Lagoa, da Meia Serra e do Santo da Serra (Prada, 2005b). Nestas zonas, o fluxo é descendente, não saturado, originando localmente aquíferos suspensos, quando encontra níveis de permeabilidade muito reduzida. A partir de uma certa profundidade surge a zona saturada limitada, superiormente, por uma superfície piezométrica e, inferiormente, por uma interface água doce/água salgada, cuja posição depende da configuração da superfície piezométrica.

Os principais acidentes tectónicos assumem grande importância uma vez que se verifica que a circulação subterrânea se faz, preferencialmente, ao longo da rede de fraturas existente, como se observa na galeria da Fajã da Ama, no túnel 4 dos Tornos, no túnel do Norte, no túnel da Levada do Seixal, etc. (Prada *et al.*, 2005b). O facto do edifício vulcânico se encontrar muito atravessado por filões subverticais implica que

existe uma importante compartimentação da ilha, com variações bruscas de potencial hidráulico entre compartimentos contíguos.

As características hidrográficas das ilhas da Madeira e Porto Santo são apresentadas no Plano Regional de Ordenamento Florestal da Região Autónoma da Madeira PROF-RAM (Supreme Number, 2015). De acordo com esta fonte, a orografia da **ilha da Madeira** encontra-se fortemente marcada pelos processos erosivos de natureza hídrica, os quais têm contribuído para o aprofundamento dos vales e inclinação das suas encostas. A configuração muito encaixada dos vales, com margens altas e de grande declive, dá origem, em casos de precipitações intensas, a regimes de escoamento superficial de forte poder erosivo, os quais podem não só levar à perda de solos e, logo, à perda de potencial produtivo, como provocar avultados danos materiais.

Apesar de bem encaixadas, muitas das linhas de água da ilha não apresentam regularidade ou permanência, assumindo maior relevância durante a época das chuvas, período em que poderão assumir grande caudal e poder erosivo. Uma das evidências do regime torrencial que os cursos de água da ilha da Madeira frequentemente assumem no inverno é a ocorrência de depósitos de lama e outros materiais nas margens e zonas terminais das ribeiras.

Os cursos de água que integram a rede hidrográfica da ilha da Madeira apresentam uma orientação radial, de acordo com as elevações mais marcantes do terreno onde se inserem. Verifica-se a ocorrência de um elevado número de troços de alinhamento praticamente retilíneo, o que reforça, uma vez mais, as características marcadamente torrenciais que estes troços com frequência apresentam.

O curso de água que apresenta maior extensão na ilha da Madeira é a ribeira da Janela (aproximadamente 22 km de extensão), encontrando-se, no entanto, a maior bacia da ilha associada à ribeira do Faial (cerca de 66 km²). Para além destas ribeiras, destacam-se pela sua extensão e dimensão da respetiva bacia hidrográfica, a ribeira dos Socorridos e a ribeira da Ribeira Brava.

Merece ainda especial referência o declive médio bastante acentuado de ribeiras de grande extensão, como por exemplo as ribeiras do Seixal, de Santa Luzia e da Ponta do Sol, aspeto este que contribui igualmente para o seu forte poder erosivo.

Quanto à **ilha de Porto Santo**, os cursos de água apresentam uma extensão bastante mais reduzida comparativamente aos da ilha da Madeira, sendo o maior curso de água a ribeira do Tanque (aproximadamente 4,8 km), seguida pela ribeira do Cochinho. Os cursos de água da ilha de Porto Santo encontram-se igualmente associados a sub-bacias hidrográficas de menor área do que as da ilha da Madeira e a menores declives médios, o que combinado com menores níveis de precipitação leva a que apresentem um menor poder erosivo. Contudo, e de acordo com o PRAM (Procesl *et al.*, 2002), os elevados declives longitudinais dos cursos de água da ilha de Porto Santo levam a que estes apresentem uma elevada capacidade de transporte quando se verificam chuvadas intensas (fenómeno que é, no entanto, relativamente raro) (Supreme Number, 2015).

1.2 MASSAS DE ÁGUA

1.2.1 Massas de água de superfície

De acordo com o artigo 2.º da DQA, uma “**massa de água de superfície**” é definida por uma massa distinta e significativa de águas de superfície, como por exemplo um lago, uma albufeira, um ribeiro, rio ou canal, um troço de ribeiro, rio ou canal, águas de transição ou uma faixa de águas costeiras.

A identificação e delimitação das massas de água superficiais basearam-se nos princípios fundamentais da DQA e nas orientações do Guia n.º 2 “*Identification of Water Bodies*” (EC, 2003 a)):

- ▶▶ Considerar uma massa de água como uma subunidade da região hidrográfica para a qual os objetivos ambientais possam ser aplicados, ou seja, para a qual o estado possa ser avaliado e comparado com os objetivos estipulados;
- ▶▶ Permitir associar um único estado ecológico a cada massa de água (homogeneidade de estado) criando uma rede de unidades de fácil gestão.

Os dois critérios antes referidos procuraram minimizar o número de massas de água delimitadas, identificando uma nova massa de água apenas quando se verificaram alterações significativas do estado de qualidade. A metodologia utilizada foi baseada na aplicação sequencial de fatores gerais, comuns a todas as categorias de águas, e na aplicação de fatores específicos a cada categoria, quando justificável. Os fatores gerais aplicados na delimitação das massas de água naturais de superfície foram os seguintes:

- ▶▶ A tipologia – critério base fundamental;
- ▶▶ As massas de água fortemente modificadas ou artificiais;
- ▶▶ As pressões antropogénicas potencialmente significativas;
- ▶▶ Os dados da monitorização físico-química existentes;
- ▶▶ Os dados biológicos existentes.

Para as massas de água para as quais se dispunha de dados de monitorização físico-químicos e/ou biológicos foi efetuada a respetiva análise da informação.

Estes dados foram posteriormente cruzados com os dados relativos às pressões antropogénicas, tendo sido dada maior relevância às situações de alteração do uso do solo, principalmente no que se refere à ocupação urbana e industrial.

A delimitação de uma nova massa de água é efetuada sempre que as condições de suporte aos elementos biológicos variam significativamente devido ao impacto das pressões, de modo a não garantirem as condições de qualidade para estes mesmos elementos. Verificou-se, durante este processo, que praticamente todas as massas de água que se encontram delimitadas no 2.º ciclo de planeamento tinham uma qualidade homogénea em toda a sua extensão.

Posto isso, com a revisão para o 3.º ciclo mantiveram-se as 102 massas de água naturais, das quais 94 da categoria rios e oito da categoria de águas costeiras.

A listagem das massas de água para o 3.º ciclo encontra-se apresentada no Anexo I.

1.2.1.1 Massas de água fortemente modificadas e artificiais

Nos termos do artigo 2.º da DQA entende-se por massas de água fortemente modificadas e artificiais:

8. «*Massa de água artificial*»: uma massa de água criada pela atividade humana.
9. «*Massa de água fortemente modificada*»: uma massa de água que, em resultado de alterações físicas derivadas da atividade humana, adquiriu um carácter substancialmente diferente, e que é designada pelo Estado-Membro nos termos do anexo II.

Em cada ciclo de planeamento é possível identificar e designar massas de água fortemente modificadas (HMWB²), sempre que se verifique:

- ▶▶ A existência de alterações hidromorfológicas significativas derivadas de alterações físicas;
- ▶▶ Estas alterações hidromorfológicas não permitem atingir o bom estado ecológico;
- ▶▶ A alteração substancial do seu caráter devido a alterações físicas derivadas da atividade humana.

O processo de identificação e designação de massas de água fortemente modificadas segue o conjunto de etapas definidas no documento guia de implementação comum «Guidance Document N.º 4 - Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies», desenvolvido pela Comissão Europeia (EC, 2003 b)) e encontra-se descrito no anexo II. Este processo iterativo, de acordo com o esquema apresentado no referido anexo, poderá ser retomado e alterado em cada ciclo de seis anos considerado na DQA, ou seja, massas de água identificadas ou designadas num primeiro ciclo poderão não o ser em ciclos seguintes e outras que não o foram inicialmente poderão ser posteriormente designadas.

Foi avaliada a eventual reclassificação de algumas massas de água superficiais como “fortemente modificadas”, nomeadamente os troços que na versão anterior do Plano de Gestão da Região Hidrográfica da Madeira tinham sido identificados como sofrendo de pressões morfológicas significativas. Contudo, à data de atualização deste documento, não estava disponível informação sobre os troços que permitisse o estudo da sua morfologia (levantamentos longitudinais e transversais). Assim, apesar do esforço colocado no equacionamento da inclusão de massas de água fortemente modificadas, o detalhe da informação não permitiu a sua identificação pelo que não é apresentada uma proposta para esta tipologia de massas de água.

Com a revisão para o 2º ciclo de planeamento foram identificadas massas de água artificiais (as “levadas”) na RH10.

A identificação de massas de água como artificiais (AWB) (artigo 4.º da DQA) tem em conta todas as massas de água criadas pela atividade humana. No caso da RH10, estas massas de água designam-se por “levadas”, isto é, canais de irrigação que levam a água de locais mais abundantes para os locais onde esta escasseia.

Para a determinação das AWB foi considerada a rede de levadas que compõem a rede de regadio hidroagrícola sob gestão da ARM, S.A., nomeadamente os canais principais ou “adutores” da rede, sendo que os classificados pela entidade gestora como de distribuição não foram considerados para este efeito. Outro dos critérios que contribuíram para esta identificação foi o comprimento dos canais. Assim, tendo por base a melhor informação existente, foram perscrutados os canais adutores e selecionados os que apresentavam comprimento igual ou superior a um quilómetro.

A RH10 apresenta 43 AWB, sendo que a bacia hidrográfica das ribeiras do Funchal³ corresponde àquela com maior número de modificações hidromorfológicas.

² Heavily Modified Water Bodies.

³ Nota: A bacia hidrográfica das ribeiras do Funchal agrega várias massas de água / ribeiras do município do Funchal (ver anexo).

Com a revisão para o 3.º ciclo não foram delimitadas novas massas de água artificiais, mantendo-se as 43 massas de água identificadas desde o 2.º ciclo, cuja listagem é apresentada no Anexo I.

1.2.2 Massas de água subterrânea

A Diretiva Quadro da Água define Massa de água como uma subunidade coerente de uma Região Hidrográfica à qual se aplicam os objetivos ambientais. Especifica, ainda, que uma massa de águas subterrânea é um meio delimitado de águas subterrâneas que inclui um ou mais aquíferos, embora nem toda a água subterrânea esteja necessariamente presente em aquíferos.

A metodologia preconizada para identificação e delimitação das massas de água subterrânea teve em linha de conta os critérios definidos no Documento Guia n.º 2 para implementação da DQA – WFD CIS Guidance Document – Identification of Waterbodies (EC, 2003 a). Com efeito, segue as recomendações emanadas pela Comissão Europeia e acompanha o que foi realizado em outras regiões europeias com características hidrogeológicas semelhantes à RH10.

Os critérios de identificação e delimitação das massas de água subterrânea para RAM encontram-se identificados no Anexo III.

No 1.º ciclo de planeamento foram delimitadas quatro massas de água subterrânea, três na ilha da Madeira, tendo em consideração as grandes unidades morfológicas, os tipos e a extensão dos complexos vulcânicos, bem como as correspondentes características hidrogeológicas. No Porto Santo, foi apenas delimitada uma única massa de água subterrânea que abrange a globalidade da ilha, uma vez que foi considerado que não existiam diferenciações geológicas e hidrogeológicas que justificassem a sua divisão.

No 2.º ciclo de planeamento mantiveram-se as mesmas massas de água subterrânea delimitadas no 1.º ciclo.

Com a revisão para o 3.º ciclo de planeamento foram definidas novas delimitações das águas subterrâneas, cuja listagem é apresentada no Anexo I.

A atual delimitação das massas de água subterrâneas da Madeira e Porto Santo define um conjunto de cinco massas de água (três na ilha da Madeira: Orla Costeira Ocidental, Maciço Central e Paul da Serra; e duas na ilha de Porto Santo: Complexo Vulcânico e Formações Sedimentares).

O Quadro 1.2 apresenta uma comparação entre as massas de água subterrâneas delimitadas no 2.º ciclo e no 3.º ciclo.

Quadro 1.2: Comparação das massas de água subterrâneas da RH10 delimitadas no 2.º ciclo e 3.º ciclo

ILHA	2.º CICLO			3.º CICLO		
	CÓDIGO (MS_CD)	DESIGNAÇÃO	ÁREA (Km ²)	MAS	DESIGNAÇÃO	ÁREA (Km ²)
Madeira	PTMDC	Maciço Central	417,9	I	Orla Costeira Oriental	68,4
				II	Maciço Central	376,2
	PTMDPS	Paul da Serra	300,3	III	Paul da Serra	297,0
	PTMDDC	Canical	24,1	-	-	-
Porto Santo	PTSPS	Porto Santo	40,4	I	Formações sedimentares	13,6
				II	Complexo vulcânico	26,8

Esta nova delimitação resulta das pressões que afetam as massas de água subterrâneas e o consequente estado recomendar a adoção de medidas de controlo. A divisão das atuais massas de água permite restringir as eventuais medidas a áreas menores, reduzindo assim os seus custos económicos e sociais, assim como os custos de monitorização das massas de água.

Nas tabelas seguintes (Quadro 1.3 a Quadro 1.7), com base nos resultados do “*Parecer Técnico-Científico sobre a Delimitação das Massas de Água Subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira (RH10)*” (Oliveira *et al.*, 2021), é apresentada uma síntese da caracterização hidrogeológica, da caracterização hidroquímica e da avaliação da recarga e das descargas referentes a cada uma das massas de água subterrâneas delimitadas na RH10.

Quadro 1.3: Paul da Serra – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas

III – PAUL DA SERRA	
Caracterização hidrogeológica	<p>Fica localizada na parte ocidental da ilha da Madeira e é delimitada a este pelos vales profundos da Ribeira Brava e de ribeira de São Vicente. Do ponto de vista morfológico trata-se de um planalto, apresentando do ponto de vista estrutural como uma continuidade do Maciço Central, do qual se separou pelo recuo das cabeceiras das principais ribeiras</p> <p>É a mais extensa porção na atualidade de uma zona planáltica estrutural mais vasta, que cobria no passado grande parte da ilha. O planalto desenvolve-se em grande parte da sua extensão entre as cotas altimétricas de 1400 m e 1500 m, formando o chão do Paul, e descendo até cotas altimétricas da ordem dos 1200 m no seu prolongamento para WNW. A superfície do planalto não é perfeitamente aplanada, havendo no chão do Paul, um conjunto de patamares estruturais, cujos pendores mergulham ligeiramente para SW (Prada et al., 2010).</p> <p>Do ponto de vista geológico, corresponde a um maciço formado essencialmente por rochas basálticas, resultantes de grandes erupções fissurais acompanhadas por algumas erupções centradas (Prada, 2000). No seu conjunto, trata-se, no entanto, de uma verdadeira plataforma estrutural, formada por uma espessa série de mantos sub-horizontais com alguns níveis de piroclastos intercalados, pertencentes ao Complexo Principal, que inclinam suavemente para a periferia, consoante a topografia subjacente.</p> <p>As escoadas mais recentes correspondem a emissões centradas com cones que definem alinhamentos tectónicos. Estas zonas preferenciais de emissão estão orientadas segundo as direções NW-SE, condicionando fortemente a circulação subterrânea, que se desenvolve intensamente ao longo destas direções.</p>
Caracterização hidroquímica	<p>As águas subterrâneas da Massa de água do Paul da Serra apresentam uma fácies hidroquímica predominantemente bicarbonatada-sódica (Na-HCO₃), bicarbonatada-magnesiana (Mg-HCO₃) e bicarbonatada-cálcica (Ca- HCO₃) e que resultam predominantemente da alteração de minerais silicatados como as piroxenas, olivinas e as plagioclases. Nesta massa de água, predominam águas subterrâneas com temperaturas médias da ordem dos 12°C, baixas condutividades elétricas (valores de mediana e máximos de 109 µS/cm e 204 µS/cm, respetivamente) e valores de pH que podem variar de ligeiramente ácidos (valores mínimos de 6,4) a alcalinos, com valores de mediana na ordem dos pH~7,9.</p> <p>Estas águas apresentam um valor de mediana de nitrato inferior a 1 mg/L, o que implica que é uma zona onde não se verifica contaminação difusa de origem agrícola. Os valores de sulfato variam entre <0.02 e 10 mg/L, com um valor de mediana também de 10 mg/L. E, os teores de sílica são bastante elevados variando entre um valor mínimo de 42 mg/L e máximos de 50 mg/L.</p>
Avaliação da recarga e das descargas	<p>A recarga desta massa de água subterrânea faz-se essencialmente através das precipitações, por infiltração direta nas formações geológicas mais permeáveis e através da rede de fracturação. As principais zonas de recarga situam-se nas zonas mais altas da ilha, principalmente nas de menor declive, onde a precipitação atinge valores elevados e as formações vulcânicas são mais recentes e, em geral, mais permeáveis, como é o caso, entre os mais importantes, do planalto do Paul da Serra, Santo da Serra e área compreendida entre o Chão dos Balcões/ Poiso/ João do Prado (Silva, 1988). Nas zonas de recarga, o fluxo é predominantemente descendente ao longo de uma zona que se pode caracterizar como não saturada, criando localmente aquíferos suspensos associados a níveis impermeáveis que, em certas condições morfológicas e estruturais favoráveis, originam nascentes.</p> <p>A partir de uma certa profundidade atinge-se a zona saturada, formada por um corpo de água doce de forma aproximadamente lenticular, limitado, superiormente, por uma superfície freática e, inferiormente (com o mar), por uma interface, cuja posição depende da configuração da superfície freática.</p> <p>Esta massa de água descarrega sob a forma de nascentes, em algumas linhas de água e diretamente ao mar ao longo da costa. O fluxo saturado é divergente, do centro para a periferia da ilha, originando, com frequência, nascentes submarinas de água doce.</p>

Fonte: Oliveira et al., 2021

Quadro 1.4: Maciço Central – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas

II – MACIÇO CENTRAL	
Caracterização hidrogeológica	<p>Localiza-se na parte oriental da ilha da Madeira e é constituída por diferentes formações geológicas que permitem individualizar essencialmente dois tipos de comportamentos hidrogeológicos principais, um relativo aos materiais de projeção e o outro relativo às escoadas basálticas. Em ambos os tipos de litologias o comportamento hidrogeológico é altamente condicionado pela idade dos terrenos. É nas formações mais recentes que se verificam os valores mais elevados de porosidade e de permeabilidade, consequência da sua menor compactação e meteorização.</p> <p>Os materiais de projeção apresentam, em geral, porosidades elevadas que podem atingir os 60% exibindo, no entanto, valores muito inferiores de porosidade eficaz. O seu comportamento hidrogeológico depende da granulometria e porosidade dos materiais, bem como do seu estado de alteração e de compacidade. De um modo geral, o estado de alteração de grande parte destas formações é suficientemente avançado pelo que apresentam um comportamento essencialmente impermeável e estão associados à ocorrência de nascentes (no contacto com outras litologias e a intersecção topográfica desse contacto).</p> <p>As escoadas basálticas se escoriáceas apresentam, em geral, boas potencialidades aquíferas como consequência dos vazios presentes no seu interior. As escoadas basálticas compactas têm potencial aquífero dependente do grau de fracturação e são em regra menos produtivas que as escoadas escoriáceas. Nas escoadas existem por isso zonas preferenciais de circulação e zonas de circulação restrita.</p> <p>Além dos comportamentos das unidades lávicas e piroclásticas, do ponto de vista hidrogeológico é também importante destacar nesta massa de água o comportamento dos níveis de cozimento, filões e chaminés vulcânicas, além das descontinuidades tectónicas. As perturbações tectónicas induzidas nestas formações, que se manifestam sob a forma de fraturas e intersecções de diques, interferem também de forma decisiva na circulação das águas subterrâneas, tendo-se revelado de grande importância no modelo hidrogeológico da ilha, quer pelo modo como conduzem a água, quer pela abundância em que existem na ilha (Prada, 2000).</p> <p>A área de drenagem da massa de água do Maciço Central da Madeira é formada essencialmente por escoadas de lavas basálticas, quer escoriáceas quer compactas, e materiais de projeção, essencialmente depósitos piroclásticos constituídos predominantemente por tufo de escórias e lapilli.</p>
Caracterização hidroquímica	<p>Fácies hidroquímica predominantemente bicarbonatada-sódica (Na-HCO_3) ou bicarbonatada-magnésiana (Mg-HCO_3). Nesta massa de água, predominam águas subterrâneas com temperaturas médias da ordem dos 14°C, baixas condutividades elétricas (valores de mediana e máximos de 104 $\mu\text{S/cm}$ e 316 $\mu\text{S/cm}$, respetivamente) e valores de pH que podem variar de ácidos (valores mínimos de 5,9) a alcalinos, com valores de mediana na ordem dos $\text{pH} \sim 7,9$. Estas águas apresentam um valor de mediana de nitrato inferior 1.4 mg/L, o que implica que é uma zona onde não se verifica contaminação difusa de origem agrícola. Os valores de sulfato variam entre <0,02 e 15 mg/L, com um valor de mediana de 10 mg/L. E, os teores de sílica são bastante relativamente mais baixos quando comparados com as outras massas de água variando entre valores mínimo de 10 mg/L e máximos de 20 mg/L.</p>
Avaliação da recarga e das descargas	<p>A recarga faz-se essencialmente através das precipitações e precipitações ocultas, por infiltração direta nas formações geológicas mais permeáveis e através da rede de fracturação. As principais zonas de recarga situam-se nas zonas mais altas e de menor declive, onde a precipitação atinge valores elevados e as formações vulcânicas são mais recentes. Nas zonas de recarga, o fluxo é predominantemente descendente ao longo de uma zona que se pode caracterizar como não saturada, criando localmente aquíferos suspensos associados a níveis impermeáveis que, em certas condições morfológicas e estruturais favoráveis, originam nascentes.</p> <p>O PGRH do 1º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo da anterior massa de água designada por Maciço Central em 160 hm^3/ano e da massa de água do Caniçal em 7 hm^3/ano. Considerando que o agregado destas duas massas de água foi dividido em duas (Maciço Central com 376 km^2 e Orla Costeira Oriental com 68 km^2), a nova massa de água do Maciço Central deverá ter uma recarga da ordem de 141 hm^3/ano.</p>

II – MACIÇO CENTRAL

Como o edifício vulcânico está intensamente cortado por filões subverticais, sendo de admitir que o aquífero vulcânico generalizado esteja localmente limitado, quando os filões atuam como barreiras. Daí resulta que o nível de saturação não esteja representado por uma linha contínua, mas sim quebrada pelos filões subverticais, com variações bruscas de potencial entre compartimentos contíguos. Esta massa de água descarrega sob a forma de nascentes, em algumas linhas de água e diretamente ao mar ao longo da costa. O fluxo saturado é divergente, do centro para a periferia da ilha, originando, com frequência, nascentes submarinas de água doce.

Fonte: Oliveira et al., 2021

Quadro 1.5: Orla Costeira Ocidental da Madeira – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas

I – ORLA COSTEIRA OCIDENTAL DA MADEIRA

Caracterização hidrogeológica	<p>Localiza-se na parte mais a sul e oriental da ilha da Madeira, esta massa de água é um prolongamento da massa de água do Maciço Central nas cotas topográficas inferiores a 400 m e cujo limite foi estabelecido tendo por base critérios de gestão do estado qualitativo e químico. Trata-se de uma área limítrofe com uns 2 ou 3 km de largura que limita a ilha na sua zona mais a sudeste. É formada por sequências lávicas basálticas com intercalações piroclásticas separadas por níveis de erosão e aluviões e conglomerados nos leitos das principais linhas de água apresentando em geral permeabilidade elevada.</p> <p>A área de drenagem é formada essencialmente por sequências lávicas basálticas com intercalações piroclásticas separadas por níveis de erosão e aluviões e conglomerados nos leitos das principais linhas de água.</p>
Caracterização hidroquímica	<p>Fácies hidroquímica predominantemente bicarbonatada-sódica-magnésiana (Na-Mg-HCO₃) ou cloretada-sódica-magnésiana (Na-Mg-Cl). Nesta massa de água, predominam águas subterrâneas com temperaturas médias da ordem dos 17°C, moderadas condutividades elétricas (valores de mediana e máximos de 338 µS/cm e 1200 µS/cm, respetivamente) e valores de pH que podem variar de ácidos (valores mínimos de 6,6) a alcalinos, com valores de mediana na ordem dos pH~7,9. Estas águas apresentam um valor de mediana de nitrato inferior a 5,7 mg/L mas um valor máximo de 197 mg/L, o que implica que é uma zona onde se verifica contaminação difusa de origem agrícola. Os valores de sulfato variam entre <0,02 e 91 mg/L, com um valor de mediana de 14 mg/L. E, os teores de sílica variam entre um valor mínimo de 15 mg/L e máximos de 54 mg/L.</p>
Avaliação da recarga e das descargas	<p>A zona de recarga coincide com a totalidade da área da massa de água, recebendo infiltração direta da água da chuva, das linhas de água, para além dos caudais provenientes da massa de água do Maciço Central. Esta massa de água descarrega diretamente ao mar ao longo da costa.</p> <p>O PGRH do 1º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo da anterior massa de água designada por Maciço Central em 160 hm³/ano e da massa de água do Caniçal em 7 hm³/ano. Considerando que o agregado destas duas massas de água foi dividido em duas (Maciço Central com 376 km² e Orla Costeira Oriental com 68 km²), a massa de água da Orla Costeira deverá receber uma recarga direta da ordem de 26 hm³/ano, a que acresce as aflúncias de água provenientes do Maciço Central localizado a norte que são difíceis de estimar.</p>

Fonte: Oliveira et al., 2021

Quadro 1.6: Formações Sedimentares – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas

I – FORMAÇÕES SEDIMENTARES	
Caracterização hidrogeológica	<p>Localizada na zona centro-ocidental da ilha do Porto Santo, esta massa de água é formada essencialmente por formações sedimentares, essencialmente brechas calcárias fossilíferas, calcários arenosos e margas, eolianitos calcoareníticos, areias de duna, crostas calcárias e aluviões, taludes e depósitos de praia.</p> <p>Os eolianitos calcoareníticos constituem uma extensa e possante formação geológica que cobre cerca de 1/3 da superfície total da ilha e, na zona centro-ocidental referida constitui uma espécie de corredor N-S, onde o eolianito pode atingir espessuras com importante desenvolvimento vertical. Do ponto de vista hidrogeológico, os eolianitos calcoareníticos e as areias da praia formam a principal e mais produtiva formação aquífera com comportamento livre.</p> <p>A área de drenagem da massa de água das formações sedimentares do Porto Santo é formada essencialmente por brechas calcárias fossilíferas, calcários arenosos e margas, eolianitos calcoareníticos, areias de duna, crostas calcárias e aluviões, taludes e depósitos de praia.</p>
Caracterização hidroquímica	<p>Fácies hidroquímica predominantemente cloretada-sódica (Na-Cl). Nesta massa de água, predominam águas subterrâneas com temperaturas médias da ordem dos 21.4°C, condutividades elétricas elevadas, mas inferiores às da massa de água do Complexo Vulcânico (valores mínimos de 1.6 mS/cm, mediana de 3.8 mS/cm e máximos de 6.7 mS/cm e valores de pH que podem variar de próximos da neutralidade (valores mínimos de 6,9) a alcalinos (valores máximos de 8.5), com valores de mediana na ordem dos pH~7.9. Estas águas apresentam valores de nitratos que variam de inferiores a 0.4 mg/ a 105.3 mg/L com um valor de mediana de 37.5 mg/L, o que implica que é uma zona onde se verifica contaminação difusa de origem agrícola. Os valores de sulfato variam entre 25.9 e 529 mg/L, com um valor de mediana de 198 mg/L. E, os teores de sílica são elevados variando entre valores mínimo de 8.1 mg/L e máximos de 92.8 mg/L. São águas que apresentam concentrações de flúor que variam entre 1.5 mg/L e 7.9 mg/L, com um valor de mediana de 2.3 mg/L; e, concentrações de arsénio que variam entre 0.58 e 22.5 mg/L, com um valor de mediana de 5.77 mg/L.</p>
Avaliação da recarga e das descargas	<p>A recarga da água subterrânea dá-se por infiltração da água da chuva e por infiltração da água das ribeiras na zona central da ilha. Os valores de recarga estimados com base no balanço de cloretos indicam cerca 11 mm/ ano (Shandilya, 2017) e as duas gerações do PGRH, tendo por base balanços de água no solo, aproximam um valor médio de recarga subterrânea ligeiramente superior a 20 mm/ano. Estes valores de recarga correspondem a menos de 10% da precipitação total anual e podem ser justificados devido à elevada evapotranspiração que limita em grande parte a infiltração efetiva da água da chuva e à forte inclinação do terreno que favorece o escoamento superficial.</p> <p>O PGRH do 1º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo no Porto Santo em 0.9 hm³/ano. Assumindo este valor e considerando que a massa de água foi dividida em duas (Complexo Vulcânico do Porto Santo, com 27 km², e Formações Sedimentares do Porto Santo, com 14 km²) e que 80% da recarga se dá nas Formações Sedimentares devido à sua elevada permeabilidade e topografia aplanada, esta massa de água subterrânea deverá receber uma recarga da ordem dos 0.7 hm³/ano.</p> <p>A água que se infiltra circula seguindo os gradientes topográficos até à parte central da ilha e em direção à costa.</p>

Fonte: Oliveira et al., 2021

Quadro 1.7: Complexo Vulcânico – caracterização hidrogeológica, hidroquímica e avaliação da recarga e das descargas

II – COMPLEXO VULCÂNICO	
Caracterização hidrogeológica	<p>Localiza-se na parte ocidental e oriental da ilha do Porto Santo, é formada por rochas vulcânicas que dominam os setores NE e SW do Porto Santo e incluem uma sequência submarina com rochas mais antigas formadas por fluxos basálticos e traquibasaltos intercalados com piroclastitos e hialoclastitos, e outros depósitos vulcanoclásticos; e, uma sequência subaérea composta principalmente por clastolavas basálticas (rochas traquíticas, na forma de cúpulas e fluxos de lava, mugaritos e hawaitos) que se encontra sobre basaltos subaéreos.</p> <p>As rochas eruptivas constituem formações pouco permeáveis e com reduzido potencial aquífero. Por vezes, estas rochas apresentam-se muito fraturadas, sendo preenchidas por filões muito alterados ou por materiais finos, que não prontificam a infiltração das águas. Outras vezes, o sistema de fracturação não apresenta continuidade, funcionando como drenante, permitindo apenas pequenos percursos de percolação subterrânea.</p> <p>As formações de natureza impermeável assumem ainda grande expressão no sector NE ilha. São representadas por rochas piroclásticas muito alteradas e por materiais argilosos como a bentonite (conhecido localmente por salão), que são cortadas por filões de natureza basáltica, com permeabilidade extremamente reduzida.</p> <p>A área de drenagem da massa de água do Complexo Vulcânico do Porto Santo é formada por sequências de lavas basálticas e traquibasaltos intercalados com piroclastitos e hialoclastitos, e outros depósitos vulcanoclásticos. E, ainda por uma sequência subaérea composta principalmente por clastolavas basálticas (rochas traquíticas, na forma de cúpulas e fluxos de lava, mugaritos e hawaitos) que se encontra sobre basaltos subaéreos.</p>
Caracterização hidroquímica	<p>Fácies hidroquímica predominantemente cloretada-sódica (Na-Cl) ou cloretada-bicarbonatada-sódica (Cl-HCO₃-Na). Nesta massa de água, predominam águas subterrâneas com temperaturas médias da ordem dos 21,3°C, condutividades elétricas elevadas (valores mínimos de 1,5 mS/cm, mediana de 3,9 mS/cm e máximos de 9,9 mS/cm) e valores de pH que podem variar de próximos da neutralidade (valores mínimos de 6,6) a alcalinos (valores máximos de 8,5), com valores de mediana na ordem dos pH~7,7. Estas águas apresentam valores de nitratos que variam de inferiores a 0.4 mg/L a 82.3 mg/L com um valor de mediana de 22.7 mg/L, o que implica que é uma zona onde se verifica contaminação difusa de origem agrícola. Os valores de sulfato variam entre 57.6 e 480 mg/L, com um valor de mediana de 199 mg/L. E, os teores de sílica são elevados variando entre valores mínimo de 28 mg/L e máximos de 98.6 mg/L. São águas que apresentam concentrações de flúor que variam entre 0.37 mg/L e 5.96 mg/L, com um valor de mediana de 3.19 mg/L; e, concentrações de arsénio que variam entre 0.43 e 26.0 mg/L, com um valor de mediana de 1.74 mg/L.</p>
Avaliação da recarga e das descargas	<p>A recarga da água subterrânea dá-se por infiltração da água da chuva. Nas rochas vulcânicas, a água infiltra-se e circula essencialmente através de fraturas e diques descarregando para as formações aquíferas mais permeáveis (eolianitos calcoareníticos e areias de praia) localizadas a cotas topográficas mais baixas, através de nascentes e para as linhas de água.</p> <p>O PGRH do 1º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo no Porto Santo em 0.9 hm³/ano. Assumindo este valor e considerando que a massa de água foi dividida em duas (Complexo Vulcânico do Porto Santo, com 27 km², e Formações Sedimentares do Porto Santo, com 14 km²) e que 80% da recarga se dá nas Formações Sedimentares devido à sua elevada permeabilidade e topografia aplanada, a primeira deverá receber uma recarga da ordem dos 0.2 hm³/ano.</p>

Fonte: Oliveira et al., 2021

1.2.2.1 Ecosistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas e dos ecossistemas dependentes das águas subterrâneas

A DQA institui nos números 2.1 e 2.2 do Anexo II, correspondentes à caracterização inicial das massas de águas subterrâneas e à caracterização mais aprofundada das massas de águas subterrâneas em risco, a obrigatoriedade de se proceder à identificação e caracterização de todas as massas de águas subterrâneas associadas a ecossistemas aquáticos de superfície ou ecossistemas terrestres que delas dependem diretamente.

No entanto, devido à complexidade destes temas, que requereria estudo mais aprofundado sobre esta temática e o qual não foi possível realizar até ao momento da elaboração do PRGH 3.º ciclo, não foram identificados ecossistemas dependentes das águas subterrâneas, quer sejam aquáticos quer terrestres, na RH10.

1.2.3 Síntese das massas de água

A RH10 apresenta um total de 150 massas de águas distribuídas pelas seguintes categorias: naturais (102), artificiais (43) e subterrâneas (5) (Quadro 1.8).

Quadro 1.8: Massa de água por categoria definidas na RH10

CATEGORIA		NATURAIS (N.º)	FORTEMENTE MODIFICADAS (N.º)	ARTIFICIAIS (N.º)	TOTAL (N.º)
Superficiais	Rios	94	-	43	137
	Águas costeiras	8	-	-	8
Sub-Total		102	-	43	145
Subterrâneas		5	-	-	5
Total		107	-	43	150

Nas Figura 1.8 e Figura 1.10 encontram-se representadas as massas de água identificadas nesta RH para o 3.º ciclo de planeamento. A listagem das massas de água para o 3.º ciclo é apresentada no Anexo I.

Figura 1.8: Delimitação das massas de água superficiais – Ilha da Madeira

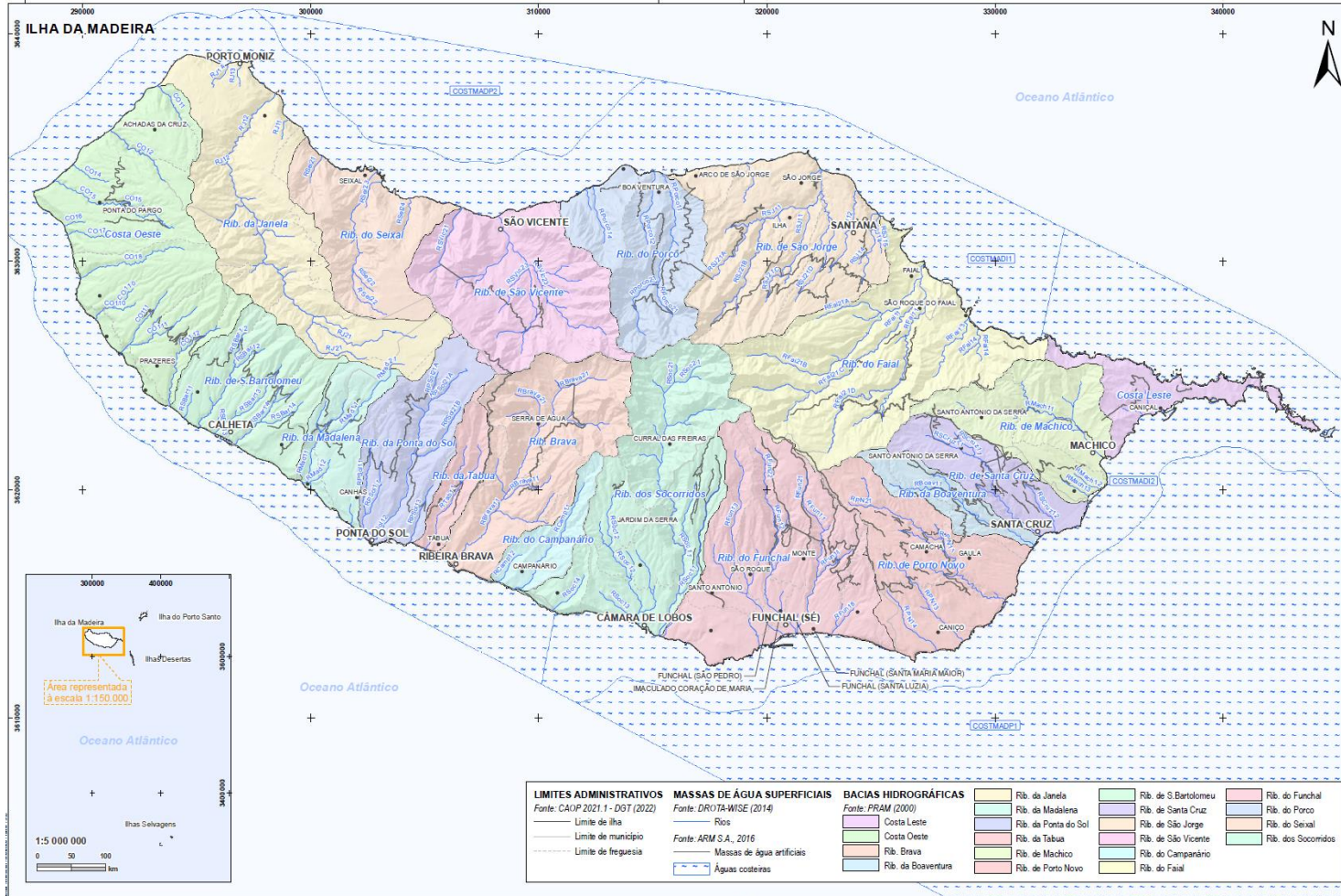
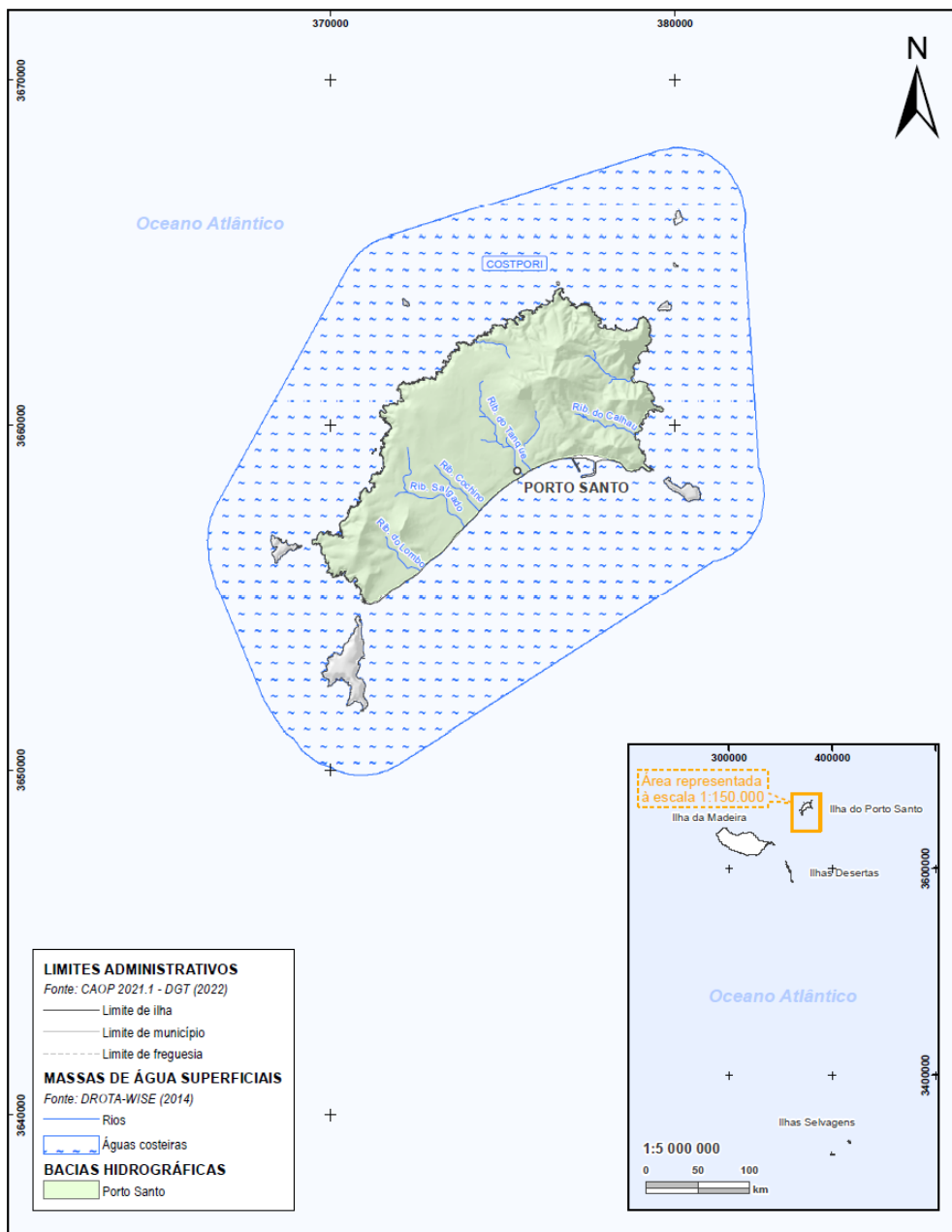


Figura 1.9: Delimitação das massas de água superficiais – Ilha de Porto Santo



Na Figura 1.10 é proposta a delimitação das massas de água subterrâneas, para as ilhas da Madeira e Porto Santo, que resultam da aplicação reforçada de critérios geológicos/hidrogeológicos, critérios de uso da água e critérios de gestão (Oliveira *et al.*, 2021).

Figura 1.10: Delimitação das massas de água subterrâneas – Ilha da Madeira

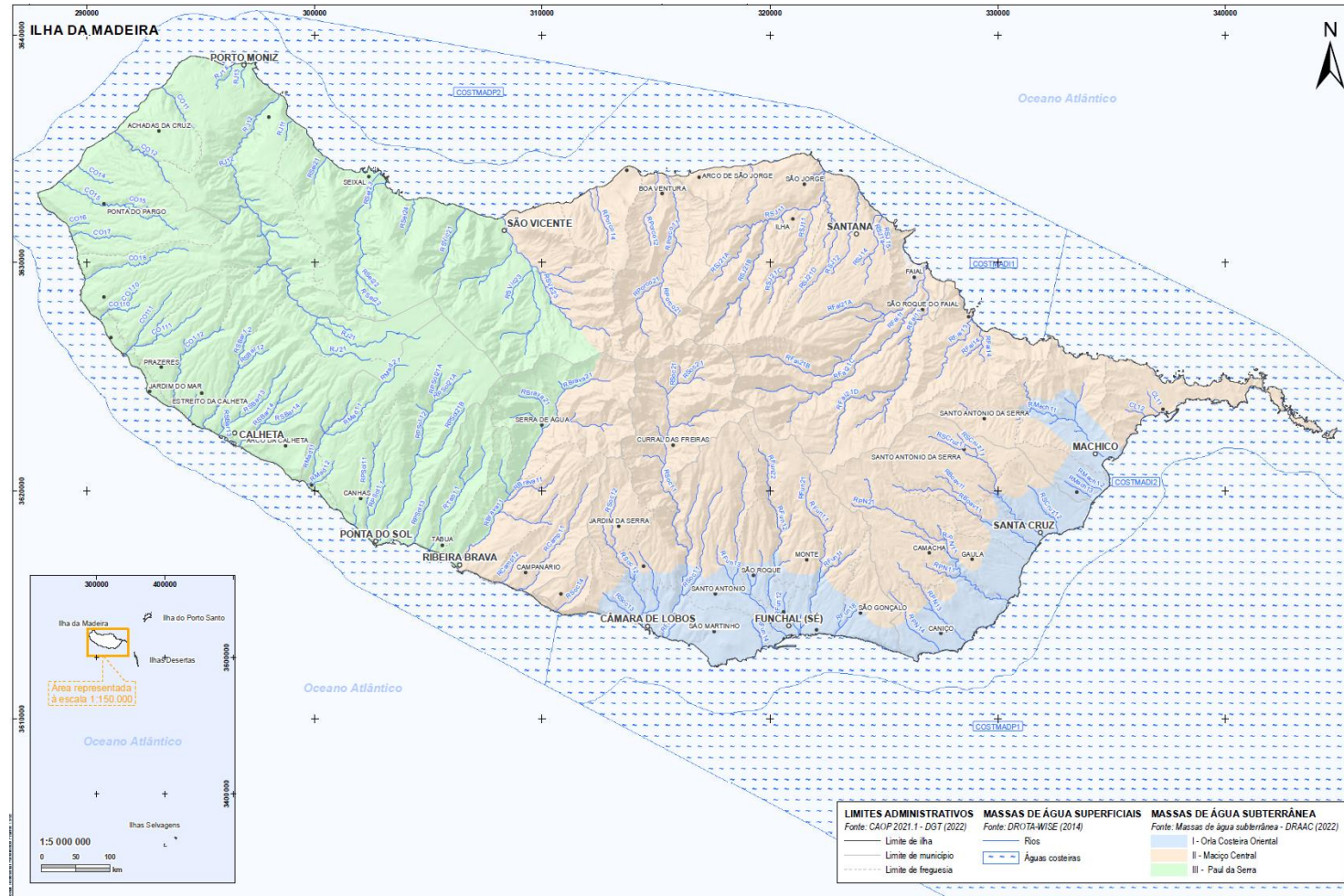
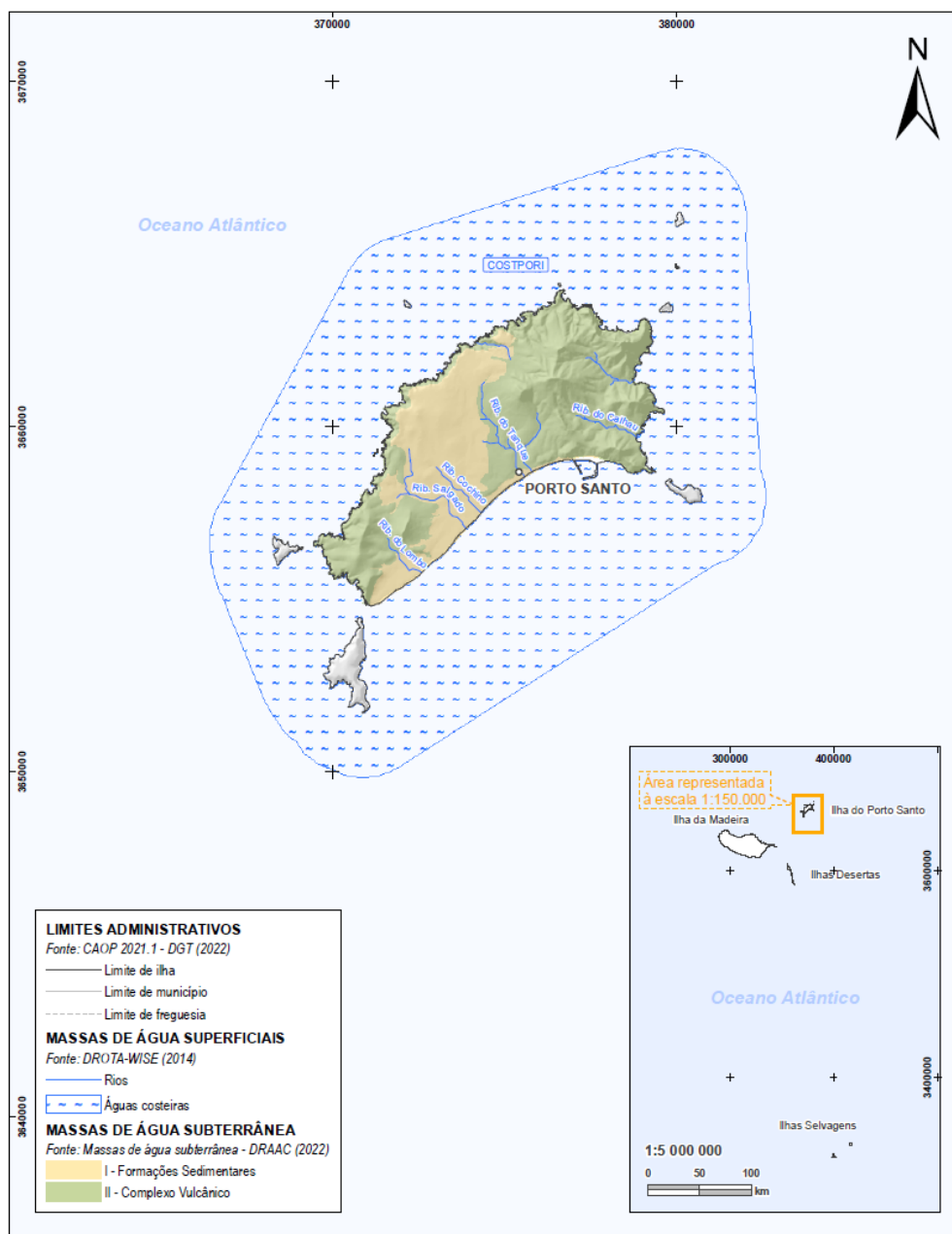


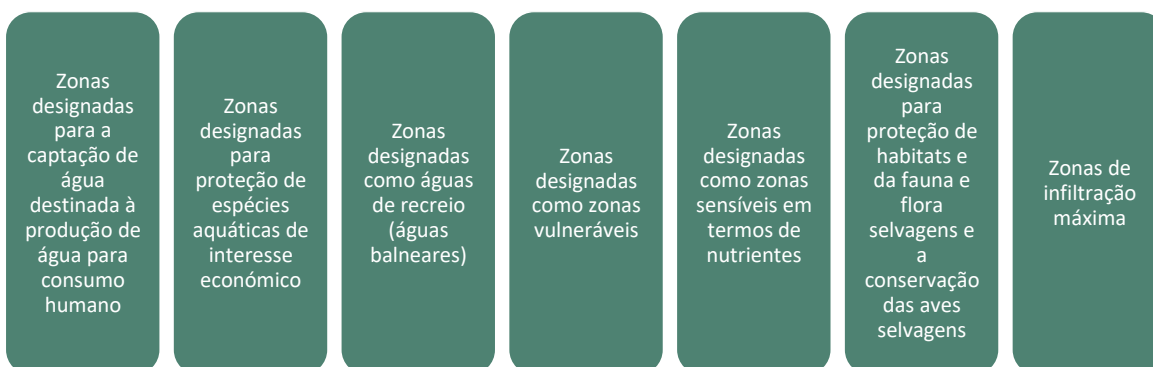
Figura 1.11: Delimitação das massas de água subterrâneas – Ilha de Porto Santo



1.3 ZONAS PROTEGIDAS

De acordo como definido pela DQA e pela lei da água (LA), são consideradas como “zonas protegidas” zonas que requerem proteção especial ao abrigo da legislação comunitária, no que respeita à proteção das águas superficiais e subterrâneas ou à conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água, sendo a sua identificação e o registo efetuados de acordo com os procedimentos que constam dos referidos diplomas.

A LA define na alínea j)) do artigo 4.º que as zonas protegidas são constituídas por:



1.3.1 Zonas de captação de água para a produção de água para consumo humano

No âmbito do n.º 1 do artigo 7.º (Águas utilizadas para captação de água potável) da DQA, devem ser identificadas, em cada região hidrográfica, as massas de água destinadas à captação de água para consumo humano que forneçam mais de 10m³/dia em média ou, que sirvam mais de 50 pessoas, bem como as massas de água previstas para esse fim. As massas de água que forneçam mais de 100 m³ /dia em média devem ser, obrigatoriamente, monitorizadas.

O Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Determina no seu artigo 6.º (águas superficiais) e no artigo 14.º (águas subterrâneas), que sejam inventariadas e classificadas as águas superficiais e subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano.

No âmbito da Diretiva 98/83/CE, de 3 de novembro, relativa ao regime da qualidade da água destinada ao consumo humano e transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 152/2017, de 7 de dezembro e pelo Decreto-Lei n.º 9/2021, de 29 de janeiro, deverão ser inventariados os sistemas de abastecimento que servem mais de 50 habitantes ou produzem mais de 10 m³/dia em média, limites estes também referidos no artigo 7.º da DQA.

A Diretiva 2020/2184, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano, que faz a revisão da Diretiva 98/83/CE, visando a sua adequação aos conhecimentos científicos, bem como para contribuir para o cumprimento das metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável foi publicada em 2020.

Esta Diretiva entrou em vigor a 12 de janeiro de 2021 e os Estados Membros têm dois anos para a sua transposição.

Adicionalmente e com o intuito de assegurar a proteção das origens de água subterrânea para abastecimento público o Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro, estabelece as normas e os critérios para a delimitação dos perímetros de proteção de captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público. Os perímetros de proteção consistem em áreas delimitadas em torno da captação, abrangendo três zonas de proteção – imediata, intermédia e alargada - delimitadas com base em estudos hidrogeológicos e onde se estabelecem para cada zona de proteção as restrições de utilidade pública ao uso e ocupação do solo.

As captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público de água para consumo humano de aglomerados populacionais com mais de 500 habitantes ou cujo caudal de exploração seja superior a 100 m³/dia ficam abrangidas para todas as zonas de proteção (proteção imediata, intermédia e alargada) previstas e definidas nos termos do presente Decreto-Lei (n.º 2 do artigo 1.º do Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro).

E ainda de acordo com o n.º 3 do artigo 1.º do Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro, todas as captações de água subterrânea destinadas ao abastecimento público de água para consumo humano são abrangidas pela zona de proteção imediata.

Relativamente às águas superficiais para o abastecimento público, estas têm um instrumento preventivo para assegurar a proteção deste recurso conferido pelo Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio, e pela Portaria n.º 702/2009, de 6 de julho, que estabelece os termos da delimitação dos perímetros de proteção para captações de águas superficiais destinadas ao abastecimento público para consumo humano, bem como os respetivos condicionamentos.

De acordo com a Portaria n.º 702/2009, de 6 de julho, o perímetro de proteção constitui uma área contígua à captação na qual se interditam ou condicionam as atividades suscetíveis de causarem impacto significativo no estado das águas superficiais, englobando as zonas de proteção imediata e alargada, delimitadas com base em estudos e onde se estabelecem as respetivas restrições.

Na RH10 já foram realizados os estudos hidrogeológicos necessários à delimitação dos perímetros de proteção das captações de abastecimento público, estando, contudo, ainda neste momento por aprovar.

Massas de água superficiais

Na RH10 encontram-se identificadas 78 captações de água superficial, no âmbito do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto (Quadro 1.9).

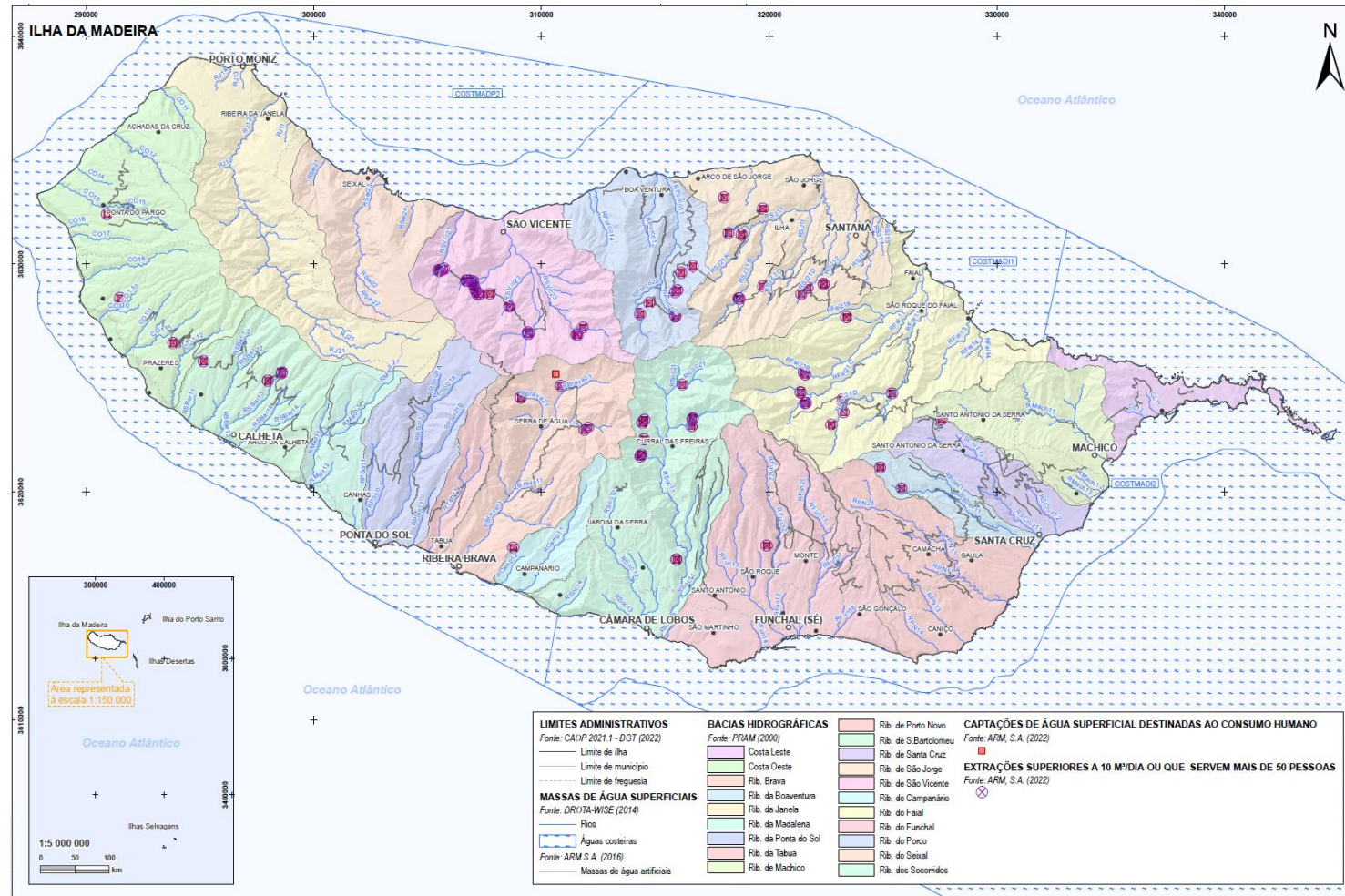
Quadro 1.9: Número de captações superficiais destinadas à produção de água para consumo humano

CAPTAÇÕES DESTINADAS À PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA RH10	
Tipo	N.º
Captações de água superficial	78
Captações que fornecem mais de 10 m ³ /dia	74
Captações que fornecem mais de 50 pessoas	77

Fonte: ARM, 2022.

No Figura 1.12 encontram-se representadas as captações de água superficial destinadas à produção de água para consumo humano na RH10.

Figura 1.12: Captações de água superficial destinadas à produção de água para consumo humano – Ilha da Madeira



Fonte: ARM, 2022.

Massas de água subterrâneas

Em Portugal as várias massas de água subterrâneas identificadas são suscetíveis de fornecer um caudal superior aos 10 m³ /dia, sendo na sua generalidade utilizadas para consumo humano, atual e futuro. Assim, as massas de água que atualmente não constituem origens de água para abastecimento público são consideradas reservas estratégicas. As águas subterrâneas têm desempenhado um importante papel nos períodos de seca, suprimindo as necessidades de água das populações, pelo que o nível de proteção tem de ser semelhante ao das origens atuais, no sentido de preservar a qualidade da água subterrânea para que possa ser utilizada nos períodos críticos.

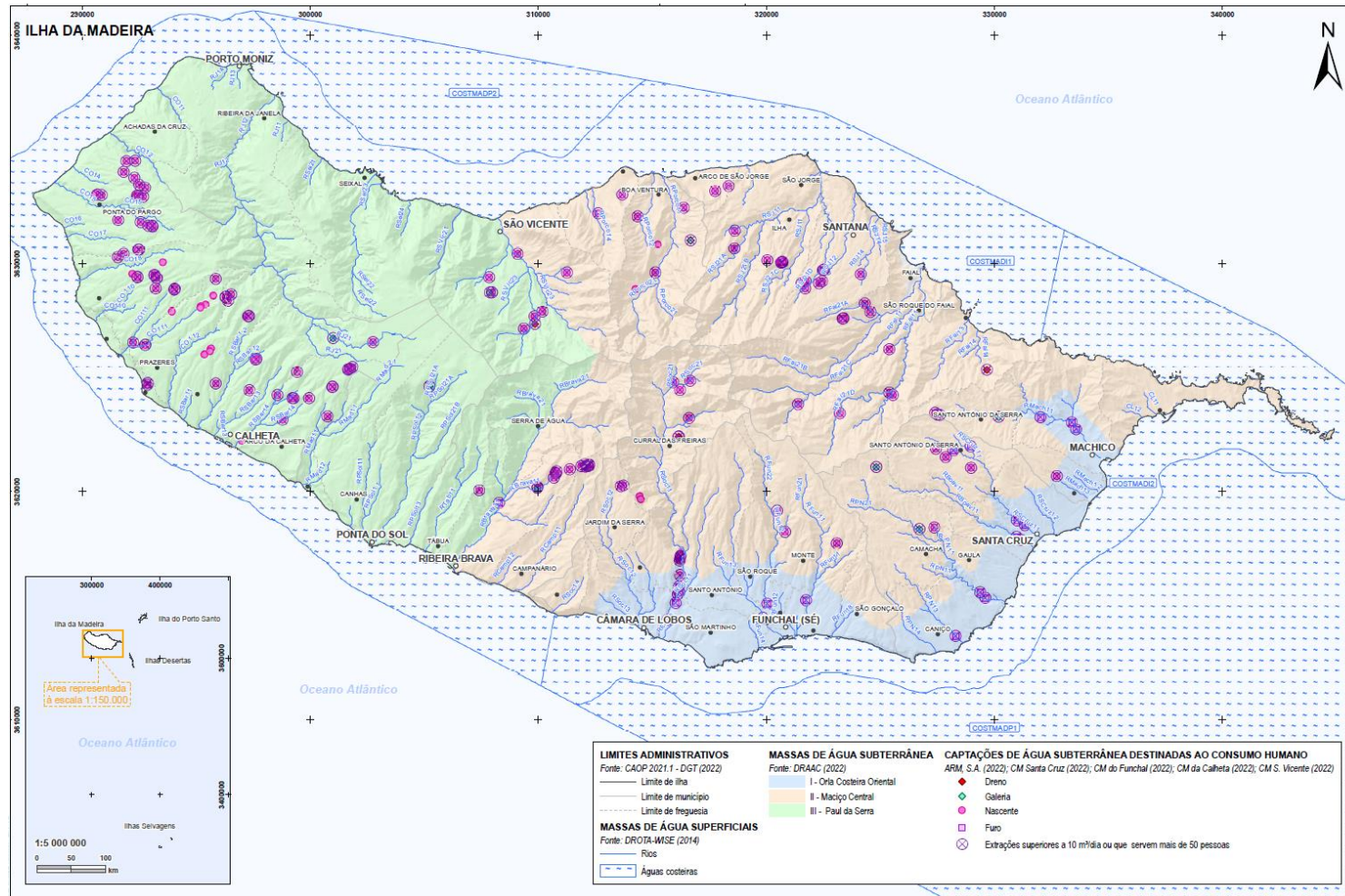
Na RH10 estão identificadas 198 captações de água subterrânea destinadas à produção de água para consumo humano, as quais se encontram referenciadas no Quadro 1.10 e representadas na Figura 1.13 e Figura 1.14.

Quadro 1.10: Número de captações subterrâneas destinadas à produção de água para consumo

CAPTAÇÕES DESTINADAS À PRODUÇÃO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NA RH10	
Tipo	N.º
Captações de água subterrânea	198
Captações que fornecem mais de 10 m ³ /dia	161
Captações que fornecem mais de 50 pessoas	179

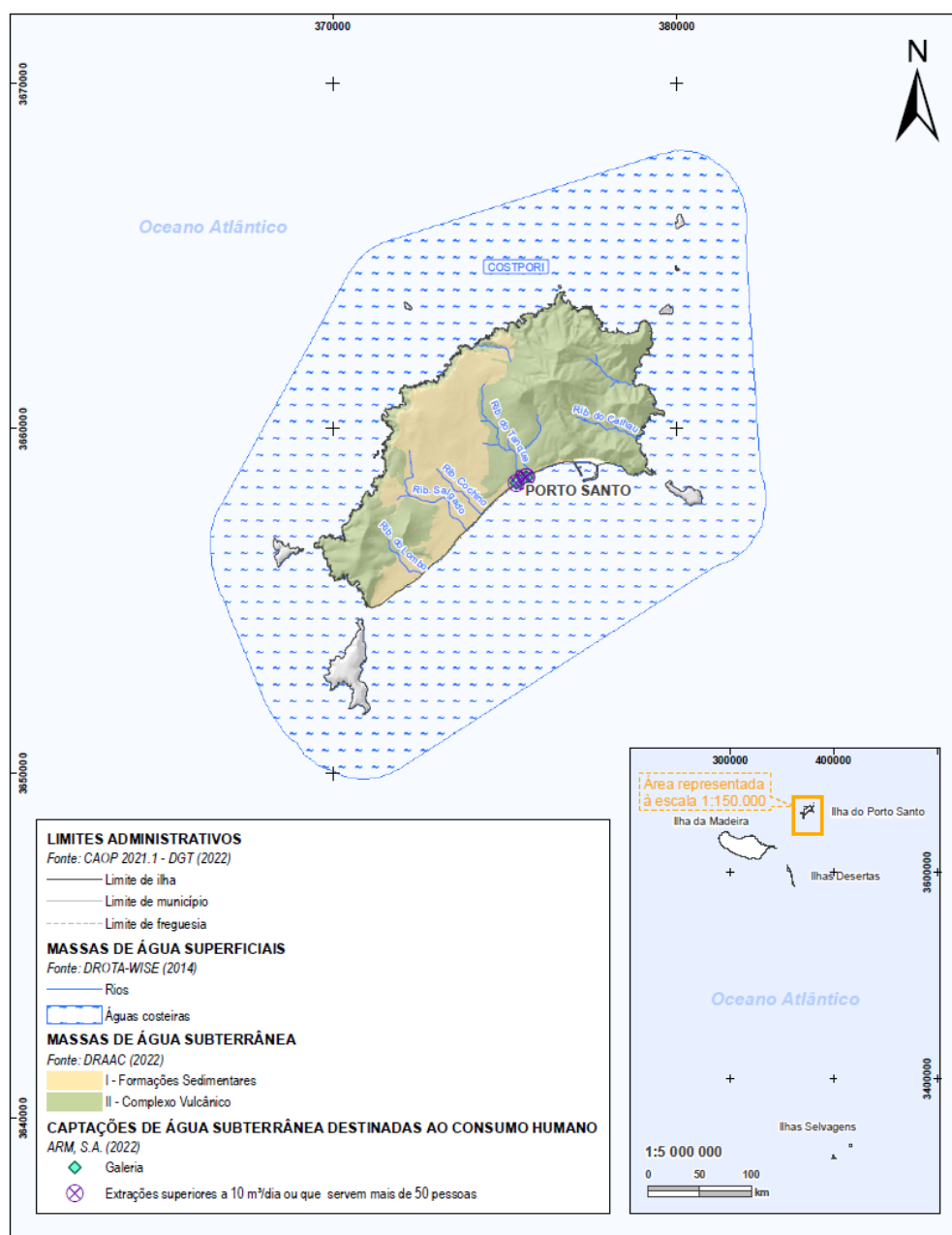
Fonte: ARM, 2022; Município de Santa Cruz, 2022; Município do Funchal, 2022; e Município da Calheta (2022).

Figura 1.13: Captações de água subterrânea destinadas à produção de água para consumo humano na RH10 – Ilha da Madeira



Fonte: ARM, 2022.

Figura 1.14: Captações de água subterrânea destinadas à produção de água para consumo humano na RH10 – Ilha de Porto Santo



Fonte: ARM, 2022.

1.3.2 Zonas designadas para proteção de espécies aquáticas de interesse económico

A Diretiva 78/659/CE do Conselho, de 18 de julho (codificada pela Diretiva 2006/44/CE, de 6 de setembro), relativa à qualidade das águas doces superficiais para fins aquícolas – águas piscícolas, foi transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

O artigo 33.º estabelece que sejam classificadas as águas piscícolas, divididas em águas de salmonídeos, águas de ciprinídeos e de transição (onde ocorrem simultaneamente salmonídeos e ciprinídeos que deverão ser consideradas como águas de salmonídeos para efeitos da fixação de normas de qualidade).

O artigo 41.º estabelece que sejam classificadas as águas conquícolas.

Na RH10 não existem zonas protegidas desta categoria.

1.3.3 Zonas designadas como águas de recreio

A Diretiva 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro, relativa à gestão da qualidade das águas balneares, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 113/2012, de 23 de maio, e pelo Decreto-Lei n.º 121/2014, de 7 de agosto, estabelece o regime jurídico de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas. Determina no seu artigo 4.º que se proceda à identificação anual das águas balneares.

O Decreto Legislativo Regional n.º 24/2021/M, de 30 de agosto, adaptou à Região Autónoma da Madeira o regime jurídico de identificação, gestão, monitorização e classificação das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho.

De acordo com o estipulado no n.º 1 do artigo 23.º do Decreto Legislativo Regional n.º 24/2021/M, de 30 de agosto, cabe à entidade regional competente, nos termos do regime de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, proceder à identificação anual das águas balneares, até 30 de novembro do ano precedente ao da época balnear em causa, com a colaboração das autarquias locais e das entidades responsáveis por descargas no meio hídrico e no solo.

A identificação das águas balneares é aprovada por portaria do membro do Governo Regional responsável pela área dos recursos hídricos e do litoral e publicada até 31 de março de cada ano (n.º 2 do artigo 23.º do Decreto Legislativo Regional n.º 24/2021/M, de 30 de agosto).

Na RH10, em 2021 foram definidas 57 zonas designadas como águas balneares de acordo com a Portaria n.º 102-C/2021, de 14 de maio (Quadro 1.11 e Figura 1.15).

Quadro 1.11: Zonas designadas como águas balneares na RH10

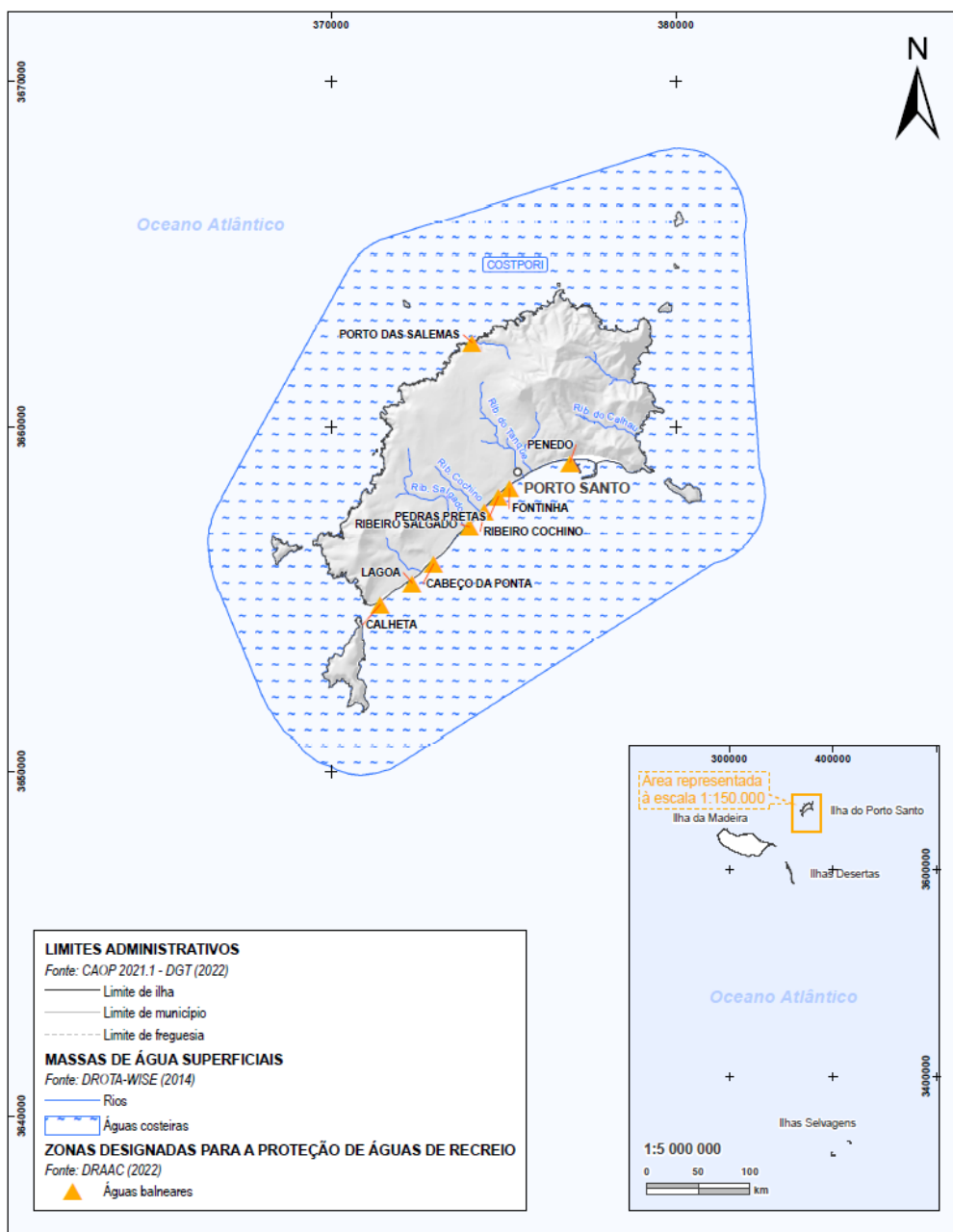
CONCELHO	ÁGUAS BALNEARES		
	CÓDIGO	NOME	N.º
Calheta	PTMW8M	Calheta	5
	PTMH8F	Portinho	

CONCELHO	ÁGUAS BALNEARES		
	CÓDIGO	NOME	N.º
	PTMK9W	Porto	
	PTME9L	Ribeira das Galinhas	
	PTMK3V	Serra de Água	
Câmara de Lobos	PTMP2K	Complexo Balnear das Salinas	4
	PTMH2E	Fajã das Bebras	
	PTMN3L	Fajã dos Asnos	
	PTMQ9C	Vigário	
Funchal	PTMT2U	Areiro	10
	PTMT7L	Barreirinha	
	PTML8V	Clube Naval do Funchal	
	PTMF2C	Complexo Balnear Ponta Gorda – Poças do Governador	
	PTMH3U	Formosa	
	PTMH9T	Gorgulho	
	PTMD3J	Lido- Complexo Balnear	
	PTMU8Q	Poças do Gomes – Docas do Cavacas	
	PTMJ3C	Praia Nova	
Machico	PTME3H	Santiago	7
	PTMU7X	Alagoa	
	PTMK9E	Banda d'Além	
	PTMT8M	Maiata	
	PTMU8H	Prainha	
	PTMW3X	Quinta do Lorde	
	PTMD2C	Ribeira do Natal	
Ponta do Sol	PTMU2P	S. Roque	4
	PTMQ2F	Anjos- Ponta do Sol	
	PTMU9L	Lugar de Baixo	
	PTMJ9X	Madalena do Mar	
Porto Moniz	PTMQ3E	Ponta do Sol	4
	PTMX3H	Clube Naval do Seixal	
	PTMH9W	Laje	
	PTMH9N	Porto do Seixal	
Porto Santo	PTMV3Q	Porto Moniz	9
	PTMQ7P	Porto Santo – Cabeço da Ponta	
	PTMV3W	Porto Santo – Calheta	
	PTMJ9M	Porto Santo – Fontinha	
	PTML2U	Porto Santo - Lagoa	
	PTMP2D	Porto Santo – Pedras Pretas	
	PTMX9V	Porto Santo – Penedo	
	PTMV2J	Porto Santo – Porto das Salemas	
PTMQ9D	Porto Santo – Ribeiro Cochino		

CONCELHO	ÁGUAS BALNEARES		
	CÓDIGO	NOME	N.º
	PTME8L	Porto Santo – Ribeiro Salgado	
Ribeira Brava	PTML7V	Calhau da Lapa	3
	PTMN2J	Fajã dos Padres	
	PTMT3M	Ribeira Brava	
São Vicente	PTMH8L	Clube Naval de São Vicente	2
	PTMT3M	Ponta Delgada	
Santa Cruz	PTMP3T	Boaventura	8
	PTMW7X	Calhau das Gordas	
	PTME9J	Galo Mar	
	PTMT7N	Garajau	
	PTMJ3M	Palmeiras	
	PTMH7X	Reis Magos	
	PTMK7F	Roca Mar	
PTMJ7X	S. Fernando		
Santana	PTMK7D	Ribeira do Faial	1

Fonte: Portaria n.º 102-C/2021, de 14 de maio.

Figura 1.16: Zonas designadas como águas balneares na RH10 – Ilha de Porto Santo



Fonte: DRACC, 2022.

1.3.4 Zonas designadas como zonas sensíveis em termos de nutrientes

A Diretiva 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, relativa ao tratamento das águas residuais urbanas, alterada pela Diretiva 98/15/CE da Comissão, de 27 de fevereiro, foi transposta para o direito nacional, respetivamente, pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho (alterado pelos Decretos-Lei n.ºs 172/2001, de 26 de maio, 149/2004, de 22 de junho, 198/2008, de 8 de outubro e 133/2015, de 13 de julho).

A definição de zonas sensíveis é uma das obrigações impostas pela DARU (artigo 5.º) estabelecidas nos termos no seu anexo II, exigindo-se que para todas as aglomerações designadas como tal e com uma carga

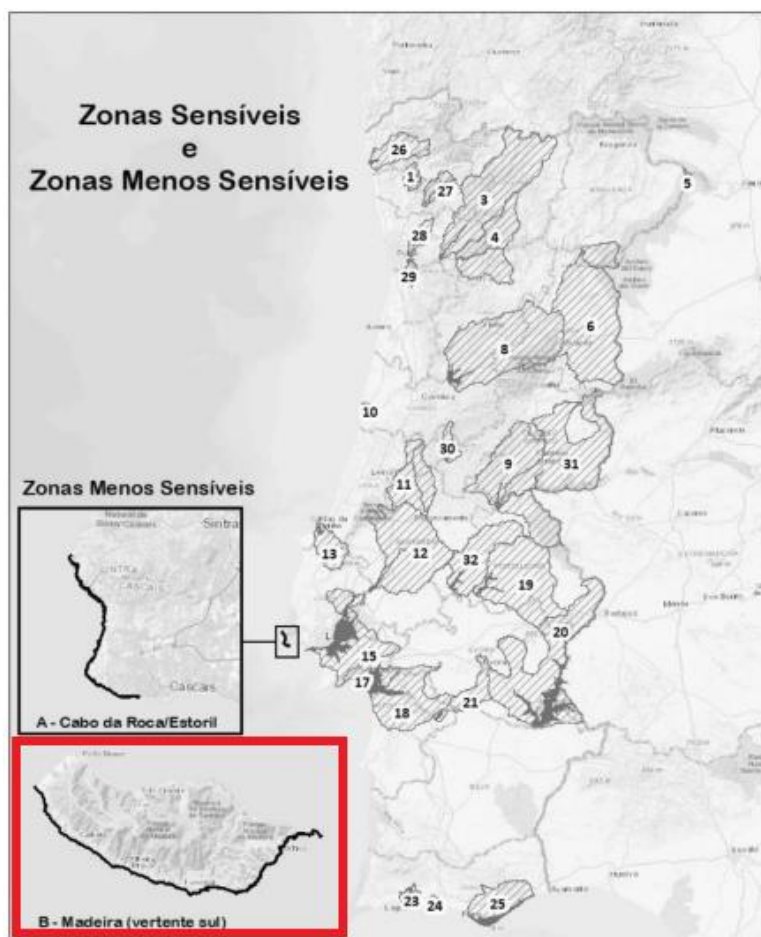
gerada superior a 10 000 e.p. (equivalente populacional), as respetivas águas residuais sejam sujeitas a um tratamento mais rigoroso do que o secundário.

Integram as zonas protegidas no âmbito da Lei da Água, as zonas sensíveis designadas ao abrigo do critério a) do Anexo II do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, para zonas eutróficas ou em vias de eutrofização.

A Portaria n.º 188/2021, de 8 de setembro, procede à identificação das zonas sensíveis e das zonas menos sensíveis para efeitos da aplicação do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, revisto pelo Decreto-Lei n.º 77/2021, de 27 de agosto.

De acordo com esta Portaria, para a RAM, não foram identificadas zonas sensíveis, no entanto encontra-se identificada uma Zona Menos Sensível (Águas Costeiras), designada por “Madeira (vertente sul)”, cuja delimitação corresponde às águas costeiras, da vertente sul da ilha da Madeira, situadas entre Ponta de Pargo e a Ponta de São Lourenço.

Figura 1.17: Zona Menos Sensível na RH10



Fonte: Portaria n.º 188/2021, de 8 de setembro.

Posto isto, a RAM não possui zonas protegidas quanto às zonas designadas como sensíveis em termos de nutrientes.

1.3.5 Zonas designadas como zonas vulneráveis

A Diretiva 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, foi transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março. De acordo com as disposições da citada Diretiva devem ser designadas zonas vulneráveis (artigo 3.º) as águas poluídas por nitratos de origem agrícola ou suscetíveis de o serem. Para as zonas vulneráveis designadas são estabelecidos Programas de Ação (artigo 5.º) para reverter a situação de contaminação.

Em 2021 o IST – Instituto Superior Técnico desenvolveu um estudo para a revisão da delimitação das massas de água subterrâneas na RH10, pelo que não foi definida quaisquer Zonas Vulneráveis. No entanto é importante referir, que de acordo com o estudo, com a caracterização do quimismo das águas subterrâneas, na ilha de Porto Santo, revelaram-se elevadas concentrações de nitratos (2 e 105,3 mg/L), o que provavelmente obrigará no futuro à definição de uma zona vulnerável à contaminação por nitratos de origem agrícola (Diretiva 91/676/CEE).

1.3.6 Zonas designadas para a proteção de habitats e da fauna e flora selvagens e a conservação das aves selvagens

Nas zonas designadas para a proteção de *habitats* ou de espécies devem ser incluídas as zonas em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água seja um dos fatores importantes para a proteção e conservação dos habitats e das espécies, incluindo os sítios relevantes da Rede Natura 2000, designados ao abrigo da Diretiva 79/409/CEE e da Diretiva 92/43/CEE.

A Diretiva 79/409/CEE, do Conselho de 2 de abril, relativa à conservação das aves selvagens (Diretiva Aves) e a Diretiva 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio, relativa à conservação dos habitats naturais e da fauna e flora selvagens (Diretiva Habitats), foram transpostas para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 75/91, de 14 de fevereiro.

Com a evolução do quadro jurídico comunitário a Diretiva Aves foi alterada pelas Diretivas 91/244/CEE da Comissão, de 6 de março e n.º 94/24/CE, do Conselho, de 8 de junho, e n.º 97/49/CE, da Comissão, de 29 de junho, sendo posteriormente revogada e codificada pela Diretiva 2009/147/CE, de 30 de novembro, enquanto a Diretiva *Habitats* foi alterada pela Diretiva 97/62/CE, do Conselho, de 27 de outubro, o que implicou a revisão da transposição para o direito interno através do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, posteriormente alterado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro, e pelo Decreto-Lei n.º 156-A/2013, de 8 de novembro.

Relativamente à Rede Natura 2000, esta constitui uma rede ecológica para o espaço comunitário da União Europeia e resultou da Diretiva Aves e da Diretiva *Habitats*, tendo como objetivo garantir a conservação a longo prazo das espécies e dos habitats mais ameaçados do território europeu, contribuindo para parar a perda de biodiversidade. A Rede Natura 2000 é composta pelas:

- ▶ **Zonas de Proteção Especial (ZPE):** estabelecidas ao abrigo da Diretiva Aves, que se destinam essencialmente a garantir a conservação das espécies de aves, e seus *habitats*, listadas no seu Anexo I, e das espécies de aves migratórias não referidas no Anexo I e cuja ocorrência seja regular;
- ▶ **Zonas Especiais de Conservação (ZEC):** criadas ao abrigo da Diretiva *Habitats*, com o objetivo expresso de "contribuir para assegurar a Biodiversidade, através da conservação dos habitats

naturais (Anexo I) e dos habitats de espécies da flora e da fauna selvagens (Anexo II), considerados ameaçados no espaço da União Europeia", nomeadamente mediante a designação pela Comissão Europeia de um conjunto de sítios de interesse comunitário (SIC), posteriormente classificados pelos Estados-Membros como zonas especiais de conservação (ZEC).

Importa, ainda, referir que a Rede Natura 2000 constitui o principal instrumento para a conservação da natureza ao longo da União Europeia.

O Sistema Nacional de Áreas Classificadas inclui a Rede Nacional de Áreas Protegidas, as zonas da Rede Natura 2000 e ainda outras Áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais assumidos pelo Estado Português.

Na área abrangida pela RH10 é possível identificar diversas áreas com interesse do ponto de vista da conservação da natureza. As áreas em questão enquadram-se no **Sistema Nacional de Áreas Classificadas** e consistem em:

- ▶▶ Áreas protegidas integradas na Rede Nacional das Áreas Protegidas (e.g. Reservas Naturais e Parques Naturais);
- ▶▶ Zonas Especiais de Conservação (ZEC) (integradas na Rede Natura 2000);
- ▶▶ Zonas de Proteção Especial para a avifauna (ZPE) (integradas na Rede Natura 2000).

Existem ainda outras áreas classificadas ao abrigo de compromissos internacionais assumidos pelo Estado Português:

- ▶▶ Áreas Importantes para as Aves (IBA – *Important Bird Areas*);
- ▶▶ Reserva da Biosfera;
- ▶▶ Rede de Reservas Biogenéticas do Conselho da Europa.

As **IBA** são sítios com significado internacional para a conservação das aves à escala global. São identificadas através da aplicação de critérios científicos internacionais e constituem a rede de sítios fundamentais para a conservação de todas as aves com estatuto de conservação desfavorável. As IBA cuja área se encontra total ou parcialmente localizada na RH10 são oito:

- ▶▶ Porto Santo Oeste (PT086);
- ▶▶ Ilhéus do Porto Santo (PT087);
- ▶▶ Ponta do Pargo (PT088);
- ▶▶ Laurissilva (PT089);
- ▶▶ Maciço Montanhoso Oriental (PT090);
- ▶▶ Ponta de São Lourenço (PT091);
- ▶▶ Ilhas Desertas (PT092);
- ▶▶ Ilhas Selvagens (PT093).

A maior parte das áreas classificadas existentes na RH10 incluem áreas importantes para a conservação dos ecossistemas aquáticos, ribeirinhos e costeiros. Assim, na RH10 existem 32 áreas classificadas no âmbito da Rede Nacional de Áreas Protegidas e da Rede Natura 2000, distribuídas da seguinte forma:

- ▶▶ **11 Zonas de Proteção Especial (ZEC):** PTMAD0001 - Laurissilva da Madeira;

- PTMAD0002 - Maciço Montanhoso Central da ilha da Madeira;
- PTMAD0003 - Ponta de São Lourenço;
- PTMAD0004 - Ilhéu da Viúva;
- PTMAD0005 - Achadas da Cruz;
- PTMAD0006 – Moledos - Madalena do Mar;
- PTMAD0007 – Pináculo;
- PTSEL0001 - Ilhas Selvagens;
- PTDES0001 - Ilhas Desertas;
- PTPOR0001 - Ilhéus do Porto Santo;
- PTPOR0002 - Pico Branco - Porto Santo.

▶▶ **5 Zonas de Proteção Especial (ZPE):**

- PTSEL0001 - Ilhas Selvagens;
- PTDES0001 - Ilhas Desertas;
- PTMAD0001 - Laurissilva da Madeira;
- PTZPE0041 - Maciço Montanhoso Oriental da ilha da Madeira;
- PTMAD0008 - Ponta de São Lourenço.

▶▶ **8 Sítios de Importância Comunitária (SIC):**

- PTMAD0009 - Paúl do Mar – Jardim do Mar;
- PTMAD0010 - Ribeira Brava;
- PTMAD0011 - Cabo Girão;
- PTMAD0012 - Caniço de Baixo;
- PTMAD0013 - Porto Novo;
- PTMAD0014 - Machico;
- PTMAD0015 - Pico do Facho;
- PTMMD0001 – Cetáceos da Madeira.

▶▶ **8 Áreas Classificadas na Rede Nacional de Áreas Protegidas:**

- Parque Natural da Madeira;
- Reserva Natural Parcial do Garajau;
- Reserva Natural da Rocha do Navio;
- Reserva Natural das Ilhas Desertas;
- Reserva Natural das Ilhas Selvagens;

- Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo;
- Área Protegida do Cabo Girão;
- Área Protegida da Ponta do Pargo.

Conferido pela UNESCO, o título de **Reserva da Biosfera** é atribuído a áreas que constituam exemplo de equilíbrio entre a conservação da biodiversidade, desenvolvimento sustentável e logística científica e educacional. Na RH10 encontram classificadas **duas Reservas da Biosfera**, Santana (classificada em 2011) e Porto Santo (classificada 2020).

A **Rede de Reservas Biogenéticas do Conselho da Europa** foi criada através da Resolução (76) 17, de 15 de março daquele Conselho, e tem como principal objetivo preservar *habitats* ou ecossistemas, independentemente da sua natureza terrestre ou aquática. Na seleção de uma Reserva Biogenética são considerados essencialmente dois critérios: o seu valor para a conservação da natureza e o seu estatuto de proteção. Na RH10 ocorrem a Reserva Biogenética Floresta Laurissilva da Madeira (PT930009), ocupando uma área de 12 000 ha, e a Reserva Biogenética das ilhas Desertas, com uma área de cerca de 9 670 ha.

1.3.7 Zonas de infiltração máxima

A Lei da Água define **zona de infiltração máxima** como a área em que, devido à natureza do solo e do substrato geológico e ainda às condições de morfologia do terreno, a infiltração das águas apresenta condições especialmente favoráveis, contribuindo assim para a alimentação dos lençóis freáticos.

A proteção destas zonas de infiltração preferencial assume particular relevância na proteção da qualidade e quantidade da água subterrânea.

A Lei da Água (Lei nº 58/2005 de 29 de dezembro) estabelece no seu artigo 36.º a necessidade de se aplicarem a certas zonas, onde se incluem as Zonas de Infiltração Máxima (ZIM), medidas de proteção especial dos recursos hídricos, sendo nessas zonas condicionadas, restringidas ou interditas as atuações e utilizações suscetíveis de perturbar os seus objetivos específicos, em termos de quantidade e qualidade das águas.

A Lei da Água refere ainda no, no artigo 38.º, que as zonas de infiltração máxima que constituam recarga de aquíferos para captação de água para abastecimento público devem ter uma utilização condicionada, de forma a salvaguardar a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, nomeadamente, através de:

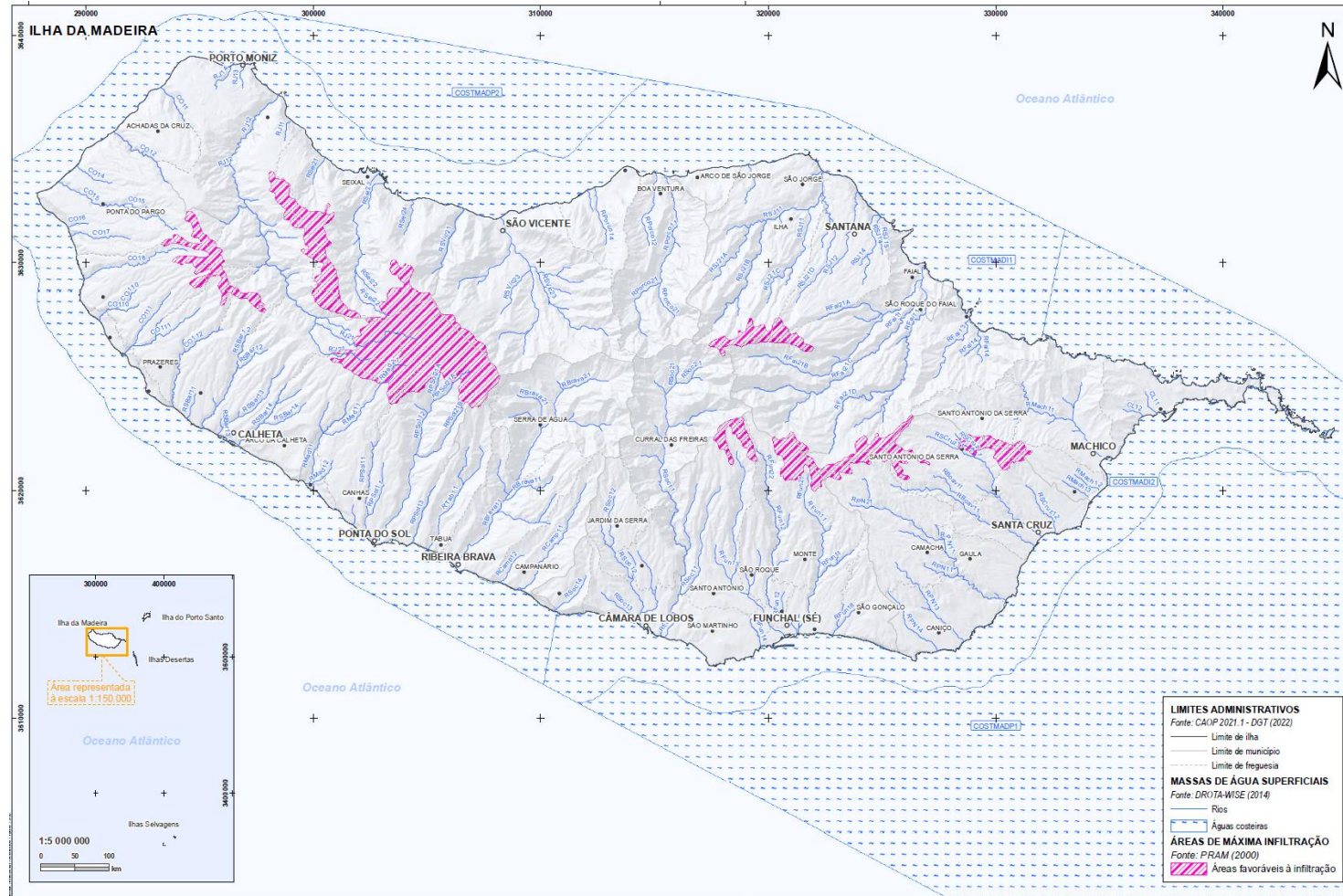
- a) Delimitação, em cada região hidrográfica, de zonas especiais de proteção para a recarga de aquíferos na sua área de jurisdição;
- b) Definição e aplicação de regras e limitações ao uso desse espaço, condicionante do respetivo licenciamento.

Na **ilha da Madeira**, as zonas de infiltração máxima correspondem a um conjunto de áreas aplanadas, localizadas a cotas elevadas, onde ocorrem terrenos vulcânicos de elevada permeabilidade e aos quais, em muitos casos, está associado um importante sistema de fracturação. Nestas zonas, para além das características fisiográficas e hidrogeológicas locais, as condições climatéricas e os intensos e persistentes nevoeiros contribuem para o aumento da recarga das massas de água subterrânea. Entre as principais zonas favoráveis à infiltração (Figura 1.18) destacam-se:

- ▶▶ **Planalto do Paul da Serra:** extensa área de afloramentos de escoadas basálticas com vários níveis de escórias e raros tufo, coberta superficialmente por uma camada de cinzas. Devido às características fisiográficas, geológicas e hidrogeológicas locais verifica-se uma rápida infiltração da precipitação incidente, não permitindo uma rede hidrográfica bem definida e hierarquizada. A intensa fracturação a que as formações vulcânicas estão sujeitas desempenha um papel essencial na alimentação profunda e a significativa produtividade das nascentes localizadas a cotas inferiores. Também pela sua importância hidrogeológica grande parte desta zona favorável à infiltração está classificada como Reserva Geológica e de Vegetação de Altitude do Parque Natural da Ilha da Madeira;
- ▶▶ **Santo da Serra:** nesta zona desenvolve-se uma caldeira vulcânica de subsidência que, associada aos filões subhorizontais a sul e este, favorecem a percolação vertical. De acordo com Duarte (1995), esta área será responsável pela alimentação da Galeria das Fontes Vermelhas e dos furos da Ribeira de Santa Cruz e de Machico;
- ▶▶ **Chão dos Balcões/João do Prado; Cedro - Pico do Areeiro:** área de afloramento de lavas escoriáceas e basálticas fragmentadas dos complexos vulcânicos principal e posteriores. Nestas áreas ocorrem diversas estruturas filonianas em posição favorável de conexão hidráulica entre a superfície e os complexos vulcânicos subjacentes. A esta zona de recarga deverá estar associada a produtividade da Galeria dos Tornos e, em parte, da Galeria do Porto Novo, bem como de algumas nascentes que ocorrem ao longo das ribeiras envolventes.

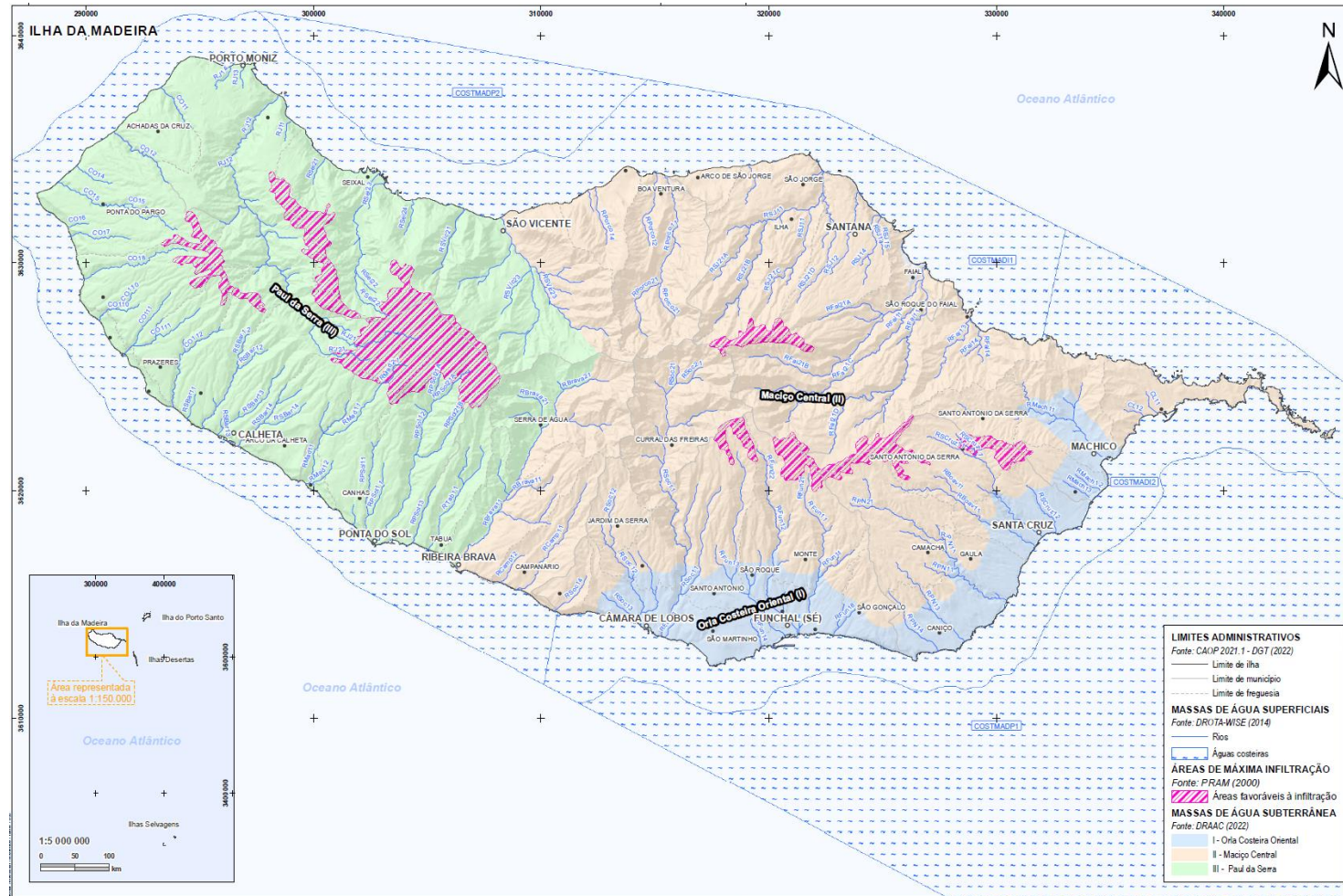
Analisando a relação das áreas de máxima infiltração com as massas de água subterrâneas, verifica-se que estas se encontram associadas às massas de água subterrânea do Maciço Central (II) e Paul da Serra (III), como se pode observar na Figura 1.19.

Figura 1.18: Áreas favoráveis à infiltração - Ilha da Madeira



Fonte: PRAM, 2000.

Figura 1.19: Áreas favoráveis à infiltração vs massas de água subterrânea – Ilha da Madeira



Fonte: PRAM, 2000; DRAAC, 2022.

A ilha do Porto Santo caracteriza-se pela escassez da água subterrânea, fruto da baixa precipitação média anual e da irregularidade da distribuição temporal, mas também das condições desfavoráveis à infiltração. As características do meio geológico, aliadas a bacias hidrográficas reduzidas e à redução do coberto vegetal por ação do pastoreio, dos incêndios florestais e da ocupação urbana, restringem o desenvolvimento de zonas de infiltração máxima. É neste contexto que no âmbito do PRAM (PROCESL *et al.*, 2003) foi assumido como um dos objetivos para a proteção das águas e controlo da poluição a proteção das áreas de recarga de aquíferos, incluindo neste âmbito o desenvolvimento de ações de florestação. Embora possuindo algumas limitações ao nível da porosidade e da permeabilidade, as rochas calcareníticas permitem uma razoável infiltração da precipitação incidente.

Não estão, contudo, especificamente delimitadas áreas de máxima infiltração na ilha do Porto Santo.

1.3.8 Síntese das zonas protegidas

No contexto da DQA e da Lei da Água, foram identificadas na RH10 as seguintes tipologias de “Zonas Protegidas”:

- ▶▶ Zonas designadas por normativo próprio para a captação de águas para consumo humano (superficiais e subterrâneas);
- ▶▶ Massas de água designadas como águas de recreio, incluindo as zonas designadas como águas balneares;
- ▶▶ Zonas designadas para a proteção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou a melhoria do estado da água seja um dos fatores importantes para a proteção, incluindo os sítios relevantes da rede Natura 2000 e outras áreas importantes para a conservação;
- ▶▶ Zonas de infiltração máxima.

No quadro seguinte apresenta-se o resumo das zonas protegidas identificadas na RH10, no contexto de todos os tipos de zonas protegidas consideradas pela DQA/LA.

Quadro 1.12: Zonas protegidas identificadas na RH10

TIPO DE ZONA PROTEGIDA	ZONAS PROTEGIDAS (N.º)	
Zonas designadas para a proteção de águas destinadas à captação de água para consumo humano	Superficiais	78
	Subterrâneas	198
Zonas designadas para a proteção de espécies de interesse económico	Piscícolas	-
	Conquícolas	-
Zonas designadas para a proteção de águas de recreio	Águas balneares	57
Zonas Vulneráveis		-
Zonas Sensíveis		-
Zonas de Infiltração Máxima		3
Zonas designadas para a proteção de habitats e espécies em que a manutenção ou a melhoria do estado da água é um dos fatores importantes para a proteção	ZPE	5
	ZEC	11
	SIC	8
	Áreas Classificadas na Rede Nacional de Áreas Protegidas	8

2 PRESSÕES SOBRE AS MASSAS DE ÁGUA

De acordo com o definido na DQA, os Estados-Membros devem recolher e manter informações sobre o tipo e a magnitude das pressões antrópicas significativas a que as massas de água podem estar sujeitas, designadamente, através da identificação e avaliação:

- ▶ dos casos significativos de poluição proveniente de fontes pontuais e difusas causada por substâncias provenientes de instalações e atividades urbanas, industriais, agrícolas e outras;
- ▶ das captações de água significativas destinadas a utilizações urbanas, industriais, agrícolas e outras, incluindo as variações sazonais e a procura anual total, e das perdas de água nos sistemas de distribuição;
- ▶ do impacto dos casos significativos de regulação dos cursos de água, incluindo transferências e desvios de água;
- ▶ das alterações morfológicas significativas das massas de água;
- ▶ de outros impactos antropogénicos significativos sobre o estado das águas de superfície;
- ▶ dos padrões de utilização dos solos, incluindo identificação das principais zonas urbanas, industriais e agrícolas, e, quando pertinente, das zonas de pesca e florestas.

A avaliação do estado das massas de água inclui necessariamente uma análise das pressões sobre as massas de água, sendo que, na atual fase de planeamento, importa atualizar a caracterização efetuada no 2.º ciclo.

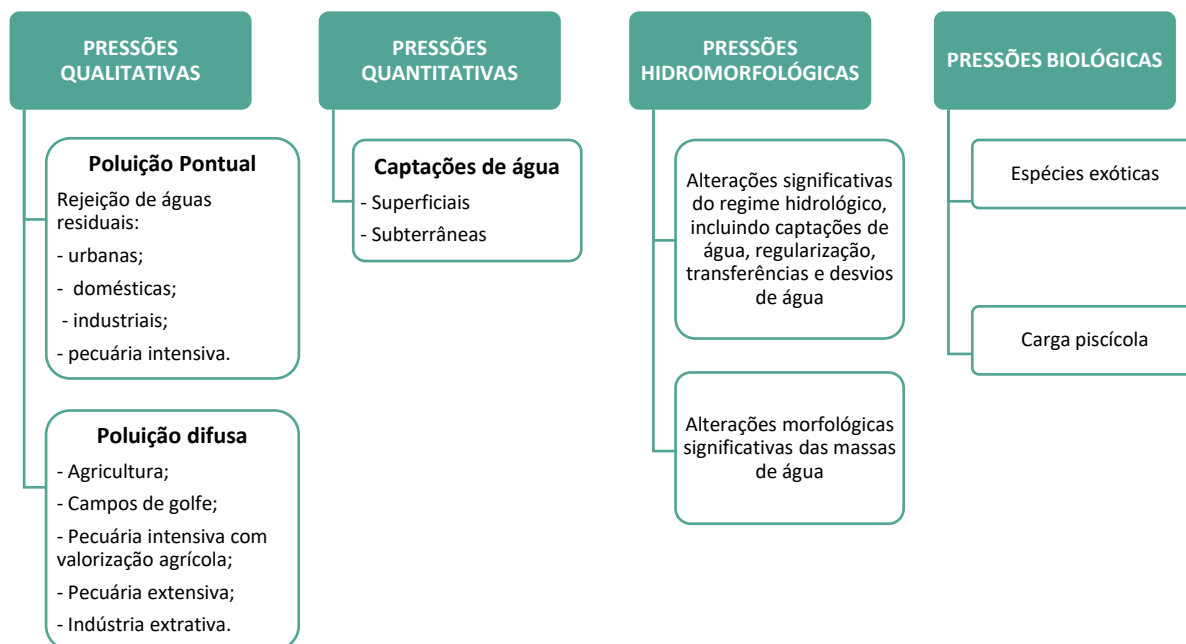
Em regra, consideram-se quatro grupos principais de pressões que mais afetam as massas águas superficiais e subterrâneas:

Quadro 2.1: Principais grupos de pressões sobre as massas de água

CATEGORIA		DESCRIÇÃO
Pressões Qualitativas	Pontuais	Cargas resultantes das rejeições de águas residuais nos recursos hídricos com origem nos setores de atividade, tais como urbano, industrial, pecuária, aquícola, turismo, de instalações de deposição de resíduos, entre outros.
	Difusas	Cargas que possam afetar os recursos hídricos, resultantes de fenómenos de lixiviação, percolação ou escorrência, provenientes de áreas urbanas, de áreas agrícolas, de campos de golfe, da aplicação de lamas de depuração e de efluentes pecuários na valorização agrícola e ainda da indústria extrativa, incluindo as pedreiras abandonadas, entre outros.
Pressões Quantitativas		Referentes às atividades de captação de água para fins diversos, nomeadamente para a produção de água destinada ao setor urbano (abastecimento público e consumo humano), indústria, agricultura, pecuária, aquícola, produção de energia e turismo, entre outros.
Pressões Hidromorfológicas		Associadas às alterações físicas nas áreas de drenagem, nos leitos e nas margens dos cursos de água e dos estuários, com impacto nas condições morfológicas, continuidade fluvial e no regime hidrológico das massas de água destas categorias.
Pressões Biológicas		Referentes a pressões de natureza biológica que podem ter impacto direto ou indireto nos ecossistemas aquáticos, como por exemplo a introdução de espécies exóticas.

A Figura 2.1 esquematiza os principais grupos de pressões sobre as massas de água.

Figura 2.1: Principais grupos de pressões sobre as massas de água



Todas estas pressões, agrupadas ou isoladas, cumulativamente ou de forma sinérgica, podem produzir uma série de impactes negativos sobre o estado das massas de água, nos habitats e na biodiversidade.

2.1 PRESSÕES QUALITATIVAS

As pressões qualitativas responsáveis pela **poluição pontual** sobre as massas de água relacionam-se genericamente com a rejeição de águas residuais provenientes de diversas atividades, nomeadamente de origem urbana, industrial e pecuária.

As pressões qualitativas responsáveis pela **poluição difusa** resultam do arrastamento de poluentes naturais e antropogénicos por escoamento superficial até às massas de água superficiais ou por lixiviação até às massas de água subterrâneas. Neste contexto, a poluição difusa pode resultar de várias origens, nomeadamente:

- ▶▶ Excesso de fertilizantes aplicados em terrenos agrícolas;
- ▶▶ Produtos fitofarmacêuticos aplicados em explorações agrícolas;
- ▶▶ Óleos, gorduras e substâncias tóxicas do escoamento superficial de zonas urbanas;
- ▶▶ Sedimentos de áreas em que se verifique a mobilização do solo (ex: construção);
- ▶▶ Sais resultantes das práticas de rega e escorrências ácidas de minas abandonadas;
- ▶▶ Microrganismos e nutrientes provenientes da valorização agrícola de efluentes pecuários;
- ▶▶ Lixeiros.

O enriquecimento das águas com nutrientes com consequente eutrofização, reconhecido como um dos mais importantes problemas da qualidade da água, está entre os principais impactes resultantes das pressões qualitativas.

Instalações PCIP (regime de Prevenção e Controlo Integrado de Poluição)

Estão abrangidas pelo cumprimento da Diretiva 2010/75/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de novembro (que revoga a Diretiva n.º 96/61/CE, do Conselho, de 24 de setembro e a Diretiva n.º 2008/1/CE de 15 de janeiro) certas atividades económicas a que está potencialmente associada uma poluição que se considera significativa e que é definida de acordo com a natureza e/ou a capacidade de produção das instalações. O funcionamento das instalações onde se desenvolvem atividades PCIP está condicionado à obtenção de uma Licença Ambiental.

O princípio da licença ambiental foi consagrado em Portugal pelo Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto, entretanto revogado pelo Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de agosto (Diploma PCIP), que por sua vez foi revogado pelo Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto, encontrando-se no anexo I deste diploma as atividades abrangidas.

O capítulo II do Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto (Diploma REI), estabelece o regime de emissões industriais aplicável à prevenção e ao controlo integrados da poluição.

Na RH10, no ano de 2022, existem seis instalações abrangidas pelo Diploma REI (Regime de Emissões Industriais) com potenciais descargas de efluentes para o meio hídrico, encontrando-se as mesmas elencadas no Quadro 2.2.

Quadro 2.2: Instalações PCIP na RH10

CAE	ATIVIDADE	SETOR	INSTALAÇÃO	OPERADOR
35112	Produção de Eletricidade	Indústria transformadora	Central Térmica da Vitória	EEM – Empresa de Eletricidade da Madeira, S.A.
35112	Produção de Eletricidade		Central Térmica do Caniçal	AIE – Atlantic Islands Electricity (Madeira), S.A.
38212	Atividade principal: · Incineração/combustão de resíduos urbanos Atividade secundária: · Incineração/combustão de resíduos perigosos · Aterro de resíduos não perigosos	Aterro	Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos da Meia Serra	ARM - Águas e Resíduos da Madeira, S.A.
01470	Criação intensiva de aves de capoeira (frangos –produção de carne) com capacidade instalada de 160 000 aves	Pecuária	Aviatlântico, Avicultura, S.A.	Aviatlântico, Avicultura, S.A.
01470	Criação intensiva de aves de capoeira (frangos –produção de carne) com capacidade instalada de 59 000 aves		Avilagoa – Sociedade Avícola da Madeira Lda.	Aviatlântico, Avicultura, S.A.
01470	Criação intensiva de aves de capoeira (galinhas poedeiras - cria, recria e produção de ovos para consumo humano) com capacidade instalada de 77 319 aves		Ovo do Santo, Lda.	Ovo do Santo, Lda.

Fonte: Licenças ambientais emitidas; DRAAC, 2022.⁴

Instalações abrangidas pelo Regulamento PRTR (*Pollutant Release and Transfer Register*)

O regulamento PRTR, definido pelo Regulamento (CE) n.º 166/2006, de 18 de janeiro de 2006, transposto para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 127/2008, de 21 de julho e alterado pelo Decreto-Lei n.º 6/2011, de 10 de janeiro, estabelece a obrigatoriedade de comunicação e divulgação de dados ambientais de atividades económicas com base em três critérios:

- ▶ Um dos poluentes declarados pelo estabelecimento exceder a quantidade indicada no anexo II do Regulamento PRTR;
- ▶ O somatório de todos os resíduos perigosos transferidos para fora do estabelecimento exceder duas toneladas/ano;
- ▶ O somatório de todos os resíduos não perigosos transferidos para fora do estabelecimento exceder 2.000 toneladas/ano.

Na RH10, no ano de 2022, as instalações industriais abrangidas por este regulamento são as seguintes:

Quadro 2.3: Instalações abrangidas pelo Regulamento PRTR (*Pollutant Release and Transfer Register*) na RH10

CAE	ATIVIDADE	SETOR	INSTALAÇÃO	OPERADOR
35112	PRTR 1 (c) Centrais térmicas e outras instalações de combustão	Indústria transformadora	Central Térmica da Vitória	EEM – Empresa de Eletricidade da Madeira, S.A
35112	PRTR 1 (c) Centrais térmicas e outras instalações de combustão		Central Térmica do Caniçal	AIE – Atlantic Islands Electricity (Madeira), S.A.
38212	PRTR 5 (b) Incineração de resíduos não perigosos incluídos na Diretiva 2000/76/CE; PRTR 5 (d) Aterros (excluindo os aterros encerrados antes do 16.7.2001)	Aterro	Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos da Meia Serra	ARM - Águas e Resíduos da Madeira, S.A.
01470	PRTR 7 (a) (i) Instalações para criação intensiva de aves de capoeira com capacidade para 40 000 aves ou mais	Pecuária	Aviatlântico, Avicultura, S.A.	Aviatlântico, Avicultura, S.A.

⁴

<https://www.madeira.gov.pt/draac/pesquisar/ct/ReadInformcao/mid/1920/Informacaold/101715/UnidadeOrganicald/14/LiveSearch/licen%c3%a7as>, consultada a 12 de maio de 2022.

CAE	ATIVIDADE	SETOR	INSTALAÇÃO	OPERADOR
01470	PRTR 7 (a) (i) Instalações para criação intensiva de aves de capoeira com capacidade para 40 000 aves ou mais		Avilagoa – Sociedade Avícola da Madeira Lda.	Aviatlântico, Avicultura, S.A.
01470	PRTR 7 (a) (i) Instalações para criação intensiva de aves de capoeira com capacidade para 40 000 aves ou mais		Ovo do Santo, Lda.	Ovo do Santo, Lda.
37002	PRTR 5 (f) Estação de tratamento de águas residuais urbanas com a capacidade de 100 000 ou mais equivalentes - população	Urbano	ETAR do Funchal	Município do Funchal

Fonte: Licenças ambientais emitidas; DRAAC, 2022.

2.1.1 Setor urbano

O setor urbano da água, que inclui os serviços públicos de drenagem e tratamento de águas residuais, teve nas últimas duas décadas uma enorme evolução potenciada não só pela transposição para o direito interno da DARU (Diretiva 91/271/CE, de 21 de maio), como também pela alocação de fundos comunitários que promoveram a renovação de infraestruturas existentes e a construção de novos e mais eficientes sistemas, permitindo assim melhorar significativamente os níveis de cobertura e de atendimento à população bem como a qualidade dos meios recetores.

No entanto, a rejeição de águas residuais urbanas ainda constitui uma pressão, muitas vezes significativa, para as massas de água, pelo que a aposta tem de ser na adequação dos limites máximos de emissão determinados numa ótica de abordagem combinada, que permita compatibilizar as rejeições com a evolução da qualidade dos meios recetores, conforme preconizado na LA.

Águas residuais domésticas

De acordo com o estabelecido no n.º 4 do artigo 48.º do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio, a rejeição de águas residuais domésticas no solo só é admissível em situações particulares e na impossibilidade de ligação à rede pública.

Estes sistemas devem contemplar obrigatoriamente um órgão de tratamento que promova a remoção de parte da carga orgânica, seguido de um órgão a jusante para infiltração das águas residuais no solo.

Assim, considera-se que a rejeição no solo de águas residuais provenientes de habitações (≤ 10 habitantes) e de pequenas unidades isoladas (atividade industrial, de comércio e serviços e de unidades hoteleiras com características predominantemente domésticas - cantinas, balneários, instalações sanitárias) com um sistema autónomo de tratamento, não tem um impacto significativo desde que não incida sobre os recursos hídricos (cfr. n.º 3 do artigo 63.º do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto), nomeadamente em zonas de elevada vulnerabilidade hidrogeológica (zonas de infiltração máxima), no perímetro de proteção das captações públicas e em zonas suscetíveis à poluição difusa.

Águas residuais urbanas

Para a caracterização das pressões pontuais sobre as massas de água com origem em águas residuais urbanas, foram consideradas as ETAR urbanas em funcionamento no ano 2021, entendidas como tal no âmbito da Diretiva 91/271/CEE do Conselho Europeu, de 21 de maio de 1991, transposta para o direito interno pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho, na sua redação atual, e que prestam um serviço público de tratamento de águas residuais urbanas, com licença de rejeição de águas residuais.

No Quadro 2.4 encontram identificadas as ETAR's existentes na RAM, bem como o destino final das descargas, verificando-se que a maioria descarrega os seus efluentes nas águas costeiras.

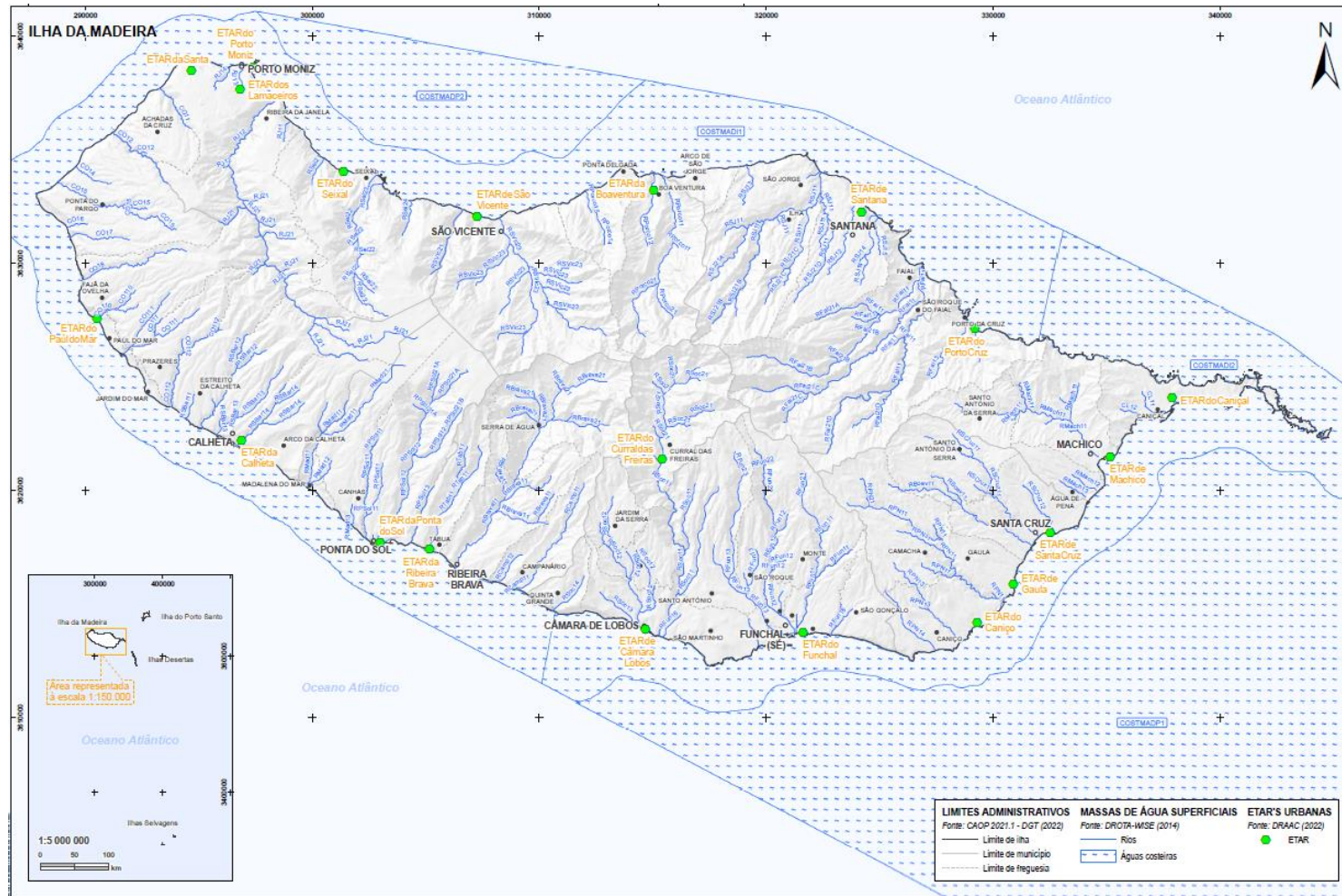
Quadro 2.4: ETAR's urbanas existentes na RAM

ETAR	MEIO RECETOR	MASSA DE ÁGUA/BACIA HIDROGRÁFICA (MEIO RECETOR)	CONCELHO	N.º
Paul do Mar	Mar	COSTMADI1	Calheta	2
Calheta	Mar	COSTMADI1		
Câmara de Lobos	Mar	COSTMADI2	Câmara de Lobos	2
Curral das Freiras	Ribeira dos Socorridos	Ribeira dos Socorridos		
Funchal	Mar	COSTMADI2	Funchal	1
Caniçal	Mar	COSTMADI2	Machico	3
Machico	Mar	COSTMADI2		
Porto da Cruz	Mar	COSTMADI1		
Ponta do Sol	Mar	COSTMADI1	Ponta do Sol	1
Lamaceiros	Ribeiro do Sapato	Ribeira da Janela	Porto Moniz	4
Porto Moniz	Mar	COSTMADI1		
Santa	Ribeira da Achadinha	Ribeira da Janela		
Seixal	Mar	COSTMADI1		
Ponta (PS)	Mar / Solo	COSTPORI / Formações Sedimentares e Complexo Vulcânico	Porto Santo	1
Ribeira Brava	Mar	COSTMADI1	Ribeira Brava	1
Caniço	Mar	COSTMADI2	Santa Cruz	4
Gaula	Ribeiro do Camarinho	Ribeira de Porto Novo		
Santa Cruz	Mar	COSTMADI2		
Santana	Ribeira das Covas	Ribeira de São Jorge	Santana	1
Boaventura	Ribeira dos Moinhos	Ribeira do Porco	São Vicente	2
São Vicente	Mar	COSTMADI1		

Fonte: DRAAC, 2022.

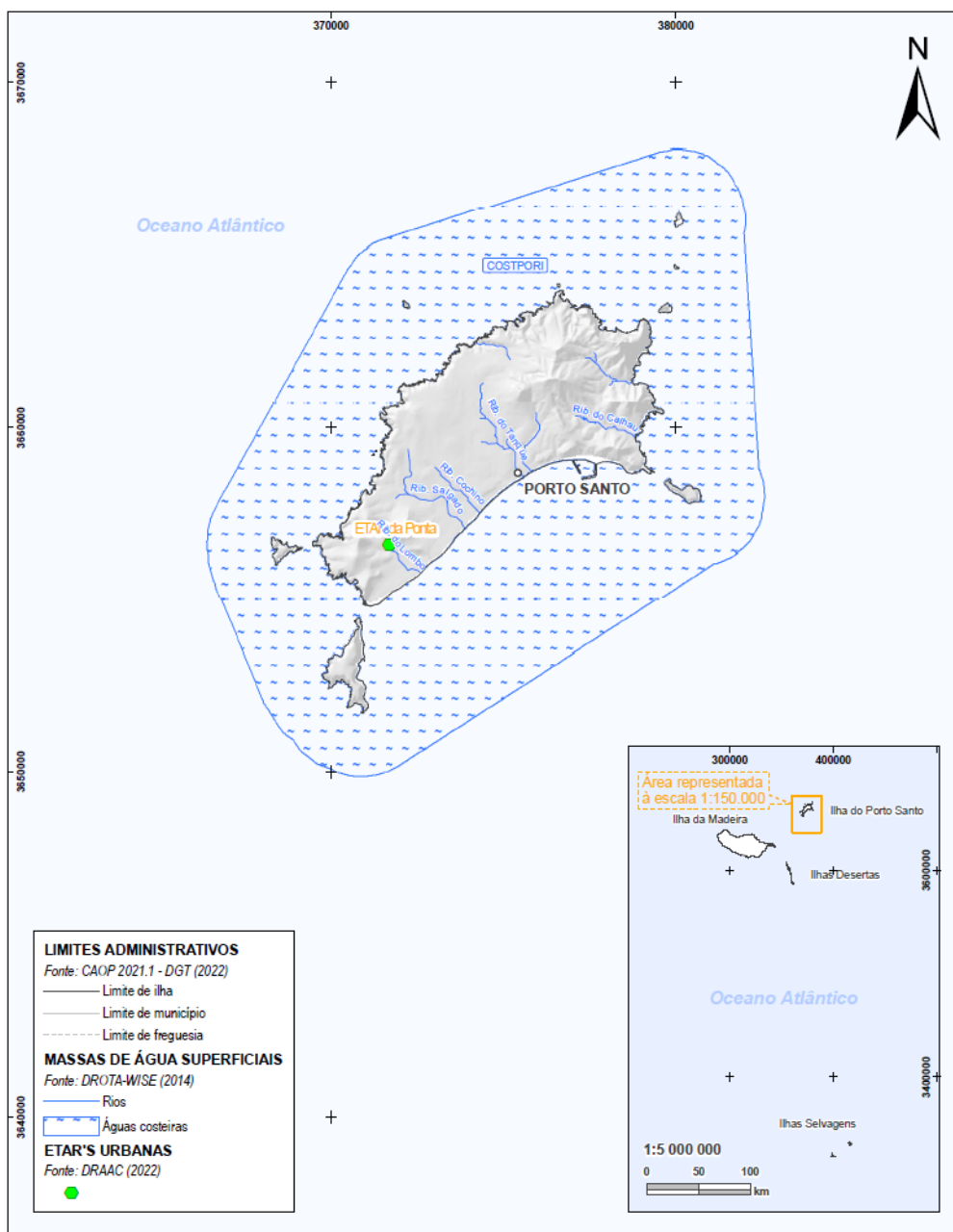
A localização geográfica das supracitadas ETAR urbanas, quer no referente à Ilha da Madeira, quer à Ilha de Porto Santo é apresentada, respetivamente, nas Figura 2.2 e Figura 2.4.

Figura 2.2: Localização das ETAR's urbanas - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

Figura 2.3: Localização das ETAR's urbanas – Ilha de Porto Santo



Fonte: DRAAC, 2022.

As cargas consideradas para o cálculo das cargas dos efluentes dos sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais, foi efetuado com recurso aos dados fornecidos pela DRAAC para o ano de 2021 no contexto das licenças de rejeição de águas residuais das instalações com descargas associadas, nomeadamente dos boletins dos controlos analíticos.

O Quadro 2.5 apresenta a carga rejeitada pelo setor urbano na RH10.

Quadro 2.5: Carga rejeitada (Kg/ano) pelo setor urbano na RH10

CATEGORIA DE MASSA DE ÁGUA		CARGAS (kg/ano)				
		CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Águas Superficiais	Rios	1 891	6 861	1 794	2 970	912
	Costeiras	1 790 620	3 573 390	719 104	464 912	94 375
Águas Subterrâneas		1 275	9 315	1 125	1 122	776
Total		1 793 787	3 589 567	722 023	469 003	96 063

Conforme é possível constatar, na RH10, cerca de 99,6% da carga total é rejeitada nas massas de água costeiras. Este facto é expectável numa ilha como a Madeira, em que grande parte dos aglomerados populacionais se concentram nas zonas litorais. Na categoria “rios” apenas são rejeitados 0,2% do total de cargas de origem urbana.

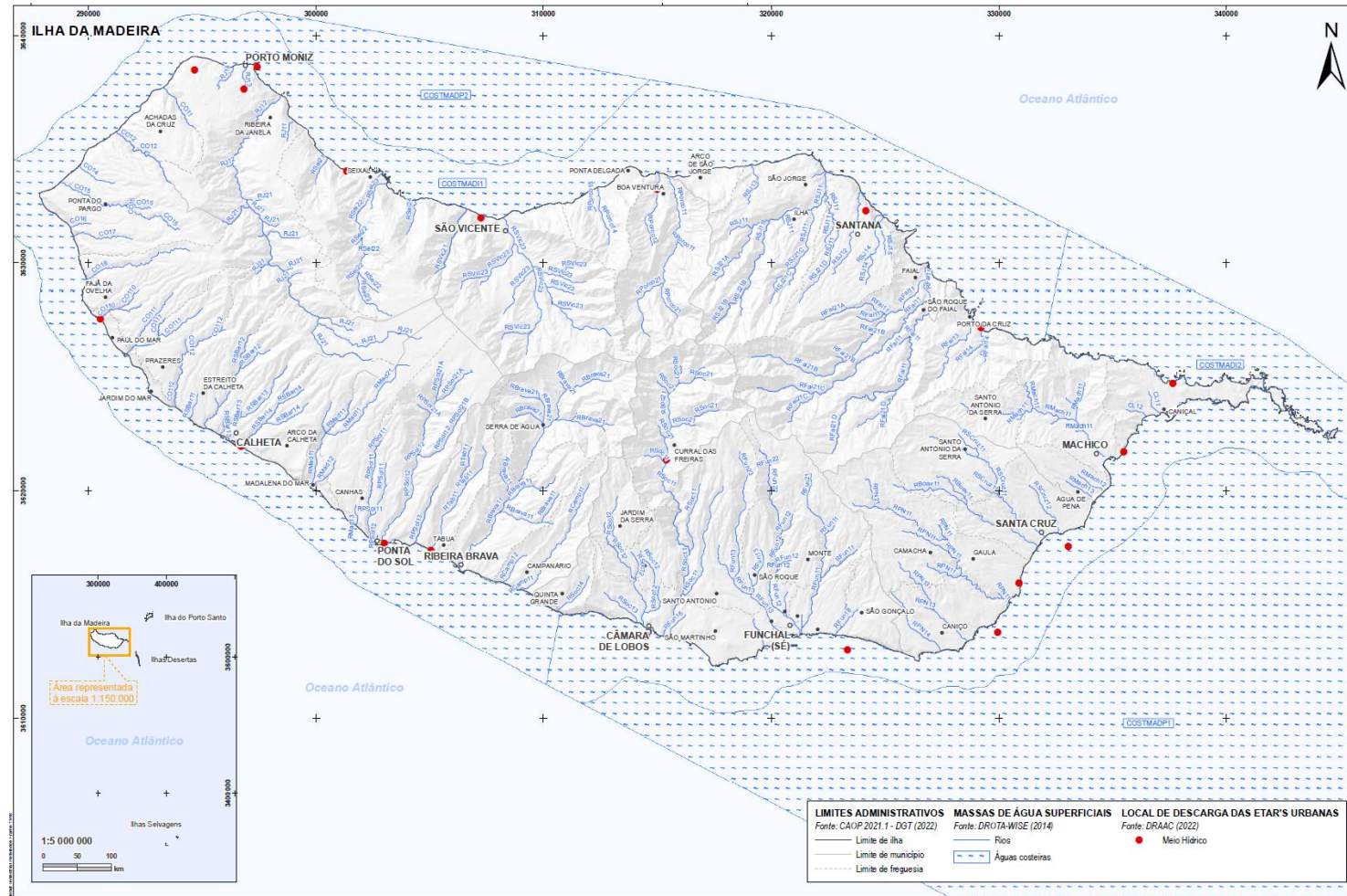
Assim sendo, verifica-se que as massas de água superficiais concentram 99,8% das cargas totais rejeitadas, o que indica uma pressão residual do setor urbano nas massas de água subterrâneas (0,2%).

Massas de água de superfície

As cargas consideradas para o cálculo das cargas afluentes ao meio hídrico incluem **21 rejeições urbanas** na RH10.

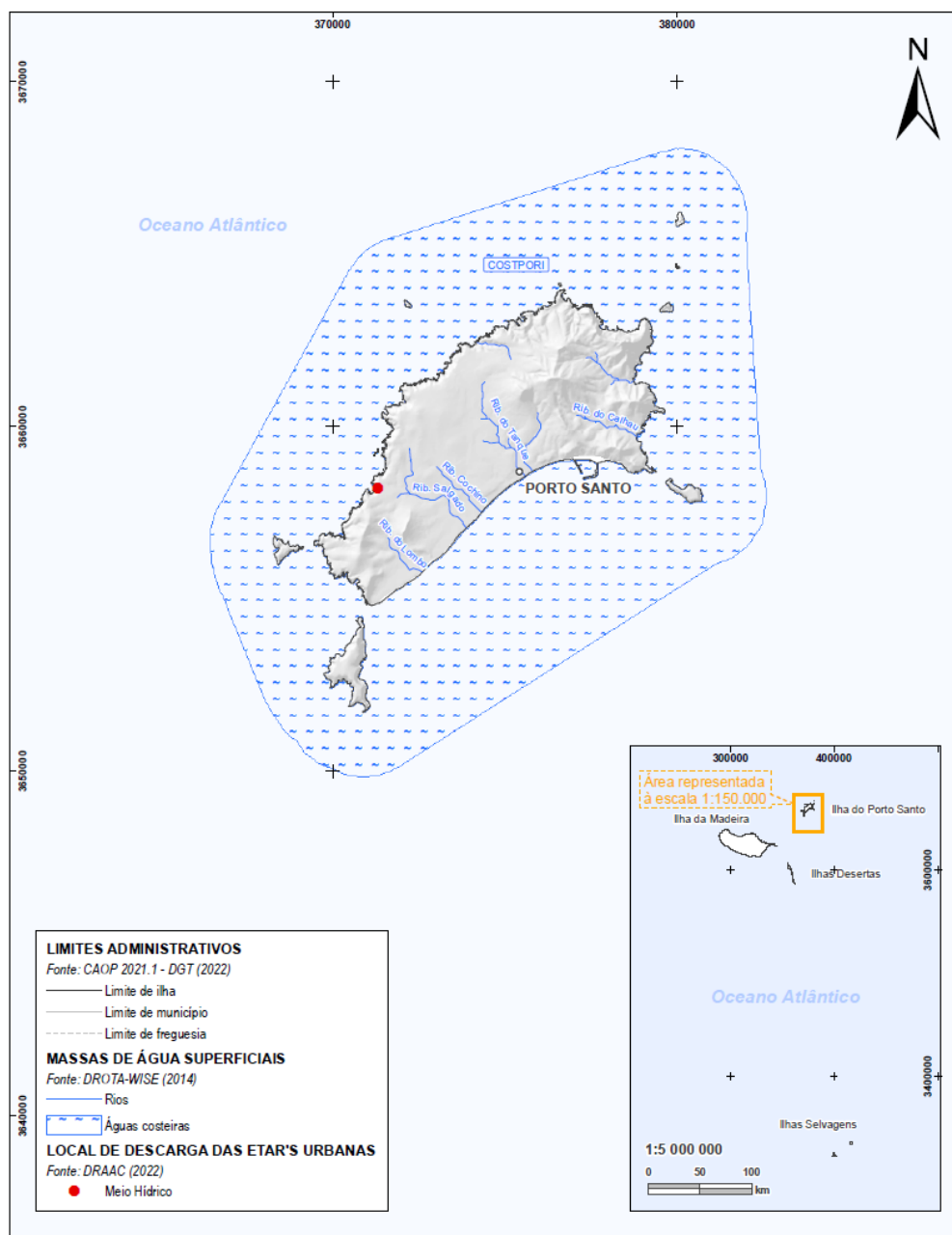
Na Figura 2.10 e Figura 2.11 encontram-se representados os locais de descargas das ETAR's urbanas no meio hídrico.

Figura 2.4: Local de descarga das ETAR's urbanas no meio hídrico - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

Figura 2.5: Local de descarga das ETAR's urbanas no meio hídrico – Ilha de Porto Santo



Fonte: DRACC, 2022.

No Quadro 2.6 apresentam-se, por bacia, as cargas anuais de CQO, CBO₅, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições urbanas.

Quadro 2.6: Carga rejeitada (Kg/ano), no meio hídrico, por sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais na RH10

MEIO RECETOR ⁵	CARGAS (kg/ano)					
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}	
COSTMADI2 (Águas Costeiras)	1 708 484	3 286 938	715 516	427 181	71 428	
COSTMADI1 (Águas Costeiras)	82 088	286 098	3 545	37 688	22 918	
Rib. da Janela	540	1 982	365	712	100	
Rib. de Porto Novo	882	3 338	968	1 591	623	
Rib. de São Jorge	370	1 227	359	532	154	
Rib. do Porco	2	2	3	2	0	
Rib. dos Socorridos	97	312	99	133	35	
COSTPORI (PS) (Águas Costeiras)	49	355	43	43	30	
Total	1 792 511	3 580 251	720 898	467 882	95 287	
Total (ilha da Madeira)	Águas costeiras	1 790 572	3 573 036	719 061	464 870	94 345
	Rios	1 891	6 861	1 794	2 970	912
Total (ilha de Porto Santo)	Águas costeiras	49	355	43	43	30

Conforme evidenciado no Quadro 2.6, a maioria das descargas de águas residuais urbanas têm como destino as águas costeiras.

De entre as bacias hidrográficas da ilha da Madeira, a da Ribeira de Porto Novo corresponde àquela que, no ano de 2021, foi mais afetada por descargas de águas residuais de origem urbana.

Analisando o Quadro 2.7, conclui-se que relativamente às cargas unitárias por área de território a situação é idêntica às cargas totais. Com efeito, a bacia hidrográfica da Ribeira de Porto Novo é a sujeita a uma maior carga unitária. Para toda a ilha da Madeira, as cargas unitárias por unidade de território são igualmente reduzidas.

Quadro 2.7: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano) no meio hídrico por sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais na RH10

MEIO RECETOR ⁶	CARGAS UNITÁRIAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Rib. da Janela	0,086	0,317	0,058	0,114	0,016
Rib. de Porto Novo	0,230	0,871	0,253	0,415	0,163
Rib. de São Jorge	0,068	0,224	0,066	0,097	0,028
Rib. do Porco	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000

⁵ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

⁶ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

MEIO RECETOR ⁶	CARGAS UNITÁRIAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Rib. dos Socorridos	0,015	0,049	0,016	0,021	0,006
Total (ilha da Madeira)	0,025	0,096	0,024	0,040	0,012

Face ao exposto, é importante realçar que da carga total rejeitada do setor urbana, apenas 0,2% é rejeitada em ribeiras.

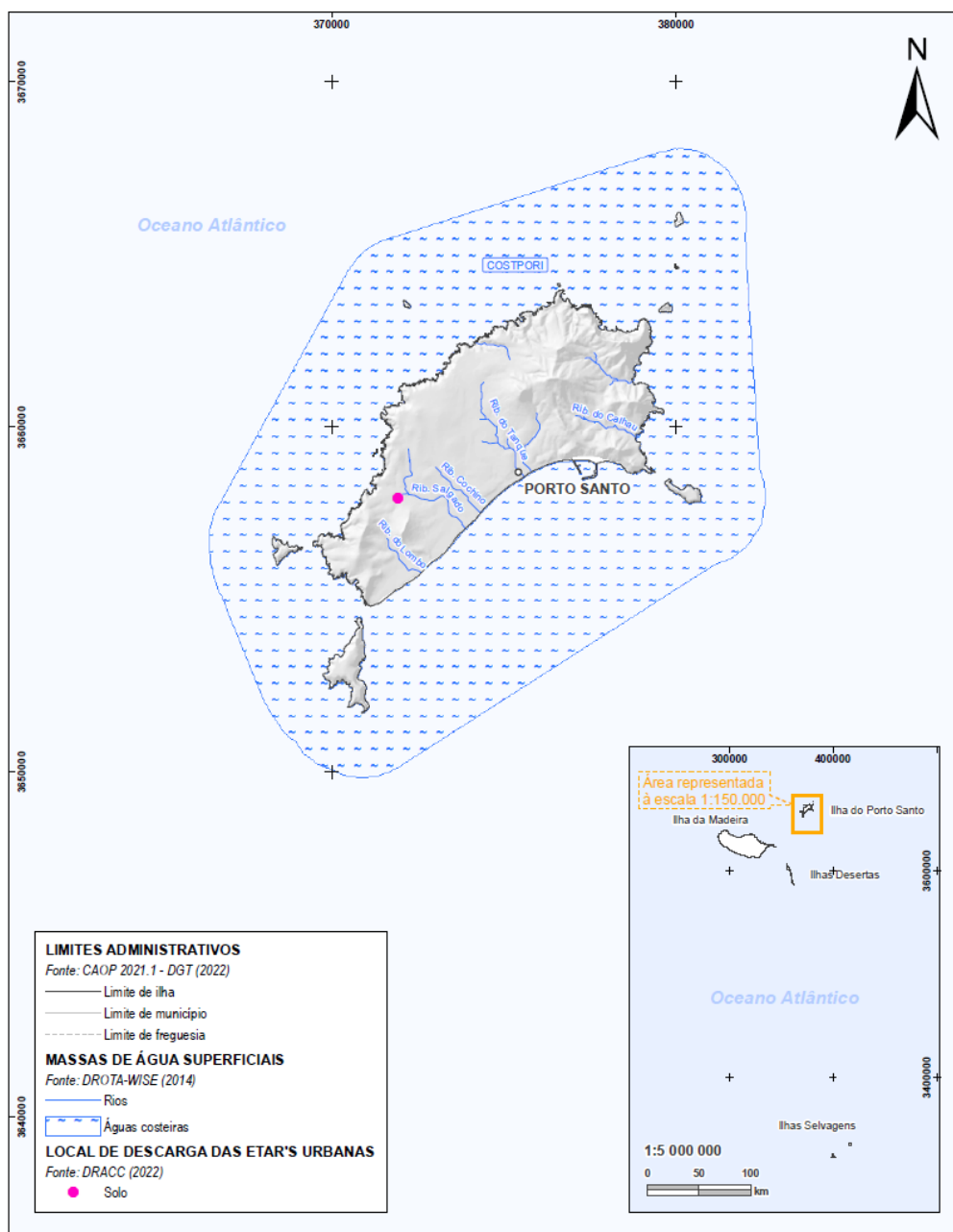
Massas de água subterrânea

O cálculo das cargas dos efluentes rejeitados no solo foi efetuado com recurso aos dados fornecidos pela DRAAC para o ano de 2021 no contexto das licenças de rejeição de águas residuais das instalações com descargas associadas, nomeadamente dos boletins dos controlos analíticos e dos volumes de caudais rejeitados.

As cargas consideradas para o cálculo das cargas dos efluentes rejeitados no solo incluem **apenas uma rejeição urbana** na RH10, mais concretamente na ilha de Porto Santo.

Na Figura 2.6 encontram-se representados os locais de descargas das ETAR's urbanas no solo, na RH10.

Figura 2.6: Local de descarga das ETAR's urbanas no solo – Ilha de Porto Santo



Fonte: DRACC, 2022.

No Quadro 2.8 apresentam-se, por massa de água subterrânea, as cargas anuais de CQO, CBO₅, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições urbanas.

Quadro 2.8: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, por sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Complexo Vulcânico (PS)	638	4 658	563	561	388
Formações Sedimentares (PS)	638	4 658	563	561	388
Total (ilha de Porto Santo)	1 275	9 315	1 125	1 122	776

As descargas diretas sobre as massas de água subterrâneas com origem em águas residuais urbanas, são bastante reduzidas, correspondendo apenas a 0,2% da carga total rejeitada. São efetuadas apenas na ilha de Porto Santo e incidem sobre as duas massas de água subterrâneas existentes na mesma.

A massa de água subterrânea mais afetada pelas cargas unitárias dos efluentes resultantes das águas residuais urbanas, é a massa de água Formações Sedimentares (Quadro 2.9).

Quadro 2.9: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no solo, por sistemas urbanos de drenagem e tratamento de águas residuais na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS UNITÁRIAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Complexo Vulcânico (PS)	0,238	1,738	0,210	0,209	0,145
Formações Sedimentares (PS)	0,469	3,425	0,414	0,412	0,285
Total (ilha de Porto Santo)	0,316	2,305	0,278	0,278	0,192

2.1.2 Atividades económicas

A caracterização das atividades económicas cuja rejeição de águas residuais pode ter potenciais efeitos nefastos para os recursos hídricos sob o ponto de vista qualitativo (cargas rejeitadas) é um dos aspetos a ter em conta para a avaliação das pressões sobre as massas de água.

Tendo em consideração as atividades desenvolvidas na RAM e que possuem licença de rejeição de águas residuais, encontram-se incluídos neste tópico, os seguintes setores de atividade:

- ▶▶ Indústria transformadora (8);
- ▶▶ Indústria extrativa;
- ▶▶ Pecuária (2);
- ▶▶ Agricultura;
- ▶▶ Aquicultura (2);
- ▶▶ Turismo (golfe e empreendimentos turísticos) (4);
- ▶▶ Outras atividades (não incluídas nas anteriores) (12).

2.1.2.1 Indústria transformadora

A promoção da reutilização de água na indústria ocorre quer por imperativos legais, quer por questões económicas ou de consciencialização ambiental. Os custos associados ao tratamento complementar das águas residuais para usos compatíveis, associados à reduzida procura das mesmas, têm sido apontados como fatores limitativos à reutilização das águas residuais tratadas.

A avaliação das pressões com origem na atividade industrial teve por base o grau de risco potencial inerente à exploração dos estabelecimentos industriais, para a saúde humana e para o ambiente, em particular para os recursos hídricos.

A caracterização das pressões com origem na indústria transformadora na RH10 considera as seguintes atividades industriais:

- ▶▶ Indústrias alimentares (2);
- ▶▶ Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais (3);
- ▶▶ Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio (3).

Na RH10 existem duas indústrias abrangidas pela Diretiva DEI e pelo Regulamento PRTR (Central Térmica da Vitória e Central Térmica do Caniçal), no entanto, apenas foi considerada nas estimativas das cargas rejeitadas a Central Térmica da Vitória, uma vez que a Central Térmica do Caniçal não efetua descargas no meio hídrico/solo, os seus efluentes são descarregados no coletor da Zona Franca Industrial.

O cálculo das cargas dos efluentes provenientes da indústria transformadora, foi efetuado com recurso aos dados fornecidos pela DRAAC, para o ano de 2021, no contexto das licenças de rejeição de águas residuais das instalações com descargas associadas, nomeadamente dos boletins dos controlos analíticos e dos volumes rejeitados.

No Quadro 2.10 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas provenientes da indústria transformadora, no qual se verifica que predominam as rejeições nas águas subterrâneas (72%).

Quadro 2.10: Carga rejeitada (Kg/ano) pela indústria transformadora na RH10

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA		CARGAS (kg/ano)				
		CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Águas Superficiais	Rios	1 093	3 695	1 029	371	265
	Costeiras	711	45 674	6 144	1 177	128
Águas Subterrâneas		29 061	109 056	46	10 919	7 263
Total		30 866	158 425	7 219	12 468	7 656

A desagregação das cargas totais rejeitadas provenientes da indústria transformadora por tipo de atividade é apresentada, por sua vez, no Quadro 2.13.

Em consonância com os dados apresentados, a “Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais” é a atividade do setor da indústria transformadora que contribui com maior carga poluente rejeitada nos recursos hídricos (72%).

Quadro 2.11: Carga rejeitada (Kg/ano) pela indústria transformadora na RH10, por CAE

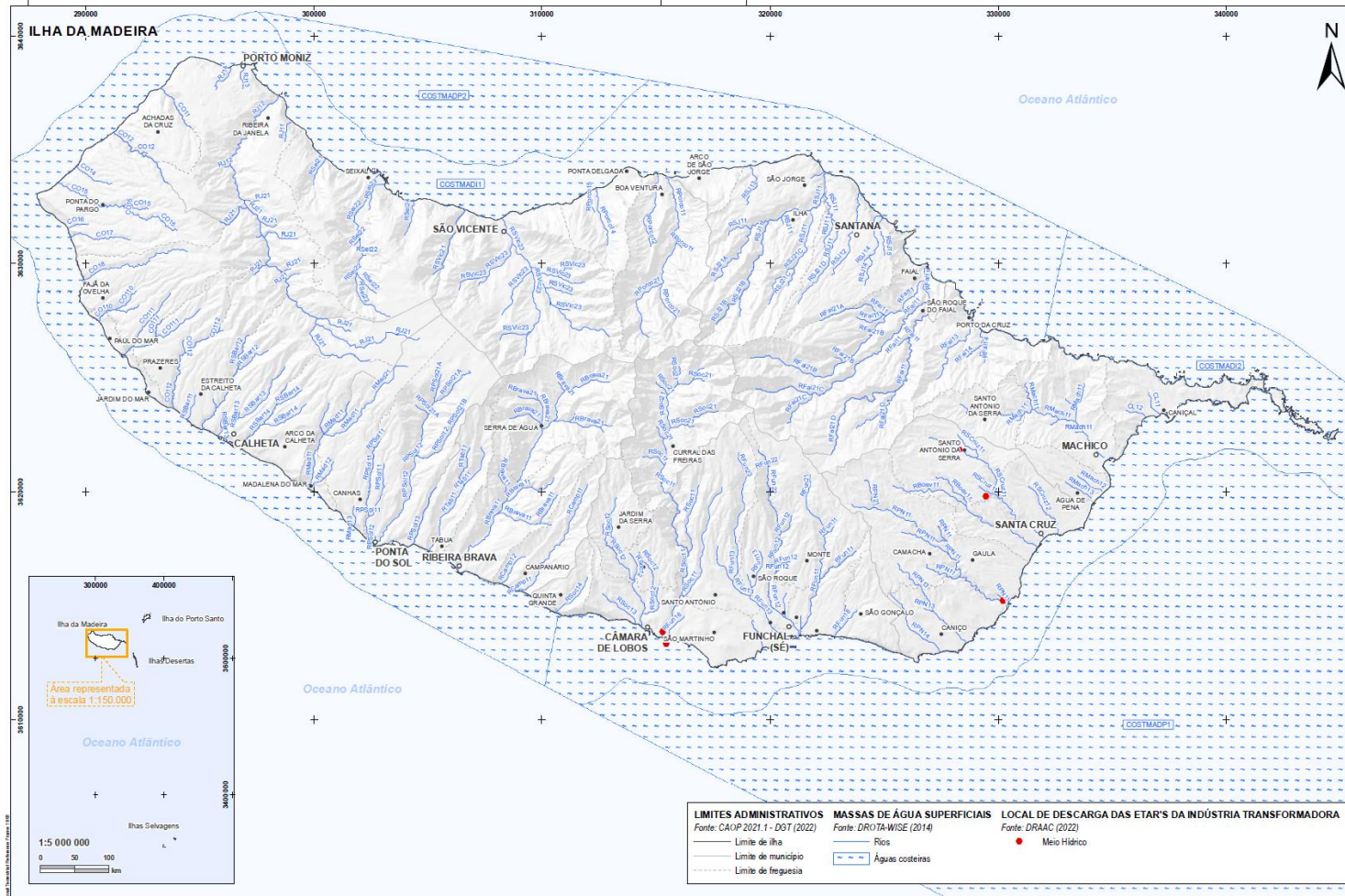
TIPO DE ATIVIDADE		CARGAS (kg/ano)				
CAE	DESIGNAÇÃO	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
10	Indústria Alimentar	1 060	3 501	982	337	260
35	Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio	713	45 676	6 145	1 177	128
38	Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais	29 092	109 248	92	10 953	7 268
Total		30 866	158 425	7 219	12 468	7 656

Massas de água de superfície

As cargas consideradas para o cálculo das cargas afluentes ao meio hídrico incluem **5 rejeições** provenientes da **indústria transformadora** na RH10. De referir ainda que, nas estimativas das cargas, não foi considerada a Estação de Tratamento da Zona Oeste (ETZO), por se encontrar em obras no ano de 2021 e por esse motivo não efetuou descargas de efluentes.

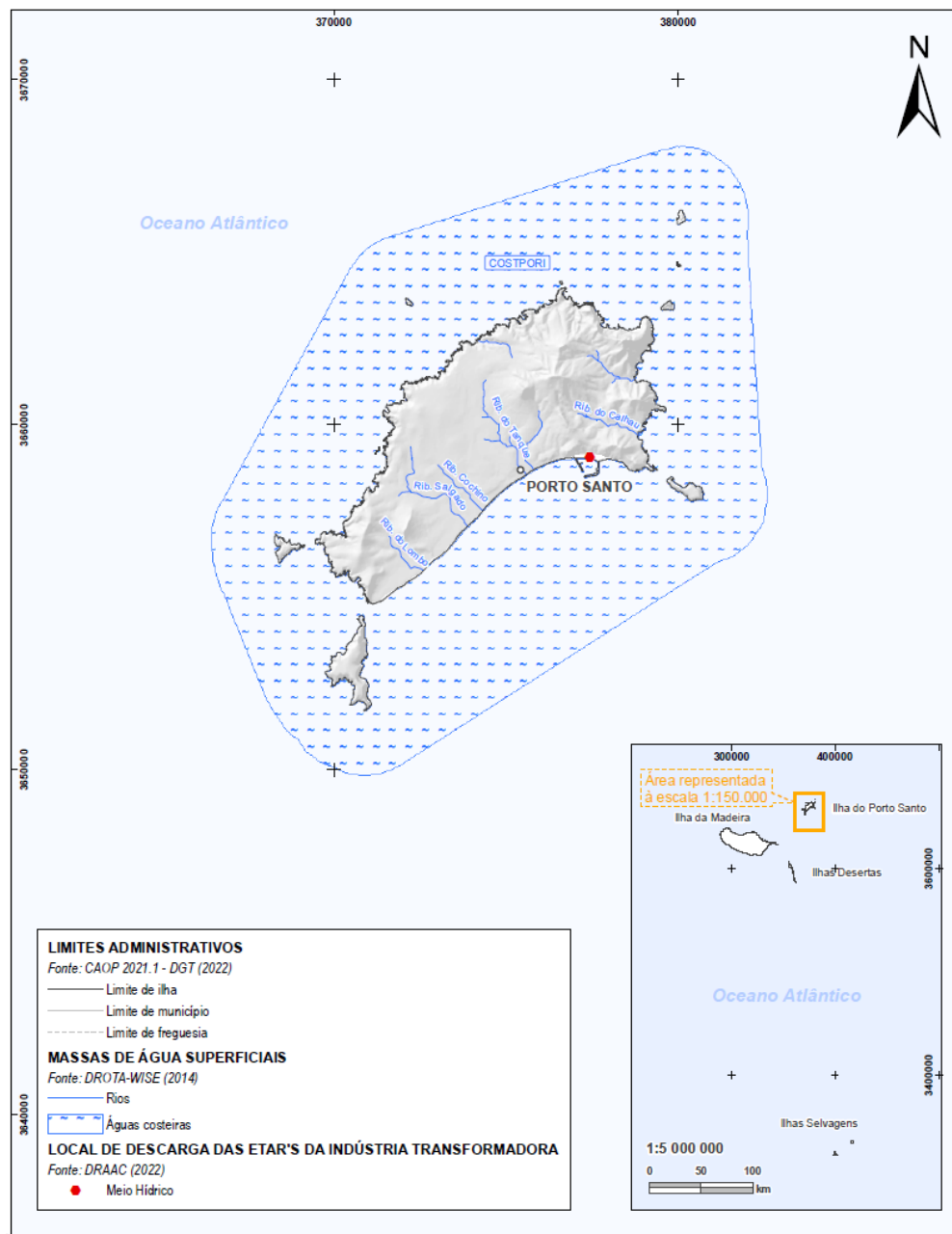
Na Figura 2.7 e Figura 2.8 encontram-se representados os locais de descargas das águas residuais da indústria transformadora no meio hídrico, na RH10.

Figura 2.7: Local de descarga das águas residuais da indústria transformadora no meio hídrico - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

Figura 2.8: Local de descarga das águas residuais da indústria transformadora no meio hídrico – Ilha de Porto Santo



Fonte: DRACC, 2022.

No Quadro 2.12 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas provenientes da indústria transformadora por tipo de atividade, no meio hídrico.

Quadro 2.12: Carga rejeitada (Kg/ano), pela indústria transformadora no meio hídrico, por CAE, na RH10

TIPO DE ATIVIDADE		CARGAS (kg/ano)				
CAE	DESIGNAÇÃO	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
10	Indústria Alimentar	1 060	3 501	982	337	260
35	Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio	713	45 676	6 145	1 177	128
38	Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais	31	192	46	33	5
Total		1 804	49 369	7 173	1 548	393

De acordo com o exposto no quadro anterior, a atividade “*Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio*” é a que mais contribui com cargas rejeitadas no meio hídrico.

No Quadro 2.13 apresentam-se, por bacia, as cargas anuais de CQO, CBO₅, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições provenientes da indústria transformadora.

Quadro 2.13: Carga rejeitada (Kg/ano), por bacia, pela indústria transformadora na RH10

MEIO RECETOR ⁷		CARGAS (kg/ano)				
		CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
COSTMADI2 (Águas Costeiras)		6	9	4	14	1
COSTPORI (Águas Costeiras)		705	45 665	6 140	1 164	127
Rib. de Porto Novo		31	192	46	33	5
Rib. de Santa Cruz		1 060	3 501	982	337	260
Rib. dos Socorridos		2	2	1	1	0
Total		1 804	49 369	7 173	1 548	393
Total (ilha da Madeira)	Costeiras	6	9	4	14	1
	Rios	1 093	3 695	1 029	371	265
Total (ilha de Porto Santo)	Costeiras	705	45 665	6 140	1 164	127

No que diz respeito às descargas de águas residuais da indústria transformadora, no meio hídrico, de acordo com o exposto no quadro anterior, a maior proporção é efetuada nas águas costeiras (89%).

Analisando a carga rejeitada unitária, é possível constatar que é a bacia hidrográfica de Santa Cruz aquela que se encontra mais afetada pelas cargas provenientes da indústria transformadora (Quadro 2.14).

⁷ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

Quadro 2.14: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), por bacia, pela indústria transformadora na RH10

BACIA HIDROGRÁFICA ⁸	CARGAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Rib. de Porto Novo	0,008	0,050	0,012	0,009	0,001
Rib. de Santa Cruz	0,577	1,906	0,534	0,184	0,141
Rib. dos Socorridos	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total (ilha da Madeira)	0,015	0,050	0,014	0,005	0,004

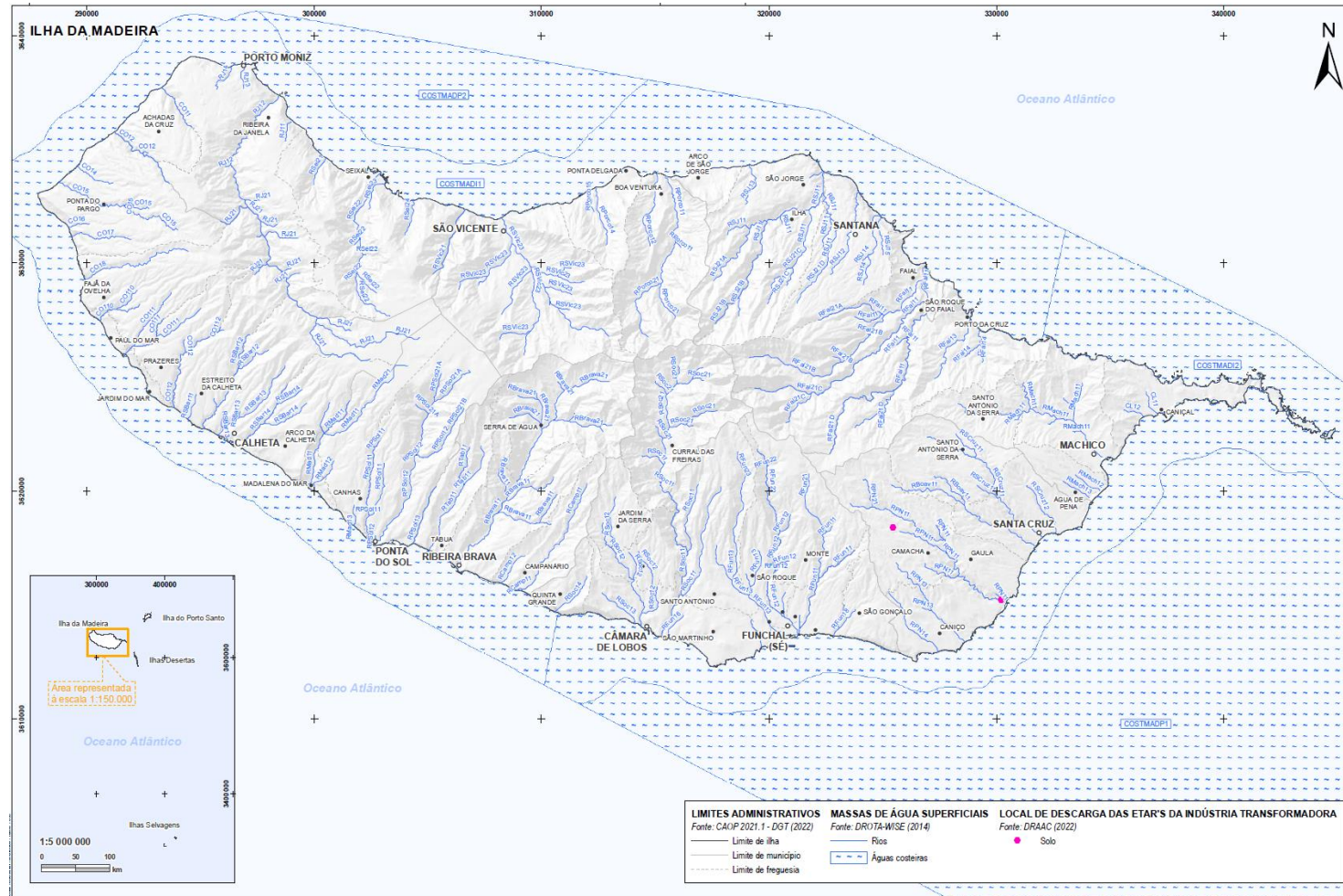
Massas de água subterrânea

As cargas consideradas para o cálculo das cargas dos efluentes rejeitados no solo incluem **duas rejeições** provenientes da **indústria transformadora**. De reiterar, ainda, que na estimativa das cargas não foi considerada a Estação de Tratamento da Zona Oeste (ETZO), por se encontrar em obras no ano de 2021 e, conseqüentemente, não ter efetuado descargas de águas residuais.

Na Figura 2.9 encontram-se representados os locais de descargas, no solo, dos efluentes provenientes da indústria transformadora, na RH10. Ressalve-se que na ilha de Porto Santo não se encontram registadas descargas, no solo, de águas residuais provenientes deste tipo de indústrias.

⁸ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

Figura 2.9: Local de descarga das águas residuais da indústria transformadora no solo - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

No Quadro 2.12 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas no solo, provenientes da indústria transformadora por tipo de atividade, onde se verifica que existe apenas uma atividade associada a este setor que efetua descargas no solo.

Quadro 2.15: Carga rejeitada (Kg/ano), pela indústria transformadora no solo, por CAE, na RH10

TIPO DE ATIVIDADE		CARGAS (kg/ano)				
CAE	DESIGNAÇÃO	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
38	Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais	29 061	109 056	46	10 919	7 263
Total		29 061	109 056	46	10 919	7 263

No Quadro 2.16 apresentam-se, por massa de água subterrânea, as cargas anuais de CBO₅, CQO, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições provenientes da indústria transformadora.

Quadro 2.16: Carga rejeitada (Kg/ano) no solo pela indústria transformadora por massa de água, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Maciço Central	29 030	108 864	0	10 886	7 258
Orla Costeira Oriental	31	192	46	33	5
Total (ilha da Madeira)	29 061	109 056	46	10 919	7 263

As massas de água subterrânea do Maciço Central e da Orla Costeira Oriental, na ilha da Madeira, são as massas afetadas pelas cargas provenientes da indústria transformadora, no entanto, é a massa de água subterrânea Maciço Central que se encontra mais pressionada (Quadro 2.17).

Quadro 2.17: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano) no solo pela indústria transformadora por massa de água, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Maciço Central	0,772	2,895	0,000	0,290	0,193
Orla Costeira Oriental	0,005	0,028	0,007	0,005	0,001
Total (ilha da Madeira)	0,392	1,470	0,001	0,147	0,098

2.1.2.2 Indústria extrativa

A exploração de massas minerais (pedreiras) e de depósitos minerais (minas), cujo regime jurídico foi aprovado pela Lei n.º 54/2015, de 22 de junho, e para a RAM pelo Decreto Legislativo Regional n.º 1/2018/M, de 4 de janeiro, pode constituir um risco ambiental pelo que, em particular as minas, exigem um acompanhamento técnico e desenvolvimento tecnológico constantes que permitam a mitigação dos eventuais efeitos nefastos destas atividades.

Assegurar que a prospeção, pesquisa e aproveitamento de depósitos minerais apenas possa ser desenvolvida obedecendo aos princípios do “green mining” é essencial para a sustentabilidade ambiental

da atividade, pois a existência de concentrações elevadas de elementos químicos de reconhecida ecotoxicidade e perigosidade pode ter efeitos nefastos no ambiente, em particular para os recursos hídricos.

Explorações mineiras

De acordo com os dados do INE (2022⁹), em 2020, na Região Autónoma da Madeira não existiam explorações mineiras e de acordo com a informação da Direção Regional da Economia e Transportes Terrestres (DRETT), continuam a não existir concessões mineiras no ano de 2022.

Pedreiras

Na RH10, de acordo com a informação fornecida pela DRETT, existem 12 pedreiras, estando apenas atualmente ativas oito (Quadro 2.18).

Quadro 2.18: Pedreiras existentes na RH10

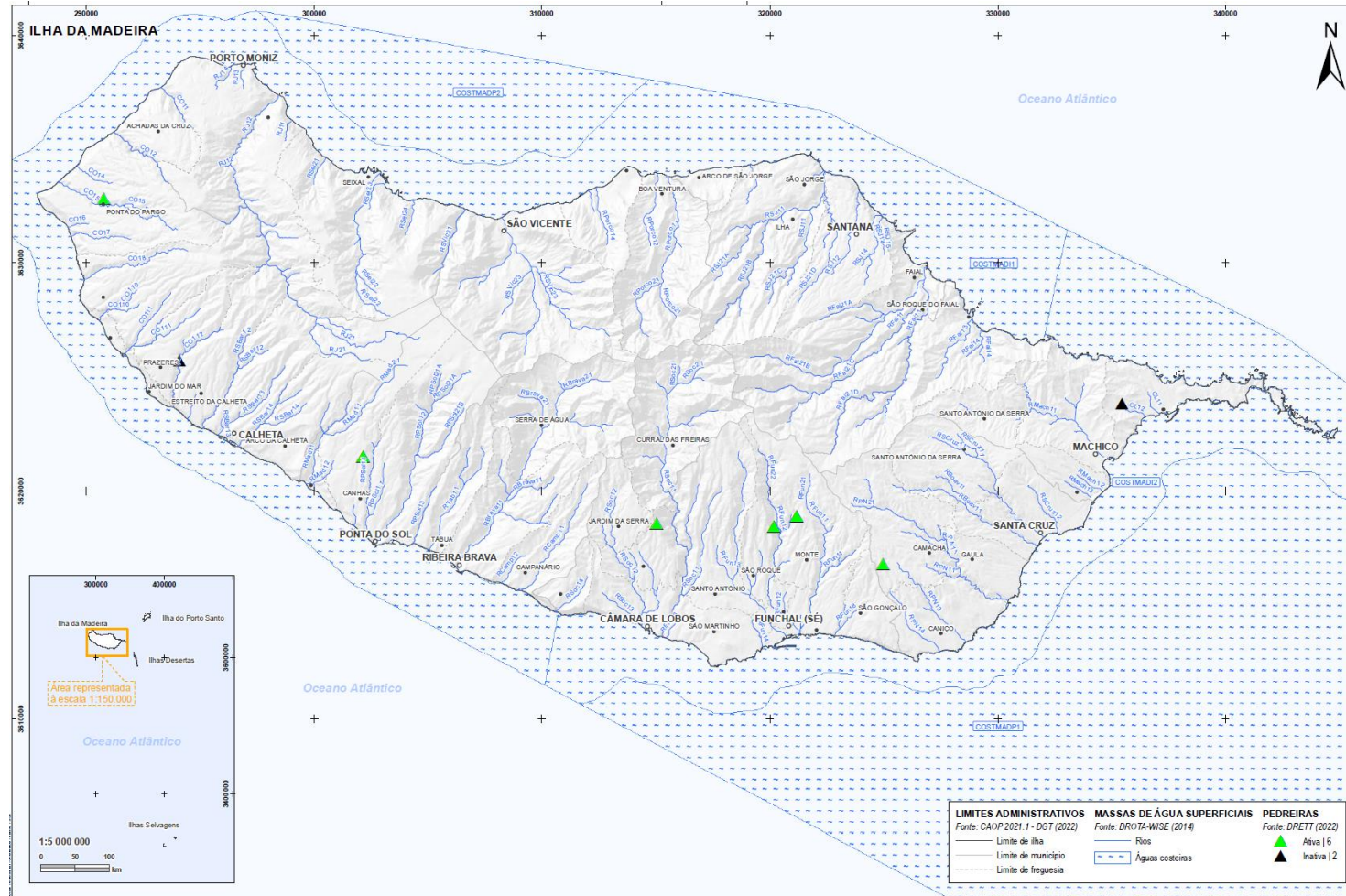
DESIGNAÇÃO	ÁREA (M ²)	CONCELHO	SITUAÇÃO ATUAL
Castelejo	17 300	Câmara de Lobos	Ativa
Feiteiras	43 000	Machico	Suspensa desde 2013 (aguarda recuperação paisagística)
Fundoa	64 205	Funchal	Ativa
Malhadinha	142 303	Ponta do Sol	Ativa
Matas	29 840	Porto Santo	Ativa
Montado do Coelho	80 600	Funchal	Ativa
Pedregal	32 297	Calheta	Ativa
Ribeira Funda	47 135	Calheta	Suspensa desde 2011
Rochão	41 000	Porto Santo	Ativa
Serra de Nossa Senhora de Fora	29 060	Porto Santo	Suspensa desde 2010 (aguarda recuperação paisagística)
Tabuleiros	42 358	Porto Santo	Inativa
Vale Paraíso	18 378	Santa Cruz	Ativa

Fonte: Direção Regional de Economia e Transportes Terrestres (DRETT), 2022.

Na Figura 2.10 e Figura 2.11 encontram-se representadas as pedreiras existentes na RH10.

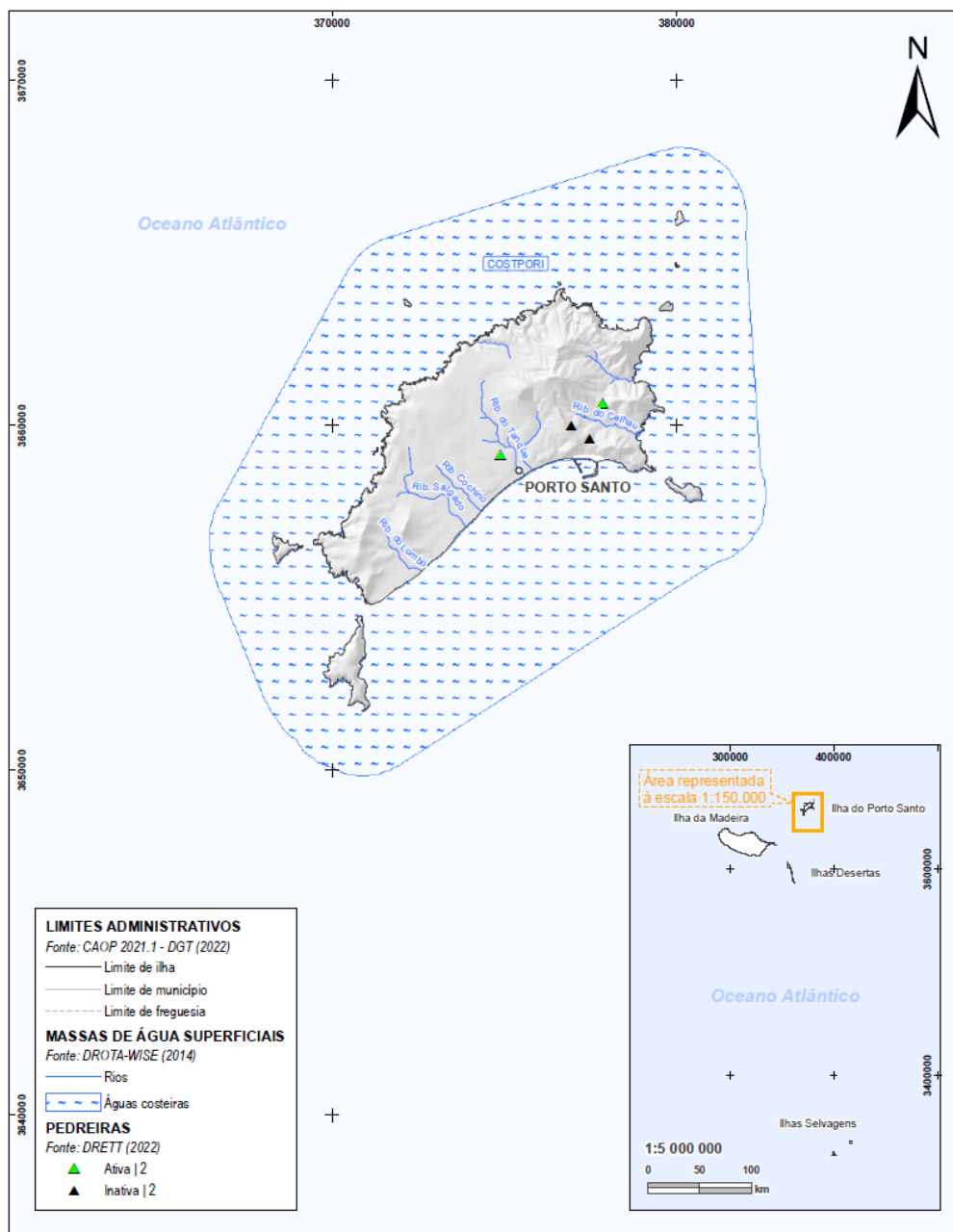
⁹ Empresas (N.º) por Localização geográfica (NUTS - 2013) e Atividade económica (Subclasse - CAE Rev. 3); Anual - INE, Sistema de Contas Integradas das Empresas (SCIE).

Figura 2.10: Pedreiras existentes na RH10 – Ilha da Madeira



Fonte: Direção Regional de Economia e Transportes Terrestres (DRETT), 2022.

Figura 2.11: Pedreiras existentes na RH10 – Ilha do Porto Santo



Fonte: Direção Regional de Economia e Transportes Terrestres (DRETT), 2022.

De acordo com a informação disponibilizada pela DRETT, nenhuma destas explorações efetua rejeições de águas residuais nos recursos hídricos.

No entanto, estas explorações podem constituir uma fonte de pressão nas massas de água superficiais, nomeadamente através da lixiviação das escombreyras ou do arrastamento de sólidos. As consequências previsíveis consistem no aumento da turbidez e consequente descida da qualidade das massas de água, como também no possível assoreamento das mesmas. Acresce ainda a possibilidade de ocorrência de acidentes, com o consequente agravamento dos riscos para o meio hídrico.

2.1.2.3 Pecuária

O setor da pecuária é responsável pela produção de efluentes pecuários que, por conterem azoto e fósforo, podem constituir uma importante fonte de poluição, tanto pontual (se ocorrerem descargas no solo ou nas águas superficiais) como difusa (se os efluentes pecuários forem aplicados nos solos agrícolas de forma menos adequada).

As cargas poluentes relativas às explorações pecuárias intensivas (em que os efluentes pecuários são aplicados para valorização agrícola) e extensivas são consideradas fontes de poluição difusa devido ao arrastamento, por escoamento superficial ou por lixiviação, de azoto e fósforo veiculado pelos efluentes pecuários.

As atividades pecuárias aqui analisadas encontram-se inseridas na categoria do CAE 01 (Agricultura, produção animal, caça e atividades dos serviços relacionados).

Carga poluente pontual

O cálculo das cargas dos efluentes provenientes da pecuária, foi efetuado com recurso aos dados fornecidos pela DRAAC para o ano de 2021 no contexto das licenças de rejeição de águas residuais das instalações com descargas associadas, nomeadamente dos boletins dos controlos analíticos e dos volumes rejeitados.

Na RH10 existem três explorações pecuárias abrangidas pelo diploma DEI e pelo Regulamento PRTR (Aviatlântico, Avilagoa e Ovo do Santo).

No Quadro 2.10 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas de origem pecuária, no qual se verifica que todas as rejeições são efetuadas nas águas subterrâneas (100%).

Quadro 2.19: Carga rejeitada (Kg/ano) pela pecuária na RH10

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Águas Subterrâneas	33	105	11	20	7
Total	33	105	11	20	7

Massas de água de superfície

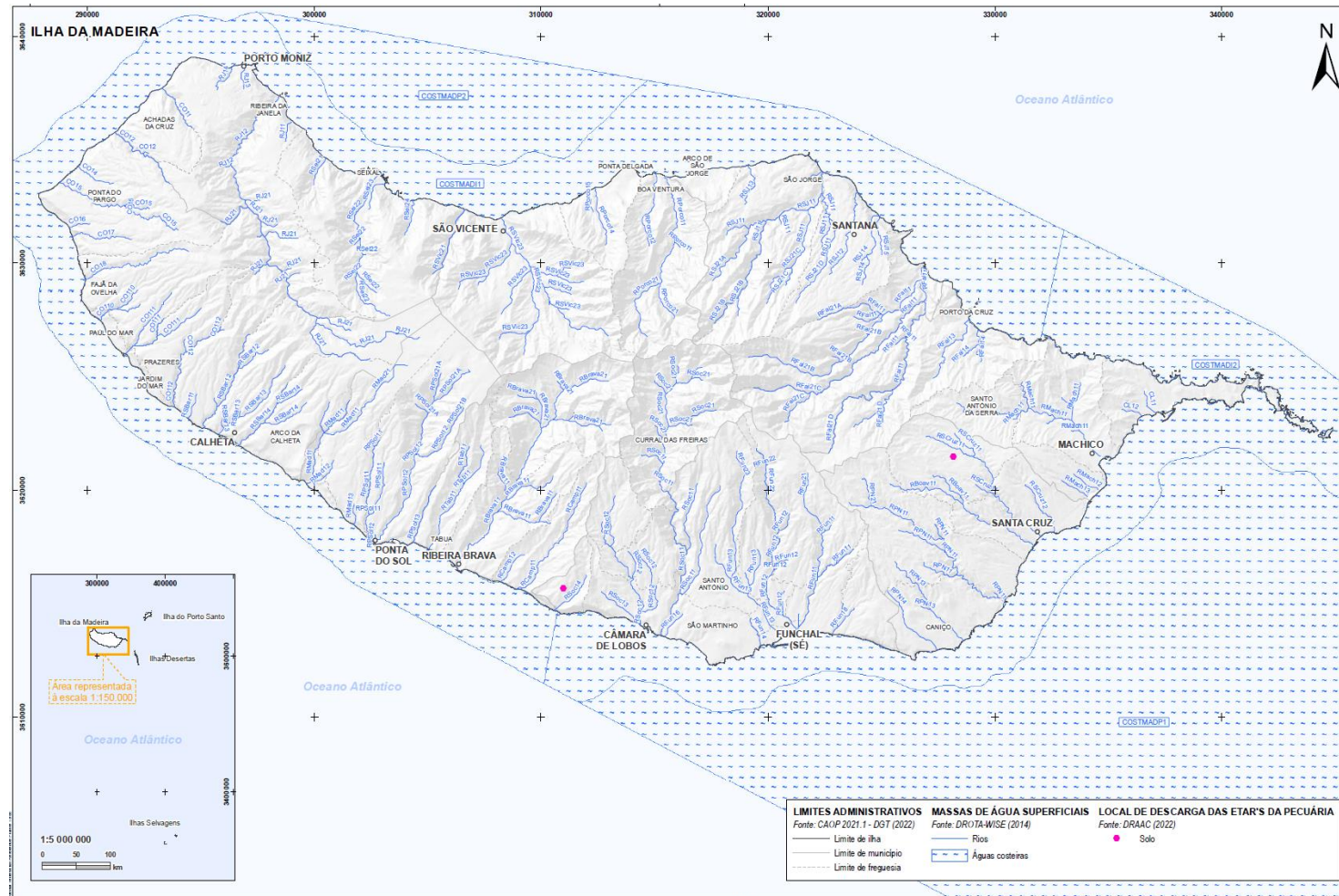
No setor da pecuária não são efetuadas descargas de águas residuais no meio hídrico.

Massas de água subterrânea

As cargas consideradas para o cálculo das cargas dos efluentes rejeitados no solo, incluem **duas** rejeições provenientes das **explorações pecuárias** na RH10, com incidência na ilha da Madeira. Ressalve-se, portanto, que na ilha de Porto Santo não se encontram registadas descargas de águas residuais pecuárias no solo.

Na Figura 2.12 encontram-se representados os locais de descargas de efluentes tratados, com origem na pecuária, no solo, na RH10.

Figura 2.12: Local de descarga de efluentes tratados no solo - Pecuária - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

No quadro seguinte apresentam-se, por massa de água subterrânea, as cargas anuais de CBO₅, CQO, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições pecuárias pontuais (Quadro 2.20). Esta informação evidencia que as rejeições são realizadas unicamente sobre a massa de água subterrânea Maciço Central.

Quadro 2.20: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, resultante das águas residuais de origem pecuária, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Maciço Central	33	105	11	20	7
Total (ilha da Madeira)	33	105	11	20	7

No Quadro 2.21, por sua vez, apresenta-se a carga rejeitada unitária de origem pecuária.

Quadro 2.21: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no solo, resultante das águas residuais de origem pecuária, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Maciço Central	0,009	0,0028	0,0003	0,0005	0,0002
Total (ilha da Madeira)	0,0004	0,0014	0,0002	0,0003	0,0001

Carga poluente de origem difusa

A estimativa dos valores de carga bruta de N e de P gerados pela atividade pecuária iniciou-se com a obtenção da quantidade média de nutrientes excretados anualmente por “cabeça normal” (CN) para cada espécie pecuária.

A carga total gerada, foi calculada tendo como base a quantidade média de N total e de fosfatos (P₂O₅) excretados anualmente por animal, definida no anexo VI do Despacho n.º 1230/2018, de 5 de fevereiro.

Tendo como base os dados do Recenseamento Agrícola de 2019 (INE, 2019) foram estimadas as potenciais cargas poluentes associadas às explorações pecuárias da RH10.

Considerando que os dados apresentados no Recenseamento Agrícola estão distribuídos por concelho, foi assumida uma distribuição homogénea do efetivo animal de modo a poder estimar as cargas poluentes de azoto e fósforo por bacia hidrográfica.

No Quadro 2.22 apresenta-se o número de cabeças normais existentes na RH10, de acordo com os dados do Recenseamento Agrícola de 2019.

Quadro 2.22: Número de cabeças normais na RH, por Município

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	BOVINOS (N.º)	SUÍNOS (N.º)	OVINOS (N.º)	CAPRINOS (N.º)	EQUÍDEOS (N.º)	AVES (N.º)	COELHOS (N.º)
Calheta	572	36	18	14	0	65	6
Câmara de Lobos	274	74	60	86	0	67	10
Funchal	40	100	41	23	0	255	6
Machico	81	127	64	128	0	130	8
Ponta do Sol	522	60	19	11	0	601	4
Porto Moniz	173	27	6	13	0	28	1

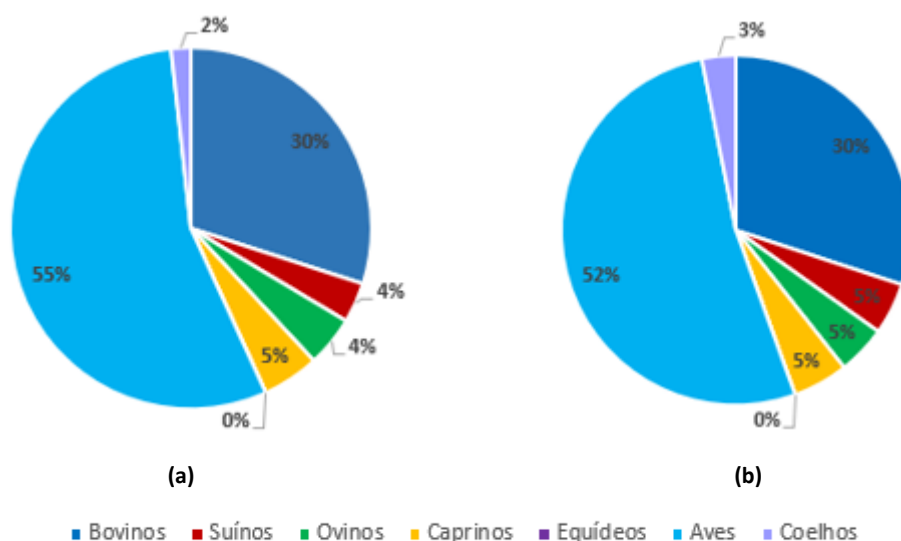
LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	BOVINOS (N.º)	SUÍNOS (N.º)	OVINOS (N.º)	CAPRINOS (N.º)	EQUÍDEOS (N.º)	AVES (N.º)	COELHOS (N.º)
Ribeira Brava	180	78	31	53	0	61	7
Santa Cruz	438	305	99	72	0	3 876	6
Santana	228	111	85	73	0	93	3
São Vicente	159	37	23	23	0	69	4
Porto Santo	17	10	13	23	0	14	1
Total (ilha da Madeira)	2 667	955	446	496	0	5 259	55
Total (ilha de Porto Santo)	17	10	13	23	0	14	1
Total RH10	2 684	965	459	519	0	5 273	56

Fonte: DREM - Direção Regional de Estatística da Madeira (2022)

Após a estimativa do número de CN existente em cada um dos concelhos da Região Autónoma da Madeira, avaliou-se a carga total gerada em cada uma das explorações, tendo como base a quantidade média de N_{total} e de fosfatos (P_2O_5) excretados anualmente por CN, definida no anexo VI do Despacho n.º 1230/2018, de 5 de fevereiro.

No Gráfico 2.1 representam-se as proporções de cargas de azoto e fósforo afluentes à RH10 de que cada uma das espécies agropecuárias é responsável.

Gráfico 2.1: Proporções das contribuições das diferentes espécies pecuárias para as cargas de azoto (a) e fósforo (b) afluentes à RH10



De um modo geral, as explorações de aves e bovinos são que constituem um peso maior na produção de azoto e fósforo. Por seu lado, os coelhos são os que menos contribuem com as cargas de azoto e fósforo em termos de poluição difusa na RH10.

Massas de água de superfície

Para a estimativa da carga total de N e de P que aflui às massas de água, após a sua deposição no solo, utilizou-se uma abordagem metodológica idêntica à que foi considerada para o cálculo da carga gerada em áreas agrícolas e florestais, que consiste na utilização de taxas de exportação. Estas taxas variam em

média entre 10%-17% para o N e 3%-5% para o P (e.g. Johnes, 1996, Haygarth *et al.*, 2003 e Agostinho e Fernando, 2005).

Assim, assumiu-se que 17% da carga de N e 5% da carga de P atingem as massas de água em que se encontra a exploração pecuária (Quadro 2.23).

Quadro 2.23: Estimativa da carga de origem difusa totais e unitárias de N e P, por bacia, proveniente da pecuária

BACIA HIDROGRÁFICA ¹⁰	CARGAS POLUENTES (ton/ano)		CARGAS POLUENTES (Kg/ha.ano)	
	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Costa Leste	1,17	0,14	0,88	0,10
Costa Oeste	5,09	0,58	0,76	0,09
Ribeira Brava	3,35	0,39	0,75	0,09
Ribeira da Boaventura	9,44	1,01	8,75	0,94
Ribeira da Janela	4,49	0,50	0,72	0,08
Ribeira da Madalena	4,51	0,49	2,77	0,30
Ribeira da Ponta do Sol	9,76	1,06	3,26	0,35
Ribeira da Tabua	0,77	0,09	0,82	0,10
Ribeira de Machico	3,53	0,40	1,16	0,13
Ribeira de Porto Novo	32,50	3,47	8,50	0,91
Ribeira de S. Bartolomeu	2,67	0,30	0,85	0,10
Ribeira de Santa Cruz	16,04	1,71	8,74	0,93
Ribeira de São Jorge	3,88	0,44	0,71	0,08
Ribeira de São Vicente	2,45	0,28	0,51	0,06
Ribeira do Campanário	0,78	0,09	0,75	0,09
Ribeira do Faial	5,21	0,60	0,79	0,09
Ribeira do Funchal	4,50	0,51	0,73	0,08
Ribeira do Porco	1,73	0,20	0,50	0,06
Ribeira do Seixal	1,19	0,13	0,39	0,04
Ribeira dos Socorridos	7,83	0,91	1,24	0,14
Porto Santo	0,93	0,11	0,23	0,03
TOTAL	121,83	13,42	43,82	4,79
Total (Ilha da Madeira)	120,90	13,31	43,59	4,76
Total (Ilha de Porto Santo)	0,93	0,11	0,23	0,03

Das bacias hidrográficas da RH10, a da Ribeira de Porto Novo, de Santa Cruz e da Ponta do Sol são aquelas que mais se encontram pressionadas, em termos de cargas totais (Quadro 2.23). A bacia hidrográfica da Ribeira de Porto Novo e de Santa Cruz encontram-se situadas maioritariamente no concelho de Santa Cruz, que é aquele que apresentava um maior número de cabeças normais em 2019 (4 796 cabeças

¹⁰ As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

normais). Quanto à bacia hidrográfica de Ponta do Sol, esta encontra-se situada, sobretudo, no concelho de Ponta do Sol e este é um dos concelhos com maior número cabeças normais (1 217 cabeças normais).

Massas de água subterrâneas

Relativamente às massas de água subterrânea assumiu-se que a carga que atinge estas massas de água é de 70% da carga de N que aflui às águas superficiais (ou seja, cerca de 12% da carga bruta de N gerada pela atividade pecuária) e 20% da carga de P que atinge as águas superficiais (ou seja, cerca de 1% da carga bruta de P gerada pela atividade pecuária), efetuando-se a afetação tendo em consideração a percentagem de concelho inserida em cada massa de água.

Quadro 2.24: Estimativa da carga de origem difusa totais e unitárias de N e P, por massa de água subterrânea, proveniente da pecuária

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS POLUENTES (ton/ano)		CARGAS POLUENTES (Kg/ha.ano)	
	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Orla Costeira Oriental	16,84	0,52	2,47	0,08
Maciço Central	46,24	1,43	1,23	0,04
Paul da Serra	22,25	0,70	0,75	0,02
Formações Sedimentares (PS)	0,22	0,01	0,16	0,00
Complexo Vulcânico (PS)	0,43	0,01	0,16	0,00
TOTAL	85,98	2,67	28,41	3,05
Total (Ilha da Madeira)	85,33	2,65	28,27	3,04
Total (Ilha de Porto Santo)	0,65	0,02	0,14	0,01

Quanto às massas de água subterrâneas, a do Maciço Central é a que se encontra mais pressionada relativa às cargas totais, uma vez que abrange grande parte do concelho de Santa Cruz, que é o concelho que detêm maior número de cabeças normais (4 796).

Quanto às cargas unitárias, destaca-se a massa de água da Orla Costeira Oriental, uma vez mais por se encontrar situada em grande parte no concelho de Santa Cruz e por ser a massa de água que possui menor área.

2.1.2.4 Agricultura

Um terço do consumo de água na Europa é da responsabilidade do setor agrícola. A agricultura influencia, quer a quantidade, quer a qualidade da água disponível para outros fins. Nalgumas zonas da Europa, a poluição causada por pesticidas e fertilizantes utilizados na agricultura continua a ser, por si só, uma das principais causas da má qualidade da água (Agência Europeia do Ambiente, 2022).

Para que, no futuro, exista água disponível em quantidade suficiente para satisfazer as necessidades dos nossos ecossistemas e ainda as nossas necessidades de consumo, teremos de providenciar os pacotes de políticas corretas para apoiar medidas em prol da eficiência. A Diretiva-Quadro da Água da UE (DQA) tem contribuído para esse fim, através de um incentivo à mudança para práticas agrícolas suscetíveis de melhorar tanto a quantidade como a qualidade da água na Europa. (Agência Europeia do Ambiente, 2022).

A agricultura, em particular quando praticada de forma intensiva, constitui uma importante fonte de poluição difusa sendo os pesticidas e os fertilizantes, conjugados ou não com a produção animal intensiva, fatores decisivos para o estado das massas de água.

O azoto na forma de nitrato é muito solúvel na água sendo, por isso, facilmente arrastado pelas águas das chuvas ou das regas. Encontra-se, nesta forma, em diversos adubos inorgânicos e organominerais, em corretivos e/ou resíduos orgânicos, bem como na matéria orgânica do solo.

O teor de nitratos nas águas subterrâneas e superficiais, quando ultrapassa certos limites, pode ter consequências nefastas para o ambiente e para a própria saúde humana, podendo inviabilizar a utilização destas águas para consumo humano e animal.

O enriquecimento em fósforo de origem agrícola das águas superficiais deriva, essencialmente, da fertilização inadequada com adubos e corretivos orgânicos que contenham o nutriente, nomeadamente os que têm origem na pecuária intensiva. Dada a sua reduzida mobilidade ao longo do perfil do solo, a ocorrência de fenómenos de erosão hídrica, envolvendo o destacamento e o transporte de partículas de solo pelas águas de escoamento superficial, origina a movimentação do fósforo para as águas superficiais, podendo ficar retido nos sedimentos ou dissolvido na água. A perda de solo provocada pelo vento ou causada por técnicas de mobilização inadequadas origina, também, o arrastamento de partículas de solo contendo fósforo.

Para caracterizar o setor agrícola na região hidrográfica, apresenta-se a informação sobre a superfície agrícola utilizada (SAU), a superfície regada, e uma estimativa das cargas poluentes que podem atingir as massas de água. Os dados utilizados para o cálculo da SAU e da superfície regada são provenientes do Recenseamento Agrícola 2019 – RA 2019 disponibilizados pela DREM.

Superfície agrícola utilizada

A SAU define-se como a superfície da exploração que inclui: terras aráveis (limpa e sob-coberto de matas e florestas), horta familiar, culturas permanentes e pastagens permanentes.

No Quadro 2.25 encontra-se identificada a área da SAU na RH10.

Quadro 2.25: Superfície Agrícola Utilizada (SAU) na RH10

	ÁREA TOTAL ¹¹ (Km ²)	ÁREA SAU (Km ²)	ÁREA SAU/ ÁREA TOTAL (%)
Ilha da Madeira	758	43,9	5,8
Ilha de Porto Santo	43	2,1	4,9
Total RH10	801	46,0	5,7

Em termos gerais, a SAU representa cerca de 5,7% (46 Km²) da área total do território da Região Autónoma da Madeira, verificando-se um decréscimo de 15,2% relativamente ao Recenseamento Agrícola de 2009 (EAP, 2020).

¹¹ Considerando as áreas da CAOP 2021.

Superfície regada

A superfície regada define-se como a superfície agrícola da exploração ocupada por culturas temporárias principais, culturas permanentes e prados e pastagens permanentes (exclui as estufas) que foram regadas pelo menos uma vez no ano agrícola.

No Quadro 2.26 encontra-se identificada a superfície regada na RH10, bem com a sua relação com a SAU.

Quadro 2.26: Superfície Regada (SAU) na RH10

	ÁREA TOTAL (Km ²)	SUPERFÍCIE REGADA ¹²		SUPERFÍCIE REGADA/SAU (%)
		Km ²	%	
Ilha da Madeira	758	36,7	4,8	83,6
Ilha de Porto Santo	43	0,5	1,2	23,8
Total RH10	801	37,1	4,6	80,7

A superfície regada na RH10 corresponde a 4,6% do total da área territorial da RAM.

Carga poluente de origem difusa

A metodologia utilizada para estimativa da carga poluente de origem difusa proveniente da agricultura baseia-se na atribuição, a cada uma das classes de uso de solo, de uma capitação correspondente à carga difusa de N e de P que será transportada pelo escoamento superficial com origem na área que drena para cada massa de água ou conjunto de massas de água. A carga poluente de origem difusa afluente a cada massa de água é obtida pela multiplicação das cargas unitárias pelas áreas parciais de cada categoria de uso do solo de acordo com a seguinte fórmula:

$$CT_i = \sum (C_{ij} \times A_j)$$

em que:

CT_i - carga total do poluente i afluente à secção de referência por unidade de tempo;

C_{ij} - carga do poluente i por unidade de área e de tempo na categoria de solo j (taxa de exportação);

A_j - área de uso do solo da categoria j.

A identificação e distribuição espacial das classes de uso do solo existentes na RH10 foram determinadas através da carta de uso do solo CLC 2018 (Corine Land Cover 2018), o que permitiu, com o recurso a um sistema de informação geográfica definir a percentagem de cada uma das classes de uso do solo, relativamente à área de drenagem, para cada massa de água.

O Quadro 2.27 apresenta as classes de uso do solo que definem as áreas agrícolas e florestais existentes em Portugal, de acordo com a *Corine Land Cover*. Apresenta, ainda, as classes de uso do solo obtidas e as correspondentes taxas de exportação consideradas na análise realizada.

¹² Inclui as “Hortas Familiares”.

Quadro 2.27: Classes de uso do solo obtidas após agregação e as correspondentes taxas de exportação

CLASSES DE USO DO SOLO (CLC)		CLASSES AGREGADAS	TAXAS DE EXPORTAÇÃO	
			N _{TOTAL} (Kg/ha/ano)	P _{TOTAL} (Kg/ha/ano)
211	Culturas temporárias de sequeiro	Áreas agrícolas com culturas temporárias	5	1
212	Culturas temporárias de regadio			
221	Vinhas	Áreas agrícolas com culturas permanentes	2,7	0,3
222	Pomares			
242	Sistemas culturais e parcelares complexos	Áreas agrícolas heterogéneas	3,85	0,65
243	Sistemas culturais com espaços naturais e seminaturais			
231	Pastagens permanentes	Pastagens permanentes	1,5	0,9

Fonte: Adaptado de Avaliação das cargas de poluição difusa gerada em Portugal – Relatório final, maio de 2015. Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, citado por APA (2021).

Massas de água de superfície

Como resultado da aplicação do modelo descrito, foram estimadas as seguintes cargas de azoto e fósforo adicionadas às massas de água de forma difusa, por bacia hidrográfica da RH10.

Quadro 2.28: Cargas poluentes de origem difusa totais e unitárias de N e P, por bacia hidrográfica

BACIA HIDROGRÁFICA ¹³	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)		CARGAS POLUENTES (Kg/ha.ano)	
	N _{TOTAL} (Kg/ano)	P _{TOTAL} (Kg/ano)	N _{TOTAL} (Kg/ha/ano)	P _{TOTAL} (Kg/ha/ano)
Costa Leste	0,4	0,1	0,3	0,1
Costa Oeste	4,7	1,0	0,7	0,2
Ribeira Brava	2,8	0,5	0,6	0,1
Ribeira da Boaventura	0,9	0,1	0,8	0,1
Ribeira da Janela	1,9	0,3	0,3	0,1
Ribeira da Madalena	1,4	0,2	0,9	0,1
Ribeira da Ponta do Sol	0,8	0,1	0,3	0,0
Ribeira da Tabua	1,2	0,2	1,3	0,2
Ribeira de Machico	2,3	0,4	0,7	0,1
Ribeira de Porto Novo	2,5	0,4	0,7	0,1
Ribeira de S. Bartolomeu	2,0	0,3	0,6	0,1
Ribeira de Santa Cruz	1,5	0,2	0,8	0,1
Ribeira de São Jorge	5,1	0,9	0,9	0,2

¹³ As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

BACIA HIDROGRÁFICA ¹³	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)		CARGAS POLUENTES (Kg/ha.ano)	
	N _{TOTAL} (Kg/ano)	P _{TOTAL} (Kg/ano)	N _{TOTAL} (Kg/ha.ano)	P _{TOTAL} (Kg/ha.ano)
Ribeira de São Vicente	2,0	0,3	0,4	0,1
Ribeira do Campanário	0,6	0,1	0,6	0,1
Ribeira do Faial	3,7	0,6	0,6	0,1
Ribeira do Funchal	0,9	0,1	0,2	0,0
Ribeira do Porco	2,0	0,3	0,6	0,1
Ribeira do Seixal	0,6	0,1	0,2	0,0
Ribeira dos Socorridos	2,8	0,5	0,4	0,1
Porto Santo	1,2	0,2	0,5	0,1
TOTAL	41,3	7,2	12,4	2,1
Total (Ilha da Madeira)	40,1	7,0	11,9	2,0
Total (Ilha de Porto Santo)	1,2	0,2	0,5	0,1

Analisando o quadro acima, verifica-se que em termos absolutos as bacias hidrográficas com um maior *input* de cargas poluentes com origem agrícola são as da Ribeira de São Jorge, Costa Oeste, Ribeira do Faial e Ribeira dos Socorridos. Conjuntamente, as cargas originadas nestas bacias hidrográficas representam 39,4% do total de azoto e 41,4% do total de fósforo proveniente da agricultura na RH10.

Quanto às cargas unitárias de azoto por unidade territorial, as bacias da Ribeira da Tabua, da Ribeira de São Jorge, da Ribeira da Madalena e da Ribeira da Boaventura, são as que se encontram mais pressionadas pela agricultura. No que concerne às cargas unitárias de fósforo, destacam-se as bacias da Costa Oeste, Ribeira da Tabua, Ribeira de São Jorge. De modo geral, a influência da agricultura em termos de cargas poluentes na RH10 traduz-se em 12,4 kg/ha/ano de azoto total e 2,1 kg/ha/ano de fósforo. Estes resultados refletem a relevância dos espaços agrícolas nos concelhos da Calheta, Santana, Ribeira Brava e Santa Cruz, em particular nas bacias hidrográficas das ribeiras da Costa Oeste, Ribeira de São Jorge, Ribeira da Boaventura, Ribeira da Tabua e Ribeira da Madalena.

Massas de água subterrâneas

No caso das águas subterrâneas assumiu-se que atingem estas massas de água o equivalente a 70% da carga de N e 20% da carga de P exportada para as massas de água superficiais, sendo que a afetação realizada tem em conta o uso e ocupação do solo em cada massa de água.

No Quadro 2.29 encontra-se expostas as cargas poluentes difusas de origem agrícola que abrangem as massas de água subterrânea da RH10.

Quadro 2.29: Cargas poluentes de origem difusa totais e unitárias de N e P, por massa de água subterrânea

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)		CARGAS POLUENTES (Kg/ha.ano)	
	N _{TOTAL} (Kg/ano)	P _{TOTAL} (Kg/ano)	N _{TOTAL} (Kg/ha.ano)	P _{TOTAL} (Kg/ha.ano)
Orla Costeira Oriental	3,0	0,1	0,44	0,02
Maçço Central	14,8	0,7	0,39	0,02
Paul da Serra	10,2	0,5	0,34	0,02
Complexo Vulcânico (PS)	0,2	0,01	0,08	0,01
Formações Sedimentares (PS)	0,6	0,03	0,46	0,02

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)		CARGAS POLUENTES (Kg/ha/ano)	
	N _{TOTAL} (Kg/ano)	P _{TOTAL} (Kg/ano)	N _{TOTAL} (Kg/ha.ano)	P _{TOTAL} (Kg/ha.ano)
TOTAL	28,9	1,4	1,7	0,1
Total (Ilha da Madeira)	28,1	1,4	0,4	0,02
Total (Ilha de Porto Santo)	0,8	0,04	0,2	0,01

Quanto às massas de água subterrânea, a que se encontra mais pressionada quanto às cargas difusas de origem agrícola é a do Maciço Central, o que era espetável, uma vez que cerca de 50% da área agrícola existente na Região da Madeira, incide sobre esta massa de água.

2.1.2.5 Aquicultura

A aquicultura consiste na criação ou cultura de organismos aquáticos, aplicando técnicas concebidas para aumentar, para além das capacidades naturais do meio, a produção dos referidos organismos.

As explorações aquícolas aqui analisadas encontram-se inseridas na categoria do CAE 03 (Pesca e Aquicultura).

No Quadro 2.30 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas resultantes das explorações aquícolas, no qual se verifica que as rejeições são feitas quer no solo (50%) quer no meio hídrico (50%).

Quadro 2.30: Carga rejeitada (Kg/ano) pelas explorações aquícolas na RH10

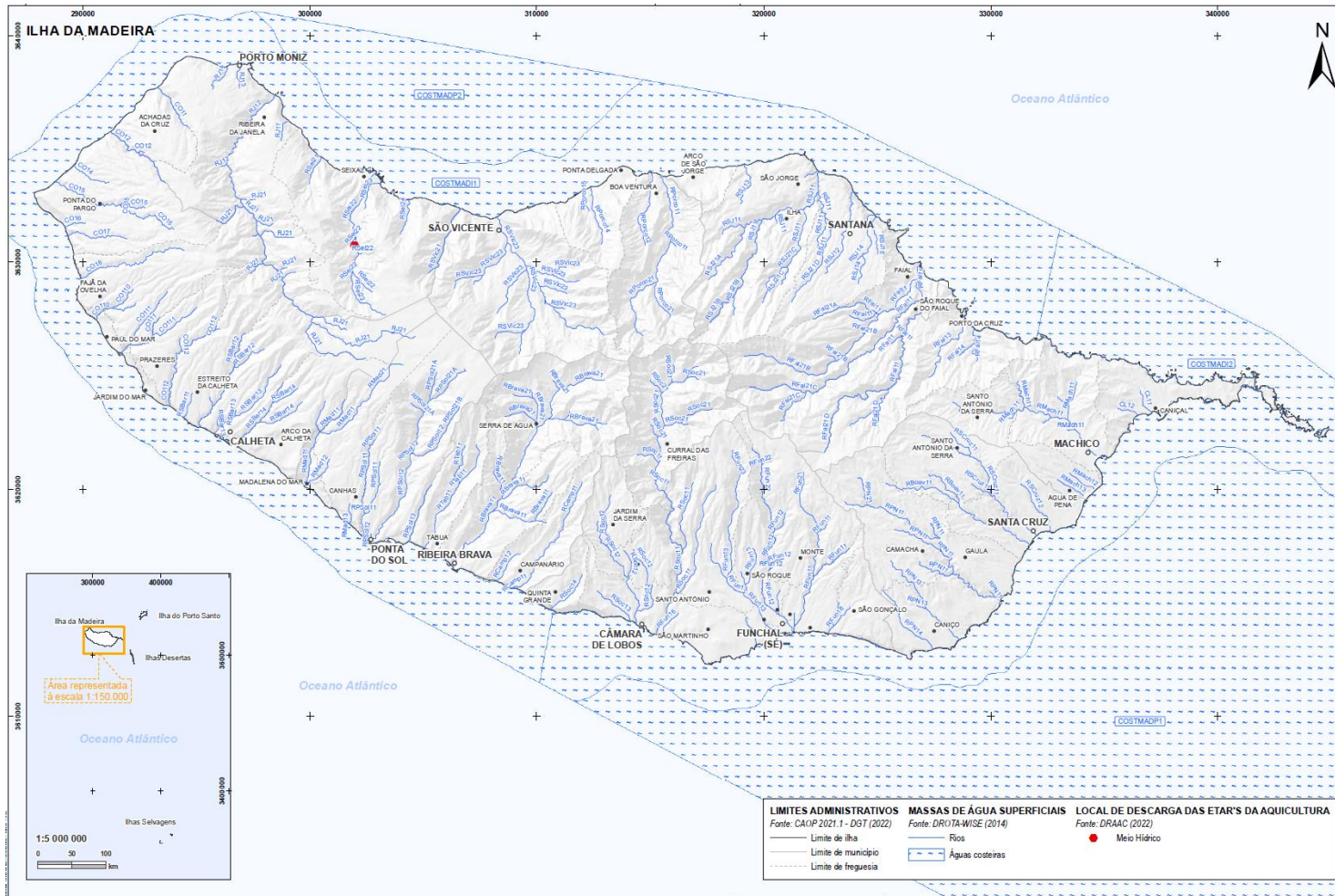
CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA		CARGAS (kg/ano)				
		CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Águas Superficiais	Rios	6	24	0	2	2
Águas Subterrâneas		6	24	0	2	2
Total		12	48	0	4	4

Massas de água de superfície

As cargas consideradas para o cálculo das cargas afluentes ao meio hídrico inclui apenas **uma rejeição de águas residuais aquícolas** na RH10, com incidência da ilha da Madeira, cujo local de descarga se encontra representado na Figura 2.13.

De referir que na ilha de Porto Santo não se verificam descargas de águas residuais de origem aquícola, no meio hídrico.

Figura 2.13: Local de descarga de águas residuais de origem aquícola no meio hídrico - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

No Quadro 2.31 apresentam-se, por bacia, as cargas anuais de CBO₅, CQO, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições aquícolas pontuais.

Quadro 2.31: Carga rejeitada (Kg/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de origem aquícola, na Rh10

BACIA HIDROGRÁFICA ¹⁴	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Rib. do Seixal	6	24	0	2	2
Total (ilha da Madeira)	6	24	0	2	2

As descargas de águas residuais de origem aquícola, no meio hídrico, são efetuadas na bacia hidrográfica da Ribeira do Seixal.

No Quadro 2.32 apresenta-se a carga rejeitada unitária, resultantes da rejeição de águas residuais de origem aquícola.

Quadro 2.32: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de origem aquícola, na RH10

BACIA HIDROGRÁFICA ¹⁵	CARGAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Rib. do Seixal	0,002	0,008	0,000	0,001	0,001
Total (ilha da Madeira)	0,0001	0,0003	0,000	0,00003	0,00002

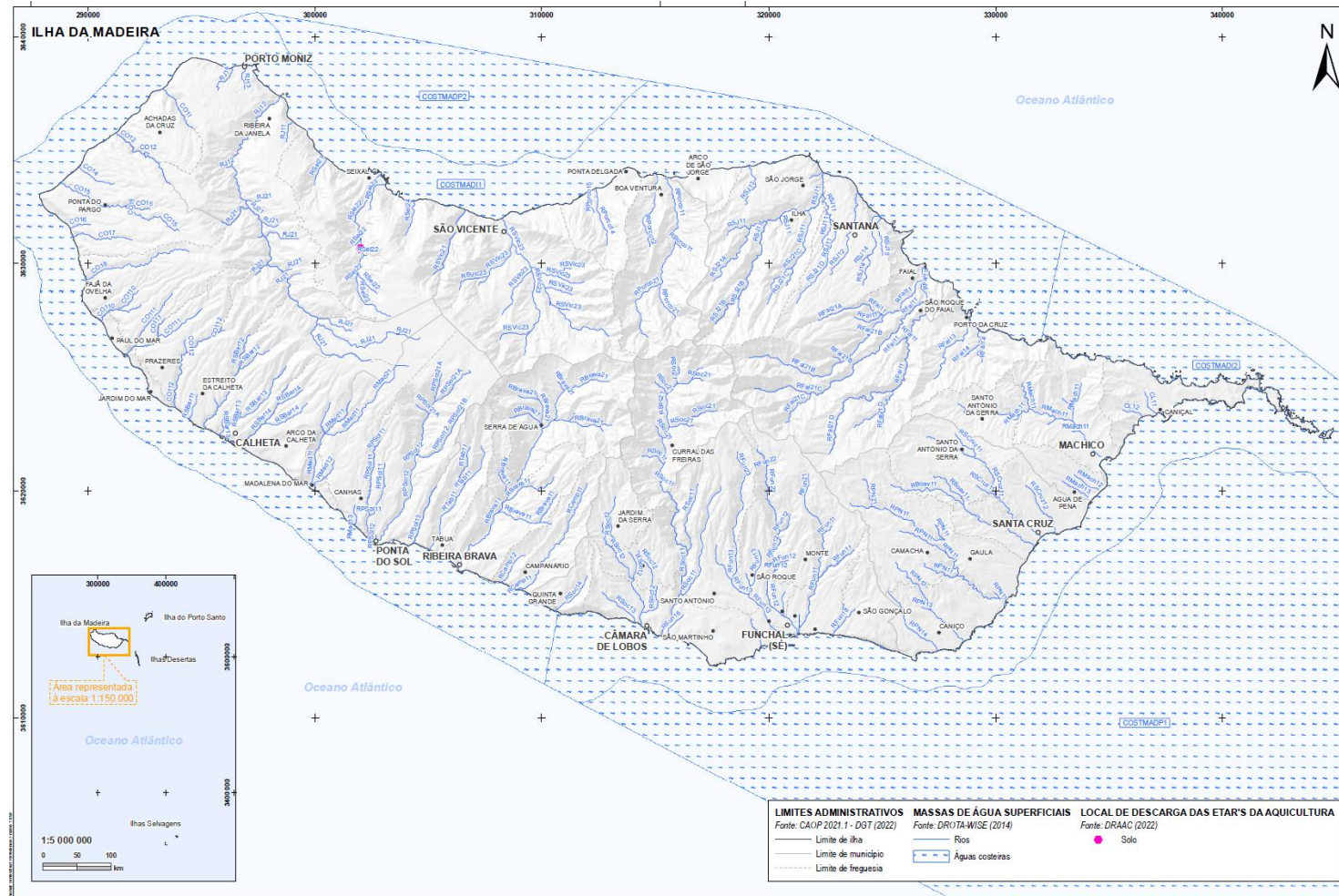
Massas de água subterrânea

As cargas consideradas para o cálculo das cargas dos efluentes rejeitados no solo incluem apenas **uma rejeição aquícola** na RH10, cujo local de descarga se encontra representado espacialmente na Figura 2.14 e tem enquadramento na ilha da Madeira. De ressaltar que na ilha de Porto Santo não se encontram registadas descargas de águas residuais aquícolas no solo.

¹⁴ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

¹⁵ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

Figura 2.14: Local de descarga das águas residuais da aquicultura no solo - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

No quadro seguinte apresentam-se, por massa de água subterrânea, as cargas anuais de CBO₅, CQO, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições aquícolas pontuais (Quadro 2.33).

Quadro 2.33: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, resultante das águas residuais de origem aquícola, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Paul da Serra	6	24	0	2	2
Total (ilha da Madeira)	6	24	0	2	2

A massa de água subterrânea afetada pelas cargas de origem aquícola, na ilha da Madeira, é a Paul da Serra, sendo que as cargas se afiguram pouco significativas (Quadro 2.34).

Quadro 2.34: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no solo, resultante das águas residuais aquícolas, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Paul da Serra	0,00022	0,00081	0	0,00008	0,00005
Total (ilha da Madeira)	0,00009	0,00032	0	0,00003	0,00002

2.1.2.6 Turismo

O setor do turismo desempenha um papel fundamental na economia da Região Autónoma da Madeira, envolvendo diversos setores da atividade económica, incluindo hotelaria, operadores turísticos, agências de viagem, restauração, comércio, portos, aeroportos, companhias aéreas, empresas de transporte, empresas de animação turística, estabelecimentos de ensino e entidades governamentais.

Para avaliar e quantificar as pressões resultantes da atividade turística, consideraram-se os empreendimentos turísticos com sistema de tratamento próprio e rejeição nos recursos hídricos em 2021 e os campos de golfe existentes na RH10 para o ano 2021 constituindo estes últimos, pressões de origem difusa que importa quantificar.

Carga poluente pontual

Para avaliar e quantificar as pressões pontuais resultantes da atividade turística, consideraram-se os empreendimentos turísticos com sistema de tratamento próprio.

As atividades do setor do turismo aqui analisadas encontram-se inseridas na categoria do CAE 55 (Alojamento).

No Quadro 2.35 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas pelos empreendimentos turísticos, a partir do qual é possível verificar que 82% das rejeições são efetuadas em águas superficiais.

Quadro 2.35: Carga rejeitada (Kg/ano) por empreendimentos turísticos na RH10

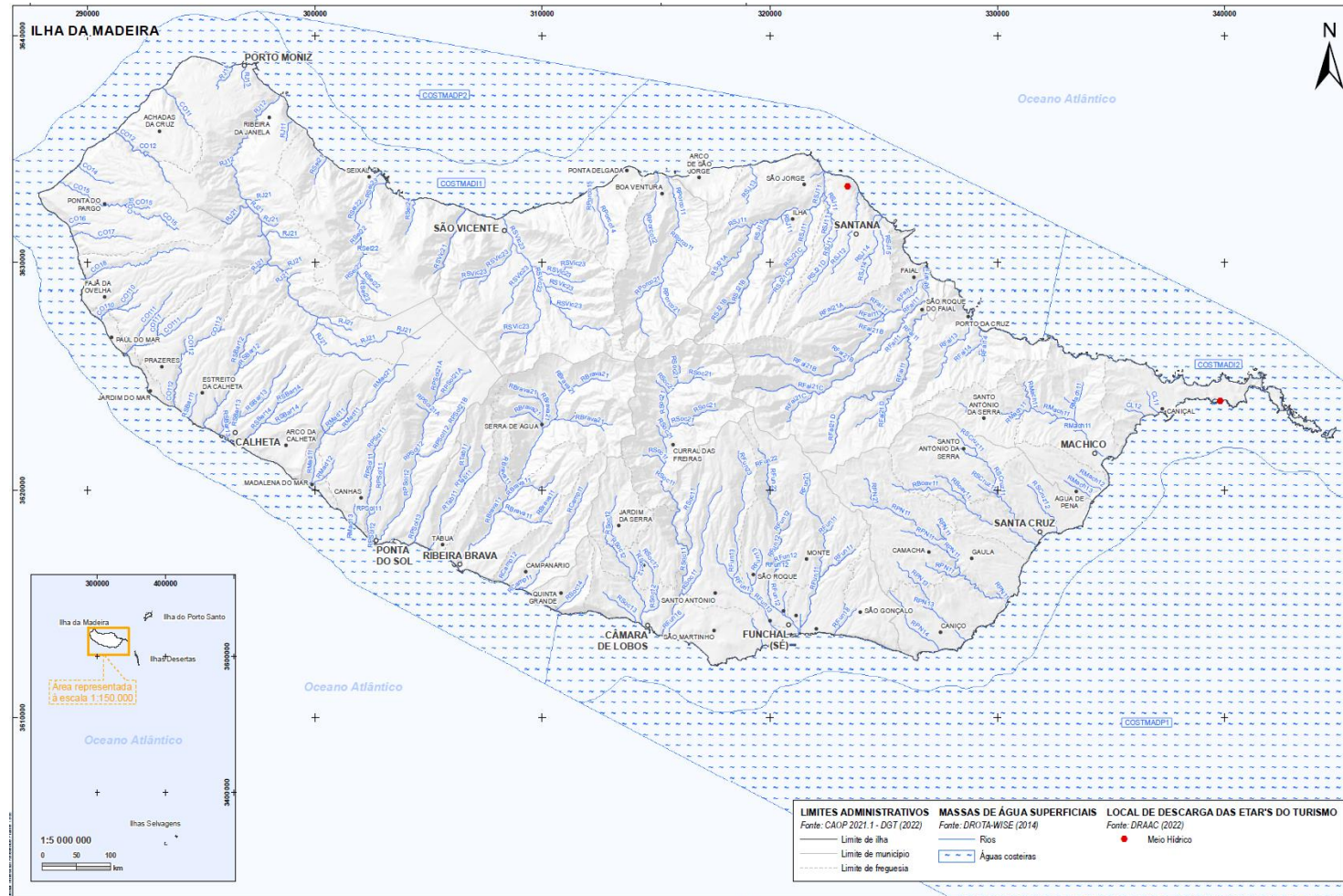
CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA		CARGAS (kg/ano)				
		CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Águas Superficiais	Águas costeiras	1 265	17 822	1 044	2 092	122
	Rios	181	646	87	186	35
Águas Subterrâneas		702	2 552	24	425	198
Total		2 149	21 020	1 155	2 703	355

Massas de água de superfície

Para o cálculo das cargas afluentes ao meio hídrico, foram consideradas as associadas a **três rejeições de empreendimentos turísticos** na RH10.

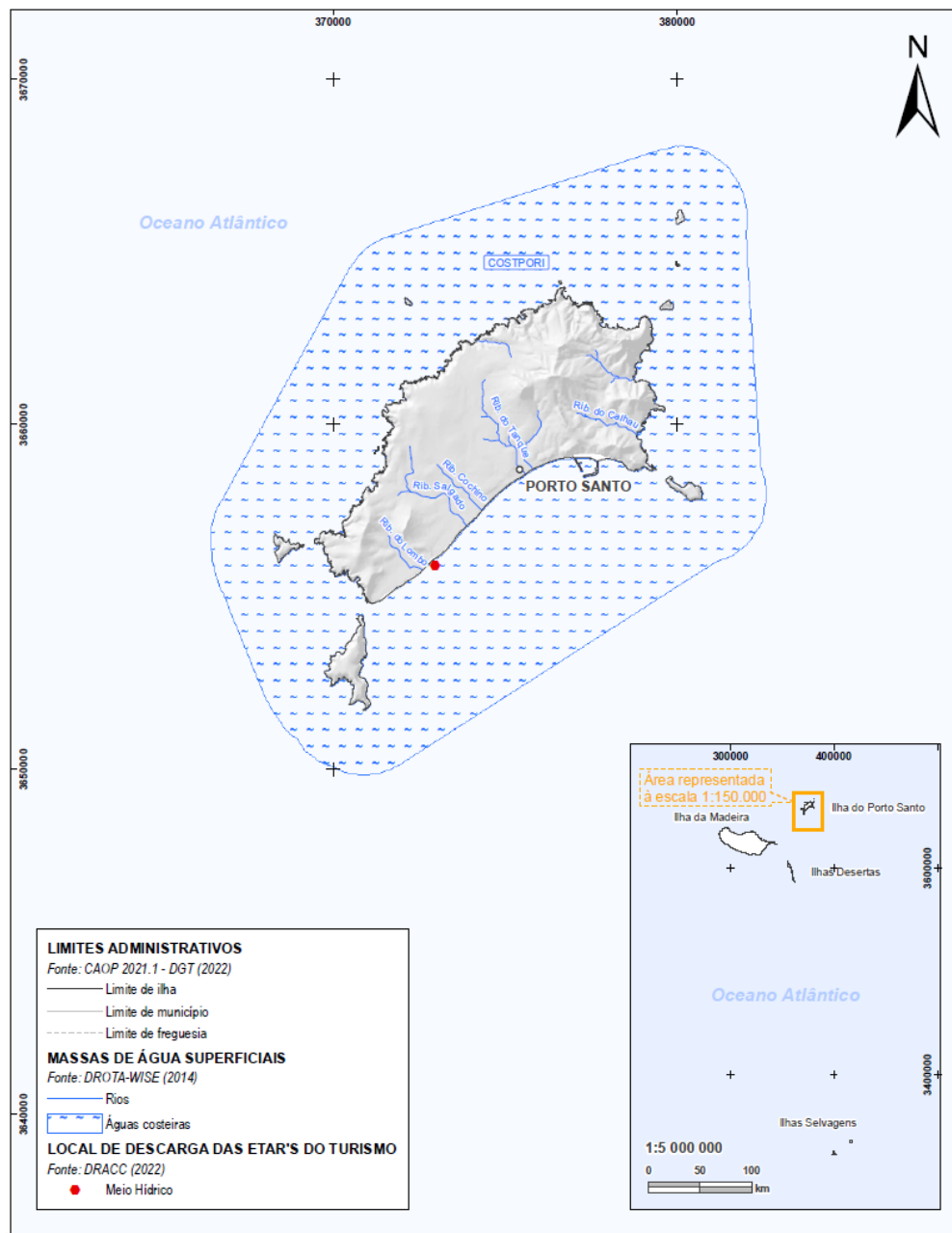
Na Figura 2.15 e Figura 2.16 encontram-se representados os locais de descargas dos efluentes provenientes dos empreendimentos turísticos, no meio hídrico, respetivamente, na ilha da Madeira e na ilha de Porto Santo.

Figura 2.15: Local de descarga das ETAR's dos empreendimentos turísticos no meio hídrico - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

Figura 2.16: Local de descarga das ETAR's dos empreendimentos turísticos no meio hídrico – Ilha de Porto Santo



Fonte: DRACC, 2022.

No quadro seguinte apresentam-se, por bacia, as cargas anuais de CBO₅, CQO, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições de empreendimentos turísticos (Quadro 2.36).

Quadro 2.36: Carga rejeitada (Kg/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de empreendimentos turísticos, na RH10

MEIO RECETOR ¹⁶	CARGAS (kg/ano)					
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}	
COSTMADI2 (Águas costeiras)	44	82	24	178	34	
COSTPORI (Águas costeiras)	1 222	17 741	1 020	1 914	89	
Ribeira de São Jorge	181	646	87	186	35	
Total	1 446	18 468	1 131	2 278	157	
Total (ilha da Madeira)	Costeiras	44	82	24	178	34
	Rios	181	646	87	186	35
Total (ilha de Porto Santo)	Costeiras	1 222	17 741	1 020	1 914	89

Conforme evidenciado no Quadro 2.36, grande parte das descargas das águas residuais dos empreendimentos turísticos, no meio hídrico, têm como destino as águas costeiras (95%).

A carga rejeitada unitária, resultante da rejeição de águas residuais dos empreendimentos turísticos, é apresentada no Quadro 2.37, o qual evidencia que a bacia afetada pelas descargas deste setor é a bacia hidrográfica da Ribeira de São Jorge, na ilha da Madeira.

Quadro 2.37: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais dos empreendimentos turísticos, na RH10

BACIA HIDROGRÁFICA	CARGAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Ribeira de São Jorge	0,033	0,118	0,016	0,034	0,006
Total (ilha da Madeira)	0,002	0,009	0,001	0,003	0,0005

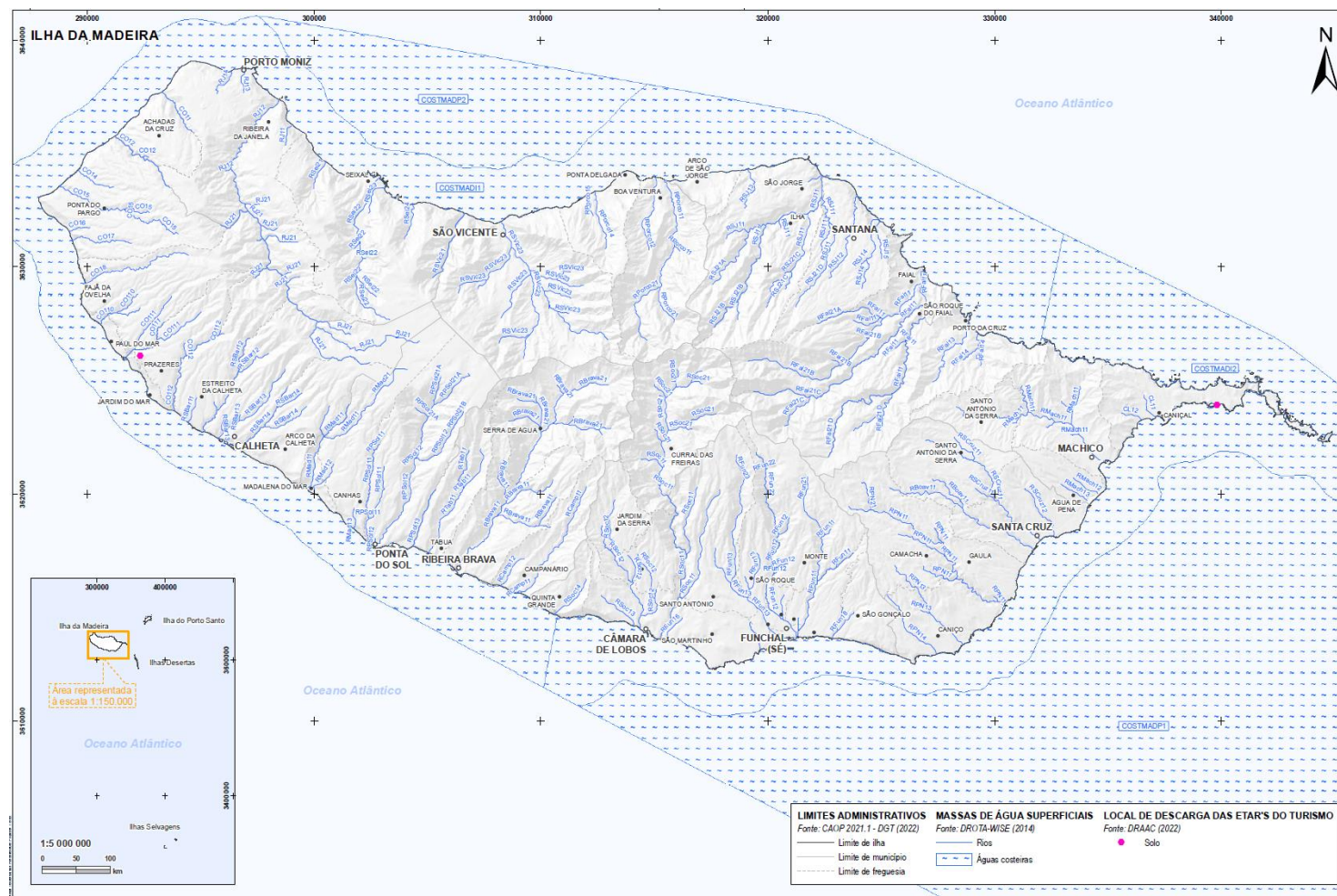
Massas de água subterrânea

As cargas consideradas para o cálculo das cargas dos efluentes rejeitados no solo incluem **duas rejeições dos empreendimentos turísticos** na RH10.

Na Figura 2.17 encontram-se representados os locais de descargas das ETAR's dos empreendimentos turísticos, no solo, na RH10. Note-se que na ilha de Porto Santo não se encontram registadas descargas de águas residuais dos empreendimentos turísticos, no meio recetor em análise.

¹⁶ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

Figura 2.17: Local de descarga das ETAR's dos empreendimentos turísticos no solo - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

No Quadro 2.38 apresentam-se, por massa de água subterrânea, as cargas anuais de CBO₅, CQO, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições dos empreendimentos turísticos.

Quadro 2.38: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, resultante das águas residuais dos empreendimentos turísticos, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Maciço Central	44	82	24	178	34
Paul da Serra	659	2 471	0	247	165
Total (ilha da Madeira)	702	2 552	24	425	198

As descargas diretas sobre as massas de água subterrâneas com origem em águas residuais dos empreendimentos turísticos incidem sobre as massas de água Maciço Central e Paul da Serra na ilha da Madeira.

Quanto à carga rejeitada unitária proveniente da rejeição de águas residuais dos empreendimentos turísticos, a sua distribuição por massa de água subterrânea é apresentada no Quadro 2.39.

Quadro 2.39: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no solo, resultante das águas residuais dos empreendimentos turísticos, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Maciço Central	0,001	0,002	0,001	0,005	0,001
Paul da Serra	0,022	0,083	0,000	0,008	0,006
Total (ilha da Madeira)	0,009	0,034	0,000	0,006	0,003

Carga poluente difusa

Os empreendimentos turísticos com campos de golfe constituem um motor basilar desta indústria pois estão associados ao chamado turismo de qualidade, o qual contribui ainda com efeitos colaterais e multiplicadores para a economia local e, consequentemente, nacional.

Na Madeira existem atualmente três campos de golfe em exploração, dois situados na ilha da Madeira e um em Porto Santo. Estes campos ocupam uma área total de 197 ha (Quadro 2.40).

Quadro 2.40: Campos de golfe existentes na RH10

NOME	CONCELHO	BACIA HIDROGRÁFICA	AREA (ha)
Palheiro	Funchal	Ribeira do Funchal / Ribeira de Porto Novo	42,7
Santo da Serra	Machico	Ribeira de Machico	77,6
Porto Santo	Porto Santo	Porto Santo	76,7

Na Figura 2.18 e Figura 2.19 encontram-se representados espacialmente os campos de golfe existentes na RH10.

Figura 2.18: Campos de golfe existentes na RH10 – Ilha da Madeira

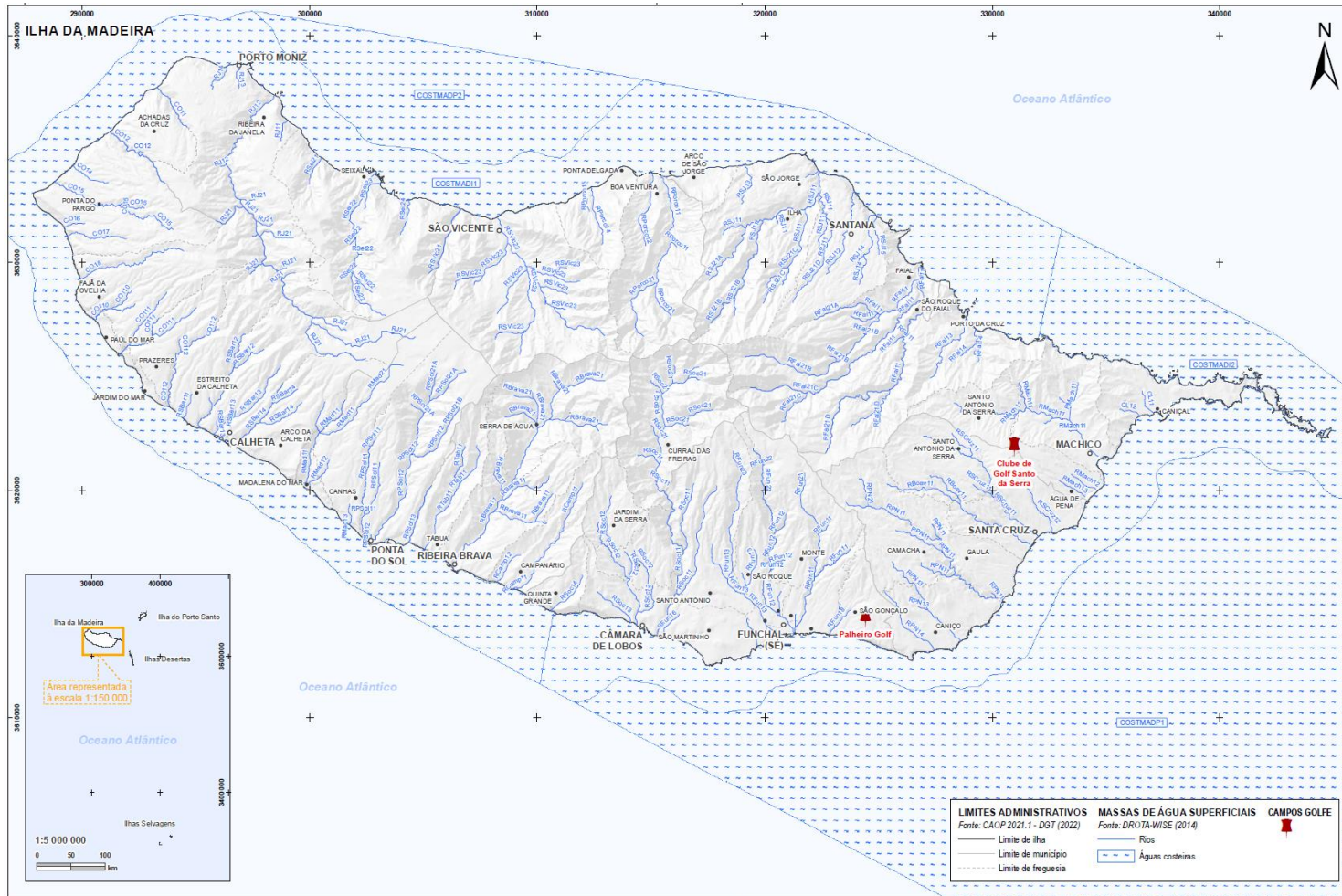
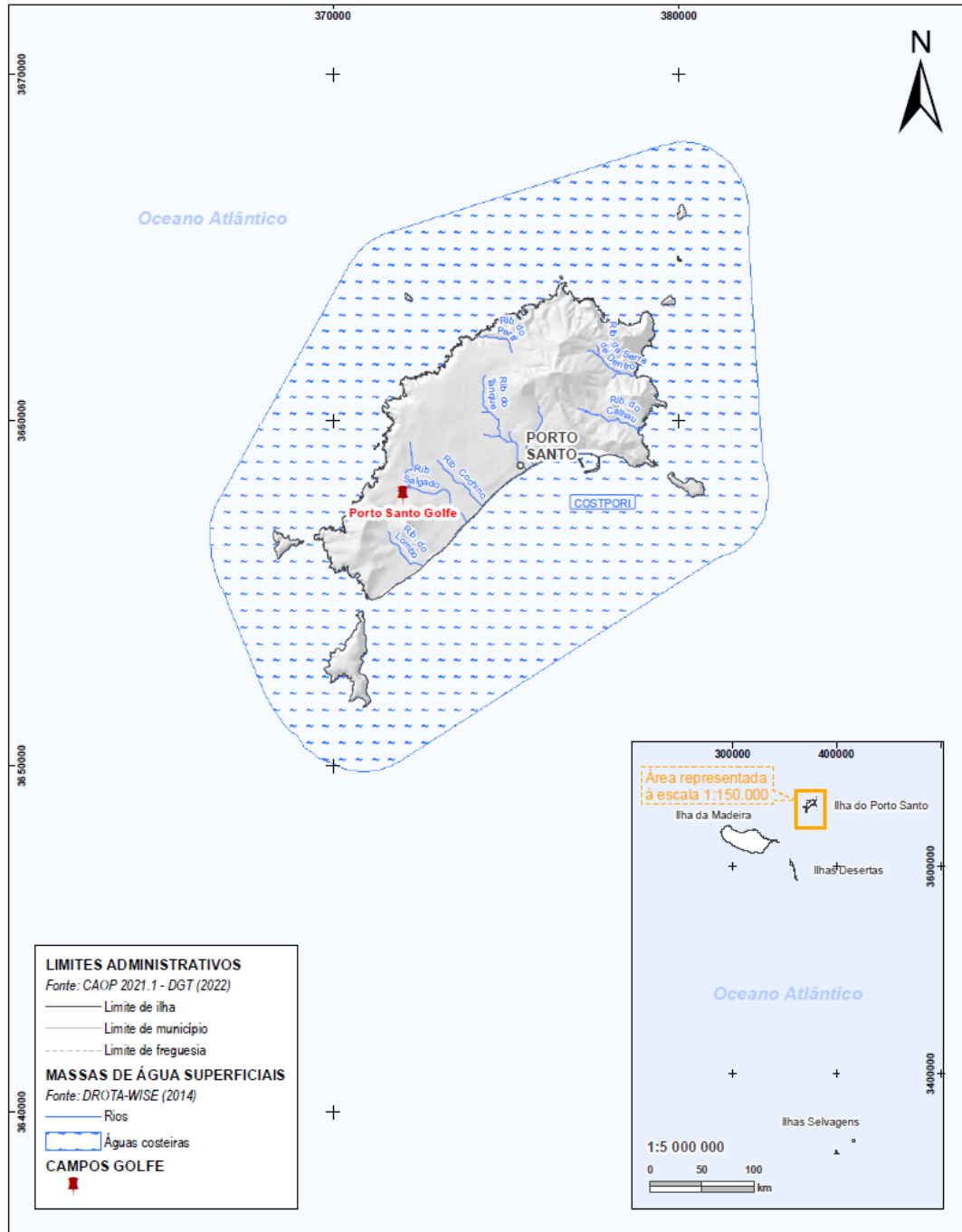


Figura 2.19: Campos de golfe existentes na RH10 – Ilha do Porto Santo



Para o cálculo das cargas geradas pelos campos de golfe¹⁷, adotou-se um valor de fertilização de 240 kg de N/ha.ano e 80 kg P₂O₅/ha.ano para greens/tees e 200 kg de N/ha.ano e 60 kg P₂O₅/ha.ano para *fairways/roughs*, considerando as seguintes proporções médias: tees (3,75%); *fairways/roughs* (50%); greens (3,75%).

Nos quadros seguintes são apresentadas as cargas de N e P geradas pelos campos de golfe, na RH10, de acordo com a metodologia acima referida.

Massas de água de superfície

No que respeita às massas de água superficiais, atendendo a que o campo de golfe de Santo da Serra é o maior da RH10, como seria expectável, a bacia hidrográfica da Ribeira de Machico é que se encontra mais pressionada, quer em termos de cargas totais como em cargas unitárias (Quadro 2.41). As cargas poluentes estimadas para a bacia hidrográfica da Ribeira de Machico são relativamente altas, facto que se deve também por esta bacia apresentar uma área reduzida de apenas 3 000 ha.

Quadro 2.41: Carga estimada rejeitada pelos campos de golfe na RH10, por bacia hidrográfica

BACIA HIDROGRÁFICA ¹⁸	CARGAS (t/ano)		CARGAS (Kg/ha/ano)	
	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Ribeiras do Funchal	0,6	0,2	1,4	0,4
Ribeira de Porto Novo	0,3	0,1	2,3	0,7
Ribeira de Machico	15,7	4,8	5,2	1,6
Porto Santo	15,6	4,7	3,9	1,2
Total	40,0	12,1	12,7	3,9

Em contrapartida, o campo de golfe do Palheiro, situado no Funchal, para além de ser o que apresenta menor área, encontra-se inserido em duas bacias hidrográficas, pelo que a carga de poluentes é dividida entre as duas, resultando em cargas unitárias mais baixas em cada uma destas.

A bacia hidrográfica de Porto Santo apresenta cargas poluentes significativas, uma vez que o campo de golfe de Porto Santo tem uma área bastante extensa.

Massas de água subterrâneas

Quanto às massas de água subterrâneas, a massa de água Maciço Central, na ilha da Madeira, é a que se encontra mais pressionada em termos de cargas totais, uma vez que ambos os campos de golfe existentes na ilha, incidem sobre esta massa de água.

¹⁷ Metodologia desenvolvida pela Universidade do Algarve (março de 2015).

¹⁸ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água – caso da bacia das ribeiras do Funchal (abreviadamente designada por Rib. do Funchal), que agrega várias massas de água / ribeiras do município do Funchal.

Quadro 2.42: Carga estimada rejeitada pelos campos de golfe na RH10, por massa de água subterrânea

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (t/ano)		CARGAS (Kg/ha/ano)	
	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Maciço Central	24,4	7,4	0,6	0,2
Formações Sedimentares (PS)	7,8	2,4	11,4	3,5
Complexo Vulcânico (PS)	7,8	2,4	5,8	1,8
Total	40,0	12,1	17,9	5,4

2.1.2.7 Outras atividades com impacte nas massas de água

As atividades analisadas neste item não se enquadram em nenhum dos setores anteriormente analisados, no entanto, por possuírem estação de tratamento de águas residuais próprios, e deste modo não se encontrarem ligadas aos sistemas públicos de drenagem e tratamento de águas residuais, podem assumir uma importância significativa quanto aos impactes nos recursos hídricos, pelo que é importante a sua quantificação.

Em consonância com o exposto, encontram-se integradas nesta categoria, na RH10, as seguintes atividades:

- ▶▶ Recolha, tratamento e eliminação de resíduos (inclui o CAE 38311) (1);
- ▶▶ Comércio, manutenção e reparação, de veículos automóveis e motociclos (1);
- ▶▶ Armazenagem e atividades auxiliares de transportes (inclui manuseamento) (4);
- ▶▶ Restauração e similares (1);
- ▶▶ Atividades imobiliárias (3);
- ▶▶ Administração Pública e Defesa; Segurança Social Obrigatória (1);
- ▶▶ Atividades de apoio social com alojamento (1).

O cálculo das cargas dos efluentes provenientes destas atividades, foi efetuado com recurso aos dados fornecidos pela DRAAC para o ano de 2021 no contexto das licenças de rejeição de águas residuais das instalações com descargas associadas, nomeadamente dos boletins dos controlos analíticos e dos volumes rejeitados.

No Quadro 2.43 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas provenientes de outras atividades, no qual se verifica que as rejeições são efetuadas quase na sua totalidade nas águas superficiais.

Quadro 2.43: Carga rejeitada (Kg/ano) por outras atividades na RH10

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA		CARGAS (kg/ano)				
		CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Águas Superficiais	Rios	3 329	12 641	174	1 773	924
	Costeiras	678	11 394	340	198	54
Águas Subterrâneas		1	3	1	1	0
Total		4 007	24 038	514	1 972	978

No Quadro 2.44 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas, enquadradas nesta categoria, por tipo de atividade (CAE).

Quadro 2.44: Carga rejeitada (Kg/ano) por outras atividades na RH10, por CAE

TIPO DE ATIVIDADE		CARGAS (kg/ano)				
CAE	DESIGNAÇÃO	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
38	Recolha, tratamento e eliminação de resíduos (inclui o CAE 38311)	2 868	10 757	0	1 076	717
45	Comércio, manutenção e reparação, de veículos automóveis e motociclos	1	3	1	1	0
52	Armazenagem e atividades auxiliares de transportes (inclui manuseamento)	678	11 394	340	198	54
56	Restauração e similares	59	220	0	22	15
68	Atividades imobiliárias	71	327	92	144	37
84	Administração Pública e Defesa; Segurança Social Obrigatória	96	461	81	444	97
87	Atividades de apoio social com alojamento	234	876	0	88	58
Total		4 007	24 038	514	1 972	978

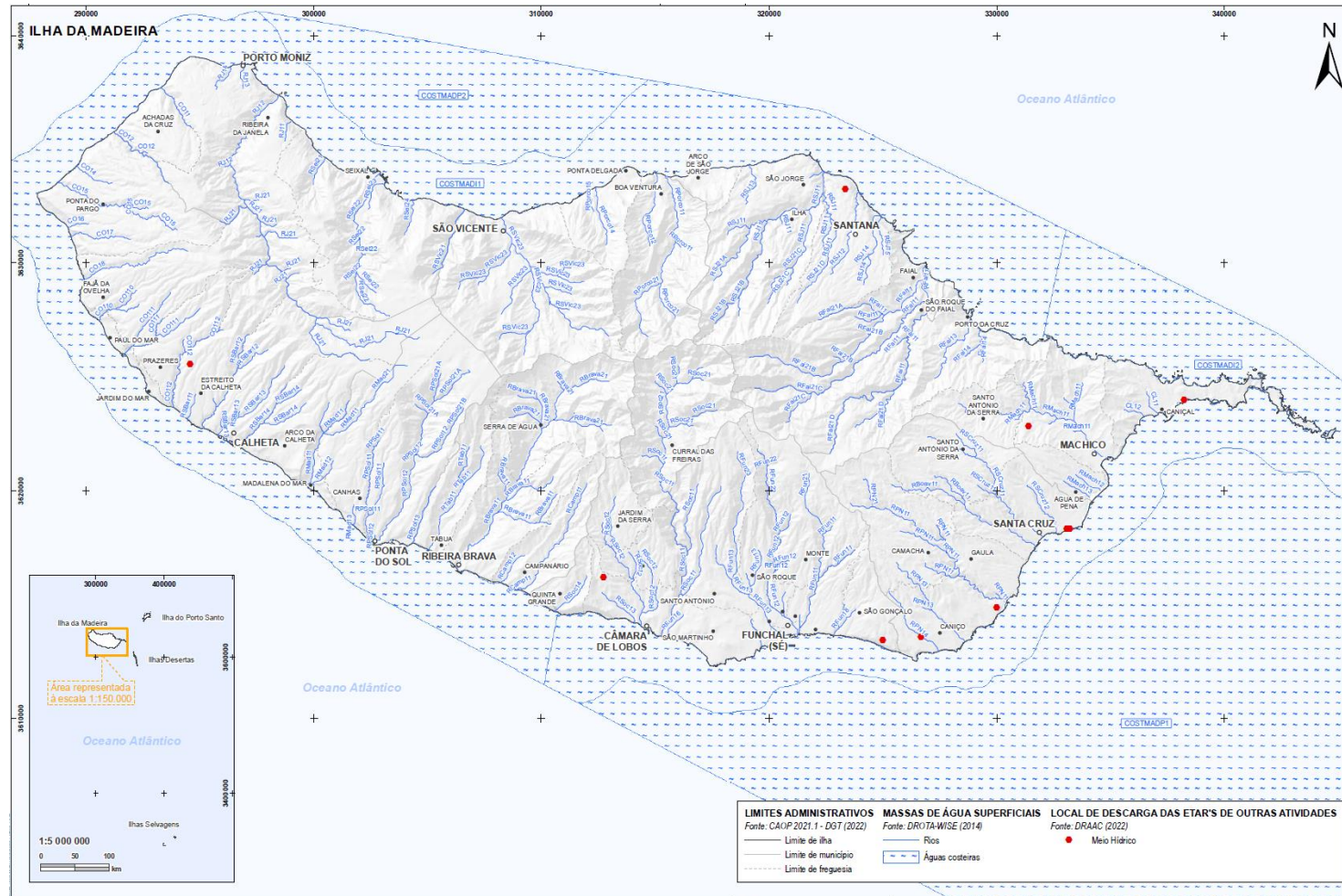
Conforme evidenciado, destacam-se as rejeições provenientes das atividades “*Recolha, tratamento e eliminação de resíduos*” e “*Armazenagem e atividades auxiliares de transportes*”, com cerca de 49% e 40%, respetivamente, de carga poluente rejeitada nos recursos hídricos.

Massas de água de superfície

As cargas consideradas para o cálculo das cargas afluentes ao meio hídrico incluem **11 rejeições** provenientes de **outras atividades** na RH10.

Na Figura 2.20 encontram-se representados os locais de descargas, dos efluentes provenientes de outras atividades, no meio hídrico, na RH10. Ressalve-se que na ilha de Porto Santo não se encontram registadas descargas de águas residuais no meio hídrico, enquadráveis nesta categoria.

Figura 2.20: Local de descarga de águas residuais de outras atividades no meio hídrico - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

No Quadro 2.45 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas provenientes de outras atividades, por tipo de atividade (CAE), no meio hídrico.

Quadro 2.45: Carga rejeitada (Kg/ano), por outras atividades no meio hídrico, por CAE, na RH10

TIPO DE ATIVIDADE		CARGAS (kg/ano)				
CAE	DESIGNAÇÃO	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
38	Recolha, tratamento e eliminação de resíduos (inclui o CAE 38311)	2 868	10 757	0	1 076	717
52	Armazenagem e atividades auxiliares de transportes (inclui manuseamento)	678	11 394	340	198	54
56	Restauração e similares	59	220	0	22	15
68	Atividades imobiliárias	71	327	92	144	37
84	Administração Pública e Defesa; Segurança Social Obrigatória	96	461	81	444	97
87	Atividades de apoio social com alojamento	234	876	0	88	58
Total		4 006	24 035	513	1 971	978

De acordo com os resultados expostos no quadro anterior, a atividade que contribui com maior carga rejeitada está associada à recolha, tratamento e eliminação de resíduos.

No Quadro 2.46 apresentam-se, por bacia, as cargas anuais de CQO, CBO₅, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições provenientes de outras atividades.

Quadro 2.46: Carga rejeitada (Kg/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de outras atividades, na RH10

MEIO RECETOR ¹⁹	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
COSTMADI2 (Águas Costeiras)	678	11 394	340	198	54
Costa Oeste	14	76	13	23	9
Rib. de Machico	42	161	44	70	14
Rib. de Porto Novo	2 927	10 976	0	1 098	732
Rib. de São Jorge	234	876	0	88	58
Rib. do Funchal	96	461	81	444	97
Rib. dos Socorridos	16	90	35	51	13

¹⁹ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

MEIO RECETOR ¹⁹		CARGAS (kg/ano)				
		CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Total		4 006	24 035	513	1 971	978
Total (ilha da Madeira)	Costeiras	678	11 394	340	198	54
	Rios	3 329	12 641	174	1 773	924

Os resultados apresentados demonstram que a maioria das descargas provenientes de outras atividades são efetuadas em ribeiras (60%).

Observando as cargas unitárias, expostas no Quadro 2.47, é possível aferir que a bacia hidrográfica de Porto Novo é a que se encontra mais pressionada pelas cargas provenientes de outras atividades.

Quadro 2.47: Carga rejeitada unitária (Kg/ha/ano), no meio hídrico, resultante da rejeição de águas residuais de outras atividades, na RH10

BACIA HIDROGRÁFICA ²⁰	CARGAS (kg/ha/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Costa Oeste	0,002	0,011	0,002	0,003	0,001
Rib. de Machico	0,014	0,053	0,014	0,023	0,005
Rib. de Porto Novo	0,764	2,865	0,000	0,286	0,191
Rib. de São Jorge	0,043	0,160	0,000	0,016	0,011
Rib. do Funchal	0,016	0,075	0,013	0,072	0,016
Rib. dos Socorridos	0,002	0,014	0,006	0,008	0,002
Total (ilha da Madeira)	0,045	0,170	0,002	0,024	0,012

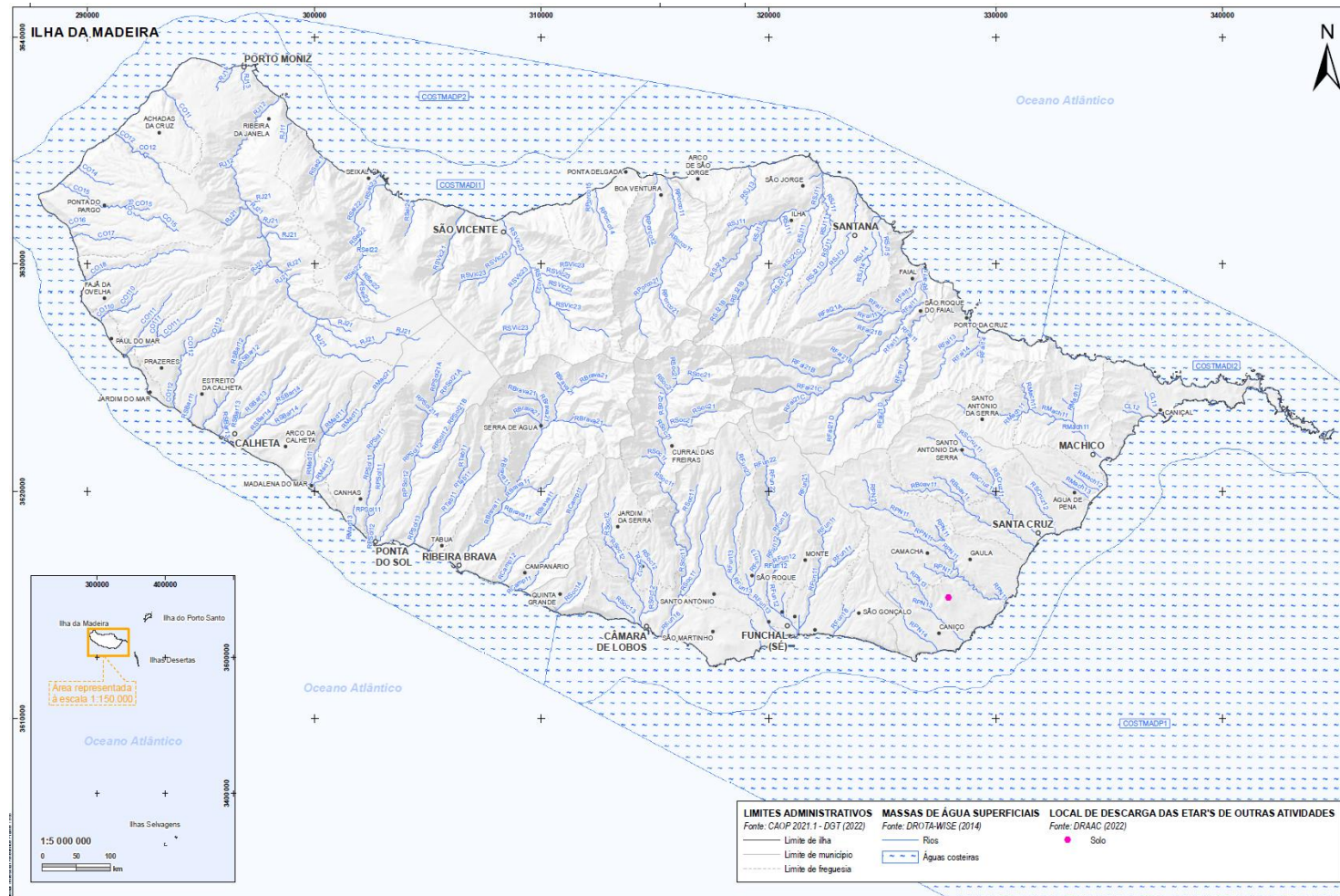
Massas de água subterrâneas

O cálculo das cargas dos efluentes rejeitados no solo considerou unicamente **uma rejeição** proveniente de **outras atividades**.

Na Figura 2.17 encontra-se representado o local de descarga da ETAR associada a outras atividades, que tem como meio recetor o solo, na RH10, mais concretamente na ilha da Madeira.

²⁰ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

Figura 2.21: Local de descarga de águas residuais de outras atividades no solo - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

No Quadro 2.48 encontram-se identificadas as cargas totais rejeitadas no solo, provenientes de outras atividades, por tipo de atividade (CAE), onde se verifica que a atividade associada ao “comércio, manutenção e reparação, de veículos automóveis e motociclos” é a única que efetua descargas de efluentes residuais no solo.

Quadro 2.48: Carga rejeitada (Kg/ano), por outras atividades no solo, por CAE, na RH10

TIPO DE ATIVIDADE		CARGAS (kg/ano)				
CAE	DESIGNAÇÃO	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
45	Comércio, manutenção e reparação, de veículos automóveis e motociclos	1	3	1	1	0
Total		1	3	1	1	0

Por sua vez, no Quadro 2.49 apresentam-se, por massa de água subterrânea, as cargas anuais de CBO₅, CQO, SST, N e P relativas ao ano de 2021, resultantes de rejeições provenientes de outras atividades. De acordo com tais dados, a rejeição incide na massa de água Maciço Central, na ilha da Madeira, sendo as cargas que lhe estão associadas pouco expressivas.

Quadro 2.49: Carga rejeitada (Kg/ano), no solo, resultantes da rejeição de águas residuais de outras atividades, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Maciço Central	1	3	1	1	0
Total (ilha da Madeira)	1	3	1	1	0

2.1.3 Substâncias prioritárias, perigosas prioritárias, outros poluentes e poluentes específicos

A poluição química das águas superficiais pode causar toxicidade aguda e crónica nos organismos aquáticos, acumulação no ecossistema e perda de habitats e de biodiversidade, para além de constituir uma ameaça para a saúde humana.

As normas de qualidade ambiental (NQA) definidas no âmbito da política da água têm como objetivo o controlo da poluição, estabelecendo níveis máximos de concentração de determinadas substâncias na água, nos sedimentos e na biota, para proteção do ambiente e da saúde humana.

A Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, designada Diretiva Quadro da Água, transposta pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, alterada pelos Decretos-Leis n.º 245/2009, de 22 de setembro, 60/2012, de 14 de março e 130/2012, de 22 de junho, e pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, estabelece um quadro de ação no domínio da política da água e define uma estratégia de combate à poluição da água que envolve a identificação de substâncias prioritárias que constituem um risco significativo para o meio aquático, ou por intermédio deste.

A primeira lista de substâncias prioritárias no domínio da política da água foi definida pela Decisão n.º 2455/2001/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de novembro de 2001, e adotada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, alterado pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro. Através da Diretiva n.º 2008/105/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2008,

relativa a normas de qualidade ambiental no domínio da política da água, foram posteriormente definidas NQA, nos termos da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000, para as 33 substâncias prioritárias identificadas na Decisão n.º 2455/2001/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de novembro de 2001, e para oito outros poluentes.

Face à evolução do conhecimento técnico e científico, a Diretiva n.º 2013/39/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de agosto de 2013, altera as Diretivas n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000, e n.º 2008/105/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2008, e revê a lista de substâncias prioritárias, identifica novas substâncias para ação prioritária estabelecendo as correspondentes NQA, procede à atualização das NQA de determinadas substâncias existentes e ainda à definição de NQA no biota para substâncias prioritárias existentes e novas. Esta Diretiva foi transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro.

No Quadro 2.50 encontram-se as substâncias prioritárias, prioritárias perigosas e outros poluentes específicos identificados no I e anexo II do Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro.

Quadro 2.50: Substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes específicos

NOME DA SUBSTÂNCIA		SUBSTÂNCIA PRIORITÁRIA	SUBSTÂNCIA PERIGOSA PRIORITÁRIA	POLUENTE
	Alacloro	X		
	Antraceno	X	X	
	Atrazina	X		
	Benzeno	X		
	Éteres difenílicos bromados (números congéneres 28, 47, 99, 100, 153 e 154)	X	X	
	Cádmio e compostos de cádmio (consoante a classe de dureza da água)	X	X	
	Tetracloro de carbono			X
	Cloroalcanos, C ₁₀₋₁₃	X	X	
	Clorfenvinfos	X		
	Clorpirifos (Clorpirifos-etilo)	X		
Pesticidas ciclodienos	Aldrina			X
	Dieldrina			X
	Endrina			X
	Isodrina			X
DDT	1,1,1 -tricloro -2,2 -bis(p - clorofenil)etano			X
	1,1,1 -tricloro2 -(o - clorofenil) -2 -(p - clorofenil)etano			X
	1,1 -dicloro -2,2 -bis -(p - clorofenil)etileno			X
	1,1 -dicloro -2,2 -bis -(p - clorofenil)etano			X
	p, p -DDT			
	1,2 -Dicloroetano	X		
	Diclorometano	X		
	Ftalato de di(2 -etil -hexilo) (DEHP)	X	X	
	Diurão	X		

NOME DA SUBSTÂNCIA		SUBSTÂNCIA PRIORITÁRIA	SUBSTÂNCIA PERIGOSA PRIORITÁRIA	POLUENTE
	Endossulfão	X	X	
	Fluoranteno	X		
	Hexaclorobenzeno	X	X	
	Hexaclorobutadieno	X	X	
	Hexaclorociclohexano	X	X	
	Isoproturão	X		
	Chumbo e compostos de chumbo	X		
	Mercúrio e compostos de mercúrio	X	X	
	Naftaleno	X		
	Níquel e compostos de níquel	X		
	Nonilfenóis (4-nonilfenol)	X	X	
	Octilfenóis incluindo o isómero 4 -(1,1',3,3' - tetrametilbutil)fenol	X		
	Pentaclorobenzeno	X	X	
	Pentaclorofenol	X		
Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (HAP)	Benzo(a)pireno	X	X	
	Benzo(b)fluoranteno	X	X	
	Benzo(k)fluoranteno	X	X	
	Benzo(g,h,i)-perileno	X	X	
	Indeno(1,2,3 -cd) -pireno	X	X	
	Simazina	X		
	Tetracloroetileno			X
	Tricloroetileno			X
	Compostos de tributilestanho (catião tributilestanho)	X	X	
	Triclorobenzenos	X		
	Triclorometano (clorofórmio)	X		
	Trifluralina	X	X	
	Dicofol	X	X	
	Ácido perfluorooctanossulfónico e seus derivados (PFOS)	X	X	
	Quinoxifena	X	X	
	Dioxinas e compostos semelhantes a dioxinas	X	X	
	Aclonifena	X		
	Bifenox	X		
	Cibutrina	X		
	Cipermetrina	X		
	Diclorvos	X		
	Hexabromociclododecanos (HBCDD)	X	X	
	Heptacloro e epóxido de heptacloro	X	X	
	Terbutrina	X		

Fonte: Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro (Anexo I e II)

Através dos relatórios de controlos analíticos periódicos das várias ETAR existentes na RH10 foi elaborado um inventário de emissões, descargas e perdas de substâncias prioritárias, substâncias perigosas prioritárias e outros poluentes, para o ano de 2021.

O Quadro 2.51 apresenta as cargas de substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes, por bacia, relativamente às águas costeiras, enquanto o Quadro 2.52 apresenta as referentes às águas interiores, na RH10.

Quadro 2.51: Cargas de substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes, por bacia, das águas costeiras na RH10

BACIA HIDROGRÁFICA ²¹	SUBSTÂNCIA POLUENTE	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)
COSTMAD12	Mercúrio e seus compostos (Hg)	2,20
	Arsénio e seus compostos (As)	55,23
	Chumbo e seus compostos (Pb)	672,87
	Cádmio e seus compostos (Cd)	145,83
	Crómio e seus compostos (Cr)	580,24
	Níquel e seus compostos (Ni)	1 084,07
	Cobre e seus compostos (Cu)	705,36
	Cianetos Totais	56,53
	Zinco e seus compostos (Zn)	777,56
	Crómio Hexavalente	79,07
	Nonilfenóis	260,20
	Octilfenóis	173,46
	Diurão	433,66
	Isoproturão	433,66
	Antraceno	86,73
	Fluoranteno	86,73
	Naftaleno	95,41
	Hidrocarbonetos	732,96
COSTMAD11	Mercúrio e seus compostos (Hg)	2,66
	Arsénio e seus compostos (As)	2,66
	Chumbo e seus compostos (Pb)	13,32
	Cádmio e seus compostos (Cd)	3,46
	Crómio e seus compostos (Cr)	13,32
	Níquel e seus compostos (Ni)	13,32
	Cobre e seus compostos (Cu)	13,32
	Cianetos Totais	26,65

²¹ As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água – caso da bacia das ribeiras do Funchal (abreviadamente designada por Rib. do Funchal), que agrega várias massas de água / ribeiras do município do Funchal

BACIA HIDROGRÁFICA ²¹	SUBSTÂNCIA POLUENTE	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)
	Crómio Hexavalente	10,56
	Hidrocarbonetos	45,42
COSTPORI (PS)	Merúrio e seus compostos (Hg)	0,01
	Arsénio e seus compostos (As)	0,34
	Chumbo e seus compostos (Pb)	12,79
	Cádmio e seus compostos (Cd)	2,07
	Crómio e seus compostos (Cr)	16,50
	Níquel e seus compostos (Ni)	15,84
	Cobre e seus compostos (Cu)	11,26
	Cianetos Totais	0,28
	Zinco e seus compostos (Zn)	0,76
	Crómio Hexavalente	2,21
	Hidrocarbonetos	23,42

Quadro 2.52: Cargas de substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes, por bacia, das águas interiores na RH10

BACIA HIDROGRÁFICA ²²	SUBSTÂNCIA POLUENTE	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)
Costa Oeste	Merúrio e seus compostos (Hg)	0,03
	Arsénio e seus compostos (As)	0,03
	Chumbo e seus compostos (Pb)	0,14
	Cádmio e seus compostos (Cd)	0,04
	Crómio e seus compostos (Cr)	0,14
	Níquel e seus compostos (Ni)	0,14
	Cobre e seus compostos (Cu)	0,14
	Crómio Hexavalente	0,05
	Hidrocarbonetos	0,55
Ribeira da Janela	Merúrio e seus compostos (Hg)	0,43
	Arsénio e seus compostos (As)	0,43
	Chumbo e seus compostos (Pb)	2,17
	Cádmio e seus compostos (Cd)	0,56
	Crómio e seus compostos (Cr)	2,17
	Níquel e seus compostos (Ni)	2,17
	Cobre e seus compostos (Cu)	19,81
	Cianetos Totais	4,34

²² As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água – caso da bacia das ribeiras do Funchal (abreviadamente designada por Rib. do Funchal), que agrega várias massas de água / ribeiras do município do Funchal

BACIA HIDROGRÁFICA ²²	SUBSTÂNCIA POLUENTE	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)
	Crómio Hexavalente	2,17
	Hidrocarbonetos	8,67
Ribeira de Machico	Merúrio e seus compostos (Hg)	0,03
	Arsénio e seus compostos (As)	0,03
	Chumbo e seus compostos (Pb)	0,17
	Cádmio e seus compostos (Cd)	0,04
	Crómio e seus compostos (Cr)	0,17
	Níquel e seus compostos (Ni)	0,17
	Cobre e seus compostos (Cu)	0,17
	Crómio Hexavalente	0,07
	Hidrocarbonetos	0,68
	Ribeira de Porto Novo	Arsénio e seus compostos (As)
Chumbo e seus compostos (Pb)		36,70
Cádmio e seus compostos (Cd)		8,86
Crómio e seus compostos (Cr)		69,39
Níquel e seus compostos (Ni)		35,65
Cobre e seus compostos (Cu)		35,22
Cianetos Totais		0,91
Zinco e seus compostos (Zn)		0,35
Crómio Hexavalente		8,86
Hidrocarbonetos		10,57
Ribeira de São Jorge	Merúrio e seus compostos (Hg)	0,02
	Arsénio e seus compostos (As)	0,07
	Chumbo e seus compostos (Pb)	20,83
	Cádmio e seus compostos (Cd)	4,17
	Crómio e seus compostos (Cr)	0,35
	Níquel e seus compostos (Ni)	34,72
	Cobre e seus compostos (Cu)	13,89
	Cianetos Totais	0,35
	Crómio Hexavalente	0,69
	Hidrocarbonetos	34,72
Ribeira do Funchal	Hidrocarbonetos	2,10
Ribeira dos Socorridos	Merúrio e seus compostos (Hg)	0,05
	Arsénio e seus compostos (As)	0,07
	Chumbo e seus compostos (Pb)	6,04
	Cádmio e seus compostos (Cd)	1,22
	Crómio e seus compostos (Cr)	0,31
	Níquel e seus compostos (Ni)	9,92
	Cobre e seus compostos (Cu)	4,10
	Cianetos Totais	0,10
	Crómio Hexavalente	0,28

BACIA HIDROGRÁFICA ²²	SUBSTÂNCIA POLUENTE	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)
	Hidrocarbonetos	37,77

Da análise dos quadros anteriores verifica-se que são as águas costeiras que são mais afetadas pelas cargas das substâncias poluentes, uma vez que também são estas as águas, o recetor de mais de 90% das águas residuais rejeitadas, tal como já mencionado anteriormente.

No que diz respeito às ribeiras, de um modo geral, a bacia hidrográfica da Ribeira de Porto Novo e a Ribeira de São Jorge, são as que apresentam valores mais elevados de cargas de substâncias poluentes.

A bacia hidrográfica da Ribeira dos Socorridos é a que apresenta um valor mais elevado da carga de hidrocarbonetos.

O Quadro 2.53 apresenta as cargas de substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes, por massas de água subterrânea, na RH10.

Quadro 2.53: Cargas de substâncias prioritárias, perigosas prioritárias e outros poluentes, por massas de água subterrânea na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	SUBSTÂNCIA POLUENTE	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)
Orla Costeira Oriental	Arsénio e seus compostos (As)	0,01
	Chumbo e seus compostos (Pb)	2,11
	Cádmio e seus compostos (Cd)	0,21
	Crómio e seus compostos (Cr)	0,21
	Níquel e seus compostos (Ni)	1,06
	Cobre e seus compostos (Cu)	0,63
	Cianetos Totais	0,04
	Zinco e seus compostos (Zn)	0,35
	Crómio Hexavalente	0,21
	Hidrocarbonetos	10,57
Maciço Central	Hidrocarbonetos	0,08
Complexo Vulcânico (PS)	Mercúrio e seus compostos (Hg)	0,06
	Arsénio e seus compostos (As)	0,20
	Chumbo e seus compostos (Pb)	60,10
	Cádmio e seus compostos (Cd)	0,20
	Crómio e seus compostos (Cr)	1,00
	Níquel e seus compostos (Ni)	100,17
	Cobre e seus compostos (Cu)	40,07
	Cianetos Totais	1,00
	Zinco e seus compostos (Zn)	10,02
	Crómio Hexavalente	2,00
Hidrocarbonetos	80,13	
Formações Sedimentares (PS)	Mercúrio e seus compostos (Hg)	0,06
	Arsénio e seus compostos (As)	0,20
	Chumbo e seus compostos (Pb)	60,10
	Cádmio e seus compostos (Cd)	0,20

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	SUBSTÂNCIA POLUENTE	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)
	Crómio e seus compostos (Cr)	1,00
	Níquel e seus compostos (Ni)	100,17
	Cobre e seus compostos (Cu)	40,07
	Cianetos Totais	1,00
	Zinco e seus compostos (Zn)	10,02
	Crómio Hexavalente	2,00
	Hidrocarbonetos	80,13

Quanto às massas de água subterrânea, de acordo com a análise do quadro anterior, as massas de água da ilha de Porto Santo (Complexo Vulcânico e Formações Sedimentares), são as que apresentam os valores mais elevados de cargas de substâncias poluentes.

2.1.4 Resíduos

A deposição de resíduos em aterro pode provocar efeitos negativos sobre o ambiente, quer à escala local, em especial a poluição das águas superficiais e subterrâneas, do solo e da atmosfera (quando não cobertos / selados), quer à escala global, em particular o efeito de estufa, bem como riscos para a saúde humana.

Nos aterros são produzidos lixiviados em resultado da percolação da água pela massa de resíduos, com a extração de materiais dissolvidos ou em suspensão. Na maioria dos aterros sanitários, os lixiviados são compostos não só pelas águas de origem externa, como as pluviais ou as de escoamento superficial, que se infiltram e percolam na massa de resíduos transportando os seus contaminantes, como também pelo teor em água contido nos resíduos e água que se liberta como consequência das reações de decomposição dos mesmos.

A quantidade e qualidade dos lixiviados dependem de diversos fatores, como a precipitação, a evaporação, a infiltração, o escoamento superficial e a composição dos resíduos (i.e. fração orgânica, biodegradabilidade e dimensão dos resíduos), entre outros. A produção máxima dá-se, geralmente, no final do inverno e durante a primavera.

Na RH10, na Madeira, encontram-se em funcionamento dois aterros, um aterro para resíduos não perigosos (ETRS da Meia Serra) e outro para resíduos inertes (Quinta Terra Boa). Existem ainda, em Porto Santo, dois outros aterros, um para resíduos não perigosos e outro para resíduos inertes, no Centro de Processamento de Resíduos Sólidos.

No ano de 2021, ano de referência adotado para a atualização das pressões deste ciclo de planeamento, nenhum dos aterros efetuou rejeição nos recursos hídricos, decorrente por exemplo da utilização das águas lixiviantes tratadas nas próprias instalações e processos existentes.

Os lixiviados da 3.ª Fase do Aterro da ETRS da Meia Serra, depois de tratados na ETAR da instalação, são descarregados num coletor que os encaminha para a ETAR do Caniço, não constituindo por isso uma pressão direta sobre os recursos hídricos.

Em adição a estas instalações, deve ser feita referência à existência ainda dos quatro aterros para deposição e eliminação de resíduos encerrados:

- ▶▶ Antigo aterro da Meia Serra;
- ▶▶ 1ª Fase do aterro da Meia Serra;

- ▶▶ 2ª Fase do aterro da Meia Serra;
- ▶▶ Antigo Aterro de Porto Santo.

Estes aterros foram efetivamente selados, de acordo com os requisitos exigidos na lei e normas técnicas específicas em vigor à data.

Quanto ao aterro Quinta Terra Boa, não ocorrem dados para consulta.

Relativamente às lixeiras mantêm-se as cinco lixeiras desativadas, já identificadas no 2.º ciclo de planeamento, no entanto, considera-se relevante a menção das mesmas, uma vez que as águas lixiviantes continuam a ser libertadas, constituindo um risco potencial essencialmente para as massas de água subterrâneas.

2.1.5 Síntese

No Quadro 2.54 apresenta-se o número de rejeições de águas residuais, por setor, identificadas na RH10.

O setor urbano é responsável por quase 50% das rejeições de águas residuais nos recursos hídricos, enquadramento 22 das 49 rejeições analisadas.

Quadro 2.54: Rejeições de águas residuais (N.º), por setor de atividade

SETOR	N.º
Urbano	22
Indústria transformadora	7
Pecuária	2
Aquicultura	2
Turismo	4
Outras atividades	12
Total	49

No Quadro 2.55 consta a síntese das cargas, provenientes de fontes pontuais rejeitadas por setor, no que diz respeito aos parâmetros CBO₅, CQO, SST, N_{total} e P_{total}.

Uma vez mais, destaque para o setor urbano que concentra a maior proporção das cargas rejeitadas, seguindo-se a indústria transformadora, as outras atividades e o setor do turismo. Os setores da pecuária e da aquicultura, por sua vez, arrecadam uma menor significância no cômputo geral de cargas.

Quadro 2.55: Carga rejeitada (Kg/ano), na RH10, por setor de atividade

SETOR	CARGAS (kg/ano)				
	CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Urbano	1 793 787	3 589 567	722 023	469 003	96 063
Indústria transformadora	30 866	158 425	7 219	12 468	7 656
Pecuária	33	105	11	20	7
Aquicultura	13	48	0	5	3
Turismo	2 149	21 020	1 155	2 703	355
Outras atividades	4 007	24 038	514	1 972	978
Total	1 830 854	3 793 202	730 922	486 170	105 062

O Quadro 2.56 apresenta a síntese das cargas, provenientes de fontes pontuais rejeitadas por bacia hidrográfica / massa de água subterrânea, no que diz respeito aos parâmetros CBO₅, CQO, SST, N_{total} e P_{total}.

Quadro 2.56: Carga rejeitada (Kg/ano), na RH10, por bacia hidrográfica / massa de água subterrânea

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA	MEIO RECETOR		CARGAS (kg/ano)					
			CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}	
Águas Superficiais	Águas costeiras	COSTMADI1	82 088	286 098	3 545	37 688	22 918	
		COSTMADI2	1 709 211	3 298 422	715 884	427 571	71 516	
		COSTPORI (PS)	1 975	63 761	7 202	3 120	245	
	Ribeiras	Costa Oeste	14	76	13	23	9	
		Rib. da Janela	540	1 982	365	712	100	
		Rib. de Machico	42	161	44	70	14	
		Rib. de Porto Novo	3 840	14 506	1 015	2 722	1 360	
		Rib. de Santa Cruz	1 060	3 501	982	337	260	
		Rib. de São Jorge	785	2 748	446	806	247	
		Rib. do Funchal	96	461	81	444	97	
		Rib. do Porco	2	2	3	2	0	
		Rib. do Seixal	6	24	0	2	2	
		Rib. dos Socorridos	114	404	135	185	49	
		Sub-Total		1 799 775	3 672 147	729 715	473 681	96 816
		Sub-Total (Ilha da Madeira)		1 797 799	3 608 387	722 512	470 561	96 571
Sub-Total (Ilha de Porto Santo)		1 975	63 761	7 202	3 120	245		
Águas Subterrâneas	Maciço Central		29 108	109 053	36	11 085	7 298	
	Orla Costeira Oriental		31	192	46	33	5	
	Paul da Serra		665	2 495	0	249	166	
	Complexo Vulcânico (PS)		638	4 658	563	561	388	
	Formações Sedimentares (PS)		638	4 658	563	561	388	
Sub-Total		31 079	121 055	1 207	12 489	8 246		

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA	MEIO RECETOR	CARGAS (kg/ano)				
		CBO ₅	CQO	SST	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
	Sub-Total (Ilha da Madeira)	29 804	111 739	82	11 367	7 470
	Sub-Total (Ilha de Porto Santo)	1 275	9 315	1 125	1 122	776
	Total	1 830 854	3 793 202	730 922	486 170	105 062

De acordo com o exposto no quadro anterior, as águas costeiras da ilha da Madeira (COSTMADI2 e COSTMADI1) são as mais pressionadas em termos de rejeições pontuais, com cerca de 90% e 6%, respetivamente, da carga total rejeitada.

Quanto às bacias hidrográficas das águas interiores (ribeiras), é a bacia hidrográfica da Ribeira de Porto Novo que se encontra mais pressionada em termos de rejeições pontuais (0,3%).

No que diz respeito às massas de água subterrânea, por sua vez, é a massa de água Maciço Central (ilha da Madeira) que se encontra sujeita a maior pressão pelas rejeições pontuais (2%).

O Quadro 2.76 apresenta a síntese das cargas, provenientes de fontes pontuais rejeitadas por setor, no que diz respeito aos parâmetros CBO₅, CQO, SST, N_{total} e P_{total}.

Quadro 2.57: Carga difusa estimada, por setor de atividade, na RH10

SETOR	CARGAS (kg/ano)	
	N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Pecuária	207 810	16 090
Agricultura	70 218	8 618
Turismo (Golfe)	79 962	24 225
Total	357 990	48 933

Em consonância com os dados expostos, em termos de poluição difusa, a pecuária é a atividade que mais contribui com cargas poluentes, representando cerca de 55% das cargas totais.

O Quadro 2.56 apresenta a síntese das cargas, provenientes de fontes difusas por bacia hidrográfica / massa de água subterrânea, no que diz respeito aos parâmetros N_{total} e P_{total}.

Quadro 2.58: Carga difusa rejeitada na RH10, por bacia hidrográfica / massa de água subterrânea

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA	MEIO RECETOR	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)	
		N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
Águas Superficiais	Costa Leste	1 579	205
	Costa Oeste	9 773	1 605
	Ribeira Brava	6 148	858
	Ribeira da Boaventura	10 327	1 158
	Ribeira da Janela	6 431	833
	Ribeira da Madalena	5 909	728
	Ribeira da Ponta do Sol	10 528	1 182
	Ribeira da Tabua	1999	296
	Ribeira de Machico	21 539	5 553
	Ribeira de Porto Novo	40 730	5 627
	Ribeira de S. Bartolomeu	4 655	637
	Ribeira de Santa Cruz	17 496	1 960
	Ribeira de São Jorge	8 946	1 294
	Ribeira de São Vicente	4 451	618
	Ribeira do Campanário	1 406	197
Ribeira do Faial	8 957	1 228	

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA	MEIO RECETOR	CARGAS POLUENTES (Kg/ano)	
		N _{TOTAL}	P _{TOTAL}
	Ribeira do Funchal	8 414	1 564
	Ribeira do Porco	3 724	535
	Ribeira do Seixal	1 773	233
	Ribeira dos Socorridos	10 627	1 366
	Porto Santo	17 706	5 038
	Subtotal	203 116	32 714
	Subtotal (Ilha da Madeira)	185 410	27 676
	Subtotal (Ilha de Porto Santo)	17 706	5 038
Águas Subterrâneas	Orla Costeira Oriental	19 869	657
	Maciço Central	85 499	9 546
	Paul da Serra	32 444	1 238
	Formações Sedimentares - PS	8 634	2 392
	Complexo Vulcânico - PS	8 428	2 386
	Subtotal	154 874	16 219
	Subtotal (Ilha da Madeira)	137 812	11 441
	Subtotal (Ilha de Porto Santo)	17 062	4 778
Total	357 990	48 933	

Relativamente à distribuição das cargas difusas, verifica-se que das massas de águas superficiais, a bacia da Ribeira de Porto Novo é a que se encontra mais pressionada, seguindo-se a bacia da Ribeira de Machico.

Quanto às massas de água subterrâneas, por sua vez, é a do Maciço Central aquela que se encontra sujeita a pressão mais significativa.

2.2 PRESSÕES QUANTITATIVAS

A utilização sustentável das águas, em especial nos seus aspetos quantitativos, representa uma prioridade e um desafio para a gestão dos recursos hídricos, tendo em conta os usos atuais e futuros e a sua conjugação com os cenários de alterações climáticas. Para além da melhoria do armazenamento e distribuição da água, para responder a tal desafio, impõe-se a tomada de medidas no domínio da eficiência de utilização da água, promovendo a redução dos consumos globais em zonas de maior stress hídrico e potenciando a poupança resultante em outras atividades económicas.

As captações de água destinadas a utilizações urbanas, industriais, agrícolas e outras podem constituir pressões significativas sobre as massas de água. Consequentemente, a sua identificação e avaliação corresponde a um dos requisitos da DQA/LA.

No contexto descrito, no presente ponto pretende-se avaliar os volumes de água captados para os vários setores, quer tenham origem superficial ou subterrânea. Ressalve-se que a análise, em particular no que respeita ao nível de detalhe e desagregação, está condicionada à informação disponível, à data de elaboração do presente documento.

2.2.1 Setor urbano

A ARM - Águas e Resíduos da Madeira, S.A. é responsável pelo Sistema Multimunicipal de distribuição de água da Região Autónoma da Madeira, nomeadamente pelo abastecimento de água potável em baixa nos municípios de Câmara de Lobos, Machico, Porto Santo, Ribeira Brava e Santana e pelo abastecimento de água em alta em toda a RAM, com exceção dos concelhos de São Vicente e Porto Moniz.

Abastecimento de água em alta

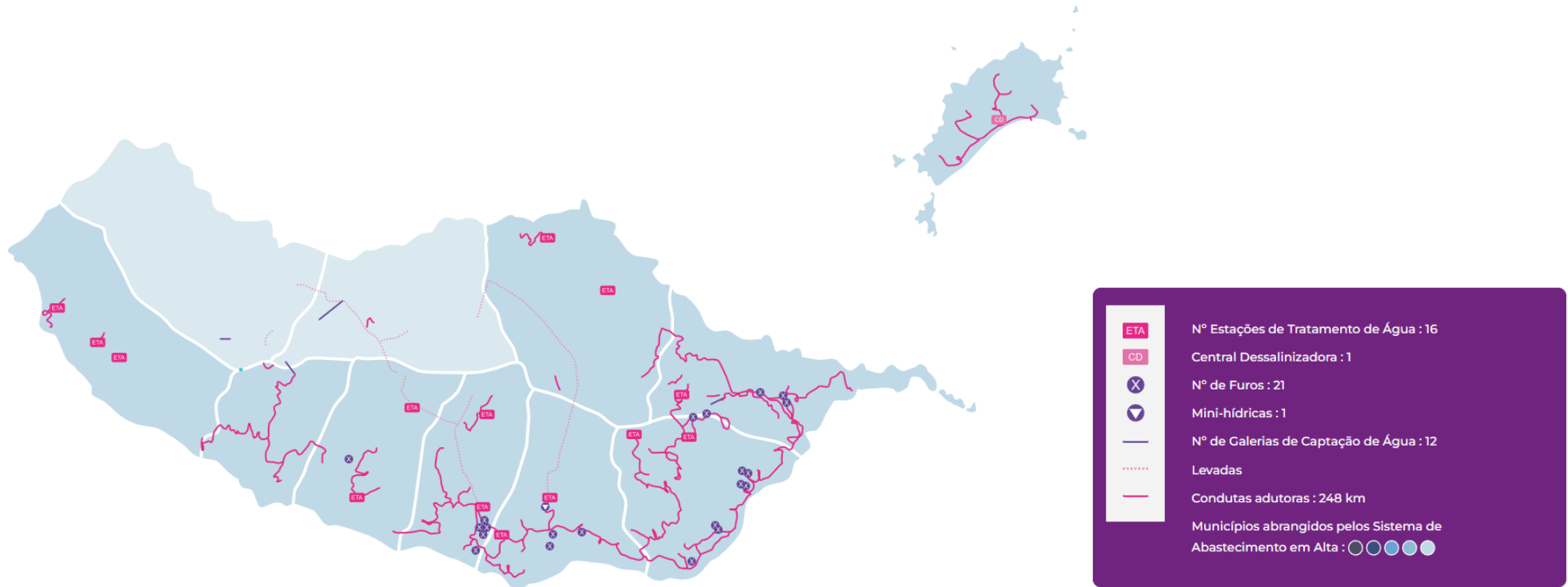
O sistema de gestão e abastecimento de água da Madeira possui um conjunto de sistemas e infraestruturas de captação, produção, tratamento, transporte, distribuição em alta e aproveitamento hidroelétrico, distribuídos um pouco por toda a ilha (Figura 2.22).

Segundo a ARM, S.A., enquanto principais infraestruturas de abastecimento em alta, na **Ilha da Madeira**, há a destacar:

- ▶▶ A **ETA Eng. Manuel Rafael Amaro da Costa**, também designada por ‘ETA da Alegria’, que está localizada na freguesia de São Roque, no Funchal, e abastece os concelhos do Funchal, Santa Cruz e Machico no período de Inverno. A estação está dimensionada para tratar um caudal máximo de 1000 l/s, sendo a maior e mais importante estação de tratamento de água da Madeira.
- ▶▶ A **ETA Dr. Raul António Simões Duarte**, também conhecida como ETA de Santa Quitéria, localizada na freguesia de São Martinho, no Funchal, que se destina à adequação da qualidade da água do Sistema de Fins Múltiplos dos Socorridos (SFMS), para reforço do abastecimento público de água do concelho do Funchal, em especial nos meses de maior pluviosidade, nomeadamente as freguesias de São Martinho e, por vezes, da Sé, São Pedro e Santa Luzia. A estação está dimensionada para tratar um caudal máximo de 500 l/s, sendo a segunda maior ETA da Madeira.
- ▶▶ A **ETA do Covão**, localizada na freguesia do Estreito de Câmara de Lobos, no concelho de Câmara de Lobos, destinada à adequação da qualidade da água do Sistema de Fins Múltiplos dos Socorridos (SFMS), para reforço do abastecimento público de água do concelho de Câmara de Lobos. A estação está dimensionada para o tratamento de água até um caudal máximo de 200 l/s e inclui também um reservatório com capacidade de 500 m³.

No que concerne à **Ilha de Porto Santo**, a Central Dessalinizadora, localizada no centro da cidade, é a única origem de água potável com qualidade utilizada para o abastecimento público, sendo esta produzida a partir da água salgada por intermédio de unidades de dessalinização por osmose inversa, dimensionada para produzir até um caudal máximo de cerca de 6.300 m³/dia. O abastecimento à população é garantido através de um sistema adutor e de bombagem, elevando a água produzida na Central até aos reservatórios, que posteriormente é distribuída aos clientes finais através da rede de distribuição (baixa).

Figura 2.22: Sistema de abastecimento de água em alta



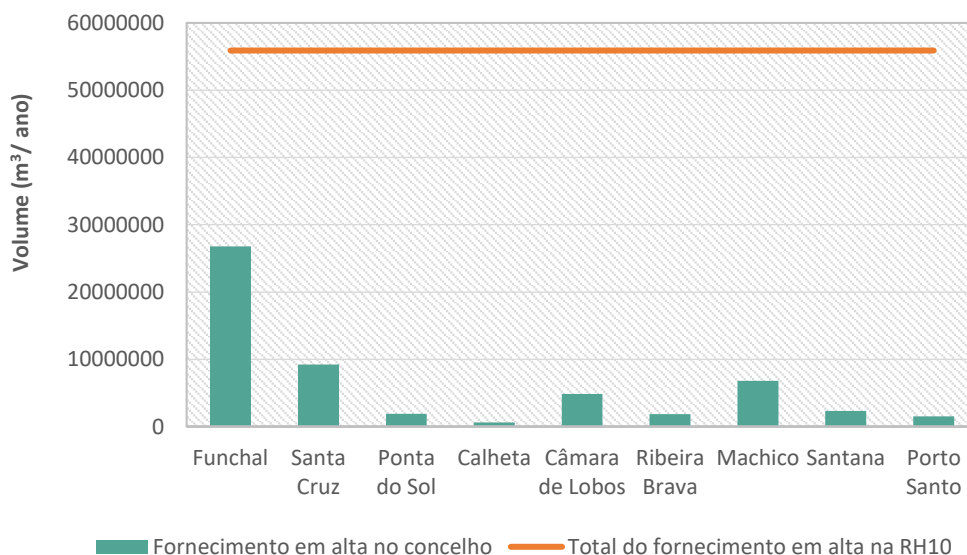
Fonte: ARM, S.A.; 2022.

Durante o ano de 2021, o volume de água captada para fornecimento em alta pela ARM, S.A. na RH10, fixou-se em **56,7 milhões de m³**. Destes, **55,9 milhões de m³** foram, efetivamente, fornecidos às redes (38,5 milhões de m³ aos municípios não aderentes ao sistema multimunicipal e 17,4 milhões de m³ aos municípios aderentes). O volume registado no decorrer do ano de 2021 traduz uma tendência de decréscimo face aos anos anteriores, fruto do ano atípico que se vivenciou com a pandemia da Covid-19, que atingiu mais acentuadamente a atividade económica e o setor do turismo (ARM, S.A., 2022).

Do valor supracitado, 54,4 milhões de m³ foram fornecidos na **Ilha da Madeira**, dos quais 67% com origem em captações subterrâneas e 33% com origem em captações superficiais. Os restantes 1,5 milhões de m³ foram fornecidos na **Ilha de Porto Santo**, na sua totalidade provenientes de dessalinização (ARM, S.A., 2022).

Analisando a concentração dos volumes fornecidos em alta aos municípios, no ano de 2021, pelos valores quantitativos, destaque para o Funchal (cerca de 26,8 milhões de m³), Santa Cruz (9,2 milhões de m³) e Machico (6,8 milhões de m³) (Gráfico 2.2).

Gráfico 2.2: Volume total fornecido em alta pela ARM, S.A. aos municípios da RH10 (2021)



Fonte: ARM, S.A., 2022; Município do Funchal, 2022; Município de Santa Cruz, 2022; e Município da Calheta, 2022.

O detalhe dos volumes captados e fornecidos (às redes e ao consumidor final), bem como os valores de captação urbana média encontram-se expostos no Quadro 2.59, para o conjunto dos municípios aderentes e não aderentes ao sistema multimunicipal da ARM, S.A.

Quadro 2.59: Consumos de água no setor urbano (volume de água captada, volume de água distribuída/consumida e captação urbana média), na RH10 – abastecimento em alta

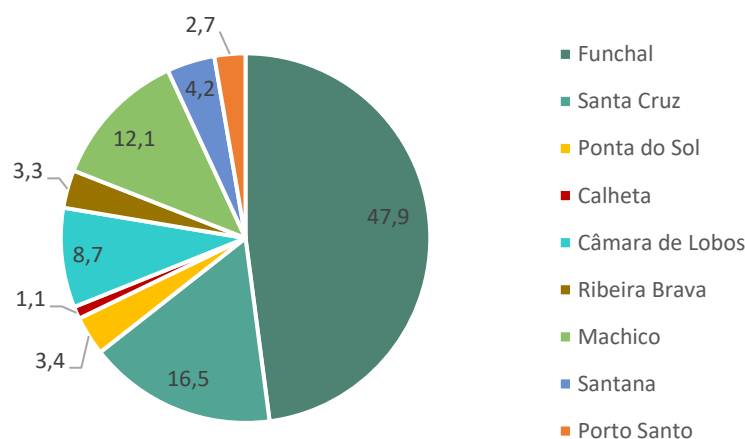
MUNICÍPIO	VOLUME DE ÁGUA (m ³)			POPULAÇÃO SERVIDA	CAPITAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA (m ³)	
	Captada	Fornecida às redes	Fornecida ao consumidor final		Fornecida às redes	Fornecida ao consumidor final
Câmara de Lobos	4 616 001	4 871 736	1 868 485	32 572	410	157
Ribeira Brava	1 406 958	1 854 636	861 044	12 361	411	191
Machico	6 038 727	6 782 709	1 586 257	19 839	937	219
Santana	2 364 961	2 344 929	490 083	6 658	965	202
Porto Santo	1 672 489	1 515 033	757 086	5 666	733	366

MUNICÍPIO	VOLUME DE ÁGUA (m ³)			POPULAÇÃO SERVIDA	CAPITAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA (m ³)	
	Captada	Fornecida às redes	Fornecida ao consumidor final		Fornecida às redes	Fornecida ao consumidor final
Subtotal (aderentes)	16 099 136	17 369 043	5 562 955	77 096	617	198
Subtotal (não aderentes)	40 582 793	38 516 977	-	153941	685	-
Total	56 681 929	55 886 020	5 562 955	231 037	1 302	198

Fonte: ARM, S.A., 2022.

A proporção dos volumes fornecidos encontra-se exposta no Gráfico 2.3, permitindo denotar que cerca de 48% dos volumes destinaram-se ao Município do Funchal, 31% aos Municípios aderentes à ARM, S.A. e os restantes 21% aos demais Municípios não aderentes (Santa Cruz, Ponta do Sol e Calheta).

Gráfico 2.3: Variação do volume total fornecido em alta pela ARM, S.A. aos municípios da RH10 (2020-2021)



Fonte: ARM, S.A., 2022; Município do Funchal, 2022; Município de Santa Cruz, 2022; e Município da Calheta, 2022.

Abastecimento de água em baixa

A ARM, S.A. é responsável pelo sistema multimunicipal de distribuição de água da Região Autónoma da Madeira, nomeadamente pelo abastecimento de água potável em baixa nos municípios de Câmara de Lobos, Machico, Porto Santo, Ribeira Brava e Santana.

Durante o ano 2021 foram aduzidos, a partir do sistema multimunicipal aos sistemas de abastecimento dos cinco municípios aderentes, cerca de **14,9 milhões de m³** de água, tendo estes sistemas contado, ainda, com cerca de **2,4 milhões de m³** (14%) provenientes de nascentes existentes nos próprios municípios. No total, foram **17,4 milhões de m³** os fornecidos aos sistemas municipais geridos pela ARM, S.A.

Do total das aduções foram faturados 5,6 milhões de m³ aos clientes dos municípios aderentes, o que representa uma perda global de cerca de 68%, entre perdas técnicas e consumos não faturados. As perdas por ineficiência registadas nos municípios aderentes indicam que há necessidade de proceder rapidamente a melhoramentos na rede de distribuição de água potável de forma a minimizar as referidas perdas.

As perdas anuais por quilómetro de rede nos municípios aderentes à ARM, S.A., para o ano de 2021, são as seguidamente apresentadas:

- ▶▶ Ribeira Brava – 4 228 m³/km;
- ▶▶ Santana – 7 419 m³/km;
- ▶▶ Porto Santo – 7 895 m³/km;
- ▶▶ Câmara de Lobos – 9 688 m³/km;
- ▶▶ Machico – 18 427 m³/km.

Conforme referido anteriormente, a ARM, S.A. apenas é responsável pelo abastecimento de água potável em baixa nos municípios de Câmara de Lobos, Machico, Porto Santo, Ribeira Brava e Santana. Nos restantes municípios a gestão em feita é feita pelos próprios. No Quadro 2.60 encontra-se identificados os volumes de água adquiridos, captados e consumidos (m³) no ano 2021, para os Municípios da Calheta, do Funchal e de Santa Cruz.

Quadro 2.60: Consumos de água no setor urbano (volume de água captada, volume de água distribuída/consumida e capitação urbana média), na RH10 – abastecimento em baixa

MUNICÍPIO	VOLUME DE ÁGUA (m ³)			
	Adquirida	Captações próprias	Total	Faturada
Calheta	605 197 ²³	220 814 ²⁶	-	826 011
Funchal	26 777 389	18 018	26 795 407	9 219 653
Santa Cruz	9 217 275	-	9 217 275	2 639 309

Fonte: Câmara Municipal do Funchal, 2022.

No respeitante aos demais municípios (Ponta do Sol, Porto Moniz e São Vicente), não se dispõe de informação que permita a análise referente aos volumes do abastecimento em baixa.

2.2.2 Atividades económicas

2.2.2.1 Indústria

Ressalve-se, primeiramente, que os volumes consumidos pelo setor indústria em instalações com ligação aos sistemas públicos de abastecimento de água não são contabilizadas neste item, mas sim nos sistemas urbanos.

Para estimativa dos volumes captados para as atividades industriais na RH10, recorrendo a captações próprias, com base na informação disponível à data de elaboração deste relatório, consideraram-se as

²³ Por limitação dos dados de base à análise, os volumes adquiridos e captados referentes ao Município da Calheta correspondem aos efetivamente consumidos / faturados, não se dispondo de informação relativamente à proporção de perdas dos respetivos sistemas de distribuição.

referentes à indústria transformadora, nomeadamente em atividades relativas à “Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria e ar frio” e à “Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais”.

Com base nos supracitados dados, na RH10, foram captados **294 374 m³** para fins industriais, dos quais 47% tem origem em massas de água superficiais (28% em massas interiores e 19% em massas costeiras), conforme sintetizado no Quadro 2.61. Com efeito, constata-se que as massas de água subterrâneas representam a principal origem da água captada para fins industriais.

Quadro 2.61: Volume captado para a indústria na RH10

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA		VOLUME (M ³)
Águas Superficiais	Ribeiras	82 494
	Costeiras	56 306
Águas Subterrâneas		155 574
Total		294 374

Fonte: DRAAC, 2022.

Massas de água de superfície

Analisando a desagregação dos volumes captados com origem superficial, constata-se que 56 306 m³ têm origem em captação na Ribeira da Boaventura, na Ilha da Madeira, e 82 494 m³ em água marinha (COSTPORI), em Porto Santo (Quadro 2.62).

Quadro 2.62: Volume captado para a indústria, por bacia, na RH10

BACIA HIDROGRÁFICA / MASSA DE ÁGUA ²⁴		VOLUME (M ³)
COSTPORI (Águas Costeiras)		82 494
Rib. da Boaventura		56 306
Total		138 800
Total (ilha da Madeira)	Ribeiras	56 306
Total (ilha de Porto Santo)	Costeiras	82 494

Massas de água subterrâneas

Relativamente às massas de água subterrânea, a única captação registada para fins industriais incide na massa de água da Orla Costeira Oriental, na Ilha da Madeira (Quadro 2.63).

²⁴ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

Quadro 2.63: Volume captado para a indústria, por massa de água subterrânea, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	VOLUME (M ³)
Orla Costeira Oriental	155 574
Total (ilha da Madeira)	155 574

2.2.2.2 Pecuária

As quantidades de água consumidas pela pecuária foram estimadas tendo por base os dados do Recenseamento Agrícola de 2019 (INE, 2019) relativamente ao efetivo pecuário e respetiva localização, incluindo o número de bovinos, suínos, ovinos, caprinos e aves.

Adotando o mesmo referencial mencionado pela Agência Portuguesa do Ambiente no âmbito da elaboração dos PGRH do Continente (3.º ciclo), os valores da capitação para cada tipologia de animal foram obtidos no “*Guia de Boas Práticas – Água de Qualidade Adequada para Alimentação Animal*” (DGAV, 2014). Embora a quantidade de água que os animais necessitam seja condicionada por vários fatores, nomeadamente o estado de crescimento, de gestação, de lactação, da atividade, da dieta alimentar e dos níveis de ingestão, bem como pela temperatura ambiente (DGAV, 2014), foram utilizadas capitações médias para cada espécie em estudo, que ponderam estes fatores intrínsecos aos animais, a tipologia da exploração, e também os fatores ambientais (Quadro 2.64).

Quadro 2.64: Capitações específicas para cada tipologia de animal

ANIMAL	CONSUMO PARA ABEBERAMENTO (M ³ /ANIMAL.MÊS)
Aves	0,0083
Caprinos	0,079
Ovinos	0,079
Suínos	0,37

Fonte: Adaptado de DGAV, 2014.

Seguindo a adaptação feita pela Agência Portuguesa do Ambiente no âmbito da elaboração dos PGRH do Continente (3.º ciclo), no caso dos bovinos, considerou-se uma distribuição mensal não uniforme das quantidades de água consumidas, que teve em conta a distribuição da temperatura média mensal. Assim, para os bovinos a capitação é de 0,9 m³/animal. mês entre outubro e abril, de 1,0 em maio e de 1,2 de junho a setembro.

As quantidades de água captadas para a pecuária incluem a água de abeberamento, mas também a água de serviço utilizada para as lavagens do alojamento dos animais. Assumindo, uma vez mais, como referência a metodologia adotada pela Agência Portuguesa do Ambiente no âmbito da elaboração dos PGRH do Continente (3.º ciclo), os valores utilizados para o cálculo das quantidades de água de lavagem utilizadas na atividade pecuária que escoam os tanques de receção têm por base a informação disponibilizada no Código de Boas Práticas Agrícolas (CBPA) publicado pelo Despacho n.º 1230/2018, de 5 de fevereiro (Quadro 2.65).

Quadro 2.65: Valores de referência para o cálculo das quantidades de água de lavagem utilizadas na atividade pecuária

ANIMAL	CONSUMO PARA LAVAGEM (M ³ /ANIMAL.ANO)
Aves	0,0008
Bovinos	4,2
Caprinos	2
Ovinos	2
Suínos	2

Fonte: Adaptado de CBPA (Despacho n.º 1230/2018, de 5 de fevereiro).

Com base nos pressupostos acima descritos, foi possível estimar um volume total captado para a atividade pecuária na RH10 de **53 375 m³**, dois quais 52926 m³ nas massas de água da Ilha da Madeira e os restantes 449 m³ nas massas de água de Porto Santo (Quadro 2.66).

Quadro 2.66: Volume captado para a pecuária na RH10

	CONSUMO (M ³ / ANO)
Ilha da Madeira	52 926
Ilha de Porto Santo	449
Total da RH10	53 375

Fonte: Adaptado de CBPA (Despacho n.º 1230/2018, de 5 de fevereiro).

Atendendo ao pressuposto que as explorações pecuárias utilizam sistemas de abastecimento próprios com origem em captações privadas, considera-se que o volume referido terá como principal origem as águas subterrâneas. Para efeitos de estimativa das pressões quantitativas sobre as massas de água da RH10, considerou-se uma proporção de 90% de consumo de água com origem subterrânea e 10% com origem superficial.

Massas de água de superfície

Assumindo que 10% dos consumos de água no setor da pecuária têm origem superficial, obtém-se a estimativa de volumes captados por bacia, expostos no (Quadro 2.69).

Quadro 2.67: Estimativa do volume captado para a pecuária, por bacia, na RH10

BACIA HIDROGRÁFICA ²⁵	CONSUMO (m ³ /ano)		
	Total	Abeberamento	Lavagem
Costa Leste	53,23	34,07	19,16
Costa Oeste	522,23	384,73	137,50
Ribeira Brava	253,58	179,46	74,11
Ribeira da Boaventura	159,94	115,22	44,72

²⁵ Nota: As bacias hidrográficas (principais) agregam um conjunto de massas de água (ver anexo 1).

BACIA HIDROGRÁFICA ²⁵	CONSUMO (m ³ /ano)		
	Total	Abeberamento	Lavagem
Ribeira da Janela	393,42	289,28	104,14
Ribeira da Madalena	276,55	203,97	72,58
Ribeira da Ponta do Sol	569,52	419,88	149,64
Ribeira da Tabua	56,61	40,20	16,40
Ribeira de Machico	133,84	86,96	46,89
Ribeira de Porto Novo	551,41	397,12	154,29
Ribeira de S. Bartolomeu	273,71	201,76	71,95
Ribeira de Santa Cruz	271,78	195,78	75,99
Ribeira de São Jorge	280,33	194,89	85,44
Ribeira de São Vicente	186,86	134,73	52,13
Ribeira do Campanário	59,31	41,95	17,36
Ribeira do Faial	312,54	211,76	100,78
Ribeira do Funchal	128,43	86,33	42,10
Ribeira do Porco	131,05	94,27	36,78
Ribeira do Seixal	117,44	86,00	31,44
Ribeira dos Socorridos	560,82	394,27	166,55
Porto Santo	44,90	28,56	16,34
TOTAL	5337,49	3821,19	1516,30
Total (Ilha da Madeira)	5292,59	3792,63	1499,96
Total (Ilha de Porto Santo)	44,90	28,56	16,34

Das bacias hidrográficas da RH10, a da Ribeira da Ponta do Sol, da Ribeira dos Socorridos e da Ribeira de Porto Novo são aquelas que se estimam mais pressionadas, no ponto de vista quantitativo, pelo setor da pecuária.

As referidas bacias têm incidência, principalmente, nos concelhos de Ponta do Sol, Câmara de Lobos e Santa Cruz, os quais reúnem, simultaneamente, um elevado número de cabeças normais de bovinos e de suínos, animais aos quais estão associadas maiores necessidades hídricas, quer para abeberamento, quer para lavagem.

Massas de água subterrâneas

Relativamente às massas de água subterrânea, assumiu-se que estas seriam a origem de 90% dos volumes captados para o setor da pecuária. Com base neste pressuposto, apresentam-se no Quadro 2.70, os volumes estimados relativamente a cada massa de água da RH10.

Quadro 2.68: Estimativa do volume captado para a pecuária, por massa de água subterrânea, na RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CONSUMO (m ³ /ano)		
	Total	Abeberamento	Lavagem
Orla Costeira Oriental	4615,40	3259,23	1356,18
Maçiço Central	21051,92	14753,19	6298,73
Paul da Serra	21966,00	16121,27	5844,73

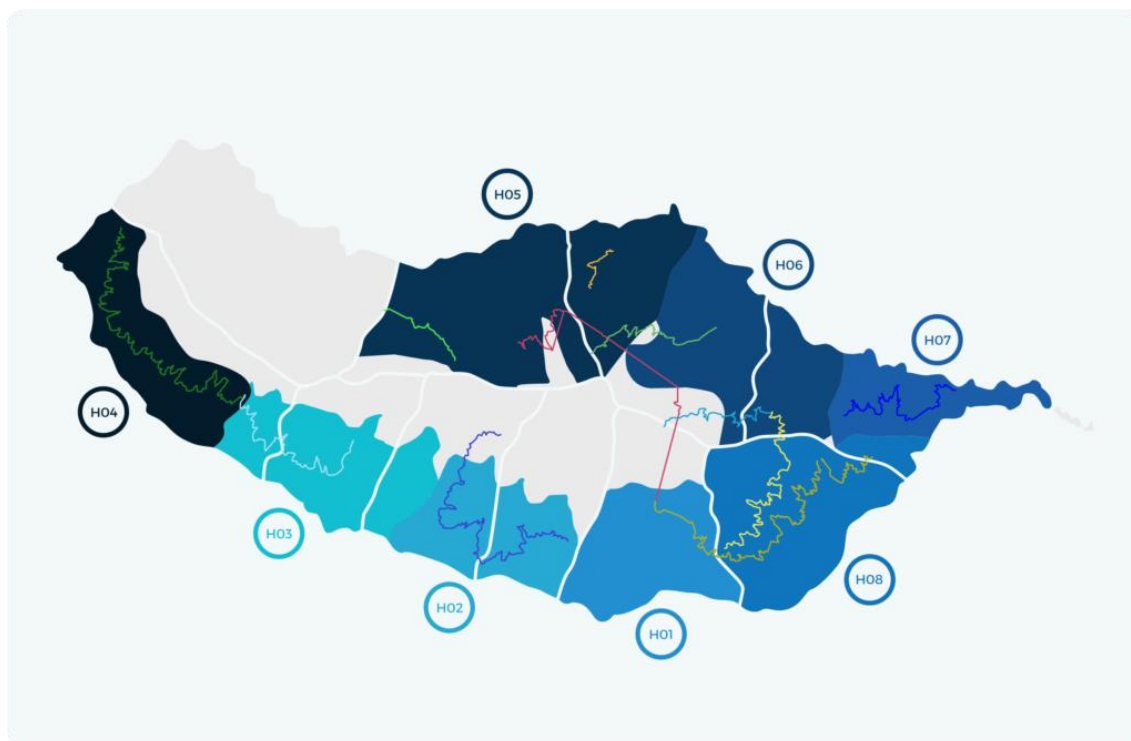
MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	CONSUMO (m ³ /ano)		
	Total	Abeberamento	Lavagem
Formações Sedimentares (PS)	136,78	87,00	49,78
Complexo Vulcânico (PS)	267,35	170,06	97,29
TOTAL	48037,46	34390,75	13646,71
Total (Ilha da Madeira)	47633,33	34133,69	13499,64
Total (Ilha de Porto Santo)	404,13	257,06	147,07

Quanto às massas de água subterrâneas, a do Paul da Serra e a do Maciço Central são as que se encontram mais pressionadas relativamente aos volumes captados para fins relacionados com a pecuária.

2.2.2.3 Agricultura

A ARM, S.A. é responsável pela gestão e manutenção do sistema de regadio agrícola em alta (captações e grandes aduções) e em baixa (armazenagem e distribuição). O sistema de regadio público da ilha da Madeira, sob gestão desta entidade, integra uma rede com cerca de 2800 km de canais de adução e distribuição de água, beneficiando cerca de 5400 hectares e cerca de 40.000 regantes, distribuídos por oito subsistemas de regadio: H01 – Funchal; H02 – Câmara de Lobos - Ribeira Brava; H03 – Ribeira Brava - Calheta; H04 – Calheta; H05 – São Vicente - Santana; H06 – Santana - Machico; H07 – Machico; e H08 – Santa Cruz – Funchal (Figura 2.23).

Figura 2.23: Sistema de regadio público da Madeira



Fonte: ARM, S.A.; 2022.

De acordo com a informação da ARM, S.A., alguns dos principais sistemas de rega têm origens comuns com os sistemas de abastecimento ao público de água potável, ou seja, “competem” com a mesma água, que é repartida pelos dois tipos de usos: abastecimento para consumo humano e regadio.

A distribuição de água de rega, na Ilha da Madeira, é efetuada sete dias por semana e, em média, 12 horas por dia, existindo ainda cinco regadeiras em que a distribuição de água de rega é efetuada durante 24 horas.

A distribuição da água de rega, vulgarmente chamada de “giro”, ocorre, normalmente, entre os meses de maio e outubro, meses em que as equipas afetas à distribuição de água (levadeiros) são normalmente reforçadas com contratações temporárias para fazer face ao volume acrescido de trabalho. Contudo, quando os anos hidrológicos assim o justifiquem, a época de regadio pode iniciar-se mais cedo e/ou terminar mais tarde, o que tem vindo a suceder nos últimos anos.

Relativamente ao armazenamento de água de rega para distribuição diurna, este é assegurado pelos 147 tanques de rede públicos, com capacidade útil total de 203 305 m³.

O Quadro 2.69 apresenta a estimativa dos volumes fornecidos em cada sistema de rega da ilha da Madeira, para fins agrícolas.

Quadro 2.69: Estimativa de volumes fornecidos por sistemas de água de rega na ilha da Madeira

CONCELHOS SERVIDOS	SISTEMA	ESTIMATIVA DOS VOLUMES FORNECIDOS EM 2021 (m ³)
Sistema de rega do Funchal	H01	1 863 629
Sistema de rega Câmara de Lobos - Ribeira Brava	H02	7 031 550
Sistema de rega Calheta - Ponta do Sol	H03	9 028 288
Sistema de rega da Calheta	H04	3 833 974
Sistema de rega São Vicente - Santana	H05	1 168 212
Sistema de rega de Santana - Machico	H06	5 805 122
Sistema de rega de Machico	H07	1 426 202
Sistema de rega santa Cruz-Funchal	H08	4 407 223
Total		34 564 200

Fonte: ARM, S.A.; 2022.

Em consonância com o anteriormente exposto, o volume fornecido pela ARM, S.A., com referência ao ano de 2021, para efeitos de rega agrícola na Ilha da Madeira, é de **34 564 200 m³**.

Na ilha do Porto Santo, por sua vez, a água utilizada para rega pode ter as seguintes origens: água extraída de um furo e três noras, água pluvial armazenada na Barragem do Tanque, água residual tratada na ETAR da Ponta e água dessalinizada. O sistema adutor de rega é então composto por um açude para armazenamento de água, um reservatório intermédio, três estações elevatórias e cerca de 11 Km de condutas adutoras, infraestruturas que estão ligadas ao Centro de Telegestão da ARM.

O supracitado sistema, de acordo com a informação da ARM, S.A. destina-se ao reaproveitamento das águas da chuva, captadas na zona central da ilha e direcionadas para o açude do Tanque, das águas residuais tratadas na ETAR da Ponta e das águas naturais subterrâneas captadas no furo situado junto ao hotel do Porto Santo e nas noras existentes na zona do Tanque, para fins do regadio agrícola e/ou rega do campo de golfe.

O açude do Tanque representa a maior estrutura de armazenamento de água de rega existente na ilha. Este açude encontra-se interligado às restantes origens de água de rega, por intermédio de uma rede de

condutas bidirecionais lançadas ao longo das estradas regionais e municipais, nomeadamente a ETAR da Ponta, o Furo junto ao hotel do Porto Santo e as Noras do Tanque.

Durante o ano de 2021 foram fornecidas aos regantes do Porto Santo 4 522 horas de rega, estimando-se um volume total de **77 809 m³**.

Fruto do exposto, considerando os volumes referentes a ambas as ilhas, é estimado um volume total de **34 642 009 m³** para efeitos de rega agrícola na RH10.

2.2.2.4 Aquicultura

A estimativa dos volumes captados para o setor da aquicultura na RH10 consideram as explorações aquícolas com captações próprias. Ressalve-se que, para efeitos desta estimativa, não são consideradas as explorações aquícolas marinhas, dadas as suas especificidades, nomeadamente pelo facto de serem constituídas por estruturas flutuantes, não implicando a retenção / captação de água.

Com base nos pressupostos anteriores, na RH10, apurou-se um volume captado de **2 453 760 m³**, na sua totalidade com origem superficial (Quadro 2.61). Refira-se que a água é captada na levada do Seixal (com origem da Ribeira do Seixal), destinando-se à alimentação dos tanques de produção.

Quadro 2.70: Volume captado para a aquicultura, por bacia, na RH10

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA		VOLUME (M ³)
Águas Superficiais	Ribeira do Seixal	2 453 760
Total		2 453 760

Fonte: DRAAC, 2022.

2.2.2.5 Turismo

A estimativa do volume captado para o setor do turismo teve em conta, quer os volumes captados por empreendimentos turísticos, recorrendo a captações próprias, quer os volumes para rega dos campos de golfe.

Relativamente aos empreendimentos turísticos, suportada pela informação disponível à data de elaboração do presente relatório, consideraram-se as captações de água superficial do mar, utilizadas para fins de atividades recreativas nas unidades hoteleiras, situadas na Ilha de Porto Santo. Com base em tais dados, estimou-se um volume captado de **216 486 m³**, na sua totalidade com origem superficial, designadamente na massa de água costeira delimitada na Ilha de Porto Santo (COSTPORI) (Quadro 2.61).

Quadro 2.71: Volume captado para fins de promoção de atividades turísticas na RH10

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA		VOLUME (M ³)
Águas Superficiais	Costeiras (COSTPORI)	216 486
Total		216 486

Fonte: DRAAC, 2022.

Refira-se que não foram disponibilizados outros dados referentes a volumes captados por empreendimento turísticos com captações próprias na RH10.

Quanto aos três campos de golfe existentes na RH10 (dois na Ilha da Madeira e um em Porto Santo), os valores estimados para efeitos de rega são os apresentados no Quadro 2.79, perfazendo um total de 722 761 m³.

Quadro 2.72: Volumes captados para rega dos campos de golfe na RH10

	CONSUMO (M ³ / ANO)
Ilha da Madeira	322 761
Ilha de Porto Santo	400 000
Total da RH10	722 761

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira 2016-2021, DRAAC, 2017; Porto Santo Golfe, 2022; ARM, S.A., 2022.

Refira-se que relativamente aos campos de golfe localizados na Ilha da Madeira, a estimativa de consumo para rega tem por base a informação fornecida pela ARM para o ano de 2021. Quanto ao campo de golfe localizado na Ilha de Porto Santo, segundo a informação fornecida pelo mesmo, a maioria da água utilizada para rega tem origem na ETAR, sendo ainda feito aproveitamento de água pluvial através de alguns dos oito lagos existentes.

Em suma, considerando quer os empreendimentos turísticos com captações próprias, quer os campos de golfe da RH10, estima-se um volume total de **939 247 m³** para fins de promoção de atividades turísticas.

2.2.3 Síntese

No Quadro 2.80 apresenta-se uma síntese da estimativa de volumes totais captados, por setor de atividade, na RH10, baseada nos resultados da análise realizada nos pontos anteriores.

Quadro 2.73: Estimativa de volumes totais captados (m³), por setor de atividade

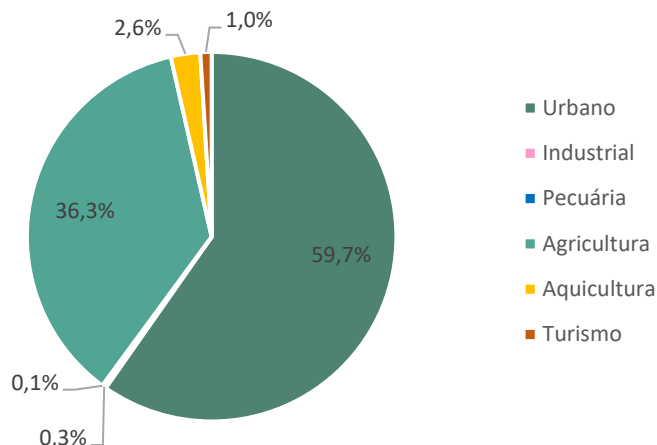
SETOR	VOLUMES CAPTADOS (M ³)		
	Ilha da Madeira	Ilha de Porto Santo	Total
Urbano	55 248 272	1 672 489	56 920 761
Industrial	238 068	56 306	294 374
Pecuária	52 926	449	53 375
Agricultura	34 564 200	77 809	34 642 009
Aquicultura	2 453 760	-	2 453 760
Turismo	322 761	616 486	939 247
Total	92 879 987	2 423 539	95 303 526

Note-se que, para o setor urbano, por lacunas de informação acerca da desagregação dos volumes fornecidos em baixa, por concelho (não aderentes ao sistema multimunicipal), a totalidade do valor fornecido pela ARM, S.A. foi considerado como correspondendo à Ilha da Madeira, a que se adicionou o volume proveniente de captações próprias dos concelhos do Funchal e da Calheta (sendo estes Municípios entidades gestoras). Neste e nos demais setores, a estimativa de volumes captados e respetiva correspondência com a origem da água está diretamente condicionada pela informação disponível à data de elaboração do presente relatório.

Com base nos valores estimados, é possível constatar que é ao setor urbano que corresponde uma maior proporção dos volumes captados na RH10 (59,7%), destacando-se, ainda, o setor da agricultura (36,3%) e

da aquicultura (2,6%). Os demais setores, conforme representado no Gráfico 2.4, têm uma representação mais residual no cômputo geral dos consumos, com proporções que se fixam na ordem de 1% (ou inferior).

Gráfico 2.4: Proporção dos volumes totais captados por setor de atividade (%), na RH10



A análise aos volumes consumptivos de água captados para os diversos setores de atividade económica permite denotar a prevalência das origens subterrâneas (65%) face às origens superficiais (35%) (Quadro 2.74).

Quadro 2.74: Estimativa de volumes totais captados (m³), por setor de atividade e origem da água (superficial ou subterrânea)

SETOR	VOLUMES CAPTADOS (M ³)		
	Superficial	Subterrâneo	Total
Urbano	18 705 037	38 215 724	56 920 761
Industrial	138 800	155 574	294 374
Pecuária	5 337	48 037	53 375
Agricultura	11 431 863 ²⁶	23 210 146 ²⁹	34 642 009
Aquicultura	2 453 760	-	2 453 760
Turismo	939 247 ²⁷	-	939 247
Total	33 674 044	61 629 481	95 303 526

²⁶ Os dados disponibilizados relativamente aos valores captados para fins de rega agrícola não permitem a desagregação relativamente à origem da água (superficial e subterrânea). Não obstante, atendendo à informação da ARM, S.A. de que os principais sistemas de rega têm origens comuns com os sistemas de abastecimento ao público de água potável, foi considerada, relativamente à origem da água, para efeitos de estimativa, a mesma proporção assumida para o abastecimento público (67% com origem em captações subterrâneas e 33% com origem em captações superficiais).

²⁷ Relativamente à água utilizada para fins de rega dos campos de golfe, e ainda que a sua origem possa variar consoante as necessidades hídricas, considerou-se, para efeitos de estimativa, uma origem superficial, dado ser esta a predominante. A tais volumes, acrescem os referentes aos empreendimentos turísticos para fins de promoção de atividades turísticas (também de origem superficial).

Por fim, no Quadro 2.75 são apresentados os volumes totais captados para os diferentes setores de atividade económica, por ilha e por categoria de massa de água.

Quadro 2.75: Estimativa de volumes totais captados (m³), para o conjunto dos setores de atividade, na RH10

CATEGORIA DA MASSA DE ÁGUA		VOLUMES CAPTADOS (M ³)		
		Ilha da Madeira	Ilha de Porto Santo	Total
Águas Superficiais	Rios	54 461 055	400 045	54 861 100
	Costeiras	-	2 023 090	2 023 090
Águas Subterrâneas		38 418 932	404	38 419 336
Total		92 879 987	2 423 539	95 303 526

Denote-se que na **Ilha de Porto Santo**, a principal origem da água é superficial costeira, o que reforça o papel da central dessalinizadora enquanto origem de água potável com qualidade utilizada para o abastecimento público e outros fins, nesta ilha.

Quanto à **Ilha da Madeira**, embora a origem superficial seja a prevalecente, constata-se também um recurso substancial às captações subterrâneas, em particular para fins relacionados com o abastecimento público de água potável (setor urbano) e com o setor agrícola, conforme já descrito anteriormente.

2.3 PRESSÕES HIDROMORFOLÓGICAS

Decorrentes de ações e atividades de origem antrópica, as pressões hidromorfológicas, correspondem a alterações dos regimes hidráulicos e hidrológicos e a modificações nas características físicas das massas de água superficiais (leito e margens dos cursos de água, estuários e orla costeira). Tais pressões poderão ter como impacto alterações no estado e no potencial ecológico dessas massas de água, interferindo ou afetando:

- ▶▶ O *continuum* fluvial;
- ▶▶ As características morfológicas das massas de água (leito e margens);
- ▶▶ O transporte de sedimentos;
- ▶▶ O nível hidrométrico;
- ▶▶ O regime hidrológico das massas de água;
- ▶▶ A cunha salina.

Em consonância com o referido, nesta tipologia de pressões podem ser consideradas as estruturas que constituem barreiras ao escoamento natural; circuitos hidráulicos para desvio e transferência de caudais; ações de desassoreamento e regularização do leito para proteção contra cheias; ou a construção de estruturas para a proteção da costa e das áreas inundáveis.

Face à diversidade de tipologias e de impactos que existem ao nível das pressões hidromorfológicas, na inventariação realizada, procedeu-se à identificação das seguintes tipologias de pressões:

- ▶▶ Barragens e açudes;
- ▶▶ Diques de proteção lateral e respetivas válvulas/comportas;

- ▶▶ Obras de proteção costeira (i.e. esporões, quebra-mares e molhes);
- ▶▶ Alterações do leito e da margem com desvios e regularização de linhas de água;
- ▶▶ Canalizações e entubamentos das linhas de água;
- ▶▶ Pontes, viadutos, pontões e passagens hidráulicas;
- ▶▶ Transvases e desvio de caudais para diversos usos;
- ▶▶ Marinas, cais e outras estruturas para apoio de embarcações;
- ▶▶ Dragagens, desassoreamento e remoção de substratos aluvionares (extração de inertes).

Refira-se que uma pressão deste tipo é considerada significativa se for responsável, ou contribuir, para colocar em risco a possibilidade da massa de água interferida, direta ou indiretamente, poder atingir o Bom estado ou potencial ecológico.

Resultando estas pressões da ação humana e, estando as mesmas associadas aos usos da água e a atividades que interferem com as massas de água, foram também associadas a esta tipologia de pressão as infraestruturas portuárias e as estruturas de apoio ao recreio e náutica desportiva, assim como ao setor da pesca.

2.3.1 Barragens e açudes

As barragens e os açudes correspondem a estruturas transversais, construídas ao longo dos cursos de águas, para fins de captação, transporte e armazenamento de água. Pelas suas características, estas infraestruturas causam relevantes modificações no regime hidrológico, com consequências ao nível dos ecossistemas lóticos, uma vez que o caudal constitui um fator determinante na estrutura e diversidade das comunidades bióticas e, por esta via, no equilíbrio do ecossistema fluvial.

A jusante das referidas infraestruturas verifica-se, habitualmente, a redução do caudal médio, a diminuição da variação sazonal do caudal e a alteração da época de ocorrência dos caudais extremos, com redução da magnitude das cheias e/ou a ocorrência de descargas não naturais. A modificação do regime hidrológico conduz à alteração do padrão da velocidade e da profundidade do escoamento, do regime de transporte sólido e da morfologia do leito, da temperatura e da qualidade da água. Consequentemente, o habitat das espécies aquícolas é afetado, com uma perda de complexidade e diversidade biótica. Também a vegetação ripária tende a sofrer transformações, acompanhando as alterações da geomorfologia do curso de água.

Constituem principais impactes da presença de barragens ou açudes:

- ▶▶ O efeito barreira criado pela infraestrutura que impede, ou limita, a livre circulação das espécies e o *continuum* fluvial;
- ▶▶ A retenção do escoamento e alteração no regime hidrológico;
- ▶▶ As alterações na morfologia fluvial com a criação, a montante, de uma albufeira (passagem de um sistema lótico para um sistema lêntico) e, a jusante, o entalhamento e redução do leito;
- ▶▶ A retenção e alteração do transporte de sedimentos com implicações na erosão fluvial e costeira.

Na RH10 existem pelo menos 18 infraestruturas de retenção e armazenamento de água, das quais sete são infraestruturas de armazenamento em alta (lagoas destinadas ao abastecimento público e regadio) e

11 são barragens ou açudes de retenção (Quadro 2.78). De entre estas infraestruturas, são duas as consideradas grandes barragens, sendo abrangida pelo Regulamento de Segurança de Barragens (RSB).

Quadro 2.76: Infraestruturas de retenção e armazenamento na RH10

INFRAESTRUTURAS DE RETENÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA	ILHA DA MADEIRA	ILHA DE PORTO SANTO	TOTAL RH10
Grandes barragens (abrangidas pelo RSB)	2	-	2
Outras barragens (abrangidas pelo RSB)	-	-	-
Restantes barragens e açudes	2	9	11
Lagoas	5	-	5
Total	8	9	17

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira 2016-2021 (DRAAC, 2017); DRESC (2022).

As duas grandes barragens, abrangidas pela RSB, na RH10, correspondem às seguintes:

- ▶▶ Lagoa da Portela, localizada na ribeira do Passa Remos, pertencente à bacia da Ribeira de Machico;
- ▶▶ Barragem do Pico da Urze, localizada na ribeira do Alecrim, pertencente à bacia da Ribeira da Janela.

De entre as infraestruturas de retenção e armazenamento identificadas, destacam-se, ainda, aquelas consideradas mais relevantes na RH10 sob o ponto vista de abastecimento público ou da utilização para rega (agrícola ou de campos de golfe), elencadas no Quadro 2.77.

Quadro 2.77: Infraestruturas de retenção e armazenamento de maior relevância na RH10

INFRAESTRUTURAS	BACIA
Ilha da Madeira	
Lagoa da Portela	Ribeira Machico
Barragem do Pico da Urze	Ribeira da Janela
Lagoa de Águas Mansas	Ribeira Santa Cruz
Lagoa do Santo da Serra	Ribeira Santa Cruz
Lagoa do Bardo	Ribeira Janela
Açude da Ribeira da Janela	Ribeira Janela
Lagoa do Blandy	Ribeira Funchal
Ilha de Porto Santo	
Açude do Tanque	Porto Santo
Açude da Ponta	Porto Santo
Açude da Ponta	Porto Santo
Açudes da Serra de Dentro	Porto Santo

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira 2016-2021 (DRAAC, 2017); DRESC (2022).

Das duas grandes barragens supracitadas, uma é utilizada para fins de irrigação (Lagoa da Portela) e outra para produção de energia hidroelétrica, mas igualmente para abastecimento público e agrícola. (Barragem do Pico da Urze). A caracterização destas infraestruturas, no que respeita ao ano de conclusão da obra, altura e capacidade de armazenamento, é apresentada no Quadro 2.78.

Quadro 2.78: Caracterização das grandes barragens na RH10

BARRAGENS	FINALIDADE	CONCLUSÃO DA OBRA (ANO)	ALTURA DESDE AS FUNDAÇÕES (M)	CAPACIDADE TOTAL (M ³)	ÁREA TOTAL INUNDADA (M ²)
Lagoa da Portela	Irrigação	2012	22 m	87 800 m ³	Sem informação
Pico da Urze	Produção de energia hidroelétrica	2020	31 m	1 021 000 m ³	72 745 m ²

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira 2016-2021 (DRAAC, 2017); Ampliação do Aproveitamento Hidroelétrico da Calheta – Estudo de Impacte Ambiental (EEM, 2014).

A Lagoa da Portela, localizada na cabeceira da Ribeira do Passa Remos, na freguesia de Santo António da Serra, concelho de Machico, tem por objetivo a beneficiação da rede de rega do concelho de Machico e destina-se ao armazenamento de água, através da integração de aflúncias próprias da Ribeira do Passa Remos e água derivada da Levada da Serra do Faial. Beneficia diretamente a levada do Furado, ramal do Porto da Cruz e ramal do Larano, e as levadas Nova de Machico, Machico-Caniçal e Travessas. Com este armazenamento é garantido o reforço direto do abastecimento de água de rega ao concelho de Machico, refletindo-se, também, positivamente, em maiores disponibilidades de caudal de rega no eixo Funchal-Machico.

A barragem do Pico da Urze, por sua vez, encontra-se implantada na ribeira do Alecrim, na zona do Paul da Serra / Pico da Urze. É uma barragem de enrocamento, alimentada pelos caudais da ribeira do Alecrim e da Levada Velha do Paul, destinando-se, conforme já referido, à produção de energia hidroelétrica. Enquadrada, aquando da sua construção, num projeto mais vasto de ampliação do aproveitamento hidroelétrico da Calheta, juntamente com o reservatório de Restituição da Calheta / Corruché, constitui uma reserva estratégica de água na ilha da Madeira que, no contexto de desfasamento espacial e temporal entre as necessidades e disponibilidades de água, é fundamental para, salvaguardados os caudais ecológicos, garantir a segurança do abastecimento de água para consumo humano, rega, combate a incêndios, produção de energia hidroelétrica, armazenamento de energia e aproveitamento de recursos renováveis intermitentes como a energia eólica (EEM, 2014).

Apresenta-se, no Quadro 2.79, a caracterização de algumas das restantes infraestruturas de retenção e armazenamento de água existentes na RH10 (de acordo com a informação disponível).

Quadro 2.79: Caracterização de outras infraestruturas de retenção e armazenamento na RH10

BARRAGENS	ILHA	LINHA DE ÁGUA	FINALIDADE	CAPACIDADE TOTAL (M ³)	ÁREA TOTAL INUNDADA (M ²)
Lagoa das Águas Mansas	Madeira	Ribeira da Boaventura	Abastecimento / Irrigação	214 000 m ³	23 000 m ²
Lagoa do Santo da Serra		Ribeira de Santa Cruz	Abastecimento / Irrigação	640 000 m ³	74 000 m ²
Açude do Tanque	Porto Santo	Ribeiro do Tanque	Irrigação / Recarga e aquíferos	160 000 m ³	30 000 m ²
Açude da Ponta		Ribeiro da Ponta	Irrigação	5 000 m ³	6 710 m ²
Açude da Lapeira		Ribeiro do Salgado	Irrigação	30 000 m ³	6 550 m ²
Açudes da Serra de Dentro		Ribeira da Serra de Dentro	Irrigação	63 500 m ³	Sem informação

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira 2016-2021 (DRAAC, 2017).

No que respeita à ilha da Madeira, a Lagoa das Águas Mansas, na Camacha, concelho de Santa Cruz destina-se ao armazenamento de águas superficiais da Ribeira da Boaventura e da Levada dos Eiroses, de forma a reforçar o abastecimento do regadio agrícola em Santa Cruz-Machico, com especial incidência no Caniço, Gaula, Camacha, Água de Pena e Santa Cruz, com reflexos positivos em Machico e Funchal. Esta lagoa visa igualmente o reforço do abastecimento público de água potável à freguesia de Santo António da Serra e a reposição dos caudais de regadio do Lanço Sul do Canal dos Tornos.

A Lagoa do Santo da Serra, na freguesia de Santo António da Serra, Concelho de Santa Cruz, destina-se ao armazenamento e disponibilização de água de rega, de forma a beneficiar, diretamente, cerca de 2 195 regantes e sensivelmente 400 hectares de área regada, nos concelhos de Santa Cruz e Machico, mas também com benefícios indiretos nos concelhos limítrofes. Apresenta também potencialidades no uso para abastecimento público de água.

Na Madeira existem ainda, para além das lagoas já mencionadas, a lagoa do Bardo, em Porto Moniz, com uma capacidade de 35 000 m³. Acresce ainda a lagoa do Blandy, no Funchal, de natureza privada, com capacidade acima dos 120 000 m³.

Na ilha de Porto Santo, por sua vez, o açude do Tanque corresponde à maior albufeira, localizado na parte central da ilha, próximo e sensivelmente a leste do aeroporto, numa pequena linha de água, ribeiro do Tanque, que se desenvolve quase paralela à pista. A bacia hidrográfica, além das escorrências naturais, recebe também os escoamentos gerados em parte da área da pista de aterragem. O açude também tem possibilidade de receber mais alguma água quando da ocorrência das raras precipitações, através de uma levada que nele termina e se desenvolve na vertente leste, sensivelmente à curva de nível.

O açude da Ponta fica situado próximo da extremidade Oeste da ilha e destina-se à rega agrícola e do campo de golfe.

O açude da Lapeira situa-se a cerca de um quilómetro a norte do açude da Ponta. Este açude, bem como o açude da Ponta, destinam-se a aproveitar algumas águas pluviais e a receber o efluente tratado da ETAR da Ponta. Tem assim também como finalidades a rega agrícola e do campo de golfe.

Na zona designada por Serra de Dentro, na parte leste da ilha, existem quatro pequenos açudes, que no seu conjunto têm capacidade útil de armazenamento de cerca de 63 500 m³. A água retida nos quatro açudes é parcialmente aproveitada para rega agrícola, nomeadamente através do transporte em cisternas para as áreas de regadio mais afastadas.

Por fim, refira-se, ainda, a barragem de Leacock, a de menor dimensão, situada na bacia do Ribeiro Salgado.

O caudal ecológico corresponde ao regime de caudais que permite assegurar a conservação e a manutenção dos ecossistemas aquáticos naturais, o desenvolvimento e a produção das espécies aquícolas, assim como a conservação e manutenção dos ecossistemas ripícolas associados ao regime hidrológico natural. O regime de caudais ecológicos (RCE) é uma série temporal de caudais que deverão ser mantidos e que variam consoante as diferentes necessidades dos ecossistemas aquáticos ao longo do ano hidrológico, flexível em função das condições hidrológicas naturais que se verificam em cada ano (húmido ou seco). Este deve ser garantido em todas as massas de água, quer pelo lançamento de caudais ecológicos através das infraestruturas hidráulicas existentes, quer mantendo este caudal, que não pode ser captado nem utilizado, nas restantes massas de água.

O enquadramento e conhecimento das componentes associadas ao caudal ecológico são fundamentais para assegurar que os objetivos ambientais são cumpridos. A União Europeia tem entendido que o tratamento destas matérias deve ter uma abordagem coerente e comum no âmbito dos PGRH dos vários Estados Membros, apontando a necessidade de melhorar os parâmetros associados à gestão quantitativa

da água, nomeadamente nos parâmetros que se prendem com as componentes ecológicas, morfológicas e hidrológicas, e também os associados às pressões que afetam o regime hidrológico.

A partir da informação disponível sobre o inventário de barragens e açudes na RH10, foi possível aferir que pelo menos uma das grandes barragens – a Barragem do Pico da Urze – assegura a manutenção do caudal ecológico, com vista a permitir a manutenção das comunidades existentes na ribeira do Alecrim e a qualidade da água a jusante.

Por fim, e ainda no que respeita ao inventário de infraestruturas de retenção na RH10, importa mencionar a existência de um conjunto de estruturas de correção torrencial – açudes – implantadas nas principais ribeiras do Funchal: Ribeira de São João, Ribeira de Santa Luzia e Ribeira de João Gomes. Num conjunto de 12 estruturas (quatro em cada ribeira), implantadas na sequência da aluvião do dia 20 de fevereiro de 2010, tais açudes visam criar um obstáculo à passagem do caudal sólido que é transportado e impulsionado pelas águas da chuva em períodos de precipitação intensa.

2.3.2 Alteração do leito e da margem

A regularização do leito dos cursos de água e, em alguns casos, a sua canalização, ao alterarem as dimensões e introduzirem materiais que artificializam o meio, constituem pressões hidromorfológicas. Os principais impactes decorrentes da regularização de troços de linhas de água e/ou da implementação de infraestruturas nas margens estão relacionados com a perda da galeria ripícola e da conectividade lateral. A regularização fluvial pode também implicar alterações na morfologia (leito e margens) e no escoamento natural.

Como pressões relacionadas com alteração do leito e da margem, e adotando as tipologias referenciadas pela Agência Portuguesa do Ambiente no âmbito da elaboração dos PGRH do Continente (3.º ciclo), podem ser consideradas as seguintes:

- ▶▶ Limpeza - retirada do leito e das margens de sedimentos acumulados, material lenhoso e outros materiais (inclusive lixo) que reduzem a secção de vazão natural;
- ▶▶ Desobstrução - remoção do material solto, incluindo o lenhoso, existente no leito e margens que possam causar obstrução ao escoamento;
- ▶▶ Regularização fluvial - estabilização do leito num determinado alinhamento e com uma dada secção transversal e declive;
- ▶▶ Canalização - criação de uma secção (trapezoidal ou retangular) artificial do leito e das margens;
- ▶▶ Reabilitação ou requalificação - restabelecimento do funcionamento do ecossistema com a possibilidade de recolonização por parte das comunidades fluviais;
- ▶▶ Renaturalização - ações que promovam o restabelecimento das condições naturais do rio e promovam o seu desenvolvimento e dinâmica.

Na RH10 foi contabilizada, de acordo com a informação disponibilizada pela DRESC, entre 2016 e 2021, um total de 182 intervenções, das quais 81 com execução entre 2016 e 2019 e as restantes 101 concretizadas no ano de 2021. Destas, algumas incluíram ações de mais do que uma tipologia anteriormente elencada. Com efeito, foram 101 as intervenções que incluíram ações de limpeza, 14 de reabilitação ou requalificação, 12 de regularização fluvial, 80 de desobstrução e duas de renaturalização, conforme apresentado no Quadro 2.80.

Quadro 2.80: Número de intervenções no leito e margens, por tipologia, na RH10

TIPOLOGIA	N.º DE INTERVENÇÕES		EXTENSÃO INTERVENCIÓNADA (M)
	Total	Com dados de extensão	
2016 - 2019			
Limpeza	10	10	3 045
Desobstrução	65	65	17 475
Regularização fluvial	1	1	320
Canalização	0	0	0
Reabilitação ou requalificação	1	1	160
Renaturalização	0	0	0
Outros	4	4	1 290
SUBTOTAL	81	81	22 290
2021			
Limpeza	91	77	28 318
Desobstrução	15	1	50
Regularização fluvial	11	7	1 285
Canalização	0	0	0
Reabilitação ou requalificação	13	11	1 440
Renaturalização	2	2	470
SUBTOTAL²⁸	101	86	29 023
TOTAL	182	167	51 313

Fonte: DRESC, 2022.

De acordo com a informação disponibilizada pela DRESC, tratam-se de intervenções pontuais em diversos cursos de água que compõem a extensa rede hidrográfica da RH10, que consistiram, maioritariamente, na limpeza e corte de vegetação, desobstrução, regularização do leito e reperfilamento de taludes em pontos críticos e de estrangulamento e plantação de vegetação ripícola.

2.3.3 Inertes

As pressões decorrentes da extração de inertes podem resultar das ações associadas à extração direta de materiais aluvionares com diferentes granulometrias (desde os lodos, siltes e areias até ao cascalho, calhaus e blocos), às ações de limpeza, desassoreamento e dragagem. Estas ações são passíveis de ocorrer em leitos e margens, albufeiras, estuários, áreas portuárias e calas de navegação.

Em áreas públicas, a extração de inertes só é permitida quando se encontra prevista em planos específicos de gestão das águas, enquadrando as medidas de conservação e de reabilitação da rede hidrográfica e

²⁸ O número total de intervenções é inferior à soma das diferentes tipologias, pelo facto de parte das intervenções incluírem ações de mais do que uma tipologia. O mesmo sucede com os valores referentes à extensão, tendo sido considerada a extensão de cada área intervencionada, independentemente de esta ter sido, em simultâneo, alvo de ações de diferentes tipologias.

das zonas ribeirinhas, de conservação e de reabilitação das zonas costeiras e de transição ou as medidas necessárias para a criação ou manutenção de condições de navegação em segurança e de operacionalidade dos portos.

Neste conjunto de intervenções destacam-se, pelo potencial risco associado, as extrações periódicas de inertes destinadas ao desassoreamento de albufeiras e às dragagens realizadas para assegurar as condições de navegabilidade e acessibilidade aos portos comerciais, de pesca, marinas, cais de acostagem ou outras infraestruturas de apoio à navegação.

Constitui igualmente uma pressão hidromorfológica, a colocação em praias do material extraído através das ações de dragagem e de desassoreamento (recarga ou realimentação), uma vez que é responsável por alteração das características físicas da orla costeira.

Tais pressões, adotando, uma vez mais, as tipologias referenciadas pela Agência Portuguesa do Ambiente no âmbito da elaboração dos PGRH do Continente (3.º ciclo), podem agrupar-se em:

- ▶▶ Extração de inertes;
- ▶▶ Dragagens;
- ▶▶ Desassoreamento;
- ▶▶ Assoreamento;
- ▶▶ Recarga ou alimentação artificial de praia;
- ▶▶ Aterros (reclamação de terras).

De acordo com o Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional (PSOEM), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 203-A/2019, de 30 de dezembro, na RH10 a extração de inertes está confinada à costa Sul da ilha da Madeira, sendo efetuada através da dragagem dos fundos marinhos, descarregados no terminal marítimo do Porto Novo e no sítio dos Anjos – Ponta do Sol. Há registo, igualmente, de descargas no cais da Ribeira Brava, no cais do Porto Moniz, neste momento desativados, assim como, em situações de emergência, nos portos do Funchal e do Caniçal.

Esta atividade assume uma importância fundamental na economia da RAM, uma vez que não existem depósitos arenosos exploráveis na zona emersa da ilha. Não obstante, a extração de materiais inertes no leito do mar só pode ser executada como medida necessária à sustentabilidade económica da região, destinando-se apenas às necessidades de consumo regional e sustentada em estudos de quantificação, qualificação e dinâmica sedimentares do leito do mar.

A RAM criou um conjunto de regras, de natureza regulamentar, transpostas para os alvarás que consubstanciam as licenças de extração de materiais inertes, entretanto outorgadas. Estas licenças permitem que sejam cumpridos os parâmetros adequados em termos ambientais, assentes na utilização racional e equilibrada dos recursos hídricos existentes, bem como numa fiscalização e monitorização eficazes.

Na ilha do Porto Santo a dragagem de materiais inertes na praia e leito do mar apenas é destinada à alimentação artificial da praia. A extração de materiais de inertes é interdita no leito do mar e quando efetuada a uma distância de até 200 m para o interior a contar da linha de base.

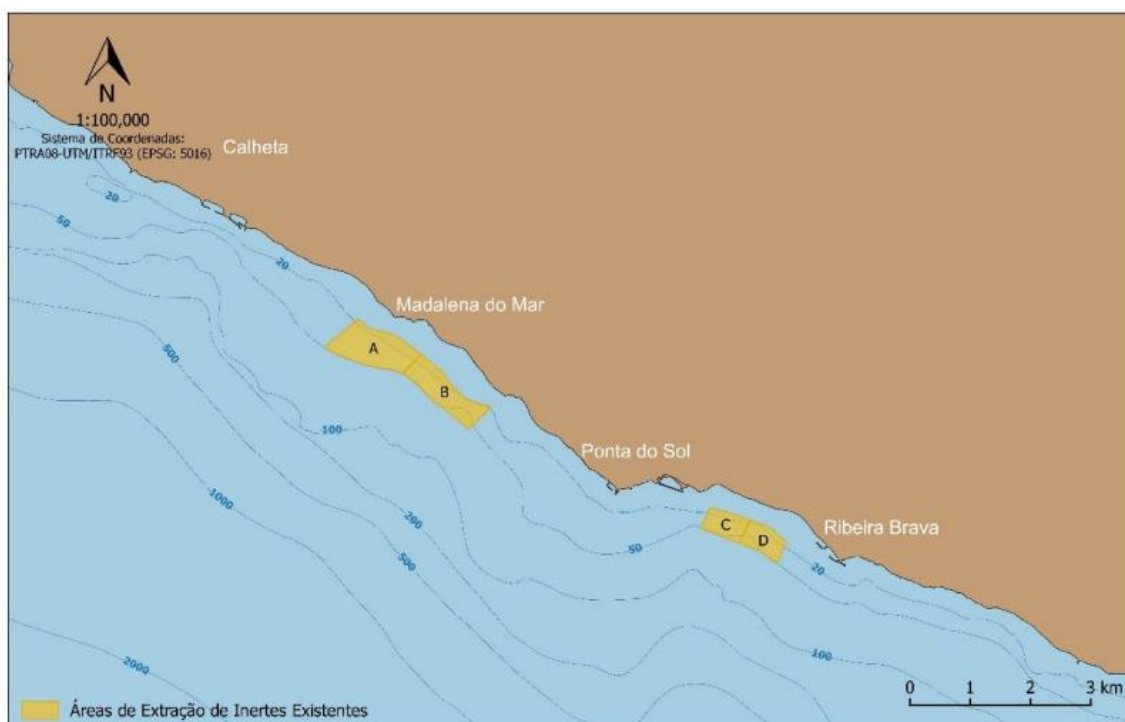
O Decreto Legislativo Regional n.º 22/2018/M, de 12 de dezembro, alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 18/2020/M, de 31 de dezembro, estabelece o regime jurídico da extração comercial de materiais inertes no leito das águas costeiras, territoriais e das águas interiores sujeitas à influência das marés da RAM.

Conforme definido no PSOEM (Governo de Portugal, 2019), são quatro as zonas definidas na RH10 para a atividade de extração de inertes, designadamente:

- ▶▶ Lote A – Zona da Ponta do Leão – entre a foz da Ribeira da Madalena e a capela de N. Sra. Da Vida (distância mínima à linha de costa: 400 metros).
- ▶▶ Lote B – Zona da Madalena do Mar – entre o cais da Madalena do Mar e a foz da Ribeira da Madalena (distância mínima à linha de costa: 400 metros);
- ▶▶ Lote C – Zona do Lugar de Baixo / Tabua – entre a foz da Ribeira da Tabua e a foz da Ribeira da Caixa (distância mínima à linha de costa: 400 metros);
- ▶▶ Lote D – Zona da Ribeira Brava – entra a foz da Ribeira da Tabua e 500 a oeste da proteção marítima do complexo balnear da Ribeira Brava (distância mínima à linha de costa: 350 metros).

A localização das referidas áreas encontra-se representada na Figura 2.24.

Figura 2.24: Áreas permitidas para a extração de inertes na RH10, a partir de 2018



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

Quanto aos volumes de extração, no Quadro 2.81, constam quer as quotas máximas de extração estabelecidas entre os anos 2019 e 2021, quer os volumes efetivamente extraídos.

Quadro 2.81: Volumes extraídos nas áreas permitidas para a extração de inertes na RH10

EXTRAÇÃO	2019	2020	2021
Quota máxima de extração (m³)	126 000	126 000	144 058
Volume extraído (m³)	107 660	107 418	134 737

Fonte: DRM, 2022.

Importa ainda mencionar que, segundo informação disponibilizada pela DRM, são sete as empresas licenciadas para a atividade de extração de inertes no leito do mar na RH10, correspondendo a cada empresa um sétimo da quota anual estabelecida.

Relativamente aos impactes das extrações, de acordo com o PSOEM (Governo de Portugal, 2019), estudos efetuados permitem concluir que durante a maior parte do ano, em condições de agitação marítima média, os sedimentos de fundo não são remobilizados ou só o são de forma incipiente. Em condições de agitação marítima mais energética, os sedimentos são remobilizados até profundidades superiores a 30 m. Com efeito, a atividade extrativa não tem influência na dinâmica de praias adjacentes, quando realizada a profundidades superiores a 15 m. Todavia, pela sua natureza, esta atividade provoca a diminuição progressiva da espessura da camada sedimentar não consolidada, sendo a mesma gerida como recurso não renovável. No entanto, a experiência de gestão, entretanto acumulada, conjugada com a análise dos levantamentos dos fundos marinhos efetuados pelo Instituto Hidrográfico em zonas de extração entretanto desativadas (por exemplo Paul do Mar – Jardim do Mar) permitem supor a existência de reposição sedimentar, com origem nas descargas de materiais em suspensão carreados pelas ribeiras em regime torrencial, após fortes episódios pluviais.

Segundo informação disponibilizada pela DRESC, em 2021, foram ainda extraídos inertes na área de foz das Ribeira de São João e das ribeiras de João Gomes e de Santa Luzia (concelho do Funchal), bem como na Ribeira dos Socorridos (concelho de Câmara de Lobos). As intervenções em causa e respetivos volumes extraídos correspondem aos seguintes:

- ▶▶ 1 intervenção no segmento terminal do leito das Ribeiras de João Gomes e Santa Luzia, localizada no concelho do Funchal – volume extraído de 490 m³;
- ▶▶ 1 intervenção no segmento terminal do leito da Ribeira de São João, localizada no concelho do Funchal – volume extraído de 290 m³;
- ▶▶ 1 intervenção no segmento terminal do leito da Ribeira dos Socorridos, localizada no concelho do Funchal / Câmara de Lobos (ribeira delimita ambos os concelhos) – volume extraído inferior a 500 m³.

Ainda neste contexto, importa fazer menção à imersão de dragados na RH10, isto é, a deposições de sedimentos resultantes de dragagens efetuadas para o desassoreamento e libertação dos canais de navegação nas entradas dos portos e barras ou construção de estruturas.

De acordo com o PSOEM (Governo de Portugal, 2019), a imersão de dragados no mar, corresponde a deposições de sedimentos resultantes de operações de extração periódica de inertes, sendo uma das formas mais frequentes para o depósito de materiais que não apresentem restrições ambientais significativas por ser a de mais fácil acesso e economicamente mais vantajosa, se a sua natureza física e química não permitir a sua utilização económica para outras finalidades, como seja para fins de defesa costeira e litoral. Ainda assim, a imersão de dragados no mar exige procedimentos técnico-científicos adequados de forma a não comprometer em termos de risco ambiental, garantindo-se assim, o bom estado ambiental das águas marinhas.

Na RAM, o enquadramento legal referente à caracterização e gestão de dragados rege-se pela Portaria n.º 1450/2007 de 12 de novembro, que prevê a amostragem e caracterização prévia dos materiais sedimentares no que se refere à densidade, percentagem de sólidos, granulometria e carbono orgânico total, as classes de contaminação dos sedimentos, o número de estações de amostragem em função da volumetria a dragar e o seu destino final.

A imersão de materiais no mar decorre das operações de dragagem e manutenção, maioritariamente, da bacia portuária do Funchal e, com menor significado, no terminal do Porto Novo e no cais de Machico e

Porto Santo. Na ilha da Madeira foi delimitada uma área destinada à deposição de dragados, encontrando-se a mesma representada na Figura 2.25.

Figura 2.25: Local definido para a imersão de dragados na RH10



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

Na ilha do Porto Santo, por sua vez, os dragados são utilizados na deposição direta como alimentação da praia (recarga ou alimentação artificial).

Ainda no que concerne à alimentação artificial da zona costeira da ilha de Porto Santo, no PSOEM (Governo de Portugal, 2019) é proposta uma mancha de empréstimo, baseada em resultados de estudos técnico-científicos e nos critérios estabelecidos pelo Grupo de Trabalho dos Sedimentos para alimentação de praias na costa ocidental de Portugal Continental, nomeadamente quanto ao diâmetro médio da areia, teor de partículas finas, profundidade dos depósitos sedimentares e a distância ao local a alimentar. A localização da referida mancha apresenta-se na Figura 2.26.

Figura 2.26: Mancha de empréstimo proposta para a artificialização da praia do Porto Santo



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

O volume potencial de sedimento da mancha foi estimado em cerca de $5 \times 10^6 \text{ m}^3$ de areia, considerando a área total, que os depósitos poderão ser dragados até 1 m abaixo do fundo do mar e admitindo que as características dos sedimentos superficiais são representativas do primeiro metro da camada.

2.3.4 Intervenções / infraestruturas costeiras

As configurações hidromorfológicas da orla costeira, a qualidade ambiental e os ecossistemas são fortemente influenciados pelos diferentes processos dinâmicos naturais e pelas ações e intervenções antrópicas. Nas zonas costeiras ocorrem alterações hidromorfológicas devido a obras como: oleodutos, proteção de margens, represas, portos e outras infraestruturas portuárias, molhes, praias artificiais e recuperadas, etc. Estas pressões podem pôr em causa o estado ecológico das massas de água e o cumprimento dos objetivos ambientais contemplados na Diretiva Quadro da Água, pois alteram o regime de marés e de correntes, com reflexos nas características físicas e químicas.

Neste estudo distinguem-se as alterações morfológicas das alterações hidrodinâmicas, a fim de facilitar a classificação das pressões e a identificação dos seus efeitos mais significativos. Em todo o caso, deve-se ter em conta a estreita relação entre a morfologia das zonas costeiras e as características hidrodinâmicas: qualquer alteração morfológica provocará mudanças mais ou menos significativas no fluxo de água, assim como todos os elementos incluídos nas alterações hidrodinâmicas representam uma alteração da morfologia original do corpo de água.

As alterações morfológicas englobam todas as intervenções e infraestruturas que supõem uma modificação da profundidade, das características do substrato e da situação da zona de oscilação da maré. Refira-se, no entanto, que na Madeira a maré tem uma amplitude significativamente mais reduzida que no continente. Neste tipo de alterações incluem-se as seguintes:

- ▶▶ Fixação de margens: São consideradas como elementos que modificaram por completo as margens naturais das massas de água e, portanto, o tipo de habitat existente;
- ▶▶ Conquista de áreas ao meio aquático: consideradas áreas em que ocorreu uma perda total do funcionamento do ecossistema aquático, ou seja, zonas que desapareceram como massa de água. Na identificação dos terrenos conquistados ao mar usaram-se ferramentas básicas que assentam na comparação entre a morfologia atual e a constante em mapas, cartas náuticas ou outra informação histórica;
- ▶▶ Dragagens: São consideradas pelo seu efeito sobre a profundidade, as características do substrato e a perturbação dos fundos.

As alterações hidrológicas, por sua vez, incluem os elementos antropogénicos que alteram diretamente o regime de correntes e marés, assim como o fluxo de entradas de água doce. Estas pressões diferenciam-se das alterações morfológicas porque o seu efeito repercute-se principalmente no fluxo da água. Como alterações deste tipo, refere-se o efeito da presença de:

- ▶▶ Quebra-mares: Estruturas rígidas de engenharia costeira que têm como finalidade principal proteger a entrada de um porto da onda dominante, embora sejam também utilizadas como estruturas de proteção costeira. Podem ser estruturas do tipo aderente (correspondendo, neste caso, a paredões), do tipo destacado (construídos a certa distância da costa), ou podem ter uma das extremidades ancorada em terra (adquirindo normalmente forma encurvada ou em L). Estas estruturas impedem o fluxo da água através da sua estrutura, provocando um desvio da circulação em torno de si e modificando a velocidade e direção das correntes locais. Os quebra-mares destacados dispõem-se de forma grosseiramente paralela à linha de costa, pelo que subtraem a zona interna da incidência direta da agitação marítima. Consequentemente, acabam por criar novas condições em que a difração da onda nas extremidades do quebra-mar propiciam, na zona de sombra, transporte sedimentar convergente, do que resulta a formação de uma praia saliente;
- ▶▶ Esporões: Estruturas rígidas de engenharia costeira, dispostas transversalmente ao desenvolvimento da linha de costa, e que normalmente são utilizadas na proteção contra a erosão costeira. A sua função principal é a de reter, pelo menos parcialmente, a deriva litoral, minimizando os problemas de erosão costeira a barlar da estrutura. Tal como os quebra-mares estas estruturas impedem o fluxo da água através da sua estrutura, provocando um desvio da circulação em torno de si e modificando a velocidade e direção das correntes locais. Devido à sua disposição transversal, os esporões interrompem, como se disse, a deriva litoral (pelo menos na fase inicial), o que induz acumulação de areia a barlar e, consequentemente, confere proteção efetiva às construções aí existentes. Por outro lado, pela mesma razão, provocam erosão suplementar a sotamar, o que, normalmente, obriga à construção de outros esporões;
- ▶▶ Pontões: Construções semelhantes aos esporões, mas com a diferença de serem assentes em pilares, permitindo o fluxo de água através da sua estrutura e, dessa forma, afetando menos a circulação geral;
- ▶▶ Emissários submarinos: Estruturas submersas compostas por tubos de descarga de águas residuais.

A análise da presença de tais intervenções ou infraestruturas permitiu dividir duas áreas costeiras (A e B), a saber:

- ▶▶ Área A – correspondente às massas de água COSTMADI1 e COSTMADI2, com particular incidência na costa sul da ilha da Madeira. É nesta área que existe a maior concentração de estruturas

permanentes, construídas para proteção da costa contra a ação erosiva provocada pela agitação marítima. Por se tratar de estruturas de pequena dimensão, a sua interferência é reduzida por comparação com a extensão da área em análise.

- ▶▶ **Área B** – correspondente à massa de água COSTPORI, com particular incidência na costa sul da ilha do Porto Santo. Nesta área existe uma pequena concentração de estruturas permanentes.

Conforme sintetizado no Quadro 2.82, e com referência aos dados apresentados no PGRH 2016-2021, na RH10 encontram-se inventariadas 72 intervenções / infraestruturas costeiras, das quais 36 fixações de margem, 26 quebra-mares, três esporões e sete emissários submarinos.

Quadro 2.82: Intervenções / infraestruturas costeiras existentes na RH10

ÁREA	MASSAS DE ÁGUA	N.º DE INTERVENÇÕES				
		Esporões	Quebra-mar	Fixação da margem	Emissários	Total
Área A	COSTMADI1	0	13	18	0	31
	COSTMADI2	3	11	18	4	36
Área B	COSTPORI	0	2	0	3	5
TOTAL		3	26	36	7	72

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira (RH10), Volume I – Relatório, Parte 2 – Caracterização e Diagnóstico (DROTA, 2014); PSOEM (Governo de Portugal, 2019).

A extensão das intervenções / infraestruturas anteriormente citadas, com exceção dos emissários submarinos, é apresentada no Quadro 2.80.

Quadro 2.83: Extensão das intervenções / infraestruturas costeiras existentes na RH10

TIPOLOGIA	N.º DE INTERVENÇÕES		EXTENSÃO (M)
	Total	Com dados de extensão	
Esporões	3	3	366
Quebra-mar	26	26	8138
Fixação da margem	36	36	32409
TOTAL	65	65	29023

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira (RH10), Volume I – Relatório, Parte 2 – Caracterização e Diagnóstico (DROTA, 2014).

As intervenções / infraestruturas concentram-se, maioritariamente, ao longo da costa da ilha da Madeira, especialmente na área Oeste, onde a ondulação é mais forte. No Porto Santo, estes tipos de infraestruturas concentram-se na costa Sul da ilha.

Para além das intervenções supramencionadas, refiram-se, ainda, as mais recentes levadas a cabo pela APRAM, S.A. nas falésias/arribas alcantiladas que confinam com as infraestruturas, bem como nas áreas da orla costeira que integram a sua área de jurisdição, a saber:

- ▶▶ Consolidação da falésia do Cais da Ponta do Sol – concluída em 2019;
- ▶▶ Consolidação da falésia do Cais da Madalena do Mar – em curso (à data de julho de 2022);
- ▶▶ Consolidação da falésia do Cais da Ribeira Brava – concluída;
- ▶▶ Consolidação da falésia junto à estrada de acesso ao Cais de Santa Cruz – em curso (à data de julho de 2022).

- ▶ Intervenção em toda a frente mar do Funchal, com especial destaque para a efetuada entre a Empresa de Eletricidade e Forte de São Tiago – concluída em 2014.

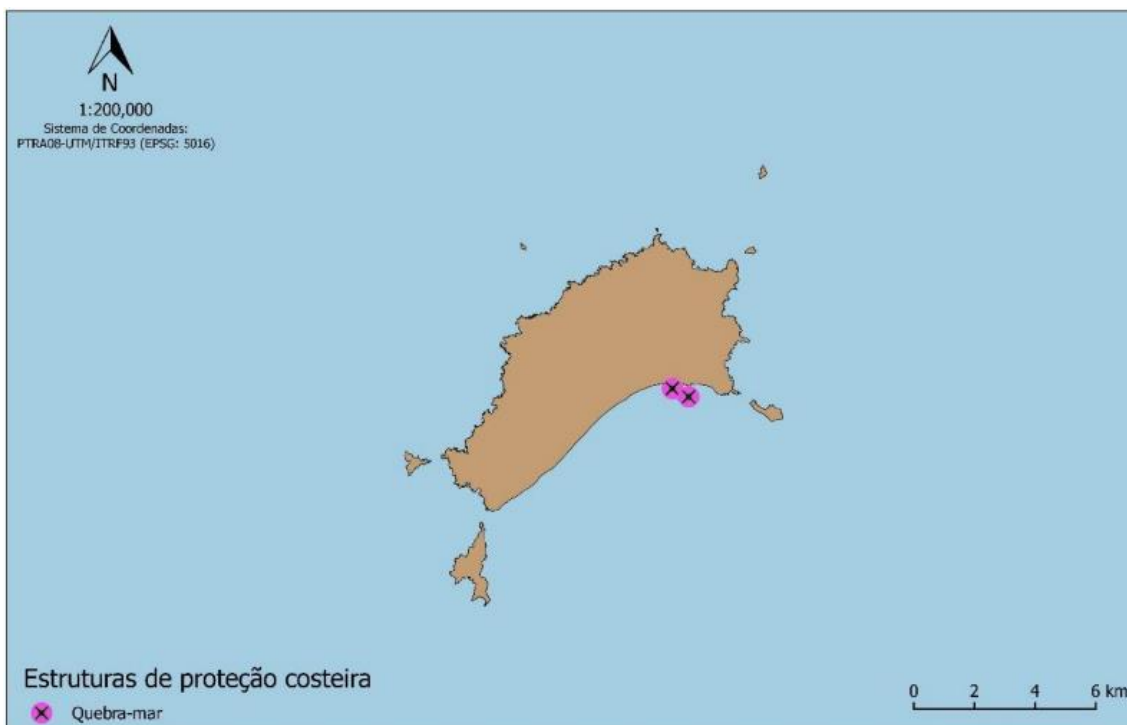
Nas figuras Figura 2.27 e Figura 2.28, respetivamente, encontram-se representadas espacialmente as localizações dos quebra-mares na Ilha da Madeira e na Ilha de Porto Santo.

Figura 2.27: Localização dos quebra-mares na RH10 – Ilha da Madeira



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

Figura 2.28: Localização dos quebra-mares na RH10 – Ilha de Porto Santo



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

Por sua vez, a localização das intervenções de fixação de margens e dos esporões, apenas existentes na Ilha da Madeira, é apresentada, respetivamente, na Figura 2.29 e na Figura 2.30.

Figura 2.29: Localização das fixações de margem na RH10 – Ilha da Madeira



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

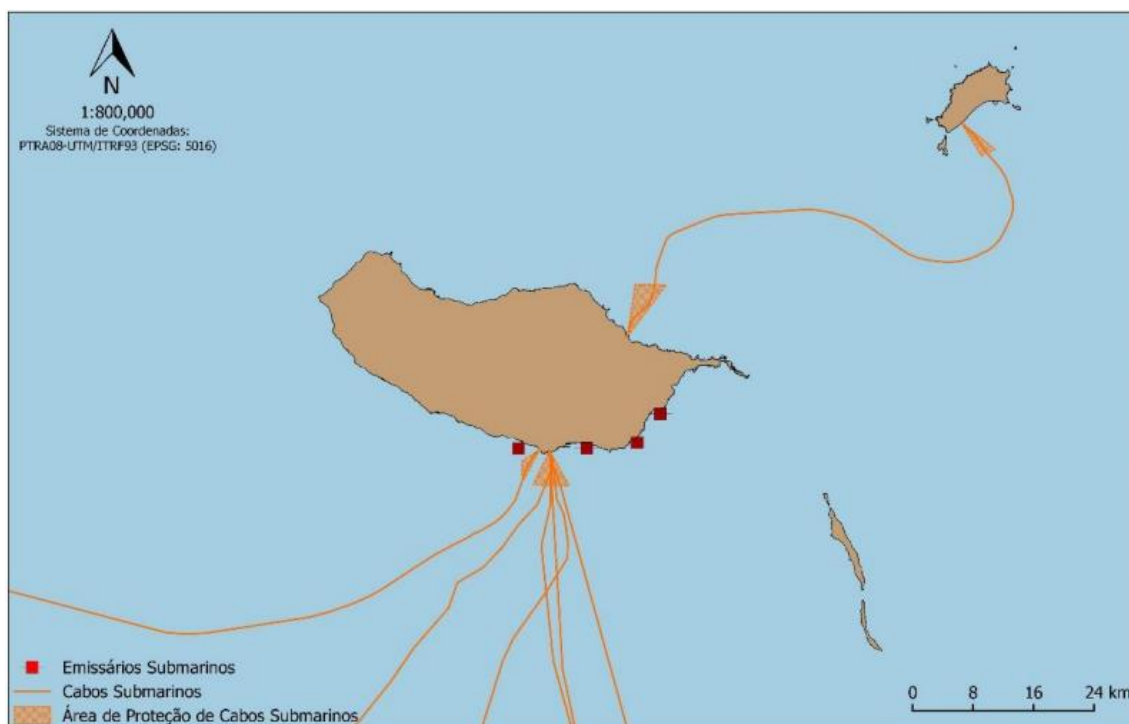
Figura 2.30: Localização dos esporões na RH10 – Ilha da Madeira



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

Quanto aos emissários submarinos, estão localizados na costa sul da ilha da Madeira e na costa sul da ilha do Porto Santo, onde se regista um maior aglomerado populacional. Na ilha da Madeira, contabilizam-se quatro emissários submarinos: o emissário submarino de Câmara de Lobos; o emissário submarino do Funchal; o emissário submarino do Caniço; e o emissário submarino de Santa Cruz (Figura 2.31).

Figura 2.31: Emissários submarinos e cabos submarinos existentes na RH10 – Ilha da Madeira

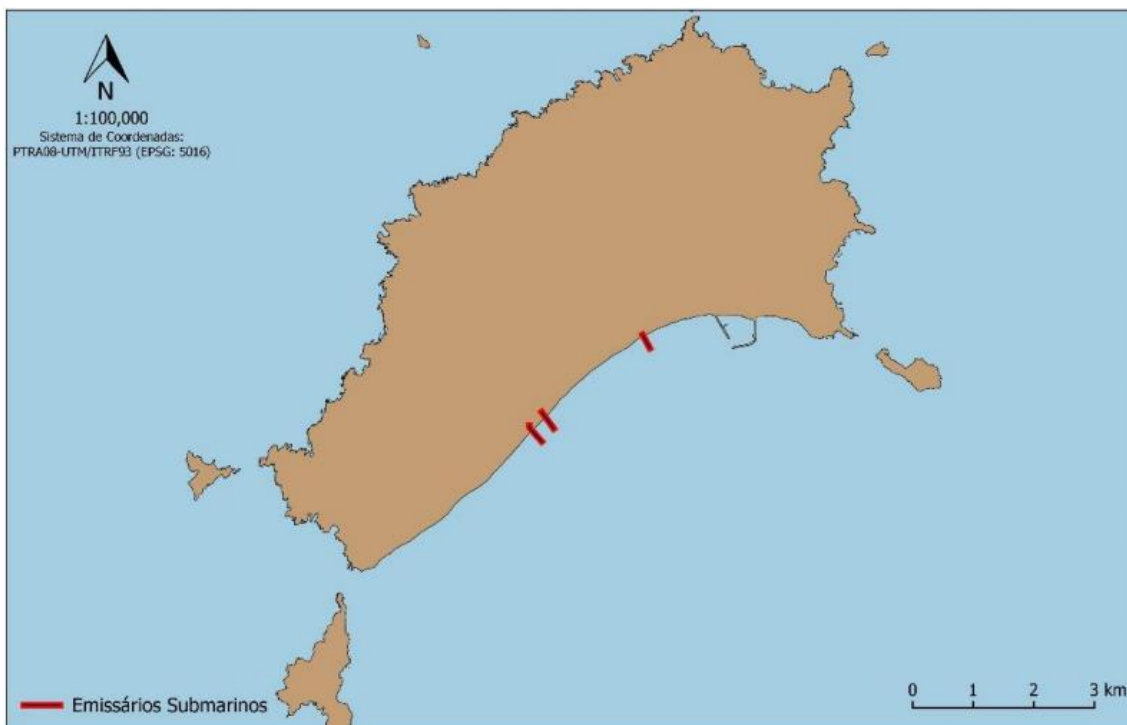


Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

Na ilha do Porto Santo, por sua vez, existem três emissários submarinos (de emergência), designadamente: o emissário de emergência do Ribeiro Salgado; o emissário de emergência Ribeiro Cochino; e o emissário de emergência do Penedo (Figura 2.32).

Os emissários submarinos são constantemente monitorizados de forma a avaliar os impactos que possam ter no ecossistema marinho.

Figura 2.32: Emissários submarinos existentes na RH10 – Ilha de Porto Santo



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

As restantes massas de água costeiras do arquipélago da Madeira, COSTMADP1, COSTMADP2, COSTDESI, COSTSELI1, COSTSELI2 não apresentam estruturas edificadas nas massas de água ou em zonas litorais adjacentes. Geograficamente, as massas de água COSTMADP1 e COSTMADP2 não apresentam contacto com as ilhas enquanto as massas de água COSTDESI, COSTSELI1 e COSTSELI2 circundam, respetivamente, as ilhas desertas e selvagens.

2.3.5 Instalações portuárias

Enquanto estruturas físicas localizadas na margem de rios, estuários ou mares, para a atracação de barcos e navios e receção e despacho de mercadorias, os portos alteram as características naturais das massas de água, constituindo uma pressão hidromorfológica. Consoante a sua localização podem ser classificados como marítimos, quando se situam na margem dos oceanos, ou fluviais, quando localizados na margem de rios e estuários.

As atividades desenvolvidas nas instalações portuárias (navegação e reparação naval) podem também constituir uma pressão qualitativa, na medida em que acarretam potenciais riscos para o estado das massas de água. A necessidade de se manterem determinadas profundidades nos portos e nas vias de acesso e calas de navegação requer a realização de ações frequentes de dragagem, uma outra tipologia de pressão hidromorfológica, já abordada anteriormente neste documento.

Na RH10, as áreas de jurisdição dos principais portos são da responsabilidade da Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira, S.A. (APRAM, S.A.), entidade responsável por gerir as áreas portuárias, e da Vice-Presidência do Governo Regional.

Conforme disposto no PSOEM (Governo de Portugal, 2019), as infraestruturas portuárias na RH10 que se encontram sob a alçada da APRAM, S.A., estão divididas em três categorias, a saber:

- ▶▶ Portos principais, com abrangência de 3 milhas náuticas;
- ▶▶ Portos secundários ou de 2.º nível, com abrangências 1,5 milhas náuticas;
- ▶▶ Portos terciários ou de 3º nível, com abrangências de 500 metros lineares.

A identificação das infraestruturas portuárias existentes, por categoria, é apresentada no Quadro 2.84.

Quadro 2.84: Infraestruturas portuárias na RH10

CATEGORIA	N.º	DESIGNAÇÃO
Portos principais	3	Porto do Funchal, Porto do Caniçal e Porto de Porto Santo
Portos secundários	4	Porto do Porto Novo, Porto de Câmara de Lobos, Porto do Porto Moniz e Porto da Calheta
Portos terciários	4	Porto de Machico, Porto da Ribeira Brava, Porto do Paul do Mar e Porto de Santa Cruz
TOTAL		11

Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019); APRAM, S.A. (2022).

O porto do Funchal, do Caniçal e do Porto Santo são as principais infraestruturas portuárias, sendo através destes portos que a região estabelece as ligações marítimas com o exterior.

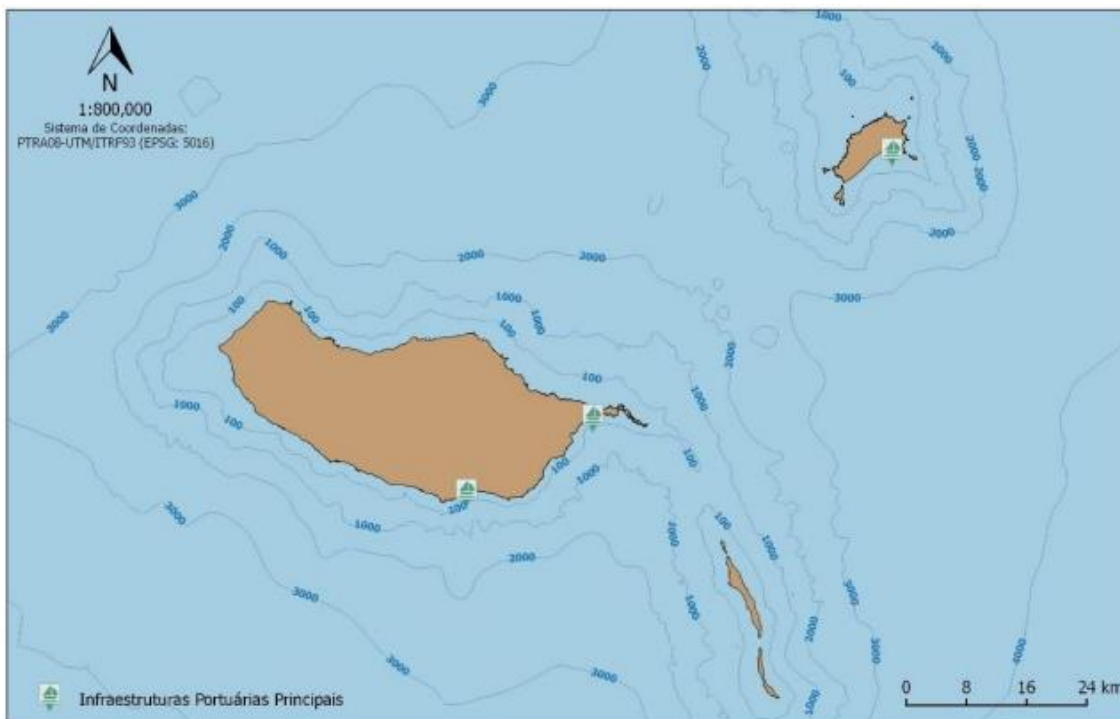
O Porto do Funchal encontra-se localizado na baía da cidade do Funchal. Nos últimos anos, o porto do Funchal foi alvo de profundas reestruturações. A incapacidade de lidar com a multiplicidade de atividades comerciais e turísticas levou à reestruturação do porto, passando a dedicar-se ao turismo de cruzeiros e às atividades náuticas, passando a atividade comercial para o porto do Caniçal.

Localizado no extremo este da costa Sul da ilha da Madeira, o Porto do Caniçal é um porto comercial responsável pela movimentação de cargas comerciais (carga contentorizada, carga geral, granéis sólidos e líquidos). A sua envolvente representa uma importante plataforma logística para a região, abrigando diversos serviços e indústrias.

O Porto do Porto Santo situa-se na extremidade leste da costa Sul da ilha do Porto Santo, sendo um porto artificial, construído em meados da década de 80 do século passado. Este porto tem como finalidade, o transporte de pessoas e mercadorias e o desenvolvimento de atividades recreativas e desportivas.

A Figura 2.33 representa espacialmente a localização dos três principais portos da RH10.

Figura 2.33: Principais infraestruturas portuárias na RH10



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

No que respeita aos portos secundários, o Porto do Porto Novo localiza-se no concelho de Santa Cruz e destina-se à descarga de inertes.

O Porto de Câmara de Lobos inclui uma área portuária e dispõe de um cais acostável de 45 m de comprimento, com fundos entre -3 m e -4 m (ZH), destinado a embarcações de pesca, marítimo-turísticas e de recreio. Neste porto está incluído o antigo terminal dos Socorridos, vocacionado para a descarga de cimento a granel e caracterizado por ter fundos de -8,0 metros (ZH), o que permite a acostagem de navios até 120 m de comprimento e calado máximo de 7 m.

Por sua vez, o Porto do Porto Moniz possui um molhe de abrigo com um cais no intradorso com cerca de 130 m de comprimento e fundos até -8 m (ZH). As principais funções desempenhadas pelo cais destinam-se a servir de apoio à pesca artesanal e lúdica e à náutica de recreio.

Por fim, o Porto da Calheta dispõe de um cais acostável com cerca de 100 m de comprimento, com fundos cerca de -3,8 m (ZH).

A localização dos quatro portos secundários encontra-se representada na Figura 2.34.

Figura 2.34: Localização dos portos secundários na RH10



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

Quanto aos portos terciários, refira-se que o Porto de Machico dispõe de dois cais acostáveis, um com 90 m de comprimento e outro com 60 m de comprimento e com fundos até -6 m (ZH), tendo como principais funções receber as embarcações de pesca local, marítimo-turísticas e náutica de recreio.

O Porto da Ribeira Brava dispõe de dois cais acostáveis, um com 50 m de comprimento e outro com 80 m de comprimento. As suas principais funções consistem em receber algumas embarcações de pesca local, marítimo turísticas e náutica de recreio.

Destinado a servir a pesca artesanal e lúdica, náutica de recreio e atividades marítimo turísticas, o Porto do Paul do Mar dispõe de um molhe de abrigo com aproximadamente 169 m de comprimento e fundos entre -1m e -4 m ZH.

O Porto de Santa Cruz dispõe de um molhe de abrigo com aproximadamente 50 m de comprimento e tem como propósito servir a pesca artesanal, náutica de recreio e atividades marítimo turísticas.

Os quatro portos terciários encontram-se representados espacialmente na Figura 2.35.

Figura 2.35: Localização dos portos terciários na RH10



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

Ainda segundo o PSOEM (Governo de Portugal, 2019), na RH10 existem ainda diversas infraestruturas secundárias que proporcionam o acesso ao mar em condições de segurança adequadas (Figura 2.36). Tratam-se essencialmente de rampas, cais e pontões que têm apoiado o desenvolvimento da atividade marítimo-turística ou que, pelo menos, têm potencial para servir essa atividade.

Embora não estejam referenciados enquanto portos secundários ou terciários, importa referir também o cais da Madalena do Mar e o cais de Santa Cruz (debaixo da cabeceira do aeroporto), o cais do Seixal, assim como alguns pontões, pontes cais ou outras estruturas fixas de acostagem de embarcações que existem ao longo da costa.

Figura 2.36: Infraestruturas de acesso ao mar como pequenos cais e rampas na RH10



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

No que respeita à existência de marinas e portos de recreio, a RH10 dispõe, ainda, de cinco infraestruturas principais dotadas de abrigo contra a agitação marítima. Cinco destas infraestruturas, localizam-se na costa sul da ilha da Madeira e uma na ilha do Porto Santo:

- ▶▶ Ilha da Madeira: Marina do Funchal; Marina Quinta do Lorde; Porto de Recreio de Machico; e Porto de Recreio de Santa Cruz.
- ▶▶ Ilha de Porto Santo: Marina do Porto Santo

Importa ainda referir a doca destinada às atividades marítimo-turísticas, junto do porto do Funchal. Esta doca dispõe de um cais acostável com cerca de 200 m de comprimento e uma profundidade mínima de serviço de - 3,5 m (ZH).

2.3.6 Pontes e viadutos

A construção de densas redes de vias de comunicação alterou as características geomorfológicas dos territórios e interferiu, diretamente, no escoamento superficial e subterrâneo. De modo a evitar o efeito de barreira criado pelos aterros associados às vias de comunicação, bem como restabelecer o escoamento natural, foram construídas passagens hidráulicas, pontões, pontes e viadutos que, artificializando e afetando as características físicas dos leitos e das margens, representam uma pressão hidromorfológica.

A presente inventariação atendeu quer às passagens hidráulicas construídas para restabelecer o escoamento natural e as linhas de água, quer a obras de arte especiais, como pontes e viadutos, existentes na RH10.

As pontes e viadutos construídos para restabelecer os cursos de água intercetados pelas vias de comunicação, nos casos em que não abrangem a totalidade do leito menor, podem ser responsáveis por alterações significativas no escoamento natural (direção, velocidade), assim como pela artificialização do leito e das margens com a construção de pilares, muros e encontros. Nos casos em que as fundações de uma ponte são responsáveis pela criação de um desnível, ou degrau, intransponível pela ictiofauna, estas estruturas devem ser consideradas como um obstáculo com impactes no continuum fluvial.

Na RH10, com base na informação fornecida pela Direção Regional de Estradas (DRE), em termos de obras de arte, foram identificadas 221 pontes, 274 passagens hidráulicas, 32 viadutos e 12 pontes/viadutos, num total de 539.

2.4 PRESSÕES BIOLÓGICAS

Na RH10, como pressões biológicas identificadas há a referenciar, pela sua maior significância, a introdução / dispersão de espécies exóticas invasoras e a remoção / exploração de espécies (pesca e aquacultura *inshore* e *offshore*). É ainda considerada a introdução de doenças, não obstante este fator de alteração não se configurar como pressão significativa sobre as massas de água.

2.4.1 Introdução de espécies

Considera-se como espécie não indígena, alóctone ou exótica, a espécie, a subespécie ou o *taxon* inferior não originários do território nacional ou duma sua unidade geograficamente isolada, como bacias hidrográficas ou ilhas, nem tendo aí área natural de distribuição, passada ou presente. Dessas algumas podem ser consideradas invasoras quando constituem uma ameaça para a diversidade biológica num dado território.

A introdução de espécies não nativas ou exóticas potencialmente invasoras tem vindo a aumentar com a intensificação da globalização do trânsito de bens e pessoas e é considerada uma das principais ameaças à biodiversidade, em particular no ambiente marinho, sendo a segunda maior causa de perda de biodiversidade, só superada pelas perdas devido à destruição de habitats.

O carácter invasor de algumas espécies exóticas deve-se às suas características intrínsecas, como sejam uma grande tolerância às condições ambientais, gerações curtas, maturação sexual precoce, elevada fecundidade e plasticidade na dieta, que contribuem para a colonização bem-sucedida de novas áreas. As características dos habitats também determinam a sua suscetibilidade à invasão por espécies exóticas, verificando-se uma predominância de invasões em ecossistemas perturbados e áreas com uma riqueza específica naturalmente reduzida.

Embora o fator “competição” seja uma constante da dinâmica das comunidades, a introdução de espécies alóctones ou o favorecimento das condições que possibilitem o crescimento de espécies “generalistas” em prejuízo de outras “especialistas”, causa disfunções nas relações inter e intraespecíficas das populações, ocasionando o desaparecimento de espécies indígenas e, a médio e longo prazo, o aparecimento de espécies com comportamento invasor.

Como efeitos negativos da introdução de espécies, destacam-se:

- ▶▶ Introdução de genes: risco de potencial hibridação com as espécies nativas, sobretudo com espécies economicamente valiosas ou espécies ameaçadas; introdução de genótipos alienígenas;

- ▶▶ Competição interespecífica entre as espécies residentes e as espécies introduzidas;
- ▶▶ Introdução de novas pragas, agentes patogénicos e parasitas que afetam as espécies nativas;
- ▶▶ Alterações nas cadeias alimentares;
- ▶▶ Homogeneização das comunidades marinhas de todo o mundo com diminuição da biodiversidade global;
- ▶▶ Poluição biológica;
- ▶▶ Degradação de reservas marinhas, áreas protegidas e outros locais importantes.

Em contrapartida, enquanto possíveis efeitos positivos, referem-se:

- ▶▶ Aprovisionamento adicional de alimento da fauna nativa;
- ▶▶ Complexificação estrutural do habitat: macrófitas exóticas constituem um habitat adicional, que pode ser colonizado pela epifauna, juvenis de peixes, etc.;
- ▶▶ Proporcionam novos produtos, com valor económico, viáveis no mercado da alimentação humana e animal (ex. *Undaria pinnatifida*, alga utilizada na alimentação);
- ▶▶ Recursos alimentares para os seres humanos ou biota residente.

O Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho, estabelece o regime jurídico aplicável ao controlo, à detenção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies exóticas e assegura a execução, na ordem jurídica nacional, do Regulamento (UE) n.º 1143/2014, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2014, relativo à prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras e que revoga o Decreto-Lei n.º 565/99, de 21 de dezembro que regula a introdução na natureza de espécies não indígenas da fauna e da flora.

Especificamente para o arquipélago da Madeira, destaque ainda para o Decreto Legislativo Regional n.º 27/99/M, de 28 de agosto, que regula a detenção, a importação e a introdução no território da Região Autónoma da Madeira de espécies não indígenas da fauna.

No que concerne às massas de água interiores, e na ausência de informação mais atualizada sobre a inventariação de espécies não indígenas, a análise reporta-se aos dados apresentados no PGRH 2016-2021, onde é feita uma análise desagregada por espécies de flora, invertebrados, ictiofauna e anfíbios.

Quanto à flora, e segundo a fonte anteriormente mencionada, no Quadro 2.85, são identificadas as espécies de flora não indígenas com ocorrência confirmada em ambientes dulçaquícolas da RH10.

Quadro 2.85: Espécies não indígenas de flora características de ambientes dulçaquícolas na RH10

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
Divisão Pteridophyta (Fetos)	
<i>Adiantum raddianum</i>	Adiantaceae
<i>Selaginella kraussiana</i>	Selaginellaceae
Divisão Spermatophyta (Angiospérmicas)	
<i>Colocasia esculenta</i>	Araceae
<i>Zantedeschia aethiopica</i>	Araceae
<i>Ageratina adenophora</i>	Asteraceae
<i>Ageratina riparia</i>	Asteraceae

NOME CIENTÍFICO	FAMÍLIA
<i>Cyperus alterniflorus</i>	Cyperaceae
<i>Cyperus eragrostis</i>	Cyperaceae
<i>Cyperus papyrus</i>	Cyperaceae
<i>Kyllinga brevifolia</i>	Cyperaceae
<i>Juncus foliosus</i>	Juncaceae
<i>Juncus hybridus</i>	Juncaceae
<i>Juncus sorrentinii</i>	Juncaceae
<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae
<i>Mentha x piperita</i>	Lamiaceae
<i>Mentha x villosa</i>	Lamiaceae
<i>Arundo donax</i>	Poaceae
<i>Brachiaria mutica</i>	Poaceae
<i>Duchesnea indica</i>	Rosaceae
<i>Populus alba</i>	Salicaceae
<i>Salix alba. x fragilis</i>	Salicaceae
<i>Salix babylonica</i>	Salicaceae
<i>Hedychium gardneranum</i>	Zingiberaceae

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira (RH10), Volume I – Relatório, Parte 2 – Caracterização e Diagnóstico (DROTA, 2014).

Como como espécies introduzidas na macrofauna invertebrada das águas interiores da RH10, o PGRH 2016-2021, citando o PRAM (PROCESL *et al.*, 2003), faz menção às seguintes: *Baetis rhodani* e *Cloeon dipterum* (Efemeroptera); *Asellus aquaticus* (Isopoda); *Gyraulus parvus* e *Planorbarius corneus corneus* (Gastropoda); e *Helobdella stagnalis* (Hirudinea).

Quanto à ictiofauna, o arquipélago da Madeira não possui uma fauna piscícola estritamente dulçaquícola nativa. Conforme referenciado no PGRH 2016-2021, das quatro espécies piscícolas nativas listadas para as águas interiores da Macaronésia todas são de natureza diádroma, i.e., são espécies migradoras que passam parte do seu ciclo de vida em meio aquático marinho e parte em meio aquático dulçaquícola: Enguia (*Anguilla anguilla*), Góbio (*Gobius paganellus*) e Muge (*Liza ramada*). Pela marcada alteração nas teias tróficas que promove, a introdução de formas piscícolas alóctones em linhas de água originalmente desprovidas de espécies piscícolas constitui um impacto de relevo sobre as restantes componentes aquáticas, particularmente invertebrados. Este impacto é agravado se considerada a natureza endémica de muitas das espécies de invertebrados aquáticos existentes na RH10.

O PGRH 2016-2021 refere duas espécies piscícolas descritas como tendo sido introduzidas na RH10, designadamente: Truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) e Truta-de-rio (*Salmo trutta*), a primeira das quais com sucesso, enquanto a segunda suscita mais dúvidas quanto ao seu estabelecimento atual em áreas de cabeceira versus não estabelecimento. Ambas foram introduzidas através de ações de povoamento com a finalidade da pesca desportiva e, atualmente, as ações de repovoamento dirigidas à espécie truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) mantêm-se, sendo promovidas pelo IFCN, através do Posto Aquícola do Ribeiro Frio, onde são produzidas trutas em viveiro para o repovoamento das linhas de águas da Ilha da Madeira.

Refira-se que o salmónideo Truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*) é proveniente da América do Norte e ocorre como espécie introduzida conjuntamente nos arquipélagos da Madeira e Açores e no continente. Esta espécie surge mencionada no Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho (que estabelece o regime jurídico aplicável ao controlo, à detenção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies

exóticas), sendo uma das duas espécies de peixes sujeitas ao regime de exceção estabelecido no referido documento legal e sujeita à elaboração de plano de controlo.

Por fim, no referente aos anfíbios, atendendo à mesma fonte, a espécie Rã-verde (*Rana perezi*) representa o único anfíbio existente no arquipélago, sendo de natureza introduzida. Com ocorrência exclusiva na ilha da Madeira relativamente a todo o arquipélago, esta espécie é nativa em Portugal continental.

Relativamente às massas de água costeiras, no Relatório de “*Reavaliação do Estado Ambiental e Definição de Metas - subvisão da Madeira*”, do 2.º ciclo da Estratégia Marinha (Governo de Portugal, 2020), é feita uma análise evolutiva da presença destas espécies não-indígenas. De acordo com esta fonte, em 2014, a avaliação do número de tais espécies introduzidas em sequência de atividades humanas na RH10, resultou a listagem de 39 espécies. À altura, considerou-se não haver a, evidência de alterações negativas atribuíveis às espécies não indígenas, quer a nível de outras espécies, comunidades, habitats ou ecossistemas. Todavia, o resultado dessa avaliação tinha um grau de confiança baixo, devido a:

- i. número muito reduzido de estudos e monitorizações de espécies não indígenas;
- ii. cobertura da área de avaliação pouco exaustiva e consistente;
- iii. insuficiente informação disponível sobre a abundância de espécies não indígenas;
- iv. escassez de estudos e monitorizações no passado, com descontinuidades temporais e espaciais relevantes na informação disponível.

De acordo com a mesma fonte, publicações efetuadas posteriormente, suportadas por um maior conhecimento e por trabalhos de monitorização que têm sido realizados essencialmente em marinas, portos e recifes artificiais, identificam um conjunto adicional de espécies não indígenas, permitindo compilar uma lista com 63 espécies não indígenas, com presença nas massas de água costeiras da RH10 (Quadro 2.86).

Quadro 2.86: Espécies não indígenas registadas em ambientes marinhos na RH10

TAXA	ESTADO ATUAL	ANO DO 1.º REGISTO	DISTRIBUIÇÃO CONHECIDA	
			Madeira	Porto Santo
Reino Plantae				
Filo Rhodophyta				
<i>Anotrichium furcellatum</i> (J.Agardh) Baldock, 1976	Instalada	1968-1973	○	
<i>Antithamnionella boergesenii</i> (Cormaci & G.Furnari) Athanasiadis, 1996	Desconhecido	2001	○	□
<i>Antithamnionella spirographidis</i> (Schiffner) E.M.Wollaston, 1968	Desconhecido	1968-1973	○	
<i>Asparagopsis armata</i> Harvey, 1855	Instalada	1968-1973	○	○
<i>Grateloupia imbricata</i> Holmes, 1896	Desconhecido	2005	○	
<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevisan de SaintLéon, 1845	Instalada	1968-1973	○	○
<i>Avrainvillea canariensis</i> A.Gepp & E.S.Gepp, 1911	Desconhecido	2018	○	
<i>Pachymeniopsis lanceolata</i> (K.Okamura) Y.Yamada ex S.Kawabata, 1954	Desconhecido	2006	○	
<i>Grateloupia turuturu</i> Yamada, 1941	Desconhecido	2002	○	
<i>Laurencia dendroidea</i> J.Agardh, 1852	Desconhecido	1884	○	
<i>Melanothamnus sphaerocarpus</i> (Børgesen) Díaz	Desconhecido	2000	○	
Reino Animalia				

TAXA	ESTADO ATUAL	ANO DO 1.º REGISTO	DISTRIBUIÇÃO CONHECIDA	
			Madeira	Porto Santo
Filo Porifera				
<i>Crambe crambe</i> (Schmidt, 1862)	Instalada	2003	○	
<i>Mycale (Carmia) senegalensis</i> Lévi, 1952	Instalada	2010	○	○
<i>Paraleucilla magna</i> Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004	Instalada	2006	○	○
<i>Prosuberites cf longispinus</i> Topsent, 1893	Instalada	2013-2014		○
Filo Cnidaria				
<i>Exaiptasia diaphana</i> (Rapp, 1829)	Instalada	1994	○	○
<i>Ectopleura crocea</i> (Agassiz, 1862)	Instalada	1995	○	
<i>Kirchenpaueria halecioides</i> (Alder, 1859)	Instalada	2007	○	○
<i>Millepora alcicornis</i> Linnaeus, 1758	Desconhecido	2016	○	
Filo Bryozoa				
<i>Amathia verticillata</i> (delle Chiaje, 1822)	Instalada	2009	○	○
<i>Bugula neritina</i> (Linnaeus, 1758)	Instalada	1909/2013	○	○
<i>Bugulina simplex</i> (Hincks, 1886)	Instalada	2013	○	
<i>Bugulina stolonifera</i> (Ryland, 1960)	Instalada	2010	○	○
<i>Celleporaria inaudita</i> Tilbrook, Hayward & Gordon, 2001	Instalada	2017	○	○
<i>Cradoscypocellaria bertholletii</i> (Audouin, 1826)	Instalada	2006	○	○
<i>Crisularia gracilis</i> (Busk, 1858)	Desconhecido	1858	○	○
<i>Parasmittina alba</i> Ramalho, Muricy & Taylor, 2011	Instalada	2016	○	○
<i>Parasmittina multiaviculata</i> Souto, Ramalhosa & CanningClode, 2016	Desconhecido	2016		○
<i>Parasmittina protecta</i> (Thornely, 1905)	Instalada	2010	○	
<i>Schizoporella pungens</i> Canu & Bassler, 1928	Instalada	2010	○	○
<i>Tricellaria inopinata</i> d'Hondt & Occhipinti Ambrogi, 1985	Nd	2013-2014	○	
<i>Virididentula dentata</i> (Lamouroux, 1816)	Instalada	2017	○	○
<i>Watersipora subtorquata</i> (d'Orbigny 1852)	Instalada	2006	○	○
Filo Arthropoda				
<i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)	Desconhecido	2005	○	
<i>Austrominius modestus</i> Darwin, 1854	Desconhecido	2005	○	
<i>Balanus trigonus</i> Darwin, 1854	Instalada	1916	○	
<i>Caprella scaura</i> Templeton, 1836	Instalada	2013	○	
<i>Cronius ruber</i> (Lamarck, 1818)	Desconhecido	2018	○	
<i>Paracerceis sculpta</i> (Holmes, 1904)	Instalada	2015	○	
<i>Sphaeroma walkeri</i> Stebbing, 1905	Instalada	2015	○	
Filo Annelida				
<i>Branchiomma bairdi</i> McIntosh, 1885	Instalada	2013	○	○
<i>Spirorbis (Spirorbis) marioni</i> Caullery & Mesnil, 1897	Desconhecido	1995	○	
<i>Pileolaria berkeleyana</i> (Rioja, 1942)	Desconhecido	1980	○	
Filo Mollusca				

TAXA	ESTADO ATUAL	ANO DO 1.º REGISTO	DISTRIBUIÇÃO CONHECIDA	
			Madeira	Porto Santo
<i>Aplysia dactylomela</i> Rang, 1828	Instalada	1897	○	
<i>Bedevea paivae</i> (Crosse, 1864)	Instalada	1994	○	
<i>Hexaplex trunculus</i> (Linnaeus, 1758)	Instalada	1994	○	○
<i>Tonna pennata</i> (Mörch, 1853)	Desconhecido	1998	○	
<i>Truncatella subcylindrica</i> (Linnaeus, 1767)	Desconhecido	1897	○	
Filo Ctenophora				
<i>Vallicula multiformis</i> Rankin, 1956	Desconhecido	1998	○	
Filo Echinodermata				
<i>Ova canalifera</i> (Lamarck, 1816)	Desconhecido	1996	○	
Filo Chordata				
<i>Aplidium glabrum</i> (Verrill, 1871)	Instalada	2015	○	
<i>Botryllus schlosseri</i> (Pallas, 1766)	Instalada	2006	○	○
<i>Botrylloides nigrum</i> Herdman, 1886	Instalada	2015	○	○
<i>Clavelina dellavallei</i> (Zirpolo, 1825)	Instalada	1993	○	
<i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller, 1776)	Instalada	1998	○	○
<i>Distaplia corolla</i> Monniot F., 1974	Instalada	2004	○	○
<i>Distaplia magnilarva</i> (Della Valle, 1881)	Desconhecido	2013-2014	○	
<i>Microcosmus squamiger</i> Michaelsen, 1927	Desconhecido	1992	○	
<i>Polyandrocarpa zorritensis</i> (Van Name, 1931)	Nd	2013-2014	○	
<i>Pycnoclavella communis</i> Pérez-Portela, Duran & Turon, 2007 (<i>Pycnoclavella taureanensis</i> Brunetti, 1991 Misidentification by Wirtz, 1998)	Instalada	1995	○	
<i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816)	Desconhecido	2006	○	○
<i>Symplegma brakenhielmi</i> (Michaelsen, 1904)	Nd	2015	○	
Sub-Filo Vertebrata				
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	Desconhecido	2000	○	

Fonte: Estratégia Marinha – Relatório do 2.º ciclo, Parte D, Reavaliação do Estado Ambiental e Definição de Metas - subvisão da Madeira (Governo de Portugal, 2020)

A partir do quadro anterior, é possível aferir que 57% (36 espécies) está instalada, ainda que, para 38% (24 espécies) o estado das populações ainda não tenha sido avaliado. Confirma-se, ainda, a existência de um considerável número destas espécies que estão amplamente distribuídas, ocorrendo quer na Ilha da Madeira, quer na Ilha de Porto Santo.

Ainda segundo o mesmo estudo, a maior parte das espécies não indígenas reportadas têm como vetores prováveis identificados, a nível global, o tráfego marítimo, em concreto as águas de lastro e as incrustações, havendo ainda assim muitas espécies que continuam a não ter identificado um vetor específico. Não existe, contudo, à data de elaboração do presente documento, qualquer estudo

científico²⁹ que tenha avaliado a importância do tráfego marítimo na introdução / disseminação destas espécies.

Face ao exposto, o aumento no número de espécies não indígenas presentes nas águas costeiras da RH10, pelo menos em parte, advirá do maior esforço de amostragem realizado. Por outro lado, é igualmente possível que o aumento no número das referidas espécies esteja relacionado com outros fatores, tais como as alterações climáticas, o tráfego marítimo, o isco vivo, o lixo marinho, entre outros.

Não obstante o maior conhecimento adquirido nos últimos anos sobre este tema, salvasse-se que a informação disponível resulta de trabalhos científicos cujos dados apresentam limitações do ponto de vista comparativo, em termos metodológicos e de taxa de esforço de amostragem, reforçando a importância da implementação de programas de monitorização sistemáticos e metodologicamente coerentes. Com efeito, o total de espécies não indígenas aumentou substancialmente, mas tal não representa a taxa real de novas introduções.

Não obstante a listagem de espécies não indígenas anteriormente apresentada, segundo informação disponibilizada pela DRM, são 18 as espécies atualmente monitorizadas (sistematicamente) nas águas costeiras da RH10, designadamente: *Anotríchium furcellatum*, *Asparagopsis armata*, *Exaíptasia diaphana*, *Amathia verticillata*, *Bugulina stolonifera*, *Schizoporella pungens*, *Virididentula dentata*, *Watersipora subtorquata*, *Balanus trigonus*, *Caprella scaura*, *Aplysia dactylomela*, *Bedevea paivae*, *Hexaplex trunculus*, *Botryllus schlosseri*, *Clavelina dellavallei*, *Clavelina lepadiformis*, *Distaplia corolla* e *Pycnoclavella taureanensis*.

2.4.2 Exploração e remoção

No que respeita à exploração e remoção de recursos marinhos, a pesca exerce pressão direta sobre as comunidades biológicas, afetando direta e indiretamente o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, inclusivamente através de alterações na sua estrutura trófica. Os impactos ficam-se muito além dos exercidos nas espécies alvo desta atividade. A remoção de animais com fins comerciais tem impacto indireto sobre outras espécies e habitats. Esta situação será tanto mais gravosa quanto menor for o grau de seletividade da arte de pesca eleita para exercer a atividade piscatória.

A pesca de arrasto é considerada uma das artes de pesca mais impactantes para os ecossistemas marinhos, já que acarreta efeitos físicos, como a alteração do leito do mar e alteração da comunidade bentónica.

Na RAM não é exercido o arrasto e a utilização de redes é apenas permitida para a captura de isco vivo ou dos pequenos pelágicos como a cavala e o chicharro. As artes de pesca utilizadas em maior escala na Região são as artes de pesca artesanais, como o palangre de deriva em profundidade, dirigido ao espada preto e o salto e vara utilizado na captura de tunídeos, com menor impacto direto sobre os ecossistemas

²⁹ De acordo com informação da Direção de Serviços de Ação Climática e Sustentabilidade (DSACS), à data de elaboração do presente documento, estaria prestes a ser publicado um estudo nesta matéria, a saber: “*Anthropogenic pressure leads to more introductions: Marine traffic and artificial structures in offshore islands increases non-indigenous species*”.

marinhos. A aquicultura, por sua vez, pode ser definida como a produção em cativeiro de animais ou plantas que tenham um habitat predominantemente aquático, em pelo menos numa fase da sua vida, e que tenham sido objeto de algum tipo de intervenção humana. O principal objetivo é o aumento da produção através de práticas como a alimentação composta, a proteção contra predadores, a integração com outras espécies ou o controlo populacional. Como tal, esta prática poderá igualmente representar uma pressão sobre as massas de água.

2.4.2.1 Pesca

No que respeita à pesca, podem distinguir-se dois tipos de prática de pesca: a pesca comercial marítima, praticada com o fim de comercialização dos produtos da pesca e a pesca recreativa que tem também como sinónimo o termo pesca lúdica. A pesca lúdica é uma atividade de pesca não comercial que explora os recursos aquáticos marinhos vivos para fins meramente recreativos ou de lazer, de turismo ou desportivos;

No que diz respeito às águas interiores, cabe ao IFCN, IP-RAM a obrigação de assegurar e promover a gestão e ordenamento e a fiscalização da pesca, desenvolvendo ações de proteção e manutenção da fauna aquícola, tanto residente como introduzida no sistema hidrográfico, de conservação dos seus habitats e de fiscalização do cumprimento da legislação vigente.

A Portaria n.º 21542, de 20 de setembro “*regula o exercício da pesca nas águas interiores da ilha da Madeira*”, limitando-o a um caráter desportivo, autorizando-se somente para a Enguia a pesca profissional “*se porventura se verificar a existência de condições que o justifiquem*”. Segundo o n.º 3 desta portaria, a pesca é permitida durante todo o ano, ficando reservado o exercício de pesca nos troços de cursos de água elencados no n.º 4 por virem a constituir “*abrigos, desovadeiras e viveiros de produção*”.

A Lei n.º 7/2008, de 15 de fevereiro, alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 221/2015, de 8 de outubro, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 112/2017, de 6 de setembro, estabelece o regime jurídico do ordenamento e da gestão sustentável dos recursos aquícolas das águas interiores, regulamentando a pesca e a aquicultura nessas águas. Este enquadramento legal é aplicável à Região Autónoma da Madeira, com as necessárias adaptações a introduzir por decreto legislativo regional, como mencionado no artigo 39.º daquela portaria.

Na RH10 a pesca em águas interiores praticamente não tem expressão, o que se deve não só às características dos próprios recursos hídricos, como à ausência de uma verdadeira fauna piscícola nativa.

Relativamente à pesca em águas costeiras, na RH10, a pesca corresponde a uma atividade bastante antiga, encontrando-se enraizada no estilo de vida ilhéu da qual fazem parte comunidades piscatórias que dependem diretamente desta atividade, como é o caso de Câmara de Lobos e do Caniçal. A baixa taxa de capturas acessórias, a incidência da pesca sobre espécies adultas, assim como o reduzido impacto ambiental devido à proibição da pesca de arrasto, determina o seu carácter artesanal, seletivo e sustentável (Governo de Portugal, 2020).

O Decreto Legislativo Regional n.º 19/2016/M, de 20 de abril de 2016, regula a pesca dirigida a espécies vegetais e animais com fins lúdicos nas águas marinhas da RAM. As artes permitidas, os condicionamentos e os termos de licenciamento constam da Portaria n.º 484/2016, de 14 de novembro, alterada pela Portaria n.º 384/2019 de 14 de novembro e pela declaração de retificação n.º 14/2019, de 12 de julho que procede à retificação da Portaria n.º 384/2019, de 10 de julho.

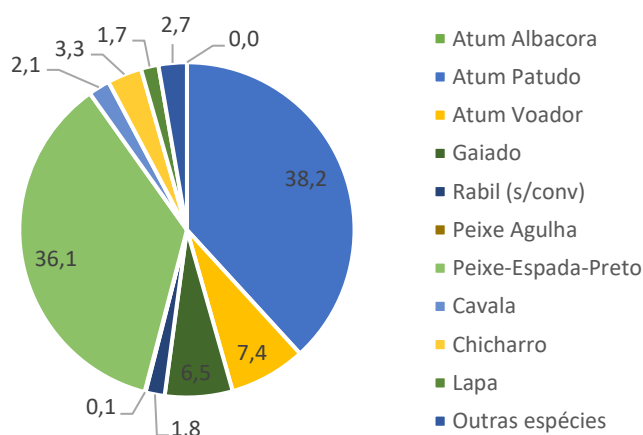
A pesca comercial marítima está, por sua vez, enquadrada na Política Comum de Pesca (Regulamento (CE) n.º 1380/2014), a qual visa uma exploração sustentável dos recursos, através de instrumentos de gestão que definem medidas técnicas como zonas e épocas de defeso, tamanhos mínimos de captura,

características das artes de pesca, entre outros. O quadro legal regulamentador desta atividade centra-se atualmente no Decreto-Lei n.º 73/2020, de 23 de setembro, e num conjunto de portarias complementares.

A pesca na subdivisão da Madeira, enquanto atividade de captura de recursos vivos marinhos, com fins comerciais, compreende não só a pesca com embarcações, mas também a apanha de animais marinhos e a pesca apeada.

Em 2021 nos portos da RH10 foram desembarcadas 5190,5 toneladas de pescado, sendo que as espécies mais representativas em termos de quantidade foram o “Atum Patudo” (1 982,9 toneladas - 38,2% do total capturado para o arquipélago da Madeira) o “Peixe-Espada-Preto” (1 873,3 toneladas - 36,7% do total capturado para o arquipélago da Madeira) (Gráfico 2.5).

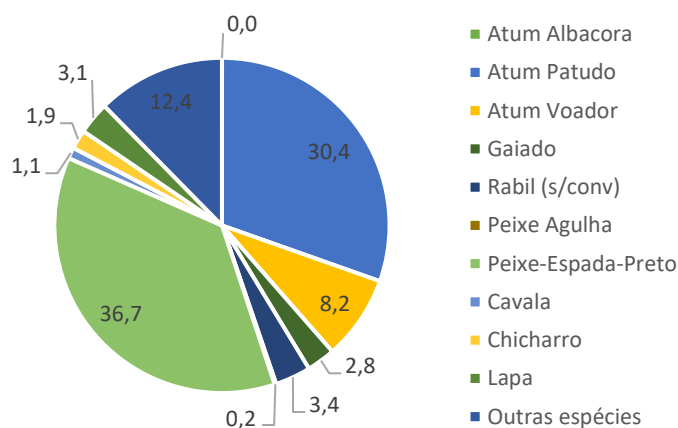
Gráfico 2.5: Quantidade de pescado (%) descarregado na RH10 por principais espécies pescadas (2021)



Fonte: DRPescas (2022); INE / DREM (2022).

Em termos de valor foram igualmente as referidas espécies as mais representativas, às quais esteve associada a transação de 5,532.80€ em “Peixe-Espada-Preto” (36,7% do total transacionado) e 4,585.10€ em “Atum Patudo” (30,4% do total transacionado) (Gráfico 2.6).

Gráfico 2.6: Valor transacionado (%) por principais espécies pescadas na RH10 (2021)



Fonte: DRPescas (2022); INE / DREM (2022).

No Quadro 2.87 apresenta-se a evolução da quantidade de pescado descarregado na RAM nos últimos anos, verificando-se uma tendência evolutiva pautada por algumas oscilações substanciais. Com efeito, constata-se uma tendência crescente entre 2016 e 2019, ano em que a quantidade de pescado descarregado contabilizou 8 023,5 toneladas. No ano seguinte (2020) assistiu-se a uma quebra assinalável, com o descarregamento de 4 862,8 toneladas, seguindo-se novo incremento em 2021 (com 5 190,5 toneladas de peixe descarregado na RAM).

Quadro 2.87: Evolução da quantidade de pescado (ton) na RH10 por principais espécies (2016 a 2021)

ESPÉCIES	QUANTIDADE DE PESCADO (TON)					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Atum Albacora	5,6	0,6	0,0	2,3	21,1	0,3
Atum Patudo	1 563,8	2 252,0	1 839,5	2 212,8	1 088,0	1 982,9
Atum Voador	1 093,0	2 194,0	23,0	2 411,4	902,4	383,5
Gaiado	43,1	673,0	2 795,6	462,3	174,4	339,2
Rabil (s/conv)	5,7	17,0	20,9	32,5	111,1	95,7
Peixe Agulha	7,0	5,3	2,9	6,4	7,5	4,9
Peixe-Espada-Preto	1 916,6	2 163,2	2 199,7	2 246,6	2 135,5	1 873,3
Cavala	333,6	195,2	223,0	221,5	87,7	107,9
Chicharro	616,7	268,5	200,8	219,1	138,9	173,2
Lapa	121,0	111,0	81,4	78,0	100,3	87,7
Outras espécies	58,7	107,2	131,6	130,9	95,9	141,9
TOTAL	5 764,6	7 987,0	7 518,4	8 023,5	4 862,8	5 190,5

Fonte: DRP (2022); INE / DREM (2022).

De acordo com o Relatório de “Atividades, Pressões e Impactes - subvisão da Madeira”, do 2.º ciclo da Estratégia Marinha (Governo de Portugal, 2020), a atividade de pesca constitui uma pressão para o lobo-marinho (*Monachus monachus*) devido à possibilidade de perseguição direta e do uso ilegal de redes de emalhar e explosivos para a pesca e ainda pelo risco confirmado dos covos para esta espécie. O abandono de covos e outras artes de pesca também constitui ameaça pelo perigo de emaranhamento.

No que respeita à apanha de lapas, esta é considerada uma atividade tradicional de exploração de recursos haliêuticos desenvolvidas na RH10. É exercida ao longo do ano, com exceção dos meses correspondentes ao seu período de defeso, entre o dia 1 de novembro e o dia 31 de março (Portaria n.º 151/2022, de 22 de março). É nas zonas costeiras, com substrato rochoso, que estes espécimes são capturados, registando-se um aumento de capturas nos meses de verão (junho a agosto/setembro).

De acordo com o PSOEM (Governo de Portugal, 2019), na RH10, a apanha de lapas cinge-se a duas espécies com valor comercial: a lapa branca (*Patella aspera*) e a lapa preta (*Patella ordinaria*). Frequentemente, a apanha de lapas também engloba pequenas quantidades de outros moluscos gastrópodes, sobretudo caramujos (*Phorcus spp*).

A captura é efetuada desde a zona de maré até um máximo de aproximadamente 6 m de profundidade. A atividade é exercida por pescadores profissionais ou amadores, constituindo nas populações litorais, uma fonte de rendimentos adicional não negligenciável nalgumas economias familiares.

O regime jurídico da apanha de lapas na RAM encontra-se estabelecido no Decreto Legislativo Regional n.º 11/2006/M, remetendo para portaria do membro do Governo com a tutela do setor das pescas várias questões regulamentares. O mais recente diploma criado neste âmbito é a Portaria n.º 151/2022 de 22 de março, que estabelece medidas adicionais para garantir a continuidade da espécie e o rendimento do setor para os anos vindouros.

De acordo com o DLR fica isenta de qualquer licença a apanha de lapas com fins familiares exercida em zonas terrestres ou marítimas, desde que não exceda os três Kg/dia por pessoa.

A título excecional, e restrito a uma determinada área geográfica a DRP poderá autorizar a apanha de lapas com fins comerciais até 15 Kg/dia por pessoa, a indivíduos titulares do cartão de apanhador, através da emissão de licença anual sem utilização de embarcação.

Na referida portaria são ainda fixadas as áreas geográficas para a apanha de lapas, quando exercida por detentores de cartão de apanhador e de licença para a apanha da lapa com fins comerciais, designadamente:

- ▶ Zona A – constituída pelos concelhos do Funchal, Câmara de Lobos, Ribeira Brava, Ponta do Sol, Calheta e Porto Moniz;
- ▶ Zona B – Constituída pelos concelhos de Santa Cruz, Machico, Santana e São Vicente;
- ▶ Zona C – Constituída pelo concelho do Porto Santo.

Por fim, no que concerne à pesca em zonas costeiras protegidas, a Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo insere-se na massa de água costeira COSTPORI. Segundo o Regulamento desta área classificada (aprovado pela Resolução n.º 1295/2009, de 2 de outubro), é interdito o exercício da pesca para fins comerciais (exceto a captura de isco vivo destinado à pesca de tunídeos, bem como outras condições fixadas nos termos do disposto no n.º 2 do artigo 7.º do Decreto Legislativo Regional n.º 32/2008/M, de 13 de agosto) e a apanha de lapa e caramujo de mergulho.

Segundo o n.º 2 do artigo 19.º do Regulamento da Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo, ficam sujeitos a autorização da entidade gestora a pesca marítima sem fins comerciais ou lúdica, assim como a apanha da lapa e caramujo no calhau, em toda a área marinha da área protegida.

2.4.2.2 Aquicultura

A aquicultura inshore localiza-se em terra, sendo praticada sobretudo em tanques. A pressão biológica potencialmente exercida sobre o meio dulçaquícola materializa-se se ocorrer a dispersão de efluentes e/ou compostos resultantes da produção piscícola, como produtos farmacêuticos (antibióticos, desparasitantes, desinfetantes), excesso de ração ou outros compostos que comportem elevadas cargas de nutrientes.

Na RH10 o Posto Aquícola do Ribeiro Frio funciona desde 1960 estando, atualmente, dedicado à produção exclusiva da Truta-arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), posteriormente utilizada em ações de repovoamento das linhas de águas da Ilha da Madeira. Nesta instalação são mantidos reprodutores para produção de ovos e alevins (peixes jovens), com o objetivo de fomentar a pesca em águas interiores.

A aquicultura offshore poderá exercer uma pressão biológica sobre a ecologia marinha sob a forma de impactos indiretos e diretos traduzidos na alteração das comunidades bentónicas, dispersão para o meio

natural de espécies piscícolas não indígenas da zona e de compostos utilizados na produção aquícola, introdução e propagação de agentes patogénicos, distorção da teia alimentar, entre outros.

Na RAM, a aquicultura marinha iniciou-se em 1996, através de um projeto piloto de maricultura na Baía d'Abra, no Caniçal, para o cultivo de dourada (*Sparus aurata*). Atualmente, representa um setor em expansão, constituindo uma alternativa às formas tradicionais de abastecimento de pescado e proteção dos stocks.

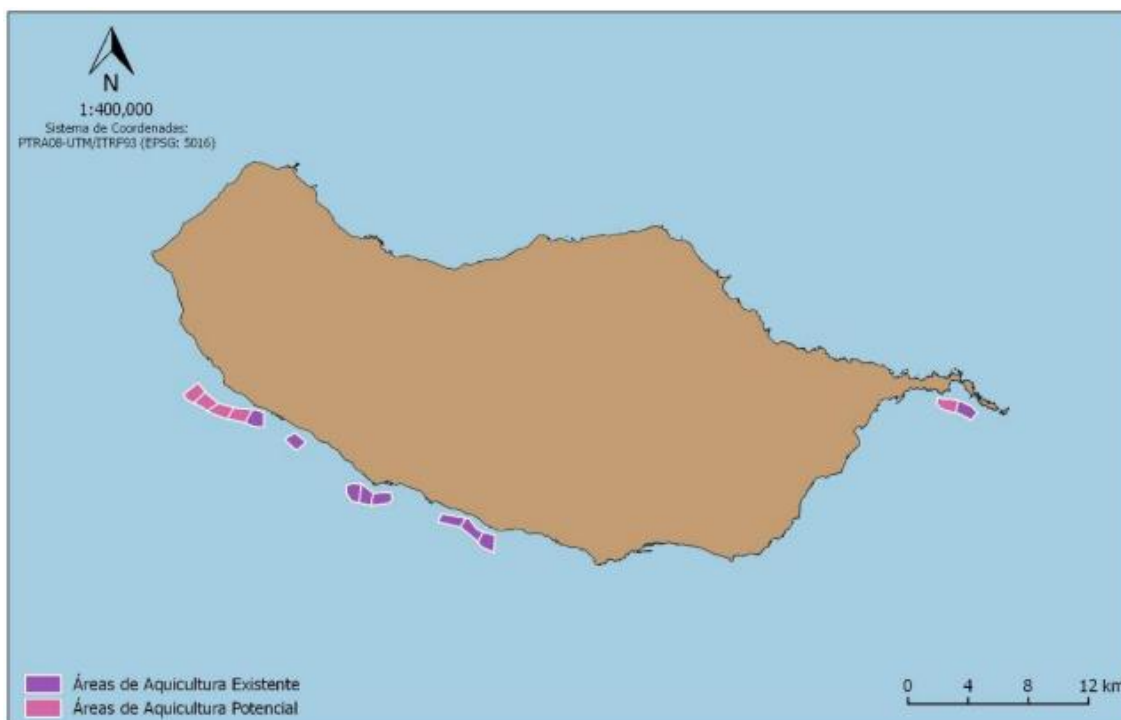
De acordo com o exposto no Relatório de “Atividades, Pressões e Impactes - subvisão da Madeira”, do 2.º ciclo da Estratégia Marinha (Governo de Portugal, 2020), a Região detém um enorme potencial para o desenvolvimento da aquicultura, derivado das condições físicas excelentes como, a temperatura média do mar mais elevada do que na Europa Continental (acima de 16°C), grau de salinidade adequado (varia entre 36.6‰ e 36.8‰) e ondulação na costa sul da ilha da Madeira é fraca a moderada. Para além das condições ambientais favoráveis, a RAM dispõe de uma maternidade e centro de investigação, pessoal qualificado, boas infraestruturas portuárias, boas acessibilidades terrestres e facilidade de escoamento interno e externo.

O Centro de Maricultura da Calheta constitui um apoio ao desenvolvimento da atividade aquícola na região, através do apoio técnico prestado aos privados, investigação de novas espécies aptas para a produção aquícola e através da realização de ações de formação.

Fruto do contexto descrito, e ciente de que o acesso e uso de espaço marítimo para a aquicultura e a sua integração nas diversas atividades socioeconómicas costeiras são aspetos fundamentais para o desenvolvimento sustentável da atividade, o Governo Regional da Madeira desenvolveu o Plano de Ordenamento para a Aquicultura Marinha da Região Autónoma da Madeira (POAMAR) – Resolução n.º 1025/2016, Jornal Oficial de 28 de dezembro de 2016. Nesse instrumento foram delimitadas cinco zonas de Interesse para a aquicultura (ZIA) na costa Sul da Madeira: Baía d'Abra; Cabo Girão; Anjos; Arco da Calheta; e Calheta - Jardim do Mar/Paul do Mar (Figura 2.37). A delimitação destas áreas teve em conta os seguintes pressupostos:

- ▶▶ Os lotes encontrarem-se entre a batimétrica dos 20 m e dos 80 m de profundidade e estão próximos da costa (na sua maioria inferior a 1 000 m);
- ▶▶ Estas áreas são compostas por lotes com cerca de 1 km², incluindo os corredores de navegação para a deslocação até às jaulas e uma área de segurança para a produção aquícola;
- ▶▶ As áreas não se encontram em zonas que coincidam com outros usos e atividades que utilizem os fundos marinhos (extração de inertes por exemplo);
- ▶▶ As áreas não se encontram em corredores de acessos a portos e marinas;
- ▶▶ Algumas das áreas encontram-se próximas do Centro de Maricultura da Calheta, o que permite que sejam desenvolvidas atividades de investigação;
- ▶▶ As áreas não coincidem com zonas de pesca relevantes ou identificadas como de importância vital pelas comunidades piscatórias locais.

Figura 2.37: Áreas de aquicultura existentes e potenciais na RH10 – Ilha da Madeira



Fonte: PSOEM (Governo de Portugal, 2019)

A aquicultura marinha na Região Autónoma da Madeira é caracterizada pelo uso de jaulas de cultura em mar aberto para a produção intensiva de peixes. De acordo com a informação disponibilizada pela DRM (2022), as pisciculturas atualmente instaladas têm equipamentos e capacidades de produção variável, dedicadas exclusivamente à produção de peixe: oito jaulas de cultura para uma produção de 300 toneladas por ano na Baía de Abra; 20 jaulas de cultura e cerca de 800 toneladas de produção por ano no Cabo Girão; e 20 jaulas e cerca de 990 toneladas de capacidade máxima de produção anual no Arco da Calheta.

A principal espécie produzida comercialmente é a dourada (*Sparus aurata*), estando autorizadas a produção de outras espécies, nomeadamente de pargo-capelo (*Dentex gibbosus*), pargo comum (*Pagrus pagrus*), goraz (*Pagellus bogaraveo*), charuteiro (*Seriola dumerili*) e dourado (*Coryphaena hippurus*)”.

De acordo com o Relatório de “Atividades, Pressões e Impactes - subvisão da Madeira”, do 2.º ciclo da Estratégia Marinha (Governo de Portugal, 2020), na RH10 não existem situações de interação negativa do lobo-marinho com os sistemas de aquicultura. Os registos da interação do lobo-marinho com a aquicultura na Ponta de São Lourenço indicam que são atraídos pela maior concentração de peixe ao redor dos sistemas aquícolas, os quais constituem alimento para este mamífero.

2.5 SÍNTESE DAS PRESSÕES SOBRE AS MASSAS DE ÁGUA

2.5.1 Águas Superficiais

A caracterização das pressões naturais e incidências antropogénicas significativas sobre as massas de água de superfície considera as pressões qualitativas com origem pontual e difusa, as pressões quantitativas, as pressões morfológicas e hidromorfológicas e as pressões biológicas.

No que diz respeito às **pressões qualitativas com origem pontual**, consideradas as descargas de efluentes urbanos, industriais, agropecuários, turismo, aquicultura e outras atividades concluiu-se que, de acordo com os dados disponíveis, o setor que mais contribuiu para a descarga de poluentes no meio hídrico no ano de 2021 foi o setor urbano. A massa de água COSTMADI2 e a COSTMADI1 terão sido as mais pressionadas, devido às rejeições de origem urbana no mar. De referir ainda que as bacias hidrográficas das ribeiras de Porto Novo e de Santa Cruz são as mais pressionadas, a primeira devido às descargas de provenientes de outras atividades, mais concretamente associado às atividades de “*Recolha, tratamento e eliminação de resíduos; valorização de materiais*” e a segunda pelas descargas de provenientes da indústria transformadora, nomeadamente associada à indústria alimentar.

Quanto às **pressões qualitativas associadas a fontes difusas**, foram estimadas as cargas relativas às potenciais pressões da agricultura, agropecuária e dos campos de golfe. Com base nos resultados obtidos, constata-se que a agropecuária e o golfe são as pressões mais relevantes, com ordem de importância distinta consoante o parâmetro considerado. As bacias de Porto Novo e das Ribeiras de Machico são as mais pressionadas no que concerne a cargas totais. Na bacia da Ribeira de Porto Novo a maior carga poluente deriva do setor da agropecuária enquanto que na bacia hidrográfica das Ribeiras de Machico as maiores cargas poluentes estão associadas aos campos de golfe.

A análise das **pressões quantitativas** considerou os volumes captados para diferentes setores – urbano e atividades económicas (indústria, pecuária, agricultura, aquicultura e turismo). Destaca-se o setor urbano, onde 33% dos volumes captados para fornecimento em alta, pela ARM, S.A., em 2021, tiveram origem captações superficiais, num total de **18,7 hm³**. Também no setor agrícola, atendendo a que alguns dos principais sistemas de rega têm origens comuns com os sistemas de abastecimento ao público de água potável, as captações com origem superficial assumem relevância, estimando-se que delas sejam captados cerca de **11,4 hm³**. Nos restantes setores, menos representativos no cômputo geral dos consumos hídricos, a captação com origem em águas superficiais revela-se pouco expressiva. Em termos globais, para fins relacionados com os diferentes setores, estima-se a captação de cerca de **33,7 hm³** de água com origem superficial.

A caracterização das **pressões morfológicas e hidromorfológicas** sobre as massas de água de superfície considerou as pressões resultantes de alterações morfológicas (barragens e açudes, intervenções no leito e margens, extração de inertes, infraestruturas ou intervenções costeiras, instalações portuárias, pontes e viadutos) e as resultantes da regularização hidrológica. Com base na informação retratada, nas águas interiores, destacam-se três pressões significativas: as barragens da Lagoa da Portela e do Pico da Urze, pelas suas alturas, e a Lagoa do Santo da Serra, que constitui uma lagoa artificial. Relativamente às intervenções no leito e margens, das 182 intervenções inventariadas, referente ao período entre 2016 e 2021, a maioria corresponde a ações de limpeza (101), desobstrução (80) e reabilitação ou requalificação (14), não se pressupondo que representem pressões significativas sobre as massas de água. Nas águas costeiras, por sua vez, consideraram-se, em particular, alterações morfológicas (extração e dragagem de inertes, fixação de margens, conquista de áreas ao meio aquático) e alterações hidrológicas e hidrodinâmicas (quebra-mares, esporões, pontões e emissários submarinos). Neste contexto, foram inventariadas 77 alterações hidromorfológicas (36 fixações de margem, 26 quebra-mares, três esporões,

sete emissários submarinos e cinco intervenções em frente de mar e falésias), destacando-se pela particular concentração destas infraestruturas, as massas de água costeiras COSTMADI2 (38 intervenções) e a COSTMADI1 (34 intervenções). Também as dragagens na massa de água costeira COSTMADI1 foram consideradas significativas.

Relativamente às **pressões biológicas** sobre as águas de superfície da RH10, foram consideradas a pressão exercida pela introdução de espécies e pela exploração e remoção (pesca e aquicultura *inshore* e *offshore*). Neste contexto não foram identificadas pressões significativas. Não obstante, relativamente à introdução de espécies / presença de espécies não indígenas nas massas de água costeiras, estudos recentes permitiram compilar, em 2020, uma lista com 63 espécies não indígenas (face às 39 espécies inventariadas em 2014). Denote-se, porém, que o aumento registado advirá, em grande medida, de um maior esforço de amostragem, ainda que seja possível que esteja relacionado com outros fatores, tais como as alterações climáticas, o tráfego marítimo, o isco vivo, o lixo marinho, entre outros. Assim, o aumento registado não representa uma taxa real de novas introduções, importando, no entanto, que este possa ser monitorizado de forma sistemática e metodologicamente coerente, de forma a aferir sobre a sua significância em termos de pressão sobre as massas costeiras.

2.5.2 Águas Subterrâneas

Tal como para as massas de água superficiais, também para as subterrâneas, a análise das **pressões quantitativas** considerou os volumes captados por diferentes setores, designadamente: urbano; e atividades económicas (industrial, pecuária, agricultura, aquicultura e turismo). Destacam-se, em termos de volumes, as captações referentes para abastecimento público (**38,2 hm³**), no setor urbano. Também os consumos para fins de rega agrícola são assinaláveis, estimando-se, dadas as origens comuns com o abastecimento público, volumes da ordem dos **23,2 hm³**. Apesar das águas subterrâneas constituírem uma importante origem de água na ilha da Madeira, os consumos atuais a partir das massas de água subterrânea são inferiores à recarga média anual a longo prazo e não foram detetadas tendências significativas de descida dos níveis de água. Em termos globais, para fins relacionados com os diferentes setores, estima-se a captação de cerca de **61,6 hm³** de água com origem subterrânea.

Das potenciais pressões inventariadas sobre as massas de água subterrânea da RH10 e considerando as suas características hidroquímicas e hidrodinâmicas atuais, destacam-se como principais situações significativas e que poderão condicionar o cumprimento dos objetivos ambientais estipulados pela Lei da Água (LA) / Diretiva Quadro da Água (DQA), as **extrações de água subterrânea** e a **intrusão salina** por avanço da interface água doce / água marinha, sobretudo, nas massas de água subterrâneas Orla Costeira Oriental e Formações Sedimentares do Porto Santo, onde têm repercussões no seu estado químico.

Considera-se que o impacto negativo da intrusão salina em algumas captações localizadas junto à linha de costa é significativo, em particular na Orla Costeira Oriental. Nesta massa costeira, foi constatada uma tendência de subida dos volumes captados, com repercussões no rebaixamento do nível piezométrico, aumentando o risco de avanço da cunha de intrusão salina para o interior da ilha e no sentido dos furos.

Pela posição geográfica das massas de água subterrânea, o risco de intrusão salina não pode ser dissociado da potencial pressão exercida pelas alterações climáticas e a previsível subida do nível médio do mar a longo prazo.

Relativamente às massas subterrâneas da Ilha de Porto Santo, e embora os consumos conhecidos de água subterrânea sejam relativamente reduzidos (extrações em poços para a rega) e não existam dados históricos / consistentes de monitorização da qualidade e da piezometria, os resultados do recente estudo

subjacente à delimitação das massas de água subterrâneas (Oliveira *et al.*, 2021) constaram que a intrusão salina representa uma pressão significativa sobre a massa de água das Formações Sedimentares do Porto Santo.

As pressões de **origem pontual** são, em geral, pouco significativas para as massas de água subterrânea da ilha da Madeira, não sendo conhecidos problemas particularmente significativos de qualidade devido a metais, compostos orgânicos (naturais ou sintéticos) ou micro-organismos. Esta situação será o resultado do cumprimento das disposições legais no que respeita à qualidade das águas residuais descarregadas, mas também das mesmas ocorrerem junto à linha de costa, fora de áreas de máxima infiltração e a jusante das captações de água subterrânea. No entanto, é importante referir que das massas de água subterrânea, a do Maciço Central é que recebe a maior carga rejeitada dos efluentes, sendo o setor da indústria transformadora a que mais contribui com essas mesmas cargas.

Quanto às **pressões difusas**, a massa de água que se apresenta mais pressionada corresponde mais uma vez a do Maciço Central, sendo a adubação dos campos de golfe que contribuem com as maiores cargas de poluentes. No entanto quando analisadas as cargas unitárias, verifica-se que as massas de água da Orla Costeira Oriental da Madeira e das Formações Sedimentares são as que se encontram mais pressionadas, quer pela prática da agricultura quer associadas atividade agropecuária. A massa de água das Formações Sedimentares do Porto Santo apresenta valores de nitratos elevados, provavelmente resultante da atividade agrícola na área do Campo de Baixo, Campo de Cima e bacia da ribeira do Tanque, e ainda valores de salinidade acima dos valores naturais expectáveis para a orla costeira.

3 PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO

Para cada período de vigência de um PGRH (6 anos) são estabelecidos: um programa de monitorização de vigilância, um programa de monitorização operacional e, caso necessário, programas de monitorização de investigação.

O **Programa de Monitorização de Vigilância** destina-se a fornecer informações que permitam:

- ▶▶ Completar e validar o processo de avaliação do impacte;
- ▶▶ Conceber de forma eficaz e eficiente futuros programas de monitorização;
- ▶▶ Avaliar as alterações a longo prazo nas condições naturais (rede de referência);
- ▶▶ Avaliar as alterações a longo prazo resultantes do alargamento da atividade antropogénica.

O **Programa de Monitorização Operacional** é efetuado com os seguintes objetivos:

- ▶▶ Determinar o estado das massas de água identificadas como estando em risco de não atingirem os objetivos ambientais ou onde são descarregadas substâncias prioritárias em quantidades significativas;
- ▶▶ Avaliar a evolução do estado das massas de água em resultado da aplicação dos programas de medidas definidos nos PGRH.

O **Programa de Monitorização de Investigação** é implementado quando:

- ▶▶ Não se conhece o motivo de eventuais excessos (nos resultados da monitorização);
- ▶▶ A monitorização de vigilância indicar que é provável que não venham a ser atingidos os objetivos especificados na LA para uma determinada massa de água, e não tiver ainda sido efetuada monitorização operacional, a fim de determinar as respetivas causas;
- ▶▶ Se pretende avaliar a magnitude e o impacte da poluição accidental, bem como o cumprimento dos objetivos e medidas específicas necessárias para corrigir os efeitos da poluição accidental.

A determinação do estado das massas de água implica a monitorização de diferentes componentes conforme a categoria de massa de água em causa. Assim, no caso das **águas superficiais**, são monitorizadas e classificadas componentes **biológicas, químicas, físico-químicas e hidromorfológicas**, enquanto no caso das **águas subterrâneas**, são monitorizadas e classificadas componentes **químicas e quantitativas**. A monitorização assume uma importância fulcral na obtenção de dados quantitativos e qualitativos sobre o estado das massas de água e sobre a eficácia das medidas de melhoria implementadas.

3.1 ÁGUAS SUPERFICIAIS

A monitorização do estado/potencial ecológico abrange vários elementos de qualidade (biológicos, químicos e físico-químicos e hidromorfológicos), os quais variam de acordo com a categoria de massa de água (Quadro 3.1).

Quadro 3.1: Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico das massas de água superficiais da RH10

CATEGORIA	ELEMENTOS BIOLÓGICOS	ELEMENTOS HIDROMORFOLÓGICOS	ELEMENTOS QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS
Rios	<ul style="list-style-type: none"> • Composição e abundância da flora aquática; • Composição e abundância dos invertebrados bentónicos; • Composição e abundância e estrutura etária da fauna piscícola. 	<ul style="list-style-type: none"> • Regime hidrológico: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Caudais e condições de escoamento; ◦ Ligação a massas de água subterrâneas; • Continuidade do rio; • Condições morfológicas: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Variação da profundidade e largura do rio; ◦ Estrutura e substrato do leito do rio; ◦ Estrutura da zona ripícola. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos físicos químicos gerais: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Condições térmicas; ◦ Condições de oxigenação; ◦ Salinidade; ◦ Estado de acidificação; ◦ Condições relativas aos nutrientes; • Poluentes específicos.
Costeiras	<ul style="list-style-type: none"> • Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton; • Composição e abundância da restante flora aquática; • Composição e abundância dos invertebrados bentónicos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Condições morfológicas: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Variação da profundidade; ◦ Estrutura e substrato do leito; ◦ Estrutura da zona intermareal; • Regime de marés: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Direcção das correntes dominantes; ◦ Exposição às vagas; 	<ul style="list-style-type: none"> • Elementos físicos químicos gerais: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Transparência; ◦ Condições térmicas; ◦ Condições de oxigenação; ◦ Salinidade; ◦ Condições relativas aos nutrientes; • Poluentes específicos.

No Anexo V da DQA são especificadas **frequências de amostragem** de referência relativamente aos diferentes elementos de qualidade e parâmetros, conforme apresentado no Quadro 1.1. Contudo, as frequências de monitorização a aplicar variam em função do tipo de programa de monitorização, sendo escolhidas de modo a que se atinja um nível de fiabilidade e precisão aceitável.

Quadro 3.2: Frequência de amostragem de referência para os elementos de qualidade, de acordo com as categorias de massas de água

ELEMENTOS DE QUALIDADE E PARÂMETROS		FREQUÊNCIA	
		RIOS	COSTEIRAS
Elementos de Qualidade Biológicos	Fitoplâncton	6 meses	6 meses
	Outra flora aquática	3 anos	3 anos
	Macroinvertebrados	3 anos	3 anos
	Peixes	3 anos	-
Elementos de Qualidade Hidromorfológicos	Continuidade	6 anos	-
	Hidrologia	contínuo	-
	Morfologia	6 anos	6 anos
Elementos de Qualidade Químicos e Físico-Químicos	Temperatura	3 meses	3 meses
	Condições de oxigenação	3 meses	3 meses
	Salinidade	3 meses	-

ELEMENTOS DE QUALIDADE E PARÂMETROS		FREQUÊNCIA	
		RIOS	COSTEIRAS
	Condições de nutrientes	3 meses	3 meses
	Estado de acidificação	3 meses	-
	Outros poluentes	3 meses	3 meses
	Substâncias prioritárias	1 mês	1 mês

O Quadro 3.3 apresenta as características da rede de monitorização para avaliação do estado/potencial ecológico e do estado químico das massas de água superficial na RH10.

Quadro 3.3: Rede de Monitorização do Estado Ecológico e Químico das Massas de Água Superficiais da RH10

REDES DE MONITORIZAÇÃO		RIOS	ÁGUAS COSTEIRAS
Redes de Vigilância	Estações de monitorização (N.º)	28	14

Fonte: DRAAC, 2022.

3.1.1 Programa de monitorização – rios

A rede de monitorização da qualidade química e ecológica das massas de água interiores da categoria rios é composta por **28³⁰ locais de amostragem**, todos eles localizados na ilha da Madeira.

Os pontos da rede de monitorização das águas interiores (rios) encontram-se descritos no Quadro 3.4. e representados espacialmente na Figura 3.1.

³⁰ Os locais de amostragem são 28, no entanto na listagem do quadro 6.2 são mencionados 29, uma vez que, na campanha de monitorização (Maio/2020), o local da Ribeira dos Marinheiros estava seco, sem qualquer tipo de escoamento superficial, pelo que optou-se por amostrar mais uma massa de água (Ribeira do Vigário) por forma a manter o mesmo número de locais de amostragem previsto na rede.

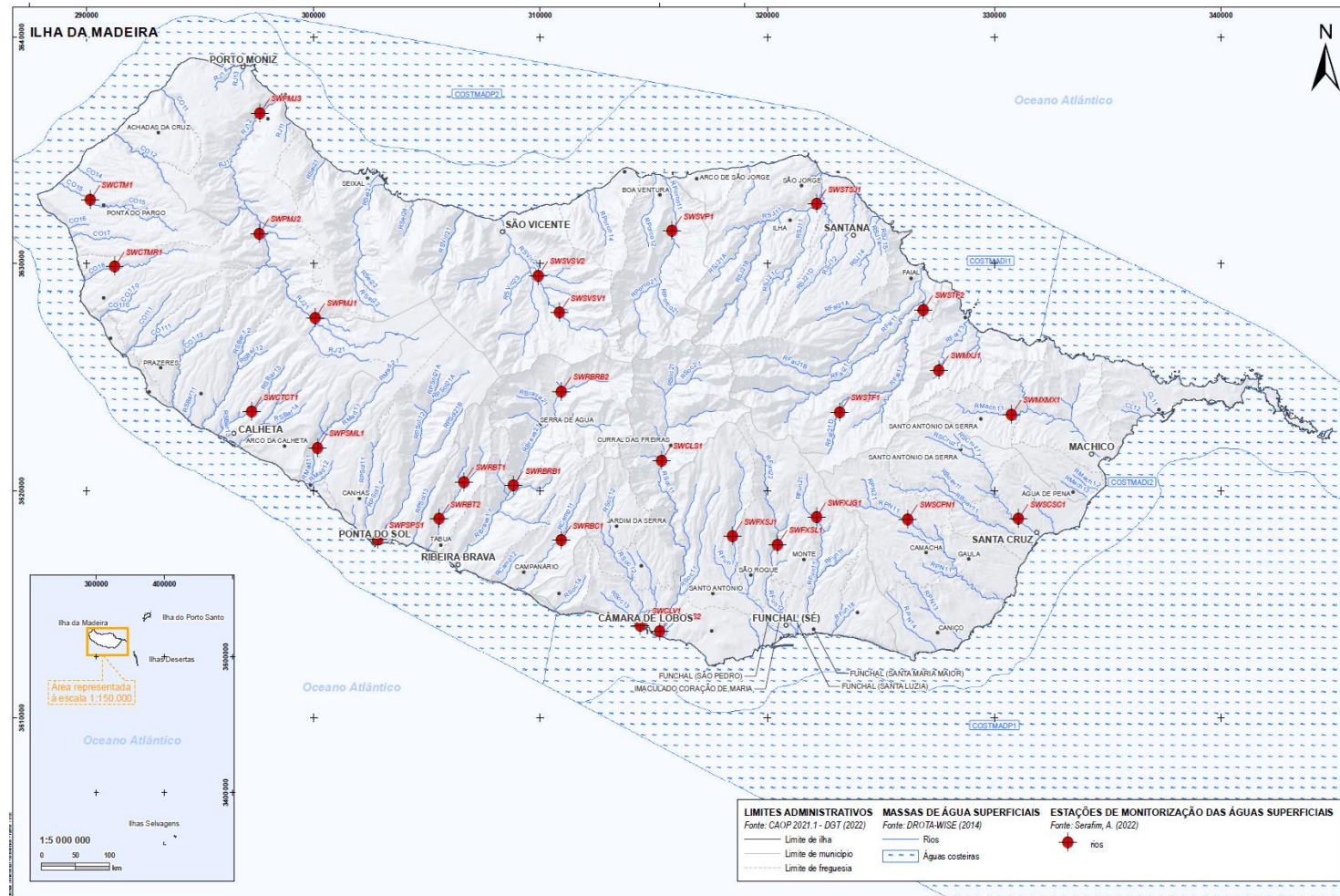
Quadro 3.4: Locais de monitorização das águas interiores (rios) na RH10

BACIA	MASSA DE ÁGUA	LOCAL DE MONITORIZAÇÃO	CÓDIGO	LATITUDE	LONGITUDE	TIPO
Ribeira da Janela	RJ12	Ribeira da Janela - Local Jusante	SWPMJ3	32°50'57" W	17°09'44" N	MDRWPM
	RJ21	Ribeira da Janela - Local Intermédio	SWPMJ2	32°48'05" W	17°09'41" N	MDRWPA
	RJ21	Ribeira da Janela - Local Montante	SWPMJ1	32°46'06" W	17°08'03" N	MDRWPA
Ribeira de São Vicente	RSVIC23	Ribeira de São Vicente - Local Jusante	SWSVSV2	32°47'12" W	17°01'47" N	MDRWPA
	RSVIC23	Ribeira de São Vicente - Local Montante	SWSVSV1	32°46'20" W	17°01'10" N	MDRWPA
Ribeira do Porco	RPORCO11	Ribeira do Porco	SWSVP1	32°48'20" W	16°58'02" N	MDRWPM
Ribeira de S. Jorge	RSJ11	Ribeira de S. Jorge	SWSTSJ1	32°49'03" W	16°53'58" N	MDRWPM
Ribeira do Faial	RFAI11	Ribeira do Faial - Local Jusante	SWSTF2	32°46'34" W	16°50'54" N	MDRWPM
	RFAI21D	Ribeira do Faial - Local Montante	SWSTF1	32°44'05" W	16°53'13" N	MDRWPA
	Rfai13	Ribeira do Juncal	SWMXJ1	32°45'08" W	16°50'26" N	MDRWPM
Ribeira de Machico	RMACH11	Ribeira de Machico	SWMXMX1	32°44'06" W	16°48'22" N	MDRWPM
Ribeira de Santa Cruz	RSCRUZ11	Ribeira de Santa Cruz	SWSCSC1	32°41'37" W	16°48'07" N	MDRWPM
Ribeira do Porto Novo	RPN11	Ribeira do Porto Novo	SWSCPN1	32°41'33" W	16°51'14" N	MDRWPM
Ribeiras do Funchal	RFUN11	Ribeira de João Gomes	SWFXJG1	32°41'34" W	16°53'49" N	MDRWPM
	RFUN12	Ribeira de Santa Luzia	SWFXSL1	32°40'54" W	16°54'54" N	MDRWPM
	Rfun13	Ribeira de S. João	SWFXSJ1	32°41'05" W	16°56'10" N	MDRWPM
Ribeira dos Socorridos	RSOC21	Ribeira dos Socorridos - Local Montante	SWCLS1	32°42'51" W	16°58'13" N	MDRWPA
	RSOC11	Ribeira dos Socorridos - Local Jusante	SWCLS2	32°38'47" W	16°58'10" N	MDRWPM
	RSOC12	Ribeira do Vigário – Local Jusante	SWCLV1	32°38'55" W	16°58'43" N	MDRWPM
Ribeira do Campanário	RCAMP11	Ribeira do Campanário	SWRBC1	32°40'55" W	17°01'00" N	MDRWPM
Ribeira Brava	Rbrava21	Ribeira Brava – Local Montante	SWRBRB2	32°44'27" W	17°01'04" N	MDRWPA
	RBRAVA11	Ribeira Brava - Local Jusante	SWRBRB1	32°42'12" W	17°02'22" N	MDRWPA
Ribeira da Tabua	RTAB11	Ribeira da Tabua - Local Jusante	SWRBT2	32°41'22" W	17°04'27" N	MDRWPM
	RTAB11	Ribeira da Tabua - Local Montante	SWRBT1	32°42'15" W	17°03'46" N	MDRWPM

BACIA	MASSA DE ÁGUA	LOCAL DE MONITORIZAÇÃO	CÓDIGO	LATITUDE	LONGITUDE	TIPO
Ribeira da Ponta do Sol	RPSol12	Ribeira da Ponta do Sol - Local Jusante	SWPSPS1	32°40'50" W	17°06'10" N	MDRWPM
Ribeira da Madalena	Rmad11	Ribeira da Madalena	SWPSML1	32°42'60" W	17°07'55" N	MDRWPM
Ribeira de S. Bartolomeu	RSBar13	Ribeira da Calheta	SWCTCT1	32°43'50" W	17°09'47" N	MDRWPM
Costa Oeste	CO18	Ribeira dos Marinheiros	SWCTMR1	32°47'13" W	17°13'45" N	MDRWPM
	CO15	Ribeira dos Moinhos	SWCTM1	32°48'48" W	17°14'28" N	MDRWPM

Fonte: "Monitorização da Qualidade Química e Ecológica das Massas de Águas Superficiais Interiores da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10)" (DRAAC, 2022)

Figura 3.1: Locais de monitorização das águas interiores (rios) na RH10 - Ilha da Madeira



Fonte: “Monitorização da Qualidade Química e Ecológica das Massas de Águas Superficiais Interiores da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10)” (DRAAC, 2022)

3.1.1.1 Elementos biológicos

Parâmetros de monitorização

A rede de monitorização dos elementos de qualidade biológica nas massas de água superficiais interiores é constituída por 28 locais de amostragem (Quadro 3.3) onde foram avaliados dois elementos de qualidade biológica (EQB):

- ▶▶ Fitobentos-Diatomáceas;
- ▶▶ Macroinvertebrados Bentónicos.

Âmbito temporal

Foram realizadas cinco amostragens de elementos biológicos, uma em cada ano hidrológico (2014/2015, 2015/2016, 2017/2018, 2018/2019, 2019/2020). O programa de monitorização prevê a realização de amostragens em condições ditas de Primavera, em que os caudais não sejam tão elevados que possam ter um efeito destrutivo e levar a um empobrecimento das comunidades aquáticas, nem sejam já nulos ou muito baixos, característicos das situações de estiagem e em que as condições de temperatura sejam amenas e propícias ao desenvolvimento dos organismos.

3.1.1.2 Elementos físico-químicos de suporte aos biológicos

Parâmetros de monitorização

A rede de monitorização dos elementos físico-químicos das massas de água superficiais interiores é constituída por 28 locais de amostragem (Quadro 3.3), onde foram analisados os parâmetros que se encontram expressos no Quadro 3.5.

Quadro 3.5: Parâmetros físico-químicos de suporte aos elementos biológicos, analisados na monitorização das águas interiores (rios) na RH10

PARÂMETRO	UNIDADE
Temperatura (<i>in situ</i>)	°C
Condutividade (<i>in situ</i>)	µs/cm
Oxigénio dissolvido (<i>in situ</i>)	mg/L O ₂
pH (<i>in situ</i>)	Escala Sorensen
Condutividade (<i>em laboratório</i>)	µs/cm
Oxigénio dissolvido (<i>em laboratório</i>)	mg/L O ₂
pH (<i>em laboratório</i>)	Escala Sorensen
Alcalinidade total	mg/L CaCO ₃
Azoto Amoniacal	mg/L NH ₄
Azoto total	mg/L N

PARÂMETRO	UNIDADE
Fosfatos	mg/L Ca
CBO ₅	mg/L O ₂
CQO	mg/L O ₂
Dureza total	mg/L CaCO ₃
Fósforo total	mg/L PO ₄
Nitratos	mg/L NO ₃
Nitritos	mg/L NO ₂
Oxidabilidade	mg/L
SST	mg/L

Fonte: “Monitorização da Qualidade Química e Ecológica das Massas de Águas Superficiais Interiores da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10)” (DRAAC, 2022)

Complementarmente, em todos os pontos de amostragem, uma vez por ano, está prevista a análise dos parâmetros adicionais apresentados no Quadro 3.6.

Quadro 3.6: Parâmetros Adicionais

PARÂMETROS ADICIONAIS
Percloroetileno
Xilenos
Boro
Cobalto
Molibdénio
Selénio
Tálio
Urânio
Vanádio
Amoníaco
Fluoretos

Fonte: DRAAC, 2023.

Ainda, os parâmetros identificados nos Quadro 3.7 e Quadro 3.8, são alvo de análise, uma vez por ano, nos pontos de amostragem identificados no Quadro 3.9.

Quadro 3.7: Substâncias Prioritárias, Poluentes Específicos e Substâncias Ativas, analisados na monitorização das águas interiores (rios) na RH10

SUBSTÂNCIAS PRIORITÁRIAS/ POLUENTES ESPECÍFICOS/ SUBSTÂNCIAS ATIVAS	PARÂMETROS
Lista das Substâncias Prioritárias	Alacloro
	Antraceno
	Atrazina
	Benzeno
	Éteres difenílicos bromados
	Cádmio e compostos de cádmio

SUBSTÂNCIAS PRIORITÁRIAS/ POLUENTES ESPECÍFICOS/ SUBSTÂNCIAS ATIVAS	PARÂMETROS
	Cloroalcanos, C ₁₀₋₁₃
	Clorfenvinfos
	Clorpirifos (Clorpirifos -etilo)
	1,2 -Dicloroetano
	Diclorometano
	Ftalato de di(2 -etil -hexilo) (DEHP)
	Diurão
	Endossulfão
	Fluoranteno
	Hexaclorobenzeno
	Hexaclorobutadieno
	Hexaclorociclohexano
	Isoproturão
	Chumbo e compostos de chumbo
	Mercúrio e compostos de mercúrio
	Naftaleno
	Níquel e compostos de níquel
	Nonilfenóis
	Octilfenóis ⁽⁶⁾
	Pentaclorobenzeno
	Pentaclorofenol
	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos ⁽⁷⁾
	Simazina
	Compostos de tributilestanho
	Triclorobenzenos
	Triclorometano (clorofórmio)
	Trifluralina
	Dicofol
	Ácido perfluorooctanossulfónico e seus derivados (PFOS)
	Quinoxifena
	Dioxinas e compostos semelhantes a dioxinas
	Aclonifena
	Bifenox
	Cibutrina
	Cipermetrina ⁽¹⁰⁾
	Diclorvos
	Hexabromociclododecanos (HBCDD)
	Heptacloro e epóxido de heptacloro
	Terbutrina
Poluentes Específicos	2,4,5-Triclorofenol

SUBSTÂNCIAS PRIORITÁRIAS/ POLUENTES ESPECÍFICOS/ SUBSTÂNCIAS ATIVAS	PARÂMETROS
	2,4,6-Triclorofenol
	2,4-D (ácido 2,4-Diclorofenoxiacético - sais e ésteres)
	2,4- Diclorofenol
	3,4-Dicloroanilina
	Antimónio
	Arsénio
	Bário
	Bentazona
	Cobre
	Crómio
	Dimetoato
	Etilbenzeno
	Fosfato de tributilo
	Linurão
	MCPP (Mecoprope)
	Xileno (total)
	Tolueno
	Zinco
	Terbutilazina
	Desetil Terbutilazina
Cianetos livres (HCN)	
Substâncias Ativas	Acrinatrina
	Bromodiolona
	Glifosato
	Glufosinato de amónia
	Oxamil
	Teflutrina
	Ciprodinil

Fonte: DRAAC, 2023.

Quadro 3.8: Substâncias Prioritárias e Poluentes Específicos Seleccionados, e Substâncias Ativas, analisados na monitorização das águas interiores (rios) na RH10

SUBSTÂNCIAS PRIORITÁRIAS/ POLUENTES ESPECÍFICOS/ SUBSTÂNCIAS ATIVAS	PARÂMETROS
Substâncias Prioritárias	Éteres difenólicos bromados
	Cloroalcanos, C ₁₀ -13
	1,2 -Dicloroetano
	Ftalato de di(2 -etil -hexilo) (DEHP)
	Diurão
	Isoproturão
	Nonilfenóis

SUBSTÂNCIAS PRIORITÁRIAS/ POLUENTES ESPECÍFICOS/ SUBSTÂNCIAS ATIVAS	PARÂMETROS
	Octilfenóis
	Pentaclorobenzeno
	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos
	Dicofol
	Ácido perfluorooctanossulfónico e seus derivados (PFOS)
	Quinoxifena
	Dioxinas e compostos semelhantes a dioxinas
	Aclonifena
	Bifenox
	Cibutrina
	Cipermetrina
	Diclorvos
	Hexabromociclododecanos (HBCDD)
	Terbutrina
Poluentes Específicos	Bentazona
	Xileno (total)
	Desetil Terbutilazina
	Cianetos livres (HCN)
Substâncias Ativas	Acrinatrina
	Bromodiolona
	Glifosato
	Glufosinato de amónia
	Oxamil
	Teflutrina
	Ciprodinil

Fonte: DRAAC, 2023.

Quadro 3.9: Parâmetros a monitorizar por pontos de amostragem

CONCELHOS	LOCAIS A MONITORIZAR	PARÂMETROS
Porto Moniz	Ribeira da Janela - Local Jusante	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira da Janela - Local Intermédio	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira da Janela - Local Montante	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
São Vicente	Ribeira de São Vicente - Local Jusante	Quadro 3.5, Quadro 3.6 e Quadro 3.8
	Ribeira de São Vicente - Local Montante	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira do Porco	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
Santana	Ribeira de S. Jorge	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira do Faial - Local Jusante	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira do Faial - Local Montante	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
Machico	Ribeira de Machico	Quadro 3.5, Quadro 3.6 e Quadro 3.8
	Rib. Juncal	Quadro 3.5 e Quadro 3.6

CONCELHOS	LOCAIS A MONITORIZAR	PARÂMETROS
Santa Cruz	Ribeira de Santa Cruz	Quadro 3.5, Quadro 3.7 e Quadro 3.8
	Rib. do Porto Novo	Quadro 3.5, Quadro 3.6 e Quadro 3.8
Funchal	Ribeira de João Gomes	Quadro 3.5, Quadro 3.7 e Quadro 3.8
	Ribeira de Santa Luzia	Quadro 3.5, Quadro 3.6 e Quadro 3.8
	Rib. de S. João	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
Câmara de Lobos	Ribeira dos Socorridos - Local Montante	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira dos Socorridos - Local Jusante	Quadro 3.5, Quadro 3.6 e Quadro 3.8
Ribeira Brava	Ribeira do Campanário	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira Brava	Quadro 3.5, Quadro 3.6 e Quadro 3.8
	Ribeira da Tabua - Local Jusante	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira da Tabua - Local Montante	
	Rib. Brava	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
Ponta do Sol	Ribeira da Ponta do Sol - Local Jusante	Quadro 3.5, Quadro 3.6 e Quadro 3.8
	Rib. da Madalena	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
Calheta	Ribeira dos Marinheiros	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Ribeira dos Moinhos	Quadro 3.5 e Quadro 3.6
	Rib. da Calheta	Quadro 3.5, Quadro 3.6 e Quadro 3.8

Fonte: DRAAC, 2023.

Âmbito temporal

As análises realizadas no âmbito programa de monitorização do supracitado têm uma periodicidade trimestral para os elementos físico-químicos de suporte aos biológicos e anual para as substâncias prioritárias e poluentes específicos, elementos biológicos e elementos hidromorfológicos.

3.1.1.3 Elementos hidromorfológicos de suporte aos biológicos

Segundo a DQA a classificação do Estado Ecológico de linhas de água deverá incluir, como elementos de suporte aos elementos de qualidade biológica, os elementos de qualidade hidromorfológica (INAG, 2009). Assim sendo, para a avaliação do estado ecológico das linhas de água deverão ser também considerados, o regime hidrológico, continuidade do rio e condições morfológicas, contemplando desta forma indicadores relacionados com condições de escoamento, nível e tipo de modificações no canal, bem como indicadores relacionados com a estrutura do leito do rio, substrato e composição das margens e leito de cheia. Para a avaliação dos elementos hidromorfológicos a DQA recomenda a aplicação do método River Habitat Survey (RHS). Este é um método de campo normalizado para o registo de características naturais e artificiais ao longo de um troço de 500m de comprimento do canal e 50m de largura e que permite a inventariação de atributos, habitats, modificações e é caracterizado pela recolha de dados geográficos e de campo, abrangendo uma grande quantidade de dados qualitativos e quantitativos. No entanto, segundo documento produzido pela Universidade de Évora/Fundação Luís de Molina em 2008, as características particulares dos cursos da ilha da Madeira, cuja singularidade torna, de acordo com o mesmo, desadequada a aplicação de «métodos e protocolos complexos e detalhados» como o RHS tanto na sua versão original como nas versões regionais. Assim procedeu-se apenas ao levantamento das seguintes variáveis:

▶▶ Características do curso

- Largura (de margem a margem);
- Profundidade;
- Velocidade da corrente em apreciação qualitativa (sem corrente, lenta, moderada, rápida);
- Ensombramento por vegetação arbórea e arbustiva (% do leito ensombrado);
- Profundidade do canal relativamente aos terraços adjacentes (definidos pelos pontos de inflexão mais pronunciados nos taludes, bankfull);
- Altura do trash-line, se existente (altura relativamente ao leito);
- Detritos orgânicos grandes e lenhosos (4 classes: 0, 1, 2, 3) e outros detritos vegetais (4 classes: 0, 1, 2, 3);
- Substrato (percentagem das várias classes);
- Ocorrência de situações de “enterramento” do substrato (ou colmatção, embeddedness);
- Canalização;
- Alterações do perfil transversal do canal fluvial;
- Intervenções nas margens (margens naturais, com enrocamento numa ou nas duas margens, betão numa ou nas duas margens);
- Vegetação no leito molhado (terrestre: 4 classes: 0, 1, 2, 3; aquática: 4 classes: 0, 1, 2, 3).

▶▶ **Vegetação ripária**

- Dominante: tipo ou espécie se conhecida;
- Vegetação natural ou infestante (p.e.: caniço, silvas, pinheiros, eucaliptos, mimosas);
- Desenvolvimento de corredores na margem esquerda e na margem direita: contínuo, descontínuo, esparsos, ausente;

▶▶ **Água**

- Registo de temperatura, pH, oxigénio dissolvido, condutividade elétrica e turvação (apreciação visual);

▶▶ **Hidrologia**

- Proporção estimada do caudal que é subtraído à ribeira pelos diversos aproveitamentos hidráulicos (variável avaliada em gabinete);

▶▶ **Uso do solo/fontes de poluição**

- Uso do solo dominante nos terraços adjacentes ao leito;
- Uso do solo dominante na envolvente do local;
- Uso do solo na bacia de drenagem do local (variável avaliada em gabinete);
- Uso do solo na bacia de drenagem do local (variável avaliada em gabinete);
- Fontes de poluição tóxica (variável avaliada em gabinete);
- Sinais de erosão.

3.1.2 Programa de monitorização - costeiras

O programa de monitorização da qualidade ecológica e química das águas costeiras da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10) desenvolve-se nas massas de água envolventes a todas as ilhas pertencentes ao arquipélago da Madeira.

O principal objetivo do programa de monitorização das águas costeiras da RAM consiste em verificar o estado da qualidade ecológica e química das diferentes massas de água.

O programa de monitorização das águas costeiras desenvolveu-se em seis campanhas:

- ▶▶ 1.ª Campanha - de 13 a 25 de janeiro de 2016;
- ▶▶ 2.ª Campanha - de 2 a 6 de maio e 13 a 15 de junho de 2016;
- ▶▶ 3.ª Campanha - de 5 a 15 de setembro de 2016;
- ▶▶ 4.ª Campanha - de 26 janeiro e 2 de fevereiro de 2017;
- ▶▶ 5.ª Campanha - de 18 a 26 de maio de 2017;
- ▶▶ 6.ª Campanha - de 16 a 22 de setembro de 2017.

Os pontos de amostragem das águas costeiras abrangem 14 estações de monitorização, divididas por oito massas de águas costeiras como se pode verificar no Quadro 3.10. As duas estações de amostragem HH e II foram adicionadas à monitorização no ano de 2017, uma vez que as estações H e I apresentavam profundidade inacessíveis não se podendo fazer uma caracterização da coluna de água completa.

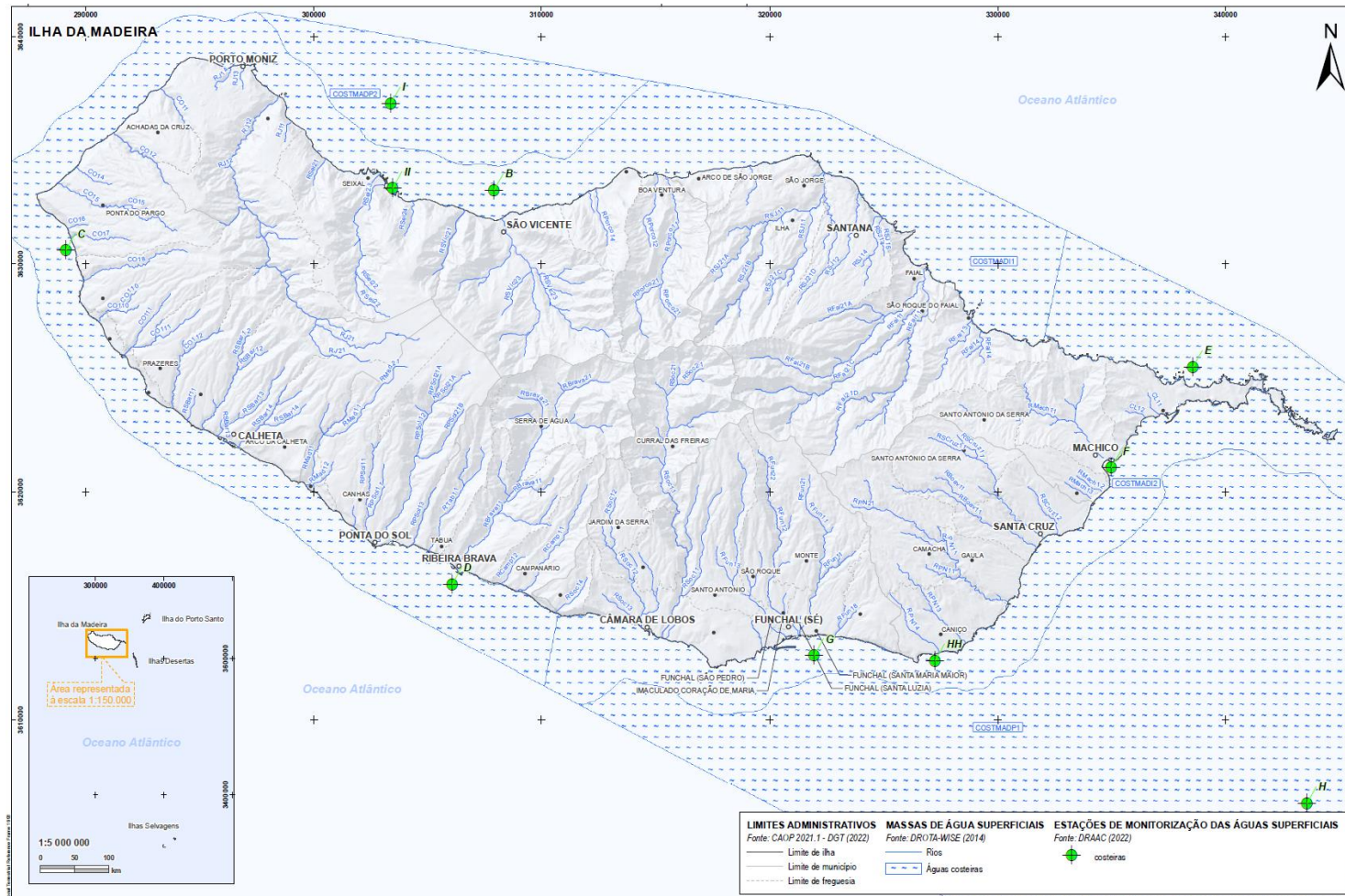
Quadro 3.10: Locais de monitorização das águas costeiras na RH10

MASSAS DE ÁGUA	Nº DE ESTAÇÕES	CÓDIGO DO LOCAL	LATITUDE	LONGITUDE
COSTDES1	1	A	32°31'60.00"N	16°31'40.00"W
COSTMADI1	3	B	32°49'13.82"N	17°03'07.37"W
		C	32°47'35.96"N	17°15'06.40"W
		D	32°39'50.81"N	17°04'04.08"W
COSTMADI2	3	E	32°45'19.04"N	16°43'23.49"W
		F	32°42'53.75"N	16°45'38.27"W
		G	32°38'19.22"N	16°53'52.83"W
COSTMADP1	1	H	32°35'00.00"N	16°40'00.00"W
COSTMADP1	1	HH	32°38'14.52"N	16°50'29.04"W
COSTMADP2	1	I	32°51'14.44"N	17°06'03.82"W
COSTMADP2	1	II	32°49'13.80"N	17°05'57.90"W
COSTPORI	3	J	33°01'15.98"N	16°22'14.35"W
		L	33°03'21.48"N	16°19'21.82"W
		M	33°05'10.97"N	16°17'21.20"W
COSTSELI1	1	N	30°08'42.71"N	15°51'27.94"W
COSTSELI2	1	O	30°01'39.00"N	16°01'24.00"W

Fonte: "Relatório Anual 2017 - Monitorização das Águas Costeiras da Região Autónoma da Madeira" (DRAAC, 2022)

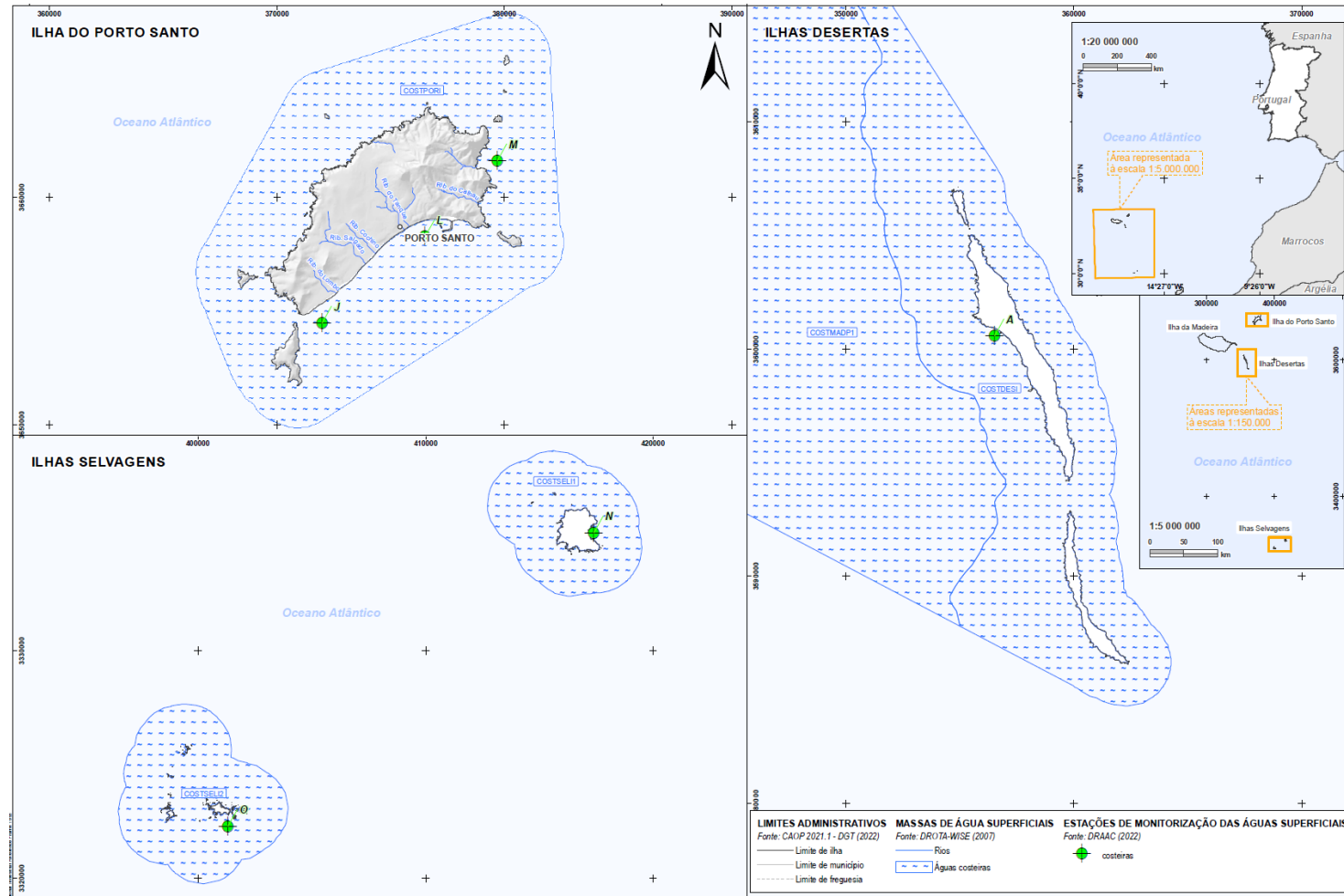
Nas Figura 3.2 e Figura 3.3 encontram-se representados os locais de monitorização das águas costeiras na RH10.

Figura 3.2: Locais de monitorização das águas costeiras na RH10 - Ilha da Madeira



Fonte: "Relatório Anual 2017 - Monitorização das Águas Costeiras da Região Autónoma da Madeira" (DRAAC, 2022)

Figura 3.3: Locais de monitorização das águas costeiras na RH10 - Ilha de Porto Santo, Ilhas Selvagens e Ilhas Desertas



Fonte: "Relatório Anual 2017 - Monitorização das Águas Costeiras da Região Autónoma da Madeira" (DRAAC, 2022)

3.1.2.1 Elementos biológicos

Parâmetros de monitorização

A rede de monitorização dos elementos biológicos nas massas de água costeiras é composta por 14 locais de amostragem (Quadro 3.10), onde foram avaliados os seguintes elementos de qualidade biológica (EQB):

- ▶▶ Fitoplâncton;
 - Clorofila *a* e Feofitina *a*
- ▶▶ Flora Aquática;
- ▶▶ Macroinvertebrados bentónicos;

Âmbito temporal

A frequência de amostragem para a medição dos elementos biológicos encontra-se discriminada no quadro seguinte, que contém a frequência de amostragem para cada elemento.

Quadro 3.11: Frequência de amostragem dos elementos biológicos nas massas de água costeiras na RH10

ELEMENTOS DE QUALIDADE E PARÂMETROS		FREQUÊNCIA
Elementos de Qualidade Biológicos	Fitoplâncton	Quadrimestral (4-4 meses)
	Outra flora aquática	Bienal (1 vez)
	Macroinvertebrados	

3.1.2.2 Elementos físico-químicos de suporte aos biológicos

Parâmetros de monitorização

A rede de monitorização dos elementos físico-químicos das massas de água costeiras é constituída por 14 locais de amostragem onde foram analisados os parâmetros que se encontram expressos no Quadro 3.12.

Quadro 3.12: Parâmetros físico-químicos analisados na monitorização das águas costeiras na RH10

PARÂMETRO	UNIDADE	
Secchi (<i>in situ</i>)	m	
pH (<i>in situ</i>)	Escala Sorensen	
Salinidade (<i>in situ</i>)	ppt	
Oxigénio (<i>in situ</i>)	mg/L	
Oxigénio (<i>in situ</i>)	%	
Temperatura (<i>in situ</i>)	°C	
Turbidez (<i>in situ</i>)	NTU	
Oxigénio dissolvido (<i>in situ</i>)	mg/L O ₂	
Nutrientes	Nitritos	µg/L NO ₂ ⁻
	Nitratos	µg/L NO ₃ ⁻

PARÂMETRO	UNIDADE
Amónia	µg/L (NH ₂ +NH ₄)
Fosfatos	µg/L (PO ₄ ³⁺)
Fósforo	µg/L P total
Sílica	mg/L SiO ₂

Fonte: "Relatório Anual 2017 - Monitorização das Águas Costeiras da Região Autónoma da Madeira" (DRAAC, 2022)

Em conjunto com os elementos físico-químicos gerais foram ainda amostrados **poluentes específicos** e **substâncias prioritárias** que se encontram elencados no Quadro 3.13.

Quadro 3.13: Poluentes específicos e substâncias prioritárias analisados na monitorização das águas costeiras na RH10

TIPO	SUBSTÂNCIA	UNIDADE
Poluentes específicos	Cobre (Cu)	µg/L
	1,1 - Dicloroetano	
	1,2 - Dicloropropano	
	1,1,1 - Tricloroetano	
	1,1,2 - Tricloroetano	
	Monobutilestanho (MBT)	
	Dibutilestanho (TBT)	
Substâncias prioritárias	Cádmio (Cd)	
	Mercúrio (Hg)	
	Níquel (Ni)	
	Chumbo (Pb)	
	Cloroalcanos	
	Endossulfão	
	1,2 - Dicloroetano	
	Tributilestanho (TBT)	
	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs)	Naftaleno
		Antraceno
Fluoranteno		
Benzo[a]pireno		
Benzo[b]fluoranteno		
Benzo[k]fluoranteno		
Benzo[g,h,i]perileno		
Indeno[1,2,3 -cd]pireno		

Fonte: "Relatório Anual 2017 - Monitorização das Águas Costeiras da Região Autónoma da Madeira" (DRAAC, 2022)

Âmbito temporal

A frequência de amostragem para a medição dos elementos físico-químicos nas massas de água costeiras encontra-se discriminada no quadro seguinte, que contém a frequência de amostragem para cada parâmetro.

Quadro 3.14: Frequência de amostragem dos elementos físico-químicos nas massas de água costeiras na RH10

ELEMENTOS DE QUALIDADE E PARÂMETROS		FREQUÊNCIA
Elementos de Qualidade Químicos e Físico-Químicos	Transparência	Quadrimestral (4-4 meses)
	Estado de acidificação (pH)	
	Condições térmicas	
	Condições de oxigenação	
	Salinidade	
	Total de Sólidos Dissolvidos (TSD)	
	Total de Sólidos Suspensos Dissolvidos (TSSD)	
	Condições relativas aos nutrientes (nitratos, nitritos, amónia, fosfatos, sílica)	
	Outros poluentes	
	Substâncias prioritárias	

3.1.2.3 Elementos hidromorfológicos de suporte aos biológicos

Parâmetros de monitorização

Relativamente aos elementos hidromorfológicos, a monitorização é realizada através da compilação dos elementos necessários à caracterização das condições:

- ▶▶ **Condições morfológicas:**
 - Variação da profundidade;
 - Estrutura e substrato do fundo;
 - Estrutura da zona intermareal;
- ▶▶ **Regime de marés:**
 - Direção das correntes dominantes;
 - Exposição à ondulação;

Âmbito temporal

A frequência de amostragem para a medição dos elementos hidromorfológicos encontra-se elencada no quadro seguinte, que contém a frequência de amostragem para cada elemento.

Quadro 3.15: Frequência de amostragem dos elementos hidromorfológicos nas massas de água costeiras na RH10

ELEMENTOS DE QUALIDADE E PARÂMETROS		FREQUÊNCIA
Elementos de Qualidade Hidromorfológicos	Condições morfológicas	Bial (1vez)
	Regime de Marés	

3.2 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Um dos objetivos da DQA é assegurar a redução gradual da poluição das águas subterrâneas e evitar o agravamento da sua poluição.

De acordo com o artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, as especificações técnicas e os métodos normalizados de análise e de controlo do estado das massas de água subterrâneas são definidos por decreto regulamentar e têm em consideração o disposto no anexo VII do referido decreto.

Os programas de monitorização para as águas subterrâneas incluem a monitorização do estado químico e do estado quantitativo pelo que devem incluir:

- ▶ Uma **rede de monitorização do nível piezométrico**, que proceda à avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrânea, assim como a caracterização e avaliação do risco de as massas de água não atingirem o bom estado quantitativo. Deve também permitir avaliar as tendências a longo prazo, em que as extrações não devem ser superiores à recarga. Esta rede inclui, igualmente, a medição do caudal das nascentes. Para a escolha das estações representativas, da massa de água, é necessário conhecer-se o escoamento regional, nomeadamente, onde ocorre a recarga e a descarga dessa mesma massa de água. Por outro lado, as estações que se encontram junto a polos de extrações significativas, não devem ser consideradas como representativas do fluxo subterrâneo natural, mas devem ser tidas em conta na avaliação do estado quantitativo, por darem indicação sobre a avaliação dos recursos subterrâneos disponíveis.
- ▶ Uma **rede de vigilância do estado químico** que caracterize as massas de água e avalie o impacto das pressões antrópicas sobre as mesmas. Esta rede também deve avaliar o risco de as massas de água não cumprirem os objetivos ambientais. A rede deve ser operacionalizada durante a vigência de cada ciclo de planeamento e deve fornecer informações para definir os programas operacionais de monitorização. Deve ser estabelecida para que possa permitir identificar todos os riscos significativos que possam levar a uma massa de água a não cumprir os objetivos ambientais.
- ▶ Uma **rede operacional do estado químico**, que permita determinar o estado químico das massas de água que foram identificadas como estando em risco de não atingir o bom estado, para além das que estão com estado medíocre. Esta rede, também, deve permitir identificar se existe uma tendência significativa de subida da concentração de um poluente ou mais poluentes.

Na RH10 existem cinco massas de água subterrâneas.

3.2.1 Monitorização do Estado Quantitativo

A monitorização do estado quantitativo visa fornecer uma avaliação fiável do estado quantitativo das massas de água subterrânea, onde se inclui uma avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis.

De acordo com a DQA, o estado quantitativo de uma massa de água subterrânea representa o grau em que esta é afetada por extrações diretas ou indiretas, podendo ter impacto na qualidade ecológica das águas de superfície e dos ecossistemas terrestres associados a essa massa de água subterrânea.

Atualmente não está ainda implementada uma rede de monitorização quantitativa específica para acompanhar, quer a evolução dos níveis piezométricos, quer dos caudais das cinco massas de água subterrânea delimitadas na RH10. A operacionalização desta rede de monitorização dos recursos hídricos está, contudo, a ser equacionada tendo em vista responder às exigências da Lei da Água/DQA, em geral,

e às especificidades das condições de recarga das massas de água subterrânea, às tipologias de aquíferos que se individualizam no seio das massas de água subterrânea e ao tipo captações de água subterrânea na RH10.

A ARM, S.A. tem implementado um programa de monitorização piezométrica e de caudais de um conjunto de captações subterrâneas destinadas à produção de água para o consumo humano na ilha da Madeira. A rede é composta por 19 furos e por 6 nascentes com monitorização contínua do nível de água e do caudal nessas captações subterrâneas, tendo os dados disponíveis, no caso dos furos, o nível piezométrico e no caso das galerias, os caudais, sido utilizados para a avaliação do estado quantitativo.

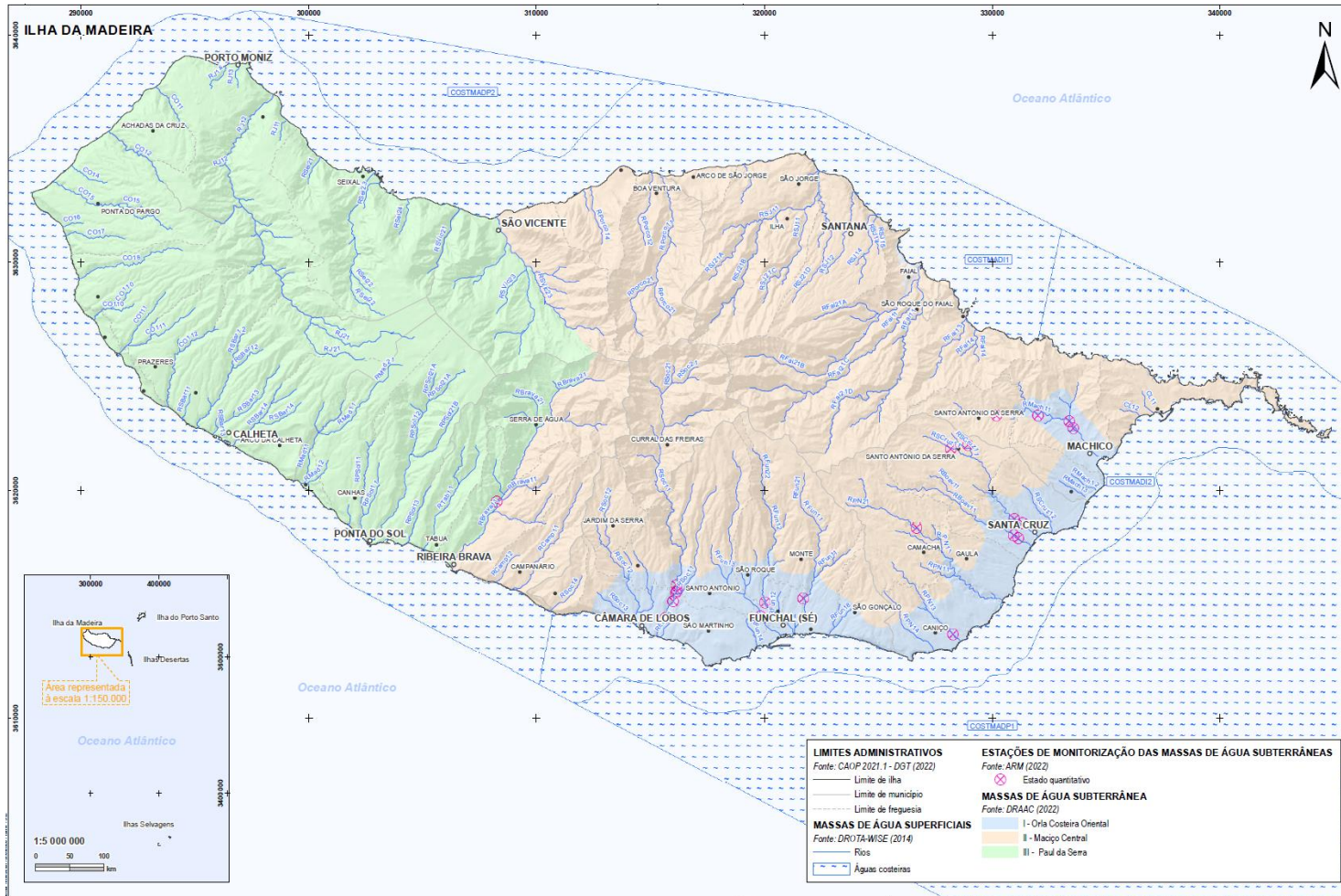
O Quadro 3.16 identifica as captações de água onde são verificados os níveis piezométricos e os caudais, em quatro das cinco massas de água subterrâneas da RH10.

Quadro 3.16: Rede de monitorização piezométrica (furos) e de caudais (nascentes) das captações de água subterrânea para produção de água para consumo humano na RH10

CAPTAÇÃO/NASCENTE	COORDENADAS WGS84		MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA
	Latitude (°N)	Longitude (°E)	
Galeria 1 (PS)	33.058906°	-16.33225°	Formações Sedimentares
Galeria 2 (PS)	33.058739°	-16.332189°	
Galeria 3 (PS)	33.057902°	-16.333734°	
Galeria 4 (PS)	33.057318°	-16.335228°	
Galeria das Fontes Vermelhas	32.734138°	-16.812113°	Maciço Central
Galeria do Porto Novo	32.688188°	-16.847881°	
Furo 1 de Santo da Serra (JK11)	32.722155°	-16.824679°	
Furo 2 de Santo da Serra (JK22)	32.720635°	-16.833181°	
Furo 1 dos Socorridos (JK3S)	32.664907°	-16.960414°	Orla Costeira Oriental
Furo 2 dos Socorridos (JK2S)	32.662696°	-16.960256°	
Furo 3 dos Socorridos (JK1S)	32.66179°	-16.960666°	
Furo 4 dos Socorridos (JK4)	32.658418°	-16.962237°	
Furo 6 dos Socorridos - ECM (JK16)	32.651726°	-16.965338°	
Furo de S. João (JK19)	32.652956°	-16.920605°	
Furo de Santa Luzia (JK20)	32.658714°	-16.918714°	
Furo de João Gomes (JK18)	32.660395°	-16.900941°	
Furo do Caniço (JK23)	32.647289°	-16.830524°	
Furo 1 de Boaventura (JK17)	32.686847°	-16.802873°	
Furo 2 de Boaventura (JK21)	32.685901°	-16.800881°	
Furo 1 de Santa Cruz (JK14)	32.691711°	-16.799187°	
Furo 2 de Santa Cruz (JK15)	32.691698°	-16.799083°	
Furo 2 de Machico (JK2M)	32.729915°	-16.77582°	
Furo 3 de Machico (JK12)	32.732438°	-16.777887°	
Furo 5 de Machico (JK3M)	32.734362°	-16.792717°	
Furo da Meia Légua (AQ1)	32.696544°	-17.045221°	Paul da Serra

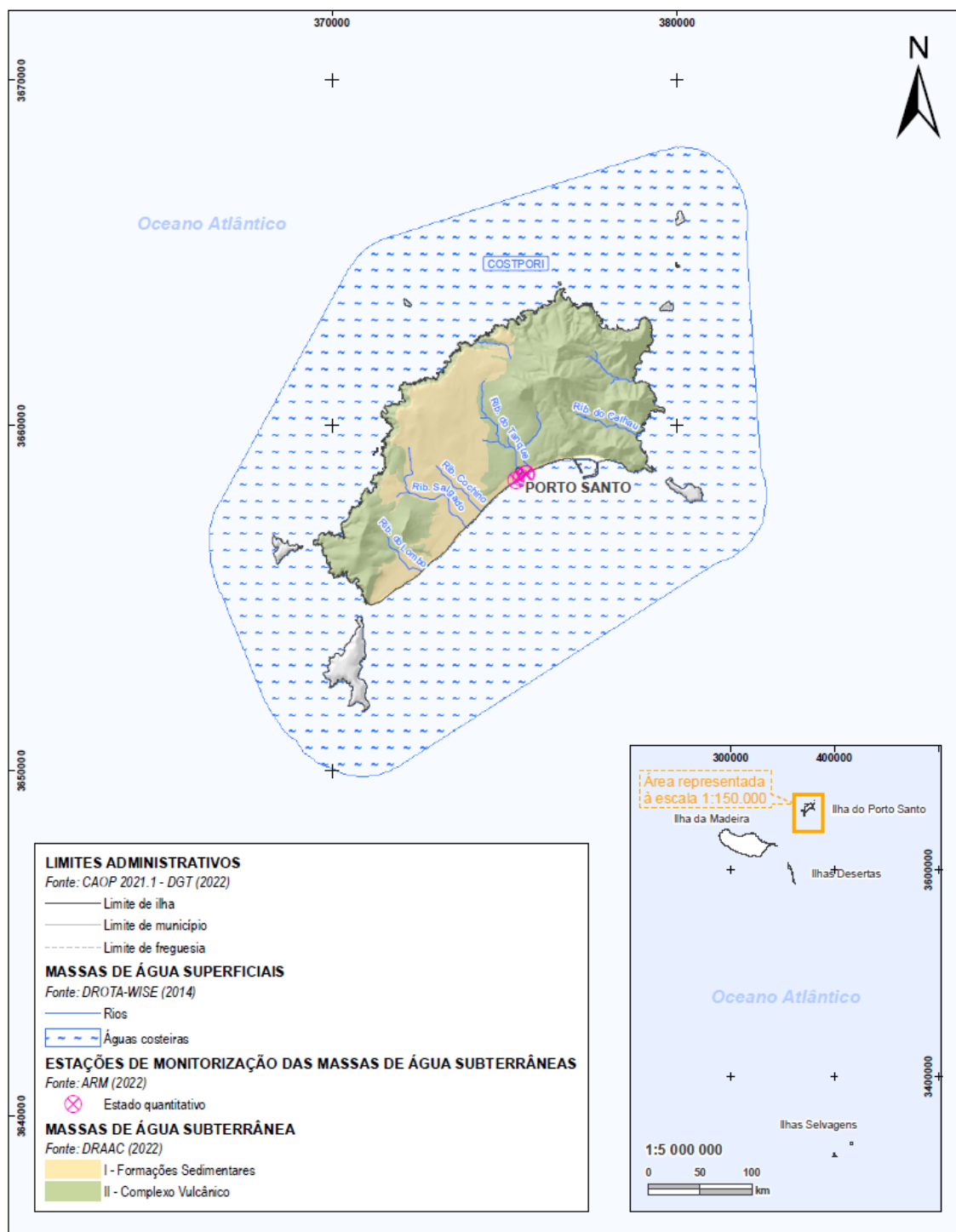
Fonte: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A.; 2022.

Figura 3.4: Locais de monitorização das massas de água subterrâneas na RH10 (Estado Quantitativo) - Ilha da Madeira



Fonte: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A., 2022.

Figura 3.5: Locais de monitorização das massas de água subterrâneas na RH10 (Estado Quantitativo) - Ilha de Porto Santo



Fonte: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A., 2022.

3.2.2 Monitorização do Estado Químico

A rede de monitorização do estado químico é estabelecida de modo a proporcionar uma panorâmica coerente e completa das águas subterrâneas em cada região hidrográfica e permitir detetar a presença de tendências a longo prazo, antropogenicamente induzidas, para o aumento da concentração de poluentes. Desta forma, a monitorização do estado químico engloba a caracterização das massas de água subterrânea e a avaliação do impacto das pressões antropogénicas, para cada período de vigência do PGRH. Como base nesta informação é estabelecido um programa de monitorização de vigilância e com os resultados desse programa define-se um programa de monitorização operacional a aplicar no período remanescente de vigência do plano nas massas de água em risco de não cumprir os objetivos ambientais.

Na RH10 o acompanhamento da qualidade da água subterrânea restringe-se à monitorização levada a cabo pela ARM, S.A., enquanto entidade concessionária do Sistema Regional de Gestão e Abastecimento de Água da Região Autónoma da Madeira. No que respeita à monitorização da qualidade a rede é constituída por 29 estações (Quadro 3.17).

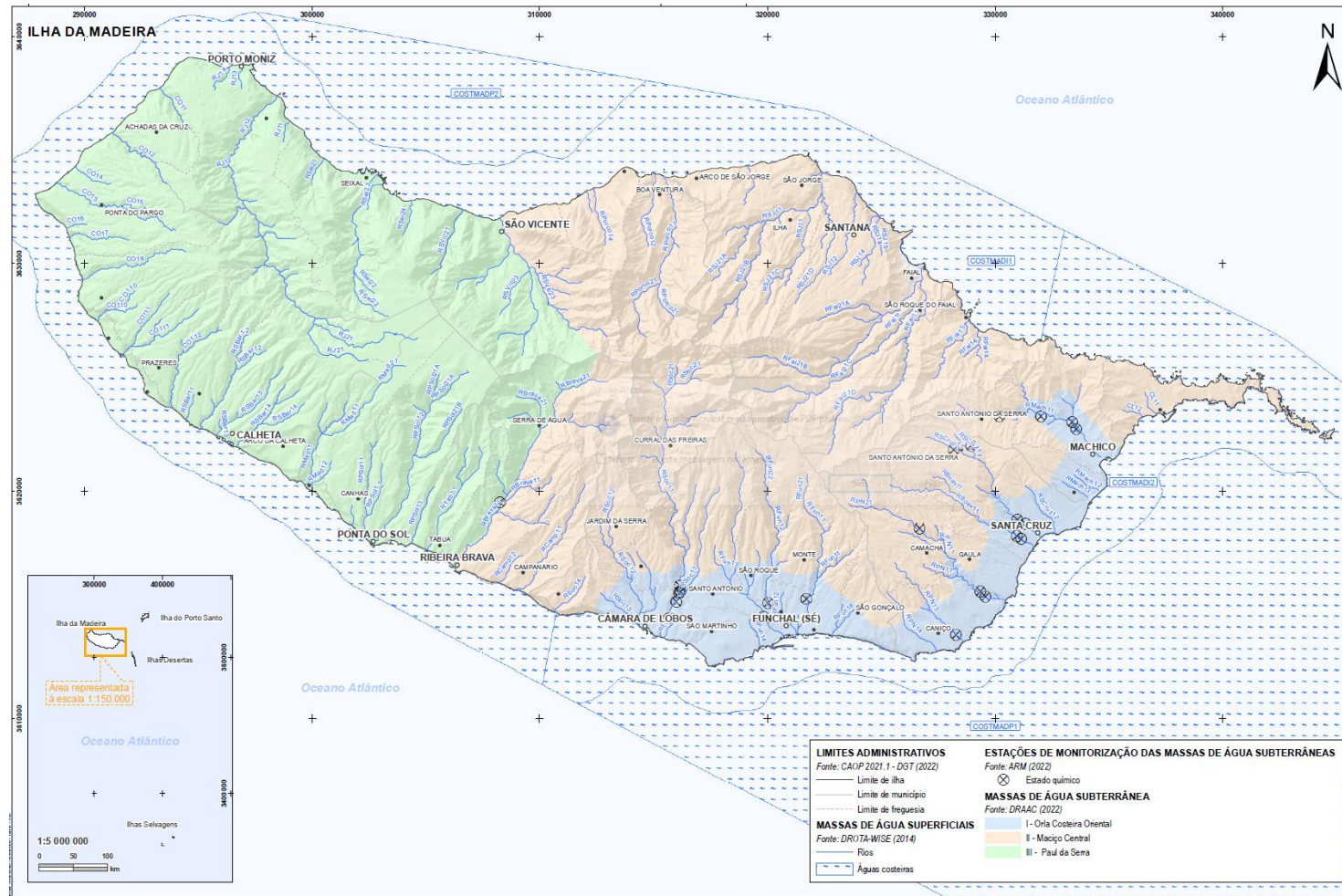
Quadro 3.17: Rede de monitorização da qualidade das captações de água subterrânea para produção de água para consumo humano

PONTO DE AMOSTRAGEM	COORDENADAS WGS84		MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA
	Latitude (°N)	Longitude (°E)	
Galeria n.º 1 do Porto Santo (Água Salgada) (BR)	33.058906°	-16.33225°	Formações Sedimentares
Galeria n.º 2 do Porto Santo (Água Salgada) (BR)	33.058739°	-16.332189°	
Galeria n.º 3 do Porto Santo (Água Salgada) (BR)	33.057902°	-16.333734°	
Galeria n.º 4 do Porto Santo (Água Salgada) (BR)	33.057318°	-16.335228°	
Galeria das Fontes Vermelhas (BR)	32.734138°	-16.812113°	Maciço Central
Galeria do Porto Novo (BR)	32.688188°	-16.847881°	
Furo 1 de Santo da Serra (JK11)	32.722155°	-16,824679°	
Furo 2 de Santo da Serra (JK22)	32.720635°	-16,833181°	
Sistema do túnel do Norte (BR)	32.752675°	-16.818213°	
Furo 1 dos Socorridos (JK3S)	32.664907°	-16.960414°	
Furo 2 dos Socorridos (JK2S)	32.662696°	-16.960256°	Orla Costeira Oriental
Furo 3 dos Socorridos (JK1S)	32.66179°	-16.960666°	
Furo 4 dos Socorridos (JK4)	32.658418°	-16.962237°	
Furo 6 dos Socorridos - ECM (JK16)	32.651726°	-16.965338°	
Furo de S. João (JK19)	32.652956°	-16.920605°	
Furo de Santa Luzia (JK20)	32.658714°	-16.918714°	
Furo de João Gomes (JK18)	32.660395°	-16.900941°	
Furo do Caniço (JK23)	32.647289°	-16.830524°	
Furo 1 de Boaventura (JK17)	32.686847°	-16.802873°	
Furo 2 de Boaventura (JK21)	32.685901°	-16.800881°	
Furo 1 de Santa Cruz (JK14)	32.691711°	-16.799187°	
Furo 2 de Santa Cruz (JK15)	32.691698°	-16.799083°	
Furo 2 de Machico (JK2M)	32.729915°	-16.77582°	
Furo 3 de Machico (JK12)	32.732438°	-16.777887°	
Furo 5 de Machico (JK3M)	32.734362°	-16.792717°	

PONTO DE AMOSTRAGEM	COORDENADAS WGS84		MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA
	Latitude (°N)	Longitude (°E)	
Furo 1 do Porto Novo (JK1PN)	32.662594°	-16.817145°	
Furo 2 do Porto Novo (JK10)	32.664811°	-16.819553°	
Sistema Adutor da Galeria das Rabaças	32.742076°	-17.078705°	Paul da Serra
Furo da Meia Légua (AQ1)	32.696544°	-17.045221°	

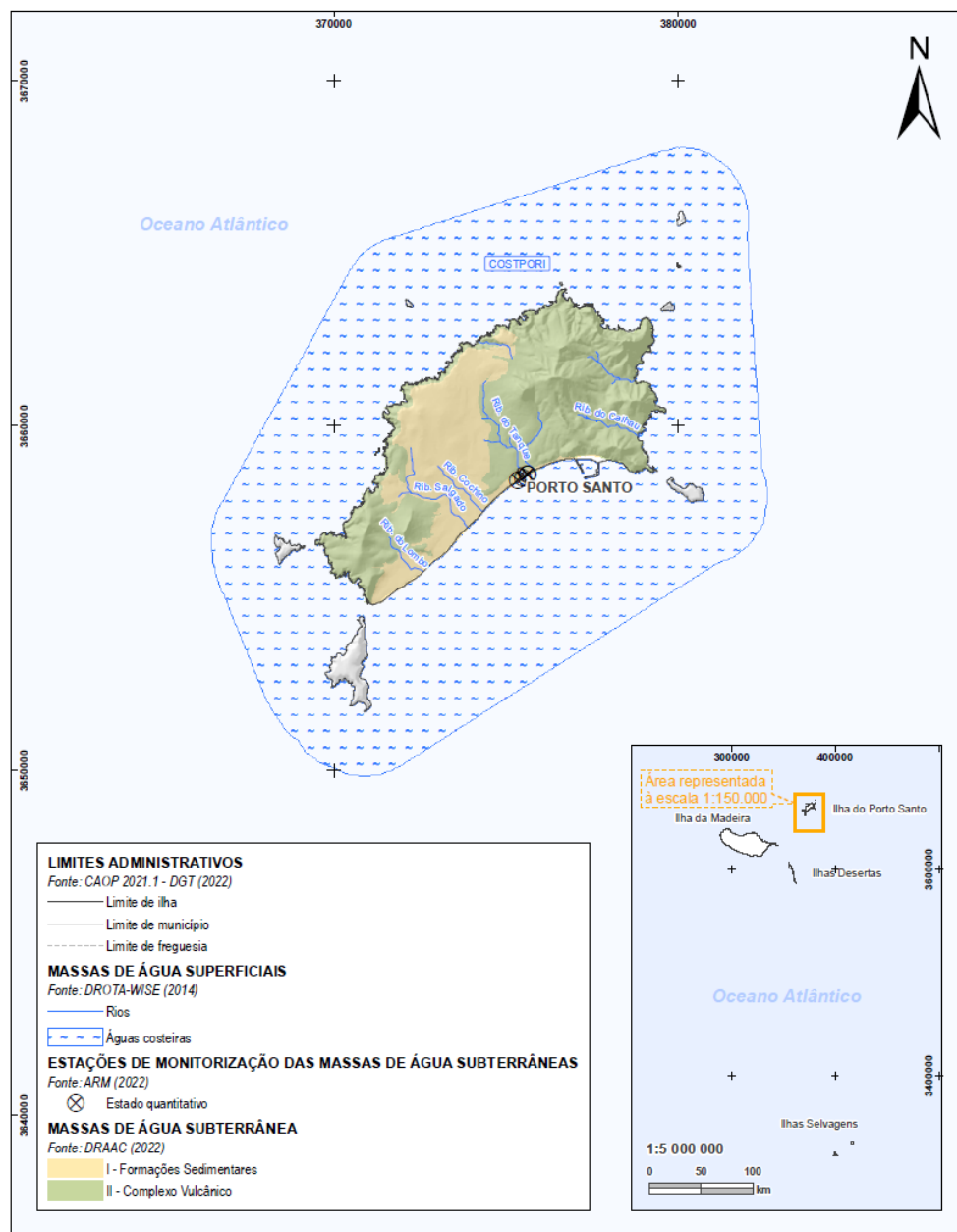
Fonte: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A., 2022.

Figura 3.6: Locais de monitorização das massas de água subterrâneas na RH10 (Estado Químico) - Ilha da Madeira



Fonte: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A., 2022.

Figura 3.7: Locais de monitorização das massas de água subterrâneas na RH10 (Estado Químico) - Ilha de Porto Santo



Fonte: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A., 2022.

A periodicidade das observações para os diferentes parâmetros constantes da rede de vigilância, de acordo com as exigências do anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98 de 1 de agosto. A monitorização dos parâmetros físico-químicos é da responsabilidade da entidade gestora dos sistemas de abastecimento público de água que explora estas captações, a ARM, S.A., em parceria com os municípios. Foi com base nos dados disponíveis sobre a qualidade da água subterrânea das captações de água para produção de água para consumo humano que se procedeu à avaliação do estado químico. O Quadro 3.18 dá conta dos parâmetros analisados e da periodicidade da amostragem.

Para o acompanhamento dos principais parâmetros físico-químicos das águas subterrâneas e em casos em que se justifique o acompanhamento de um parâmetro específico, é efetuado um controlo anual.

Quadro 3.18: Parâmetros e frequência de monitorização da qualidade em captações subterrâneas de abastecimento público – rede de vigilância e operacional

PARÂMETROS	FREQUÊNCIA (Nº/ANO)
Rede de monitorização de abastecimento público (vigilância)	
Amónia, Bactérias coliformes, Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO ₅), Carência Química de Oxigénio (CQO), Cheiro, Cloretos, Coliformes fecais, Condutividade, Cor, Fosfatos, Nitratos, Oxigénio dissolvido, pH, Sólidos suspensos totais, Temperatura.	4
Azoto Kjeldahl, Azoto, Cobre, Enterococos, Fenóis, Ferro dissolvido, Manganês, Substâncias tensoactivas, Zinco, Sulfatos.	2
Arsénio, Bário, Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (Benzo[a]pireno, Benzo[b]fluoranteno, Benzo [g,h,i]perileno, Benzo [k]fluoranteno, Indeno [1,2,3, cd]pireno), Boro, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cianetos, Crómio, Dureza, Fluoranteno, Fluoretos, Hidrocarbonetos entre C ₁₀ e C ₄₀ , Magnésio, Mercúrio, Salmonelas, Selénio.	1
Rede de monitorização de abastecimento público (operacional)	
Clorestos, condutividade	Mensal
Rede de monitorização de abastecimento público (operacional)³¹	
Bactérias coliformes, coliformes fecais	Mensal
Alcalinidade total, Amónio, Boro, Cálcio, Cloretos, Condutividade, Dureza, Ferro, Fluoretos, Magnésio, Nitratos, pH, Potássio, Resíduo seco, Sílica, Sódio, Sulfatos, Bicarbonato.	2

Fonte: Fonte: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A., 2022.

Para além da rede de vigilância, nos furos, está implementado um programa de monitorização operacional destinado a acompanhar os potenciais efeitos das pressões difusas e de eventuais fenómenos de intrusão marinha.

A monitorização das captações de água subterrânea para o consumo humano deve ser capaz de fornecer dados exatos e credíveis de suporte à gestão e à avaliação das áreas protegidas. Não sendo obrigatório monitorizar todos os parâmetros da Diretiva relativa à água potável, mas apenas os parâmetros da qualidade da água subterrânea (água bruta), de forma a prevenir e evitar a sua contaminação e reduzir os processos de tratamento.

3.2.3 Diretrizes para a implementação de redes de monitorização de águas subterrâneas na RH10

No relatório técnico-Científico, desenvolvido pelo Instituto Técnico de Lisboa, no âmbito da delimitação das massas de águas subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira (RH10), foi apresentada uma proposta de programa de monitorização para as novas massas de água subterrâneas (estado químico e quantitativo), bem como, as normas a obedecer na implementação do mesmo.

³¹ Galerias n.º 1, 2,3 e 4 de Porto Santo

Pontos de Monitorização

Segundo tais orientações, no Quadro 3.19 identificam-se as redes de monitorização a implementar para cada uma das massas de água assim como o número mínimo de pontos.

Quadro 3.19: Número mínimo de pontos de monitorização por massa de água subterrânea na RH10

MASSA DE ÁGUA		N.º DE PONTOS DA REDE DE VIGILÂNCIA	N.º DE PONTOS DA REDE OPERACIONAL	N.º DE PONTOS DA REDE QUANTITATIVA
Ilha da Madeira	Orla costeira Oriental	5	5	5
	Maciço Central	5	-	5
	Paul da Serra	5	-	5
Ilha de Porto Santo	Formações Sedimentares	5	5	5
	Complexo Vulcânico	5	-	5

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Frequência de Amostragem

Independentemente da tipologia da rede, a periodicidade mínima de amostragem e medição do nível piezométrico ou caudal de nascentes deverá ser bianual, no sentido de se caracterizar a época seca e época húmida. No entanto, recomenda-se que a monitorização seja menos espaçada para que sejam compreendidos os fenómenos hidrogeológicos e antropogénicos associados à potencial variação dos valores.

3.2.3.1 Monitorização do Estado Qualitativo

A monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas implica o desenho e implementação de uma rede de monitorização dos níveis piezométricos que responda aos requisitos dos artigos 7.º e 8.º da DQA. Essa rede de monitorização deverá não só fornecer uma avaliação fiável do estado quantitativo de todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas de uma determinada região hidrográfica, mas também permitir uma avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis.

De acordo com a DQA, a frequência das observações deverá permitir avaliar o estado quantitativo de cada massa de água ou grupo de massas de água subterrâneas, tomando em consideração as variações da recarga a curto e a longo prazo. No caso de massas de água subterrâneas em risco de não atingirem os objetivos ambientais especificados no artigo 4.º da DQA, é necessário garantir uma frequência de medição suficiente para que possa ser avaliado o impacto das extrações e descargas no nível dos aquíferos.

Relativamente às massas de água subterrâneas em risco de não atingirem os objetivos ambientais especificados no artigo 4.º, deverão ser previstos pontos de monitorização em densidade suficiente para avaliar o impacto das extrações e descargas no nível piezométrico.

A seleção do tipo de pontos a monitorização deverá dar prioridade aos furos e de seguida às nascentes. Esta decisão resulta da diferente pressão que estes dois tipos de captação provocam na massa de água. No caso dos furos a pressão é primária, ou seja, o seu uso tem influência no nível piezométrico e caudal das nascentes a jusante. No caso das nascentes a pressão é secundária, uma vez que o seu uso poderá ter impacto em linhas de água a jusante e ecossistemas associados.

3.2.3.2 Monitorização do Estado Químico

A **monitorização de vigilância** visa avaliar o impacto antropogénico nas massas de água e determinar tendências a longo prazo de alteração das suas condições naturais. Esta tipologia de rede deverá ser implementada em todas as massas de água subterrânea da Região Hidrográfica.

No Quadro 3.20 listam-se os grupos e parâmetros aconselháveis para cada ponto de monitorização da rede de vigilância, de acordo com as Diretivas 2000/60/CE, 2006/118/CE e 2008/105/CE.

Quadro 3.20: Parâmetros indicativos para a rede de vigilância

GRUPO	PARÂMETROS INCLUIDOS NO GRUPO
Físico-químicos	Condutividade elétrica, pH, Nitratos, Azoto amoniacal, Oxigénio dissolvido, Cloreto, Sulfato, Nitritos, Fósforo total (P total), Fosfato, Oxidabilidade, Carbono Orgânico Total
Metais, metaloides e outros	Arsénio total, Cádmio total, Chumbo total, Níquel total, Crómio total, Ferro total, Manganês total, Zinco total, Cobre total, Mercúrio total, Alumínio total, Urânio, Flúor
Pesticidas	2,4-D, Alacloro, Atrazina, Bentazona, Clorfenvinfos, Clortolurão, Clorpirifos, Desetilatraxina, Desetilsimazina, Desetilterbutilazina, Dimetoato, Diurão, Glifosato, Imidaclopride, Isoproturão, Linurão, MCPA, MCPP, Metalaxil, Metolaclo, Metribuzina, Ometoato, Simazina, Tebuconazol, Terbutilazina, Terbutrina
Compostos orgânicos voláteis	Tricloroetano, Tetracloroetano, BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno) e C10-C40 (em algumas estações)
Microbiologia	E. Coli, Enterococos (em furos ou outro tipo de ponto de água que seja origem de água para consumo humano)

Fonte: Oliveira et al., 2021.

A DQA não estabelece a periodicidade do controlo para as redes de monitorização de vigilância. Contudo, refere que a implementação de um programa de vigilância deverá ser efetuada de forma a completar e validar o processo de avaliação do impacto e fornecer informações destinadas a ser utilizadas na determinação de tendências a longo prazo, resultantes tanto de alterações das condições naturais como da atividade antropogénica. Por essa razão, é aconselhável a monitorização destes pontos no mínimo duas vezes por ano: período de águas altas e período de águas baixas.

A rede de **monitorização operacional** tem como objetivo o acompanhamento da qualidade da água em massas de água que, com base no estudo de monitorização de vigilância, sejam identificados como estando em risco de não atingirem os objetivos ambientais especificados no artigo 4.º da DQA.

De acordo com o Anexo V da DQA, a monitorização operacional tem como objetivos a determinação do estado químico de todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas identificadas como estando em risco e a determinação da presença de eventuais tendências a longo prazo, antropogenicamente induzidas, para o aumento da concentração de qualquer poluente.

A monitorização operacional é efetuada nos intervalos entre os períodos de execução dos programas de monitorização de vigilância, com uma frequência suficiente para determinar o impacto das pressões pertinentes, mas, no mínimo, duas vezes por ano.

Tendo em consideração o estado químico das massas de água subterrânea da Região hidrográfica da Madeira, deverá ser implementada uma rede operacional na massa de água da Orla Costeira Oriental da Madeira e na massa de água das formações sedimentares do Porto Santo (Quadro 3.21).

Quadro 3.21: Parâmetros indicativos para a rede operacional

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA		PARÂMETROS
Ilha da Madeira	Orla Costeira Oriental	Condutividade elétrica, pH, Nitratos, Azoto amoniacal, Nitritos, Cloretos e Sulfatos
Ilha de Porto Santo	Formações Sedimentares	

3.3 ZONAS PROTEGIDAS

Para as zonas protegidas, os programas de monitorização são complementados pela monitorização específica constante da legislação que criou cada uma dessas zonas protegidas.

Os programas de monitorização das Zonas Protegidas integram:

- ▶▶ Locais de captação de água para a produção de água para consumo humano;
- ▶▶ Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico;
- ▶▶ Massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas identificadas como águas balneares;
- ▶▶ Zonas designadas como vulneráveis aos nitratos de origem agrícola.

Zonas de captação de água para a produção de água para consumo humano

Para as massas de águas superficiais e subterrâneas designadas para a captação de água destinada à produção de água para consumo humano, que fornecem em média mais de 100 m³ por dia, foram estabelecidos programas de monitorização de acordo com a frequência estabelecida no ponto 1.3.5. do anexo V da DQA. Assim, as massas de água nesta situação foram identificadas como pontos a monitorizar e sujeitas a monitorização suplementar de forma a cumprir os requisitos do artigo 8.º da DQA e do artigo 54.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro. Nessas massas de água foram monitorizadas:

- ▶▶ Todas as substâncias descarregadas pertencentes à lista de substâncias prioritárias de acordo com a Diretiva 2008/105/CE, transposta para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro;
- ▶▶ Todas as outras substâncias descarregadas em quantidades significativas passíveis de afetar o estado dessas águas e que são sujeitas a controlo de acordo com a Diretiva 98/83/CE, transposta para a ordem jurídica interna pelo Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 152/2017, de 7 de dezembro e pelo Decreto-lei n.º 9/2021, de 29 de janeiro.

De acordo a informação constante no sistema de informação WISE, na RH10 não existem massas de água identificadas como zonas protegidas designadas para a captação de águas superficiais para a produção de água para consumo humano. Desta forma, não existe uma rede de monitorização para este tipo de zonas protegidas na RH10.

No que concerne às águas subterrâneas, o programa de monitorização implementado visa cumprir os requisitos do artigo 8.º da DQA e do artigo 54.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, abrangendo essencialmente o conjunto de furos, localizados predominantemente junto à zona costeira entre Câmara de Lobos e Machico, de nascentes e de galerias a partir dos quais são captadas águas destinadas ao abastecimento público.

Refira-se que nas várias RH todas as massas de água subterrânea são consideradas reservas estratégicas, de modo a terem o mesmo nível de proteção, para serem utilizadas em alturas críticas, nomeadamente em períodos de seca ou na impossibilidade de utilização da captação de água superficial ou subterrânea existente.

Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico

A Diretiva Comunitária 78/659/CEE, transposta para a legislação nacional através do Decreto-Lei n.º 236/98, 1 de agosto, implica a designação de troços como águas piscícolas – de Salmonídeos e de Ciprinídeos - sendo esses troços considerados como zonas protegidas. Esta Diretiva foi revogada pela DQA no final de 2013, pelo que só no 3.º ciclo de planeamento a classificação destas zonas será realizada nos termos da DQA.

A Diretiva 79/923/CE do Conselho, de 30 de outubro, relativa à qualidade das águas do litoral e salobras para fins aquícolas – águas conquícolas, foi transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 236/98, 1 de agosto, estabelecendo normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Estabelece no seu artigo 41.º que sejam classificadas as águas conquícolas.

Na RH10 não existem zonas protegidas nesta categoria.

Zonas identificadas como águas balneares

Para as massas de água designadas como águas balneares a monitorização deve ser complementada com as exigências da Diretiva 2006/7/CE, transposta para o direito nacional através do Decreto-Lei n.º 135/2009, 3 de junho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 113/2012, de 23 de maio e pelo Decreto-Lei n.º 121/2014, de 7 de agosto. Importa mencionar que o ano de referência para a avaliação destas zonas designadas é 2021.

A rede de monitorização de zonas designadas para proteção de águas de recreio - águas balneares compreende todas as águas balneares identificadas anualmente em portaria específica, pelo que se considera representativa.

O Quadro 1.11 (ponto 1.3.3 *Zonas designadas como águas de recreio*) dá conta das estações monitorizadas (zonas balneares) em 2021 no sentido de dar cumprimento às atribuições instituídas pelo Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho (alterado pelo Decreto-Lei n.º 113/2012, de 23 de maio), no que respeita às águas balneares.

A avaliação é realizada em conformidade com a Diretiva 2006/7/CE, sendo que para as águas balneares costeiras são monitorizados os parâmetros expressos no Quadro 3.22.

Quadro 3.22: Parâmetros e frequência de amostragem das águas balneares

PARÂMETRO	FREQUÊNCIA MÍNIMA DE AMOSTRAGEM
Enterococos intestinais em ufc/100ml	Mensal
Escherichia coli em ufc/100ml	

Fonte: Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) (última consulta a 20/06/2022).

De acordo com a Diretiva 2006/7/CE, as águas poderão então obter a classificação anual:

- ▶▶ "MÁ";
- ▶▶ "ACEITÁVEL";

- ▶▶ "BOA";
- ▶▶ "EXCELENTE".

Zonas designadas como vulneráveis aos nitratos de origem agrícola

As zonas vulneráveis aos nitratos de origem agrícola são definidas no âmbito da Diretiva 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de dezembro, transposta para o quadro jurídico português pelo Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, com as posteriores alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março, com o objetivo de impedir ou reduzir a propagação da poluição das massas de água causada ou induzida por nitratos, cuja origem reside na atividade agrícola.

A monitorização das zonas vulneráveis associadas às massas de água subterrâneas está contemplada pela análise do respetivo estado químico, sendo que para as massas de água superficiais esta avaliação se encontra abrangida pelo estado/potencial ecológico.

NA RH10 não estão designadas zonas vulneráveis.

3.4 OUTRAS REDES DE MONITORIZAÇÃO

Neste ponto, a título informativo, abordam-se outras redes de monitorização, complementares dos programas de monitorização descritos nos pontos anteriores.

Rede de Monitorização da Qualidade da Água Superficial

Esta rede é composta pelas estações da rede de monitorização para verificação da conformidade da qualidade das águas de acordo com a Diretiva Nitratos.

O Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março, altera o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, que transpõe para o direito interno a chamada Diretiva Nitratos (Diretiva n.º 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de dezembro), relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola.

No âmbito da Diretiva Nitratos, foi criada uma rede de estações de amostragem que, para além de abrangerem as principais águas subterrâneas, abrangem também as principais águas superficiais tal como é exigido pelo artigo 6.º da diretiva. Os parâmetros a controlar são os parâmetros indicadores de Azoto (eg. Nitratos) e da eutrofização (e.g. Clorofila) (CE, Aplicação da Diretiva 91/676/CEE do Conselho relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola).

As redes de monitorização da Região Autónoma da Madeira, para controlo da evolução da concentração de nitratos, compreendem 42 estações nas águas superficiais e 27 estações nas águas subterrâneas.

Comparando a rede atual com a rede do relatório precedente (período 2016-2019), destaca-se um ligeiro aumento da rede de monitorização (Quadro 3.23).

Quadro 3.23: Evolução da Rede de Monitorização da Qualidade das Águas Superficiais – Madeira

ÁGUAS SUPERFICIAIS INTERIORES	ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO DE CONCENTRAÇÃO DE NITRATOS (N.º)				
	2004 - 2007	2008 - 2011	2012 - 2015	2016 - 2019	Comuns
Rios	8	34	37	42	35

Fonte: ARM - Poluição Provocada por Nitratos de Origem Agrícola - Diretiva 91/676/CEE, de 12 de dezembro – Relatório 2016-2019.; 2020

Rede Hidrométrica

A Rede Hidrométrica da ARM é composta por 47 estações, das quais 20 encontram-se desativadas, não tendo existido alterações desde o 2.º ciclo de planeamento.

No Quadro 3.24 apresentam-se as estações ativas e as suas principais características de localização e período de operação.

Quadro 3.24: Estações da rede hidrométrica da Madeira (ARM)

LOCAL / FREGUESIA	DESIGNAÇÃO DA CONFIGURAÇÃO	CÓDIGO	LINHA DE ÁGUA	DESIGNAÇÃO DO CANAL	REGISTO / LEITURA	INICIO	ESTADO
São Martinho	E. Hidrométrica dos Piornais	S021	L1JC01	Levada dos Piornais (privada)	Diário	1995/96	Em serviço
São Martinho	E. Hidrométrica do Curral e Castelejo	S022	L1KC01	Levada do Curral e Castelejo (privada)	Diário	1995/96	Em serviço
Monte	E. Hidrométrica no Sistema Rega Tornos	S023	H1AC01	Levada dos Tornos	A cada 15 minutos	2008/09	Em serviço
Porto da Cruz	E. Hidrométrica do Ribeiro Frio	S024	H6AC01	Levada Serra do Faial	A cada 15 minutos	2010	Em serviço
Porto da Cruz	E. Hidrométrica da Proa do Navio	S025	H6AC01	Levada Serra do Faial	A cada 15 minutos	2010	Em serviço
Santo António da Serra (M)	E. Hidrométrica dos Lamaceiros	S026	H6AC01	Levada Serra do Faial	A cada 15 minutos	2010	Em serviço
Machico	E. Hidrométrica dos Marçoços	S027	H6JC01	Levada Machico-Caniçal	A cada 15 minutos	2011	Em serviço
Machico	E. Hidrométrica do Vale Paraíso	S028	H6JC01	Levada Machico-Caniçal	A cada 15 minutos	2011	Em serviço
Caniçal	E. Hidrométrica do Caniçal	S029	H6JC01	Levada Machico-Caniçal	A cada 15 minutos	2011	Em serviço
Calheta	E. Hidrométrica 2 da Central da Calheta-P. do Sol	S030	H3AC01	Levada Calheta-Ponta do Sol	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Arco da Calheta	E. Hidrométrica da Achada de Cima	S031	H3AC01	Levada Calheta-Ponta do Sol	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Canhas	E. Hidrométrica dos Canhas	S032	H3AC01	Levada Calheta-Ponta do Sol	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Calheta	E. Hidrométrica Jusante da Cx. Div. do Lombo Salão	S033	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Estreito da Calheta	E. Hidrométrica Montante da Cx. Div. Atalhinho	S034	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Estreito da Calheta	E. Hidrométrica Jusante da Cx. Div. Atalhinho	S035	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Prazeres	E. Hidrométrica Montante da Cx. Div. Prazeres	S036	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço

LOCAL / FREGUESIA	DESIGNAÇÃO DA CONFIGURAÇÃO	CÓDIGO	LINHA DE ÁGUA	DESIGNAÇÃO DO CANAL	REGISTO / LEITURA	INICIO	ESTADO
Prazeres	E. Hidrométrica Jusante da Cx. Div. Prazeres	S037	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Fajã da Ovelha	E. Hidrométrica Montante da Cx. Div. Fajã da Ovelha	S038	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Fajã da Ovelha	E. Hidrométrica Jusante da Cx. Div. Fajã Da Ovelha	S039	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Ponta do Pargo	E. Hidrométrica Montante da Cx. Div. do Salão	S040	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Ponta do Pargo	E. Hidrométrica Jusante da Cx. Div. do Salão	S041	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Calheta	E. Hidrométrica 2 da Central da Calheta-P. do Pargo	S042	H4AC01	Levada Calheta-Ponta do Pargo	A cada 15 minutos	2012	Em serviço
Serra de Água	E. Hidrométrica da Ameixieira	S043	H2AC01	Canal do Norte - Lanço Sul	A cada 15 minutos	2013	Em serviço
Ribeira Brava	E. Hidrométrica Montante da Ribeira Funda	S044	H2AC01	Canal do Norte - Lanço Sul	A cada 15 minutos	2013	Em serviço
Ribeira Brava	E. Hidrométrica das Covas 2, S. João	S045	H2AC01	Canal do Norte - Lanço Sul	A cada 15 minutos	2013	Em serviço
Campanário	E. Hidrométrica Jusante Túnel do Pedregal	S046	H2AC01	Canal do Norte - Lanço Sul	A cada 15 minutos	2013	Em serviço
Estreito de Câmara de Lobos	E. Hidrométrica Jusante Captação Ribeira do Inferno	S047	H2AC01	Canal do Norte - Lanço Sul	A cada 15 minutos	2013	Em serviço

Fontes: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A.; 2016

Também o Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) dispõe de uma rede hidrométrica ativa na ilha da Madeira, a qual se encontra identificada no Quadro 3.25.

Quadro 3.25: Estações da rede hidrométrica da Madeira (LREC)

CÓDIGO	NOME	COORDENADA X	COORDENADA Y
P1A	Açude JG1	322538,50	3615904,04
P2A	Açude JG2	322518,50	3615742,56
P3A	Açude JG3	322437,02	3615595,15
P4A	Açude JG4	322451,09	3615444,77
P5A	Elefante Azul	322162,21	3614782,03
P6A	Viaduto Campo da Barca	322025,37	3614030,65
P7A	Edifício Oudinot	321784,78	3613680,60
P8A	Foz Ribeira João Gomes	321687,10	3613424,99
P1B	Açude SL1	320279,34	3619855,27
P2B	Açude SL2	320326,62	3619652,41
P3B	Açude SL3	320290,01	3619348,88
P4B	Açude SL4	320318,99	3619219,23
P5B	Modelo Viveiros	320386,91	3614896,34
P6B	Jardim Santa Luzia	320968,00	3614179,71
P7B	Ponte Nau sem Rumo	321472,87	3613719,07
P8B	Foz Ribeira Santa Luzia	321680,11	3613425,00
P1C	Açude SJ1	319255,87	3619024,00
P2C	Açude SJ2	319024,03	3618621,32
P3C	Açude SJ3	318953,87	3618334,57
P4C	Açude SJ4	318871,50	3617599,39
P5C	Campo Andorinha	318908,18	3616575,55
P6C	Viaduto Universidade	319088,58	3615198,37
P7C	Bombeiros Municipais	320535,84	3613611,03
P8C	Foz Ribeira São João	320972,82	3613326,51
P1D	Lombo do Moleiro	311267,77	3623971,51
P2D	Afluente Amexieira	310879,73	3622771,92
P3D	Pós Amexieira	310666,30	3622635,45
P4D	Afluente P. Arco em Pedra	310357,05	3622330,55
P5D	Pós Afluente P. Arco em Pedra	310362,86	3622191,17
P6D	Ponte antes do túnel	308871,78	3619293,93
P7D	Ponte depois do túnel	307178,11	3617246,78
P8D	Foz Ribeira Brava	306709,12	3616409,37

Fonte: LREC - Laboratório Regional de Engenharia Civil, 2016.

Rede Meteorológica da Madeira

No Quadro 3.26 estão representadas as estações da rede meteorológica, em funcionamento, da responsabilidade da ARM, S.A.

Quadro 3.26: Estações da rede meteorológica da ARM, S.A. na RH10

NOME	TIPO ESTAÇÃO (CONVENCIONAL)	BACIA HIDROGRÁFICA	REGISTO	INÍCIO DA MONITORIZAÇÃO	ALTITUDE
Areiro	Udográfica	Funchal (Ribeira João Gomes e Ribeira S. Luzia)	Semanal / diária	1997	1.590
Areiro	Udométrica	Funchal (Ribeira João Gomes e Ribeira S. Luzia)	Horária	2004	1.603
Bica da Cana	Udográfica	Ribeira da Ponta do Sol	Semanal / diária	1996	1.585
Cabeço do Meio	Udométrica	Ribeira Faial	Diário/diária	1996/97	615
Chão das Feiteiras	Udográfica	Ribeira Faial	Semanal / diária	1988/89	1.181
Chão dos Louros	Udográfica	Ribeira Grande S. Vicente	Semanal / diária	1986/87	902
Encumeada	Udométrica	Ribeira Brava	Horária	2004	854
Encumeada EEM	Udométrica	Ribeira Brava	Diário/diária	1996/97	1.012
ETA da Alegria	Udométrica	Ribeira S. Luzia	Horária	2004	611
ETA de Santa Quitéria	Udométrica	Ribeiro do Alecrim (foz dos Cimentos Madeira)	Diário/diária	1996/97	327
ETA de São Jorge	Udométrica	Ribeira S. Jorge	Diário/diária	1997/98	548
ETA de São Jorge	Udométrica	Ribeira S. Jorge	Horária	2004	548
ETA do Covão	Udométrica	Ribeira Socorridos	Diário/diária	1996/97	561
ETA Machico	Udométrica	Ribeira Machico	Diário/diária	1996/97	180
ETA Ribeira Brava	Udométrica	Ribeira Brava	Diário/diária	1996/97	543
Fajã do Penedo	Udométrica	Ribeira do Porco Boaventura	Diário/diária	1997/98	631
Fonte do Bispo	Udométrica	Ribeira dos Marinheiros P. Pargo	Horária	2004	1.245
Lamaceiros	Udométrica	Ribeira Machico	Horária	2004	785
Lombo Furão	Udométrica	Ribeira Faial	Horária	2005/2006	994
Meio Paul	Totalizador Semanal	Ribeira Alecrim e Ribeira da Janela	Semanal	1949/50	1.445
Poiso - Posto Florestal	Udográfica	Ribeira do Porto Novo	Semanal / diária	1959/60	1.377
Ribeira do Alecrim	Udográfica	Ribeira da Janela	Semanal / diária	1987/88	1.293
Santo da Serra	Udográfica	Ribeira Machico	Semanal / diária	1936/37	689

NOME	TIPO ESTAÇÃO (CONVENCIONAL)	BACIA HIDROGRÁFICA	REGISTO	INÍCIO DA MONITORIZAÇÃO	ALTITUDE
Trapiche	Udográfica	Ribeira S. João	Semanal / diária	2005/2006	507

Fontes: ARM - Águas e Resíduos da Madeira S.A., 2022

Rede Meteorológica e Climatológica do IPMA

A Rede Meteorológica e Climatológica do IPMA, Madeira - Observatório Meteorológico do Funchal, é composta atualmente por 21 estações, na ilha da Madeira. As estações em funcionamento que compõem esta rede são apresentadas no Quadro 3.27. Atualmente, estas estações efetuam registos a cada 10 minutos.

Quadro 3.27: Estações da rede meteorológica e climatológica do IPMA na RH10

EMA	NOME	COORDENADAS		ALTITUDE (M)	SENSORES INSTALADOS
		Latitude (N)	Longitude (W)		
0521	Santa Catarina /Aeroporto	32,6936	-16,7756	58	P,T,U,W,R,RG,Rd
0522	Funchal / Observatório	32,6475	-16,8925	58	P,T,U,W,T5,Tg,R,RG1,Rd
0524	Porto Santo / Aeroporto	33,0758	-16,3481	78	P,T,U,W,T5,Tg,R,RG,Rd
0956	Porto Moniz	32,8672	-17,1681	35	T,U,W,R,RG
0960	Ponta de S. Jorge	32,8344	-16,9061	257	P,T,U,W,T5,Tg,R,RG,Rd
0965	Santana	32,8000	-16,8833	380	T,U,R,T5,RG
0967	S. Vicente	32,8000	-17,0500	97	T,U,R,T5,RG
0970	Bica da Cana	32,7550	-17,0561	1560	T,U,R,T5,RG
0971	Funchal / Lido	32,6367	-16,9356	25	T,U,W,R,RG
0972	Pico Alto	32,6944	-16,9039	1118	T,U,W,R,T5,RG
0973	Chão do Areeiro	32,7222	-16,9153	1590	T,U,W,T5,Tg,R,RG,Rd
0974	Pico do Areeiro	32,7353	-16,9283	1799	LPM,T,U
0975	Santo da Serra	32,7244	-16,8153	660	T,U,W,R,T5,RG
0976	Funchal / Monte	32,6758	-16,9069	593	T,U,W,T5,Tg2,R,RG
0977	Cancela /SRPC	32,6450	-16,8658	266	T,U,W,T5,Tg,R,RG
0978	Canical / Ponta de S. Lourenço	32,7483	-16,7067	133	T,U,W,T5,Tg,R,RG,Rd
0980	Achadas da Cruz / Lombo da Terça	32,8311	-17,2022	931	T,U,W,T5,Tg,R,RG,Rd
0984	Quinta Grande	32,6667	-17,0167	580	T,U,R,T5,RG
0986	Lugar de Baixo	32,6811	-17,0900	40	P,T,U,W,T5,Tg,R,RG,Rd
0987	Prazeres	32,7519	-17,2047	635	T,U,W,T5,Tg1,R,RG
0990	Ponta do Pargo	32,8133	-17,2617	298	P,T,U,W,T5,Tg,R,RG,Rd

Fonte: IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera; 2022.

Legenda:

P: Pressão atmosférica	R: Precipitação
T: Temperatura do ar a 1,5 m	RG: Radiação Global
U: Humidade relativa do ar a 1,5 m	RG1: Radiação Global e Radiação Difusa
W: Vento a 10 m	Rd: Detetor de início e fim de precipitação
Tg: Temperaturas do solo a -5, -10, -20, -50 e -100 cm	T5: Temperatura mínima do ar a +5cm
Tg1: Temperaturas do solo a -5, -10, -20 cm	LPM: Monitor de precipitação a laser ("Disdrometer")
Tg2: Temperaturas do solo a -5, -10 cm	

Rede Meteorológica Automática do LREC

A Rede Meteorológica Automática do Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) foi estabelecida com o objetivo de recolher dados fiáveis para a avaliação de recursos naturais, nomeadamente hídricos, eólicos e solares. Em particular esta rede permite concentrar um grande conjunto de dados meteorológicos numa única base de dados (Esteves, 2007).

Os pontos de monitorização foram definidos de modo a cobrir as zonas do arquipélago com diferentes características de clima, relevo e vegetação, não monitorizadas por estações da rede meteorológica e climatológica do IPMA (descrita na seção anterior).

Esta rede é composta por 33 estações udométricas (EUA)³² e por 32 estações multiparamétricas (EMPA)³³

No Quadro 3.28 encontram-se identificadas as estações udométricas e no Quadro 3.29 estão identificadas as estações multiparamétricas.

Quadro 3.28: Rede de monitorização meteorológica (estações udométricas) do LREC

CÓDIGO	NOME	BACIA HIDROGRÁFICA	CONCELHO	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUDE (M)
P1	Ovil - Terreiro do Freixo	Rib.ª de São João	Funchal	318714,99	3621529,22	1 404
P2	Gateway 4	Rib.ª de São João		318539,95	3619412,68	1061
P4	Gateway 2	Rib.ª de Santa Luzia		319613,40	3620211,12	1 272
P5	Casa do Barreiro	Rib.ª de Santa Luzia		320927,63	3619186,44	984
P6	Casa do Burro	Rib.ª João Gomes		321126,01	3620758,11	1 471
P7	Fundação Social Democrata	Rib.ª João Gomes		322582,51	3619678,49	1 252
P66	Centro de Saúde São Roque (Galeão)	Rib.ª de São João		319231,11	3616379,44	307
P9	Lombo do Mouro	Rib.ª Brava	Ribeira Brava	308114,71	3623890,74	1 227
P10	Hotel Encumeada	Rib.ª Brava		310396,66	3625279,03	809
P11	Ribeira das Aluvianas	Rib.ª Brava		312071,17	3623749,10	800
P12	Tropica Norte	Rib.ª Brava		311525,45	3622069,55	1 307
P24	Boa Morte	Rib.ª do Vale		308640,93	3617583,66	528
P34	Tropica Sul (CF)	Rib.ª Brava		311494,63	3620372,78	1 077
P20	Machico - ETA	Rib.ª de Machico	Machico	332961,24	3622999,17	159
P26	Chão das Feiteiras	Rib.ª de São Roque do Faial		323386,72	3622711,50	1 179

³² Parâmetros de Monitorização (EUA): precipitação e humidade do solo.

³³ Parâmetros de Monitorização (EMPA): precipitação, temperatura, humidade do ar, vento, radiação solar e pressão atmosférica.

CÓDIGO	NOME	BACIA HIDROGRÁFICA	CONCELHO	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUDE (M)
P60	Antiga Escola do Serrado	Rib.ª da Maiata	São Vicente	328516,40	3625922,00	187
P17	Estanquinhos	Rib.ª de São Vicente		305635,80	3627734,90	1 588
P28	Fajã do Penedo (Polidesportivo)	Rib.ª do Porco		316062,75	3631065,21	259
P33	PF São Vicente	Rib.ª de São Vicente		308712,33	3630607,89	108
P15	PF Casa Velha	Rib.ª de Santa Cruz	Santa Cruz	327326,06	3621111,98	877
P25	Camacha	Rib.ª do Porto Novo		326771,70	3616525,92	644
P67	Escola 1º de Maio	Ribeira da Abegoaria		325040,2	3615589,29	593
P16	Curral das Freiras	Rib.ª dos Socorridos	Câmara de Lobos	315399,43	3621349,73	394
P18	Fajã da Ovelha	Rib.ª de São João	Calheta	291010,62	3628880,73	628
P21	Pinheiro de Fora	Rib.ª da Madalena do Mar		300445,20	3623000,83	731
P30	Massapez	Rib.ª do Arco da Calheta		298818,67	3622032,97	327
P31	Lagoa do Pico da Urze	Rib.ª da Atouguia		301472,77	3625794,97	1 352
P19	São Roque do Faial	Rib.ª de São Roque do Faial	Santana	326108,91	3627430,97	264
P22	São Jorge - Farol	Não tem bacia		321545,07	3634468,20	264
P27	Fajã da Nogueira	Rib.ª de São Roque do Faial		321377,56	3624433,28	621
P23	Seixal	Rib.ª do Seixal	Porto Moniz	302274,96	3632548,25	377
P29	Fanal	Rib.ª da Janela		299594,24	3632167,66	1 164
P32	Ponta do Sol	Rib.ª da Ponta do sol	Ponta do Sol	303168,38	3618359,08	66

Fonte: LREC - Laboratório Regional de Engenharia Civil, 2022.

Quadro 3.29: Rede de monitorização meteorológica (estações multiparamétricas) do LREC

CÓDIGO	NOME	BACIA HIDROGRÁFICA	CONCELHO	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUDE (M)
P3	Achada Grande - Areeiro	Rib.ª de Santa Luzia	Funchal	320373,69	3621909,37	1 583
P36	LREC (EMA)	Rib.ª do Funcho		317891,67	3614355,72	251
P43	Trapiche (EMA)	Rib.ª de São João		317395,72	3617286,90	537
P47	Nacional	Rib.ª do Lazareto		323391,65	3616265,71	674
P49	Parque Ecológico do Funchal (EMA)	Rib.ª de João Gomes		321976,59	3620052,23	1 290

CÓDIGO	NOME	BACIA HIDROGRÁFICA	CONCELHO	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUDE (M)
HF	Horários do Funchal	Rib.ª de Santa Luzia		319917,70	3615728,13	177
P37	Encumeada (EMA)	Rib.ª de São Vicente	Ribeira Brava	310876,59	3625821,40	1013
P54	Reservatório da Apresentação	Rib.ª da Caldeira		306801,66	3619302,62	657
P35	Caníçal	Não tem bacia	Machico	336615,67	3623505,30	48
P40	Lagoa da Portela	Rib.ª de Machico		327225,05	3623978,20	743
P41	Reservatório do Gambão 2	Rib.ª da Maiata		327980,22	3625234,59	414
P51	PF Piquinho - Machico (EMA)	Rib.ª de Machico		333366,65	3622216,69	144
P59	Reservatório do Arrebentão	Rib.ª de Machico		329184,97	3623181,99	526
P48	Bica da Cana (EMA)	Rib.ª de São Vicente	São Vicente	307449,09	3626121,04	1 617
P55	Reservatório da Fãja de Cima 2	Rib.ª de São Vicente		310535,39	3629524,79	290
P56	Campo de Futebol da Boaventura	Rib.ª dos Moinhos		315092,79	3632944,98	186
P64	Fajã do Penedo	Rib.ª do Porco		316501,64	3629937,17	624
P42	Meia Serra (ETRS)	Rib.ª do Porto Novo	Santa Cruz	324431,98	3620956,00	1215,57
P57	PF da Levada do Pico	Rib.ª de Boaventura		327678,42	3618983,56	735,75
P45	Piscinas Curral das Freiras	Rib.ª dos Socorridos	Câmara de Lobos	315741,86	3622251,97	664
P46	Escola do Garachico	Rib.ª do Vigário		313405,70	3616636,37	520
P53	PF do Jardim da Serra	Rib.ª do Vigário		313750,02	3620979,64	1 222
P38	PF Prazeres (EMA)	Rib.ª Seca ou do Paul	Calheta	293867,94	3626460,33	642
P50	Pico Verde (EMA)	Rib.ª Funda		295869,90	3627742,92	998
P62	ETA Ponta do Pargo	Rib.ª dos Moinhos		290841,87	3632235,07	623
P63	Alto da Ponta do Pargo	Rib.ª dos Moinhos		292925,98	3631391,00	994
P52	PF Pico das Pedras (EMA)	Rib.ª dos Pregos		322259,94	3628278,74	906
P58	PF do Cascalho	Rib.ª de São Jorge	Santana	319021,30	3631891,42	632
P61	Reservatório da Ilha	Rib.ª de São Jorge		321063,40	3631395,88	484
P39	Porto Moniz (EMA)	Rib.ª do Galo	Porto Moniz	295464,71	3636197,96	668

CÓDIGO	NOME	BACIA HIDROGRÁFICA	CONCELHO	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUDE (M)
P44	Adegas Ponta do Sol	Rib.ª da Ponta do Sol	Ponta do Sol	303550,19	3620860,84	662
P65	Porto Santo - Reservatório do Lombo Atalho	Não tem bacia	Porto Santo	376349,35	3659207,24	63

Fonte: LREC - Laboratório Regional de Engenharia Civil, 2022.

Redes de Monitorização da Qualidade das Águas Superficiais Interiores e Subterrâneas da ARM

A ARM, S.A. promove vários Programas de Monitorização Ambiental que incluem a monitorização de águas interiores decorrentes dos estudos de impacto ambiental e relatórios de conformidade ambiental para o **Sistema de Transferência e de Triagem de Resíduos Sólidos da Região Autónoma da Madeira (STTRSRAM)**, bem como da licença ambiental n.º 01/2015/DROTA, de 29 de dezembro, que foi emitida nos termos do Decreto-Lei 127/2013, de 30 de agosto (Diploma REI), para a instalação da **Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos da Meia Serra**.

Programa de Monitorização da Qualidades das Águas Superficiais e Subterrâneas, das águas residuais, lixiviados e afluentes da Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos (ETRS) da Meia Serra

O Programa de Monitorização da Qualidades das águas superficiais e subterrâneas, das águas residuais, lixiviados e afluentes da envolvente à ETRS da Meia Serra encontra-se estabelecido de acordo com o indicado no Quadro 3.30 e no Quadro 3.31.

Quadro 3.30: Secções de amostragem do programa de monitorização (ETRS)

PONTOS DE AMOSTRAGEM	LOCALIZAÇÃO	INDICADORES	
SP1	Ribeira da Cerejeira (jusante da ETAR)	Qualidade das águas superficiais	
SP2	Ribeiro do Valinho		
SP4	Rib.ª do Porto Novo (montante da confluência da Rib.ª do Valinho/Fujo Cabeço)		
SP5	Rib.ª do Porto Novo (jusante da confluência do Rib.ª Valinho/Levada Caniceiros)		
SP6	Rib.ª do Porto Novo (jusante da confluência com a Rib.ª da Cerejeira)		
SP7	Rib.ª do Porto Novo (montante cota 100)		
SP9 / SUP3F1	Rib.ª do Porto Novo (a montante da 3.ª Fase do Aterro)		
SP10 / SUP3F2	Rib.ª do Porto Novo (a jusante da 3.ª Fase do Aterro)		
SB4	Associação Águas Sovelas (Ribeiro Serrão)		Qualidade das águas subterrâneas
SB5	Galeria do Porto Novo		
SB10	3.ª Galeria de Captação do Governo Regional (Nascente de Baixo)		
SB11	Nascente da Cerejeira		
SB12	Rede piezométrica dos aterros da ETRS		
SB13			

PONTOS DE AMOSTRAGEM	LOCALIZAÇÃO	INDICADORES	
SB14			
SB15			
SB16			
SB17	Piezómetro a Sul da 3.ª Fase do Aterro - Células A (próximo do edifício de apoio)		
SB18	Piezómetro a Sul da 3.ª Fase do Aterro - Células A (próximo da Ribeira do Porto Novo)		
SB19	Piezómetro a Sul da 3.ª Fase do Aterro - Células A (a jusante da cota 1105)		
SB20	Piezómetro a Sudoeste da 3.ª Fase do Aterro - Células A (a montante da cota 1105)		
SB21	Piezómetro a Norte da 3.ª Fase do Aterro - Células A		
SB22	Piezómetro a Oeste da 3.ª Fase do Aterro - Células A		
SB23	Piezómetro a Norte 3ª Fase Aterro - Célula B		
L1	Lixiviados do Antigo Aterro		Lixiviados, águas residuais e afluentes
L2	Lixiviados da 1.ª Fase A do Aterro		
L3	Lixiviados da 2.ª Fase A do Aterro		
L4	Lixiviados da 2.ª Fase B do Aterro		
L5	Lixiviados da 3.ª Fase do Aterro (células de cinzas)		
L6	Lixiviados da 3ª Fase do Aterro (células de escórias e RSU)		
LP3	Efluente de saída do tratamento físico-químico		
L7	Concentrado da Osmose Inversa (OI) recirculado do Aterro		
L8	Lamas produzidas no tratamento físico-químico da ETAR		
SP10	Afluente à Rib. Porto Novo (jusante 3ª Fase Aterro)		
SP2	Ribeiro do Valinho - estimado		
SP4	Rib. Porto Novo (montante confluência Rib. Valinho/Fujo Cabeço) - estimado		
SP5	Rib. Porto Novo (jusante confluência Rib. Valinho/Levada Caniceiros) - estimado		
SP6	Rib. Porto Novo (jusante confluência Rib. Cerejeira)		
SP7	Ribeira Porto Novo (montante cota 100) - estimado		
SP9	Afluente à Rib. Porto Novo (montante 3ª Fase Aterro)		

Fonte: DRAAC, 2022.

A classificação/critérios de qualidade, frequência de amostragem e os parâmetros de análise dos lixiviados e efluentes, das águas superficiais e subterrâneas da envolvente à ETRS podem ser lidas no Quadro 3.31.

Quadro 3.31: Parâmetros de análise e frequência de amostragem (ETRS)

DESIGNAÇÃO	PARÂMETRO DE AMOSTRAGEM	FREQUÊNCIA
Monitorização das águas residuais, lixiviados e afluentes da ETRS		
L1, L2 e L3	Todos os parâmetros da tabela n.º 1 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, 10 de agosto	Semestral
L4	Todos os parâmetros da tabela n.º 1 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, 10 de agosto	Semestral
	Os parâmetros CBO ₅ , SST e Temperatura, conforme recomendado no Manual de Boas Práticas da APA – “Recirculação para aterro do Concentrado de Unidades de Osmose Inversa e de Afluente e Lamas de ETAL”	Mensal
L5 e L6	Todos os parâmetros da tabela n.º 1 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, 10 de agosto	Quinzenal, Mensal, Trimestral e Semestral
	Os parâmetros CBO ₅ , SST e Temperatura, conforme recomendado no Manual de Boas Práticas da APA – “Recirculação para aterro do Concentrado de Unidades de Osmose Inversa e de Afluente e Lamas de ETAL”	Mensal
LP3	Todos os parâmetros do Anexo XVIII do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto	Bimestral
L7 e L8	Todos os parâmetros da tabela n.º 1 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, 10 de agosto	Mensal, Trimestral e Semestral
	Os parâmetros CBO ₅ , SST e Temperatura, conforme recomendado no Manual de Boas Práticas da APA – “Recirculação para aterro do Concentrado de Unidades de Osmose Inversa e de Afluente e Lamas de ETAL”	Mensal
Monitorização das águas superficiais da ETRS		
SP1	CQO, SST, azoto total, nitratos	Trimestral
	Todos os parâmetros do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, à exceção da “variação de temperatura” e das seguintes substâncias: clorefenóis, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, pesticidas totais, pesticida por substância individualizada, bifenilospoliclorados (PCB), chumbo total, níquel total, cádmio e mercúrio.	Trimestral
	Todos os parâmetros que constam na Parte A do Anexo II do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro.	Anual
SP2	CQO, SST e Azoto total	Semestral
	Todos os parâmetros da tabela n.º 2 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, 10 de agosto, com a exceção da “medição do nível”	Semestral e anual
	Para os não monitorizados nas anteriores, os parâmetros do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, à exceção da “variação de temperatura” e das seguintes substâncias: clorofenóis, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, pesticidas totais, pesticidas por substâncias individualizadas, bifenilospoliclorados (PCB), chumbo total, níquel total, cádmio e mercúrio.	Semestral
SP4	CQO, SST, azoto total, nitratos	Trimestral

DESIGNAÇÃO	PARÂMETRO DE AMOSTRAGEM	FREQUÊNCIA
	Todos os parâmetros do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto	Semestral e anual
	Todos os parâmetros do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, à exceção da “variação da temperatura” e das seguintes substâncias: clorefenóis, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, pesticidas totais, pesticida por substância individualizada, bifenilospoliclorados (PCB), chumbo total, níquel total, cádmio e mercúrio.	Trimestral
	Todos os parâmetros que constam na Parte A do Anexo II do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro.	Anual
SP5, SP6, SP7, e SP9/SUP3F1	CQO, SST, azoto total, nitratos	Trimestral
	Todos os parâmetros do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, à exceção da “variação de temperatura” e das seguintes substâncias: clorofenóis, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, pesticidas totais, pesticidas por substâncias individualizadas, bifenilospoliclorados (PCB), chumbo total, níquel total, cádmio e mercúrio.	Trimestral
SP10/SUP3F2	CQO, SST, azoto total, nitratos	Trimestral
	Todos os parâmetros do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, à exceção da “variação de temperatura” e das seguintes substâncias: clorefenóis, hidrocarbonetos aromáticos polinucleares, pesticidas totais, pesticida por substância individualizada, bifenilospoliclorados (PCB), chumbo total, níquel total, cádmio e mercúrio.	Trimestral
	Todos os parâmetros que constam na Parte A do Anexo II do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, na redação dada pelo Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro.	Semestral
Monitorização das águas subterrâneas da ETRS		
SB4	Carbonato/bicarbonato, sulfuretos, bário, manganésio, zinco, crómio total, crómio VI, potássio, índice de fenóis AOX.	Semestral e anual, conforme disposto na tabela n.º 2 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto.
SB5	Todos os parâmetros da tabela n.º 2 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto, que não são monitorizados (pela ARM), no âmbito do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto (água para consumo humano). Assim sendo, neste ponto deverão ser monitorizados os seguintes parâmetros: bário, carbonato/bicarbonato, cobre, compostos orgânicos halogenados (AOX), crómio hexavalente, fenóis, potássio, sulfuretos e zinco.	Anual
SB10	Todos os parâmetros da tabela n.º 2 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto, exceto o parâmetro “medição de nível”.	Semestral e anual, conforme disposto na Parte B do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto.

DESIGNAÇÃO	PARÂMETRO DE AMOSTRAGEM	FREQUÊNCIA
SB11	Todos os parâmetros da tabela n.º 2 do Anexo III do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto, exceto o parâmetro “medição de nível”.	Semestral e anual, conforme disposto na Parte B do Anexo III do DL 183/2009, 10 de agosto.
	Todos os parâmetros do Anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto que não são monitorizados no âmbito do controlo das águas subterrâneas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto.	Semestral e anual de acordo com o disposto no DL 236/98, 1 de agosto (Anexo XVI).
SB12, SB13, SB14, SB15 e SB16	Todos os parâmetros da tabela n.º 2 do Anexo III Decreto-Lei n.º 183/2009, 10 de agosto.	Semestral em termos de nível piezométrico e dos parâmetros pH, condutividade e cloretos e anual para os restantes parâmetros da tabela n.º 2 do Anexo III, do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto.
SB17, SB18, SB19, SB20, SB21, SB22 e SB23	Todos os parâmetros da tabela n.º 2 do Anexo III Decreto-Lei n.º 183/2009, 10 de agosto.	Mensal, semestral e anual, conforme disposto na tabela n.º 2 do Anexo III, do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto.

Fonte: Licença Ambiental n.º 01/2015/DROTA, DRAAC, 2022.

Programa de Monitorização da Qualidades das águas superficiais, águas residuais e lixiviantes da Estação de Transferência da Zona Oeste (ETZO), da Estação de Transferência da Zona Leste e Triagem da Ilha da Madeira (ETZL/ET) e do Centro de Processamento de Resíduos Sólidos do Porto Santo (CPRS)

O programa de monitorização das águas superficiais envolventes à ETZO, ETZL e CPRS encontram-se identificados no Quadro 3.32 e no Quadro 3.33.

Quadro 3.32: Secções de amostragem do programa de monitorização (ETZO, ETZL e CPRS)

DESIGNAÇÃO	LOCALIZAÇÃO	TIPO DE ÁGUA
ETZO1	Ribeira da Ribeira Brava – montante da ETZO	Superficiais
ETZO2	Ribeira da Ribeira Brava – jusante da ETZO	
ETZO3	Águas residuais tratadas na ETAR da ETZO	Residuais
ETZL1	Ribeira do Porto Novo - montante da ETZL	Superficiais
ETZL2	Ribeira do Porto Novo - jusante da ETZL	
ETZL3	Águas residuais tratadas na ETAR da ETZL	Residuais
CPRS2	Ribeira do Perril – jusante do CPRS do Porto Santo	Superficiais
CPRS4	Águas lixiviantes (tanque de receção)	Lixiviados

Fonte: DRAAC, 2022.

A classificação/critérios de qualidade, enquadramento legal, frequência de amostragem e os parâmetros de análise das águas superficiais, residuais e lixiviados da envolvente à ETZO, ETZL e CPRS podem ser consultadas no Quadro 3.33.

Quadro 3.33: Parâmetros de análise e frequência de amostragem (ETZO, ETZL e CPRS)

DESIGNAÇÃO	PARÂMETRO DE AMOSTRAGEM	FREQUÊNCIA
ETZ01	pH, CBO ₅ , CQO, SST, azoto total, azoto Kjeldhal, nitratos, fósforo total	Trimestral
	Todos os parâmetros vigentes do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, não mencionados anteriormente.	Semestral
	Substâncias prioritárias do Anexo I do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro: cádmio e compostos de cádmio, chumbo e compostos de chumbo, mercúrio e compostos de mercúrio, níquel e compostos de níquel, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e os fenóis (nonilfenol, 4-nonilfenol, octilfenol, 4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol, pentaclorofenol).	
ETZ02	pH, CBO ₅ , CQO, SST, azoto total, azoto Kjeldhal, nitratos, fósforo total	Trimestral
	Todos os parâmetros vigentes do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, não mencionados anteriormente.	Semestral
	Substâncias prioritárias do Anexo I do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro: cádmio e compostos de cádmio, chumbo e compostos de chumbo, mercúrio e compostos de mercúrio, níquel e compostos de níquel, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e os fenóis (nonilfenol, 4-nonilfenol, octilfenol, 4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol, pentaclorofenol).	
	Todos os parâmetros do anexo XVI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto.	
ETZ03	Todos os parâmetros dos Anexos XVI e XVIII do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto.	Mensal para os parâmetros pH, CBO ₅ , CQO, SST, Óleos Minerais, Fósforo Total, Azoto Total, Coliformes Totais e Óleos e Gorduras. Semestral para os restantes parâmetros do Anexo XVIII e do Anexo XVI (à exceção dos coliformes fecais, cuja frequência deverá ser mensal) do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto.
ETZL1 e ETZL2	pH, CBO ₅ , CQO, SST, azoto total, azoto Kjeldhal, nitratos, fósforo total	Trimestral
	Todos os parâmetros vigentes do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, não mencionados anteriormente.	Semestral

DESIGNAÇÃO	PARÂMETRO DE AMOSTRAGEM	FREQUÊNCIA
	Substâncias prioritárias do Anexo I do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro: cádmio e compostos de cádmio, chumbo e compostos de chumbo, mercúrio e compostos de mercúrio, níquel e compostos de níquel, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e os fenóis (nonilfenol, 4-nonilfenol, octilfenol, 4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol, pentaclorofenol).	
ETZL3	Todos os parâmetros dos Anexos XVI e XVIII do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto.	Mensal para os parâmetros pH, CBO ₅ , CQO, SST, Óleos Minerais, Fósforo Total, Azoto Total, Coliformes Totais e Óleos e Gorduras. Semestral para os restantes parâmetros do Anexo XVIII e do Anexo XVI (à exceção dos coliformes fecais, cuja frequência deverá ser mensal) do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto.
CPRS2	CQO, SST, azoto total, nitratos, CBO ₅ , Azoto Kjeldhal e fósforo total.	Trimestral
	Todos os parâmetros vigentes do Anexo XXI do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto.	Trimestral
	Enterococos intestinais (ufc/100ml)	Semestral
	Escherichia coli (ufc/100ml)	
	Substâncias prioritárias do Anexo I do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro: cádmio e compostos de cádmio, chumbo e compostos de chumbo, mercúrio e compostos de mercúrio, níquel e compostos de níquel, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e os fenóis (nonilfenol, 4-nonilfenol, octilfenol, 4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol, pentaclorofenol).	
CPRS4	Todos os parâmetros da tabela n.º 1 do Anexo III do Decreto-Lei 183/2009, de 10 de agosto.	Quinzenal, mensal, trimestral e semestral conforme disposto no diploma
	Todos os parâmetros do Anexo XVIII do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, que não foram monitorizados no âmbito do Decreto-Lei n.º 183/2009 de 10 de agosto.	Semestral

Fonte: DRAAC, 2022.

Rede de Monitorização da Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira / Instituto Hidrográfico

A parceria Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira (APRAM) / Instituto Hidrográfico (IH) possui na RH10 uma rede de monitorização constituída por boias ondógrafo, uma dela localizada no Funchal e outra no Caniçal.

Esta rede faz a aquisição em tempo real de medidas de agitação marítima e tem como objetivo a observação da agitação marítima em condições de águas profundas e dos principais agentes atmosféricos litorais (vento e pressão atmosférica). Para o efeito, estas boias ondógrafo estão equipadas com sensores que permitem a caracterização dos parâmetros de agitação marítima, temperatura superficial da água e estando também equipadas com sistema GPS que permite conhecer a sua localização geográfica.

Os pontos e as principais características da monitorização efetuada por este equipamento são apresentados no Quadro 3.34.

Quadro 3.34: Estações ondógrafo da APRAM / IH na RH10

Nome	Boias Ondógrafo	
	Caniçal	Funchal
Latitude	32°43'12"N	32°37'06"N
Longitude	016°43'42"W	016°56'30"W
Massa de Água	COSTMAD12	COSTMAD12
Profundidade (m)	108	100
Tipo de estação	Automática	Automática
Parâmetros medidos	<ul style="list-style-type: none"> Deslocamentos verticais (elevações) Deslocamentos horizontais (sentidos Norte-Sul e Este-Oeste) Temperatura da água 	
Parâmetros estimados	<ul style="list-style-type: none"> Altura significativa (m) Altura máxima (m) Período médio Período máximo Período de pico Direção média 	
Frequência	<ul style="list-style-type: none"> Em tempo real para a produção de séries temporais de 10 minutos 3 Horas para a produção de séries temporais de 3 minutos 	

Fonte: Instituto Hidrográfico (IH); 2016 e 2022.

Em relação à forma como se efetua a comunicação:

as boias transmitem os dados via radiofrequência para cada uma das estações (Funchal e Caniçal);

os dados são recebidos nos equipamentos de receção, equipamentos estes que estão ligados (RS232) a um computador (PC);

os dados são obtidos, guardados em ficheiros e enviados, via internet, para o Instituto Hidrográfico.

As medidas são adquiridas com um ondógrafo direcional *Datawell*. Os dados são transmitidos via radiofrequência para a uma estação recetora (Funchal e Caniçal), onde é realizado um controlo de qualidade muito sumário aos dados e são calculados os parâmetros mais representativos da agitação marítima. Os dados são recebidos nos equipamentos de receção, equipamentos estes que estão ligados (RS232) a um computador (PC). São, então, obtidos, guardados em ficheiros e enviados, via internet, para o Instituto Hidrográfico, onde são depois sujeitos a um controlo de qualidade aprofundado, sofrem um

processamento adicional e são armazenados numa base de dados, sob a forma de séries temporais de 10 minutos e sob a forma de séries temporais de 30 minutos.

As séries temporais de duração de 10 minutos são destinadas à avaliação do estado do mar em tempo real, enquanto as séries temporais de duração de 30 minutos são destinadas a estudos de caracterização do estado do mar, dado serem séries associadas a uma maior confiança estatística.

3.5 SÍNTESE DAS REDES DE MONITORIZAÇÃO

A aplicação da DQA requer a existência de monitorização das águas superficiais e das águas subterrâneas na região hidrográfica, para avaliação do estado ecológico e do estado químico das massas de água superficiais e avaliação do estado quantitativo e do estado qualitativo das massas de água subterrâneas, bem como para acompanhamento da qualidade das massas de água que constituem zonas protegidas.

No Quadro 3.35 seguinte apresenta-se a síntese das redes de monitorização estabelecidas para as águas de superfície da RH10.

Quadro 3.35: Redes ativas de monitorização das massas de água superficiais da RH10

PROGRAMA	ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO (N.º)	
	Rios	Águas costeiras
Avaliação do estado ecológico e do estado químico		
Vigilância – Estado Ecológico	29	14
Vigilância – Estado Químico	29	14
Operacional – Estado Ecológico	-	-
Operacional – Estado Químico	-	-
Zonas Protegidas		
Vigilância – Estado Ecológico	29	14
Outras Redes		
Diretiva Nitratos	42	-
Meteorológica da Madeira	24	-
Meteorológica e Climatológica do IPMA	21	-
Meteorológica Automática do LREC	65	-
Qualidade da água na envolvente de descargas costeiras de ETAR	-	33
Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira / Instituto Hidrográfico	-	2

No quadro seguinte apresenta-se a síntese das redes de monitorização estabelecidas para as águas subterrâneas da RH10, ativas atualmente.

PROGRAMA	ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO (N.º)	
	Piezometria	Qualidade
Avaliação do Estado Quantitativo e do Estado Químico		
Estado quantitativo	-	-
Estado químico – Vigilância	-	-
Estado químico - Operacional	-	-
Zonas Protegidas		

PROGRAMA	ESTAÇÕES DE MONITORIZAÇÃO (N.º)	
	Piezometria	Qualidade
Avaliação do Estado Quantitativo e do Estado Químico		
Zonas designadas para captação de águas para a produção de água para consumo humano	25	29

4 CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA

No 3.º ciclo de planeamento, a definição de medidas para a gestão das massas de água obriga à realização de um diagnóstico que integra, obrigatoriamente, a classificação do estado das massas de água com base nos dados recolhidos no âmbito dos programas de monitorização, estabelecidos nos planos de região hidrográfica em vigor.

Para as águas de superfície o estado global é resultado da combinação entre o estado/potencial ecológico e o estado químico. No caso das águas subterrâneas, o estado global é obtido através da combinação do estado químico e do estado quantitativo.

Em ambos os casos, é necessário complementar esta classificação através da avaliação do estado das zonas protegidas.

4.1 ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA SUPERFICIAL

4.1.1 Critérios de classificação do estado

A avaliação do estado global das águas de superfície naturais inclui a avaliação do estado ecológico e do estado químico. A avaliação do estado global das massas de água artificiais ou fortemente modificadas é realizada através da avaliação do potencial ecológico e do estado químico.

O **estado ecológico** traduz a qualidade da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas aquáticos associados às águas superficiais e é expresso com base no desvio relativamente às condições de uma massa de água idêntica, ou seja, do mesmo tipo, em condições consideradas de referência. As condições de referência equivalem a um estado que corresponde à presença de pressões antropogénicas pouco significativas e em que apenas ocorrem pequenas modificações físico-químicas, hidromorfológicas e biológicas.

O **potencial ecológico** é expresso com base no desvio ao “máximo potencial ecológico”, que representa as condições biológicas e físico-químicas em que os únicos impactes na massa de água resultam das suas características artificiais ou fortemente modificadas após a implementação de todas as medidas de mitigação que não afetem significativamente os usos ou o ambiente envolvente, de forma a assegurar a melhor aproximação ao contínuo ecológico, em particular no que respeita à migração da fauna e existência de habitats apropriados para a sua reprodução e desenvolvimento.

O **estado/potencial ecológico** corresponde a uma estimativa do grau de alteração da estrutura e função do ecossistema devido às diferentes pressões antropogénicas e integra a avaliação de elementos de qualidade biológica e dos elementos de suporte aos elementos biológicos, isto é, químicos, físico-químicos e hidromorfológicos. A classificação final do estado/potencial ecológico resulta da pior classificação obtida para cada elemento de qualidade.

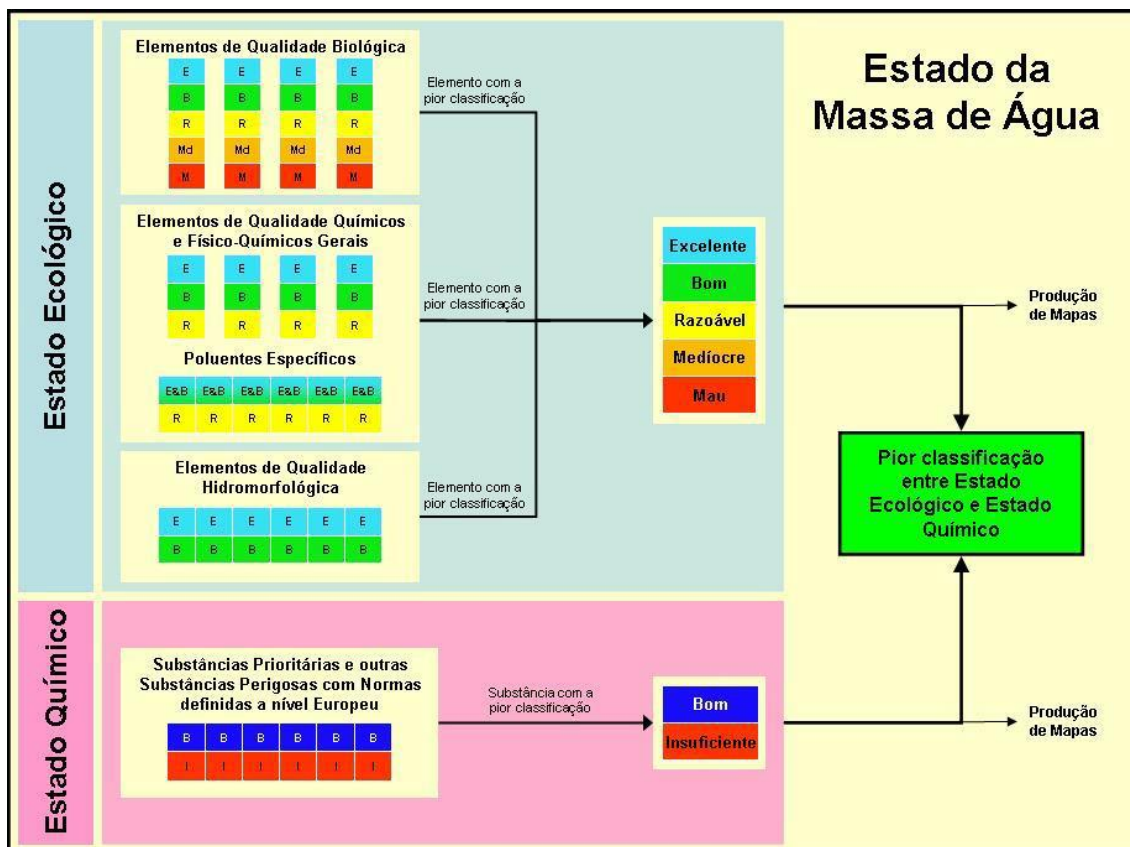
A definição dos critérios de classificação do estado / potencial ecológico foi estabelecida por cada Estado-Membro.

A avaliação do estado químico está relacionada com a presença de substâncias químicas que em condições naturais não estariam presentes ou que estariam presentes em concentrações reduzidas. Estas substâncias são suscetíveis de causar danos significativos para o ambiente aquático, para a saúde humana e para a fauna e flora, devido às suas características de persistência, toxicidade e bioacumulação.

A definição dos critérios de classificação do estado químico foi estabelecida a nível comunitário, no âmbito da Diretiva das Substâncias Prioritárias.

Na Figura 7.4.1 apresenta-se uma representação esquemática e conceptual da classificação do estado global das águas de superfície.

Figura 7.4.1: Esquema conceptual do sistema de classificação do estado das águas superficiais



Fonte: Adaptado de UK Technical Advisory Group on the Water Framework Directive, 2007.

Nos pontos seguintes apresentam-se as metodologias, critérios e procedimentos aplicados para avaliar o estado das massas de água de superfície.

4.1.1.1 Critérios de classificação do estado/ potencial ecológico

A avaliação do estado/potencial ecológico baseia-se na classificação de vários elementos de qualidade (biológicos, químicos, físico-químicos e hidromorfológicos) os quais variam de acordo com a categoria de massa de água.

Para as massas de água artificiais ou fortemente modificadas aplica-se o conceito de potencial ecológico (em vez de estado ecológico) que representa o desvio de qualidade que a massa de água apresenta relativamente ao máximo que pode atingir, o Potencial Ecológico Máximo.

O estado/potencial ecológico, como anteriormente mencionado, é classificado em função de diferentes indicadores de qualidade:

- ▶ Elementos de qualidade biológica (fitobentos – diatomáceas; macrófitos; invertebrados bentónicos; fauna piscícola);
- ▶ Elementos químicos e físico-químicos de suporte aos elementos biológicos, incluindo elementos físico-químicos gerais e poluentes descarregados em quantidades significativas (i.e. poluentes específicos);

Elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos. No Quadro 4.1 apresentam-se os vários elementos de qualidade que, de acordo com a DQA, devem ser considerados na determinação do estado/potencial ecológico.

Quadro 4.1: Elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e físico-química a considerar por categoria de massa de água existentes na RH10

CATEGORIA	ELEMENTOS BIOLÓGICOS	ELEMENTOS DE SUPORTE AOS ELEMENTOS BIOLÓGICOS	
		HIDROMORFOLÓGICOS	QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS
Rios	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Composição e abundância da flora aquática; ◦ Composição e abundância dos invertebrados bentónicos; ◦ Composição, abundância e estrutura etária da fauna piscícola. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Regime Hidrológico: <ul style="list-style-type: none"> · Caudais e condições de escoamento; · Ligação a massas de água subterrâneas; ◦ Continuidade do rio; ◦ Condições morfológicas: <ul style="list-style-type: none"> · Variação da profundidade e largura do rio; · Estrutura e substrato do leito do rio; · Estrutura da zona ripícola. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Elementos físico-químicos gerais: <ul style="list-style-type: none"> · Condições térmicas; · Condições de oxigenação; · Salinidade; · Estado de acidificação; · Condições relativas aos nutrientes; ◦ Poluentes específicos.
Águas costeiras	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton; ◦ Composição e abundância da restante flora aquática; ◦ Composição e abundância de macroinvertebrados bentónicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Condições morfológicas: variação da profundidade; estrutura e substrato do fundo; estrutura da zona intermareal; ◦ Regime de marés: direção das correntes dominantes; exposição à ondulação. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Transparência; ◦ Estado de acidificação (pH); ◦ Condições térmicas; ◦ Condições de oxigenação; ◦ Salinidade; ◦ Condições relativas aos nutrientes (nitratos, nitritos, amónia, fosfatos, sílica); ◦ Outros poluentes; ◦ Substâncias prioritárias.

A classificação do **estado ecológico** é determinada pelo elemento de qualidade que apresente o pior resultado, num universo de cinco classes para os elementos de qualidade biológica (excelente; bom; razoável; medíocre e mau); de três classes para os elementos químicos e físico-químicos de suporte aos elementos biológicos (excelente; bom e razoável); de duas classes para os elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos (excelente e bom ou inferior). A relação entre os diferentes elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico está expressa no item 1.2 do anexo V da DQA, constando igualmente no documento publicado pelo INAG (2009), “*Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais – Rios e Albufeiras*”.

4.1.1.2 Critérios de classificação do estado químico

O **estado químico** está relacionado com a presença de substâncias químicas no ambiente aquático que, em condições naturais não estejam presentes ou estariam presentes em concentrações reduzidas. São suscetíveis de causar danos significativos para ou por intermédio do ambiente aquático, à saúde humana e à flora e fauna, pelas suas características de persistência, toxicidade e bioacumulação.

As Normas de Qualidade Ambiental (NQA) utilizadas na avaliação do estado químico das massas de água superficiais estão vertidas no Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro, que procede à alteração do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, que estabelece as normas de qualidade ambiental no domínio da política da água, transpondo a Diretiva 2013/39/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de agosto, no que respeita às substâncias prioritárias no domínio da política da água.

A Diretiva 2013/39/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de agosto, inclui NQA para 45 substâncias, definidas ao nível da matriz água e da matriz biota e introduz alterações relativamente à Diretiva 2008/105/CE, adicionando 12 substâncias e atualizando as NQA de algumas substâncias. Estabelece igualmente orientações para a matriz sedimentos, nomeadamente, a avaliação do estado químico deverá ser efetuada mediante uma análise de tendências.

A classificação do Estado Químico das massas de água superficiais será determinada pelo cumprimento das normas de qualidade ambiental (NQA) definidas nas respetivas Diretivas.

4.1.1.3 Critérios de classificação do estado das zonas protegidas

As massas de água superficiais englobadas em zonas protegidas estão sujeitas a uma classificação complementar realizada segundo critérios específicos. A classificação final é representada pela pior classificação obtida.

O Quadro 4.2 apresenta os critérios específicos adotados para a classificação complementar das massas de água superficiais inseridas em zonas protegidas.

Quadro 4.2: Critérios de classificação para as massas de água superficiais incluídas em zonas protegidas

ZONAS PROTEGIDAS	CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO
Zonas de captação de água para a produção de água para consumo humano	A classificação da qualidade da água é realizada em conformidade com o disposto no anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto. Esta classificação tem 4 classes (A1, A2, A3 e >A3) que implicam diferentes níveis de tratamento para a produção de água potável. Para articular a legislação nacional com a DQA, considera-se que quando a qualidade da água tem uma classificação >A3 a massa de água tem um estado inferior a bom.
Zonas designadas para proteção de espécies aquáticas de interesse económico	Águas piscícolas: A classificação da qualidade da água é realizada em conformidade com o disposto no anexo X do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto. Esta classificação tem 2 classes (compatíveis ou não compatíveis). Para articular a legislação nacional com a DQA, considera-se que quando a classificação não está conforme, a massa de água tem um estado inferior a bom. Áreas de produção de bivalves: a massa de água é classificada com um estado inferior a bom quando é proibida a produção nos termos do Despacho n.º 15264/2013, de 22 de novembro
Zonas designadas como águas de recreio	A massa de água é classificada com um estado inferior a bom quando a água balnear tem classificação "má".
Zonas designadas como zonas sensíveis em termos de nutrientes	A massa de água designada, no âmbito da Diretiva de Águas Residuais Urbanas, como zona sensível por nutrientes (excluindo as massas de água que estão na bacia de drenagem), é classificada com um estado inferior a bom.

ZONAS PROTEGIDAS	CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO
Zonas designadas para a proteção de habitats e da fauna e flora selvagens e a conservação das aves selvagens	Não existem critérios de classificação complementares. A classificação final corresponde à obtida com os critérios da DQA para o estado das massas de água, já que se considera que estes critérios são suficientes para atingir os objetivos previstos nestas duas diretivas.

4.1.2 Estado ecológico e potencial ecológico

Com base nos dados da monitorização correspondente ao programa de monitorização das águas interiores (2018-2021), implementado pela DRAAC durante o 2.º ciclo de planeamento, e em conformidade com os critérios de classificação do estado anteriormente referenciados, reavaliou-se a classificação do estado ecológico, encontrando-se os resultados dessa reavaliação expostos no Quadro 4.3. No que respeita às massas de água costeiras, sem prejuízo do programa de monitorização (2016-2017) encetado durante o 2.º ciclo de planeamento, os dados analíticos existentes até 2021 ainda não permitem estabelecer uma classificação destas massas de água, considerando que não existirem três anos de monitorização. No presente, está em curso o 2º ciclo de monitorização (2022-2024), o que permitirá a classificação das massas de água costeiras da RH10 com base em dados analíticos. Com efeito, neste ciclo de planeamento a classificação do estado tem por base análise pericial.

Quadro 4.3: Classificação do estado ecológico das massas de água superficiais na RH10

CLASSIFICAÇÃO	RIOS		ÁGUAS COSTEIRAS		TOTAL	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Excelente	18	19,1	8	100,0	26	25,5
Bom	29	30,9	0	0,0	29	28,4
Razoável	11+7*	19,1	0	0,0	18	17,6
Medíocre	10+6**	17,0	0	0,0	16	15,7
Mau	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Desconhecido	13	13,8	0	0,0	13	12,7
Total	94	100	8	100	102	100

* 11 ribeiras com classificação pericial razoável antiga que deve ser confirmada com monitorização e 7 ribeiras com classificação baseada em dados recentes. A classificação obtida deveu-se, na maioria dos casos, ao parâmetro macroinvertebrados bentónicos, estando os restantes parâmetros com boa qualidade.

** 10 ribeiras com classificação pericial medíocre antiga que deve ser confirmada com monitorização e 6 ribeiras com classificação baseada em dados recentes. A classificação obtida deveu-se, na maioria dos casos, ao parâmetro macroinvertebrados bentónicos, estando os restantes parâmetros com boa qualidade.

Dos resultados obtidos pode concluir-se que apenas 13,8% das massas de água superficial naturais (rios e águas costeiras) não foram classificadas, classificando-se, portanto, 86,2% das massas de água.

Com qualidade Inferior a Bom foram classificadas um total de 34 massas de água, o que corresponde a cerca de 33,3% do total das massas de água classificadas. Por outro lado, foram 17,6% as massas de água classificadas como Razoável e 15,7% classificadas como Medíocre. As classes Inferiores a Bom foram sobretudo determinadas pelos elementos de qualidade biológicos.

Verifica-se, ainda, que cerca de 50% das massas de água superficial naturais da categoria rio, no 3.º ciclo, apresentam um estado ecológico Bom e Superior (47 massas de água).

O Quadro 4.4 apresenta a comparação entre a avaliação do estado ecológico do 2.º e do 3.º ciclo de planeamento.

Quadro 4.4: Comparação do estado ecológico das massas de água superficial naturais, entre o 2.º e o 3.º ciclo de planeamento, na RH10

MASSA DE ÁGUA		BOM E SUPERIOR (%)	INFERIOR A BOM (%)	DESCONHECIDO (%)	EVOLUÇÃO*
Rios	2.º ciclo	52,1	34,0	13,8	↓
	3.º ciclo	50,0	36,2	13,8	
Águas costeiras	2.º ciclo	100,0	0,0	0,0	=
	3.º ciclo	100,0	0,0	0,0	

*Variação relativamente à proporção de massas de água classificadas como “Bom e superior” em cada ciclo

Comparando o estado ecológico das massas de água de superficial naturais, entre o 2.º e 3.º ciclo de planeamento, verifica-se que o número de massas de águas da categoria rios, classificadas com estado ecológico Bom e Superior diminuiu. Por sua vez, manteve-se o número de massas de água costeiras classificadas com estado ecológico Bom e Superior.

Importa referir que à data de elaboração do presente plano não se encontravam disponíveis dados que permitissem a classificação do potencial ecológico das massas de água artificiais da RH10.

4.1.3 Estado químico

O Quadro 4.5 apresenta a classificação do estado químico para as diferentes categorias de massas de água superficial naturais (rios e águas costeiras).

Quadro 4.5: Classificação do estado químico das massas de água superficiais naturais na RH10

CLASSIFICAÇÃO	RIOS		ÁGUAS COSTEIRAS		TOTAL	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Bom	24	25,5	8	100	32	31,4
Insuficiente	2	2,1	0	0	2	2,0
Desconhecido	68	72,3	0	0	68	66,7
Total	94	100	8	100	102	100

Com base nos dados da monitorização realizada reavaliou-se a classificação do estado das massas de água. Dos resultados obtidos pode concluir-se que apenas 33% das massas de água superficial naturais foram classificadas. Das massas de águas classificadas, 32 (31%) apresenta estado químico Bom e 2 (2%) foram classificadas com estado Insuficiente.

Quanto às massas de água artificiais, de mencionar que à data de elaboração do presente plano não se encontravam disponíveis dados que permitissem a classificação do seu estado químico.

O Quadro 4.6 apresenta a comparação entre a avaliação do estado químico do 2.º e do 3.º ciclo de planeamento.

Quadro 4.6: Comparação do estado químico das massas de água superficial naturais, entre o 2.º e o 3.º ciclo de planeamento, na RH10

MASSA DE ÁGUA		BOM (%)	INSUFICIENTE (%)	DESCONHECIDO (%)	EVOLUÇÃO*
Rios	2.º ciclo	14,9	5,3	79,8	↑
	3.º ciclo	25,5	2,1	72,3	
Águas costeiras	2.º ciclo	100	0,0	0,0	=
	3.º ciclo	100	0,0	0,0	

*Variação relativamente à proporção de massas de água classificadas como “Bom e superior” em cada ciclo

Comparando o estado químico das massas de água de superficial naturais, entre o 2.º e 3.º ciclo de planeamento, verifica-se que o número de massas de água, da categoria rios, classificadas com estado químico Bom e Superior aumentou. Quanto às águas costeiras, todas as massas de água se encontram classificadas com estado químico Bom e Superior, não havendo alterações relativamente ao 2.º ciclo.

No que subjaz às massas de água do qual se desconhece o estado químico, do 2.º ciclo para o 3.º ciclo houve uma redução do número de massas classificadas com o estado químico “Desconhecido”.

4.1.4 Estado global

A avaliação do estado global das massas de água resulta da combinação do estado ecológico e do estado químico (Quadro 4.7).

Quadro 4.7: Classificação do estado global das massas de água superficiais naturais na RH10

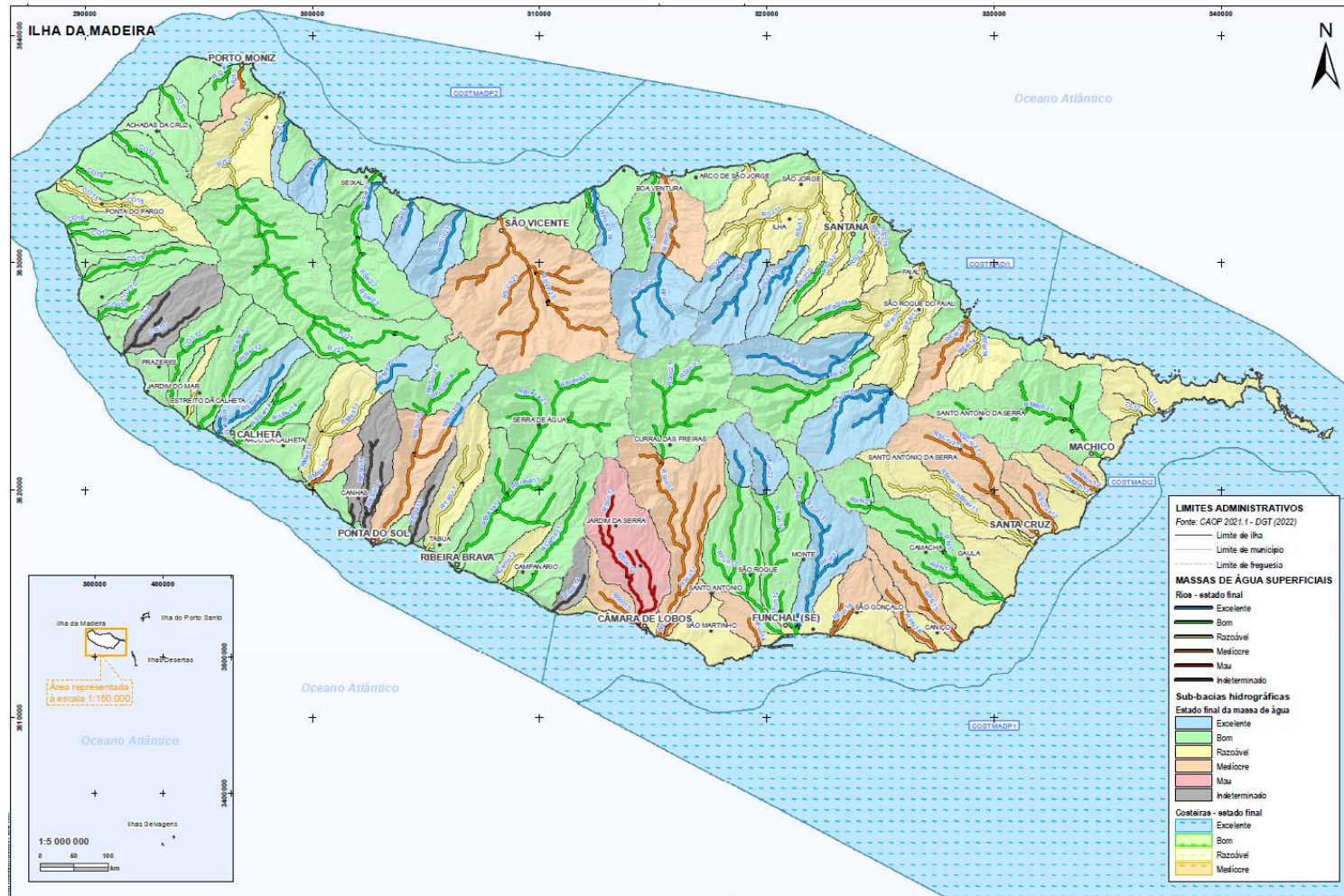
CLASSIFICAÇÃO	RIOS		ÁGUAS COSTEIRAS		TOTAL	
	N.º	%	N.º	%	N.º	%
Bom e Superior	47	50,0	8	100,0	55	53,9
Inferior a Bom	34	36,2	0	0,0	34	33,3
Desconhecido	13	13,8	0	0,0	13	12,7
Total	94	100	8	100	102	100

Tendo por base o universo das massas de água superficiais (rios e águas costeiras) da RH10, constata-se que cerca de 54% apresenta um estado global Bom e Superior, 33% um estado global Inferior a Bom e 13% não foram classificadas.

Quanto aos rios, 50% das massas estão classificadas com estado global Bom e Superior. No que diz respeito às águas costeiras, 100% das massas desta categoria estão classificadas com estado global Bom e Superior.

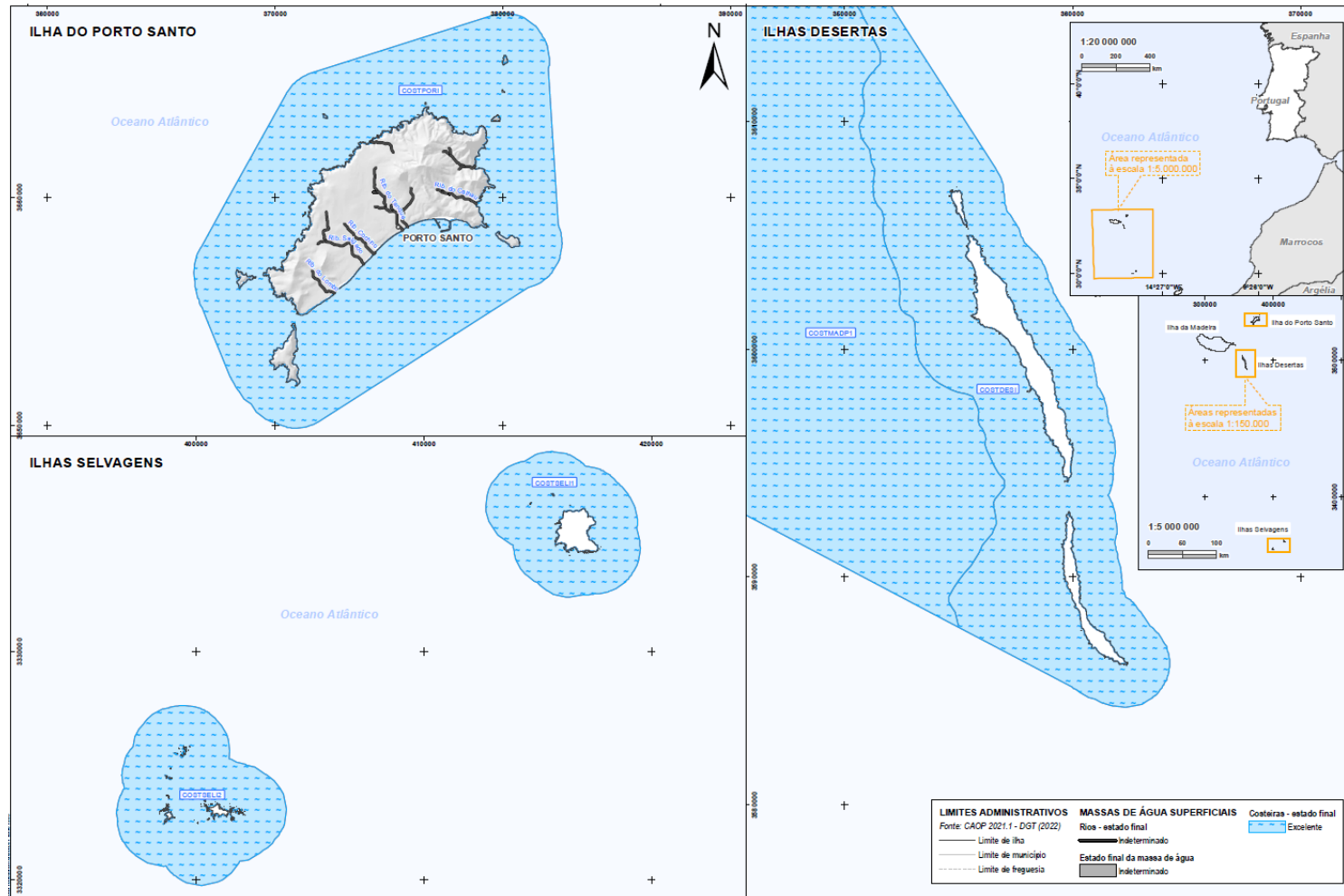
Nas Figura 4.2 e Figura 4.3 encontra-se representada a classificação do estado das massas de água na região hidrográfica, respetivamente, para a Ilha da Madeira e para a Ilha de Porto Santo.

Figura 4.2: Classificação do estado global das massas de água superficiais na RH10 - Ilha da Madeira



Fonte: DRAAC, 2022.

Figura 4.3: Classificação do estado global das massas de água superficiais - Ilha de Porto Santo, Ilhas Selvagens e Ilhas Desertas



Fonte: DRAAC, 2022.

4.1.5 Avaliação das zonas protegidas

O Quadro 4.8 apresenta a classificação complementar para as massas de água inseridas em zonas protegidas para águas balneares.

Quadro 4.8: Classificação das águas balneares na época balnear 2021

CONCELHO	ÁGUA BALNEAR		MASSA DE ÁGUA	CLASSIFICAÇÃO 2021
	CÓDIGO	NOME		
Calheta	PTMW8M	Calheta	COSTMADI1	EXCELENTE
Calheta	PTMH8F	Portinho	COSTMADI1	EXCELENTE
Calheta	<u>PTMK9W</u>	Porto	COSTMADI1	EXCELENTE
Calheta	PTME9L	Ribeira das Galinhas	COSTMADI1	EXCELENTE
Calheta	<u>PTMK3V</u>	Serra de Água	COSTMADI1	EXCELENTE
Câmara de Lobos	<u>PTMP2K</u>	Complexo Balnear das Salinas	COSTMADI2	EXCELENTE
Câmara de Lobos	<u>PTMH2E</u>	Fajã das Bebras	COSTMADI2	SEM CLASSIFICAÇÃO
Câmara de Lobos	<u>PTMN3L</u>	Fajã dos Asnos	COSTMADI2	SEM CLASSIFICAÇÃO
Câmara de Lobos	<u>PTMQ9C</u>	Vigário	COSTMADI2	BOA
Funchal	<u>PTMT2U</u>	Areeiro	COSTMADI2	EXCELENTE
Funchal	<u>PTMT7L</u>	Barreirinha	COSTMADI2	EXCELENTE
Funchal	<u>PTML8V</u>	Clube Naval do Funchal	COSTMADI2	EXCELENTE
Funchal	<u>PTMF2C</u>	Complexo Balnear Ponta Gorda-Poças do Governador	COSTMADI2	EXCELENTE
Funchal	PTMH3U	Formosa	COSTMADI2	EXCELENTE
Funchal	PTMH9T	Gorgulho	COSTMADI2	NÃO IDENTIFICADA
Funchal	PTMD3J	Lido-Complexo Balnear	COSTMADI2	EXCELENTE
Funchal	PTMU8Q	Poças do Gomes-Doca do Cavacas	COSTMADI2	BOA
Funchal	PTMJ3C	Praia Nova	COSTMADI2	EXCELENTE
Funchal	PTME3H	Santiago	COSTMADI2	EXCELENTE
Machico	PTMU7X	Alagoa	COSTMADI1	BOA
Machico	PTMK9E	Banda d'além	COSTMADI2	EXCELENTE
Machico	PTMT8M	Maiata	COSTMADI1	EXCELENTE
Machico	PTMU8H	Prainha	COSTMADI2	EXCELENTE
Machico	PTMW3X	Quinta do Lorde	COSTMADI2	EXCELENTE
Machico	PTMD2C	Ribeira do Natal	COSTMADI2	EXCELENTE
Machico	PTMU2P	S. Roque	COSTMADI2	BOA
Ponta do Sol	PTMQ2F	Anjos-Ponta do Sol	COSTMADI1	EXCELENTE
Ponta do Sol	PTMU9L	Lugar de Baixo	COSTMADI1	EXCELENTE
Ponta do Sol	PTMJ9X	Madalena do Mar	COSTMADI1	EXCELENTE
Ponta do Sol	PTMQ3E	Ponta do Sol	COSTMADI1	BOA
Porto Moniz	PTMX3H	Clube Naval do Seixal	COSTMADI1	EXCELENTE

CONCELHO	ÁGUA BALNEAR		MASSA DE ÁGUA	CLASSIFICAÇÃO 2021
	CÓDIGO	NOME		
Porto Moniz	PTMH9W	Laje	COSTMADI1	EXCELENTE
Porto Moniz	PTMH9N	Porto do Seixal	COSTMADI1	EXCELENTE
Porto Moniz	PTMV3Q	Porto Moniz	COSTMADI1	EXCELENTE
Porto Santo	PTMQ7P	Porto Santo-Cabeço da Ponta	COSTPORI	EXCELENTE
Porto Santo	PTMV3W	Porto Santo-Calheta	COSTPORI	EXCELENTE
Porto Santo	PTMJ9M	Porto Santo-Fontinha	COSTPORI	EXCELENTE
Porto Santo	PTML2U	Porto Santo-Lagoa	COSTPORI	EXCELENTE
Porto Santo	PTMP2D	Porto Santo-Pedras Pretas	COSTPORI	NÃO IDENTIFICADA
Porto Santo	PTMX9V	Porto Santo-Penedo	COSTPORI	EXCELENTE
Porto Santo	PTMV2J	Porto Santo-Porto das Salemas	COSTPORI	EXCELENTE
Porto Santo	PTMQ9D	Porto Santo-Ribeiro Cochino	COSTPORI	EXCELENTE
Porto Santo	PTME8L	Porto Santo-Ribeiro Salgado	COSTPORI	EXCELENTE
Ribeira Brava	PTML7V	Calhau da Lapa	COSTMADI1	EXCELENTE
Ribeira Brava	PTMN2J	Fajã dos Padres	COSTMADI1	EXCELENTE
Ribeira Brava	PTMT3M	Ribeira Brava	COSTMADI1	EXCELENTE
São Vicente	PTMH8L	Clube Naval de São Vicente	COSTMADI1	EXCELENTE
São Vicente	PTMU3L	Ponta Delgada	COSTMADI1	EXCELENTE
Santa Cruz	PTMP3T	Boaventura	COSTMADI2	EXCELENTE
Santa Cruz	PTMW7X	Calhau das Gordas	COSTMADI2	SEM CLASSIFICAÇÃO
Santa Cruz	PTME9J	Galo Mar	COSTMADI2	BOA
Santa Cruz	PTMT7N	Garajau	COSTMADI2	EXCELENTE
Santa Cruz	PTMJ3M	Palmeiras	COSTMADI2	EXCELENTE
Santa Cruz	PTMH7X	Reis Magos	COSTMADI2	EXCELENTE
Santa Cruz	PTMK7F	Roca Mar	COSTMADI2	EXCELENTE
Santa Cruz	PTMJ7X	São Fernando	COSTMADI2	EXCELENTE
Santana	PTMK7D	Ribeira do faial	COSTMADI1	EXCELENTE

Fonte: SNIRH, 2022.

Na RH10, em 2021, das 57 zonas protegidas para as águas balneares, 46 foram classificadas como “Excelente”, seis obtiveram a classificação “boa”, três “sem classificação” e duas “não identificada”.

4.2 ESTADO DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

O estado das massas de água subterrânea engloba a avaliação do estado químico e do estado quantitativo.

4.2.1 Critérios de classificação do estado

A classificação do estado das massas subterrâneas engloba a avaliação do estado quantitativo e do estado químico, tendo-se adotado a metodologia proposta no Guia n.º 18 “*Guidance on Groundwater Status and Trend Assessment*” (CE, 2009).

De acordo com o citado guia, para se avaliar o estado químico e quantitativo de uma massa de água, torna-se necessário realizar uma série de testes químicos e quantitativos relevantes para os elementos em risco e que se aplicam à massa de água em questão. A classificação final da massa de água é obtida pela pior classificação dos testes, sendo necessário realizar todos aqueles que são relevantes.

O processo de classificação deverá indexar a cada massa de água uma única classe de estado. Para as águas subterrâneas são estabelecidas duas classes de estado, em resultado das pressões a que a massa de água se encontra sujeita (Quadro 4.9). O estado da massa de água corresponde ao pior estado registado – quantitativo e químico.

Quadro 4.9: Classes de estado das águas subterrâneas consideradas na DQA e na LA

CLASSES DO ESTADO
Bom
Medíocre

4.2.1.1 Critérios de classificação do estado quantitativo

De acordo com o disposto no artigo 4.º da DQA, o Bom estado quantitativo é o estado de um meio hídrico subterrâneo em que o nível piezométrico é tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não são ultrapassados pela taxa média anual de captação a longo prazo, não estando por isso sujeitas a alterações antrópicas.

A definição do Bom estado quantitativo das massas de águas subterrâneas deve atender aos critérios previstos na Portaria n.º 1115/2009, de 29 de setembro, que são os seguintes:

- ▶▶ O nível de água na massa de água subterrânea deve ser tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não sejam ultrapassados pela taxa média anual de extração a longo prazo, de acordo com o n.º 2.1.2. do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- ▶▶ A ocorrência de alterações na direção do escoamento subterrâneo em consequência de variações de nível não compromete o Bom estado quantitativo, desde que essas alterações:
 - Não provoquem intrusões de água salgada, constantes e claramente identificadas;
 - Não impeçam que sejam alcançados os objetivos ambientais especificados nos termos do artigo 4.º para as águas de superfície que lhe estão associadas;
 - Não provoquem danos significativos nos ecossistemas terrestres diretamente dependentes da massa de água subterrânea.

Considera-se que uma massa de água subterrânea atinge o bom estado quantitativo quando a taxa média anual de captações a longo prazo for inferior a 90% da recarga média anual a longo prazo.

A forma de representação dos resultados da classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas deve seguir o esquema apresentado na Quadro 4.10, de acordo com o anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.

Quadro 4.10: Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas

CLASSES DO ESTADO QUANTITATIVO
Bom
Medíocre

A metodologia para avaliar o estado quantitativo das massas de água subterrâneas é composta por um conjunto de testes relevantes, de acordo com o documento Guia n.º 18, a saber:

- ▶▶ Teste do balanço hídrico subterrâneo;
- ▶▶ Teste do escoamento superficial;
- ▶▶ Teste da avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS);
- ▶▶ Teste da intrusão salina ou outra.

A avaliação final do estado quantitativo será determinada pela pior classificação dos testes quantitativos relevantes, ou seja, por exemplo, se a classificação de um teste for medíocre então a classificação final da massa de água subterrânea é medíocre.

4.2.1.2 CrITÉRIOS de classificação do estado químico

De acordo com o descrito no relatório da “*Delimitação das massas de água subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira*” (Oliveira *et al.*, 2021.), a definição do bom estado químico das massas de águas subterrâneas da RH10 foi feita com base nos seguintes critérios e nos termos previstos no n.º 2.3 do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março e no Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro:

- ▶▶ Os resultados relevantes da monitorização que tenham demonstrado que as condições definidas no n.º 2.3.2 do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, estão a ser cumpridas;
- ▶▶ Os valores das normas de qualidade da água subterrânea referidos no anexo I do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro;
- ▶▶ Os limiares de qualidade para os poluentes, grupos de poluentes e indicadores de poluição que, em conformidade com o procedimento previsto na parte A do anexo II do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, tenham sido identificados como contribuindo para a caracterização das massas de águas subterrâneas consideradas em risco, tendo em conta, pelo menos, a lista contida na parte B do referido anexo II;
- ▶▶ Os limiares de qualidade aplicáveis ao bom estado químico das águas subterrâneas baseiam-se na proteção da massa de água, em conformidade com os pontos 1, 2 e 3 da Parte A do anexo II, concedendo-se particular atenção às suas repercussões sobre, e à sua inter-relação com as águas de superfície associadas e os ecossistemas terrestres e as zonas húmidas diretamente dependentes; sempre que possível, foram tidos em conta, nomeadamente, conhecimentos de toxicologia humana e de ecotoxicologia.

Uma massa de água subterrânea foi considerada em bom estado químico sempre que:

- ▶▶ Os resultados relevantes da monitorização tenham demonstrado que as condições definidas no n.º 2.3.2 do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, estão a ser cumpridas;
- ▶▶ Os valores das normas de qualidade da água subterrânea referidos no anexo I do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, e os limiares estabelecidos em conformidade com o artigo 3.º e o anexo II do mesmo Decreto-Lei não sejam excedidos em nenhum ponto de monitorização nessa massa ou grupo de massas de águas subterrâneas;

São ainda considerados em bom estado químico uma massa ou grupo de massas de águas subterrâneas se o valor de uma norma de qualidade ou limiar forem excedidos em um ou mais pontos de monitorização, desde que uma investigação apropriada, feita em conformidade com o anexo II do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, confirme que:

- ▶▶ Com base na avaliação referida no n.º 3 do anexo III do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, as concentrações de poluentes que excedam as normas ou limiares de qualidade não sejam consideradas como representando um risco ambiental significativo, atendendo, quando tal se revelar pertinente, à extensão da massa de água afetada;
- ▶▶ As outras condições do bom estado químico da água subterrânea fixado no quadro n.º 2.3.2 do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, sejam satisfeitas, nos termos do n.º 4 do anexo III do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro;
- ▶▶ No caso das massas de águas subterrâneas identificadas em conformidade com o n.º 4 do artigo 48.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, seja assegurada a necessária proteção das mesmas, de modo a evitar a deterioração da sua qualidade, a fim de reduzir o nível de tratamentos de purificação necessário na produção de água potável, nos termos do n.º 4 do anexo III;
- ▶▶ As utilizações da massa de água subterrânea, ou de uma das massas do grupo de massas de águas subterrâneas, não sejam comprometidas de modo significativo pela poluição.

Em concordância com o Anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, a apresentação da classificação do estado químico das massas de água subterrâneas deve seguir o esquema apresentado no Quadro 4.11.

Quadro 4.11: Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas

CLASSES DO ESTADO QUÍMICO
Bom
Medíocre

Assim, em consonância com o exposto no relatório da “*Delimitação das massas de água subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira*” (Oliveira et al., 2021.), calculou-se em cada estação de monitorização e para cada parâmetro indicador de poluição ou que possa colocar a massa de água em risco, o valor médio dos resultados de monitorização para o período em análise. Seguidamente, verificou-se se o valor obtido excedia a norma de qualidade ou o limiar para os vários parâmetros constantes dos Anexos I e II do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, bem como para outros parâmetros, que causam pressão na massa de água e a podem colocar em risco de não cumprir os objetivos ambientais.

Caso se verifique que uma ou mais estações de monitorização não cumprirem as normas de qualidade e os limiares estabelecidos, a avaliação do estado químico dessas massas de água subterrânea deve seguir o documento orientador da CE, Guia n.º 18, que refere a necessidade de aplicar um conjunto de testes, no sentido de avaliar o estado químico final da massa de água, nomeadamente:

- ▶▶ Teste da avaliação global do estado químico;
- ▶▶ Teste de diminuição da qualidade química ou ecológica das massas de água superficiais;
- ▶▶ Teste de avaliação dos ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas (ETDAS);
- ▶▶ Teste de proteção das águas de consumo;
- ▶▶ Teste da intrusão salina ou outra.

Acresce-se que apenas os testes relevantes devem ser aplicados às massas de água, de acordo com as especificidades das mesmas, por exemplo, o teste de intrusão deve ser aplicado em aquíferos costeiros ou em massas de água subterrâneas em contacto com rochas evaporíticas.

A avaliação final do estado químico é determinada pela pior classificação dos testes relevantes realizados, ou seja, se a classificação para um teste for medíocre a classificação final da massa de água será medíocre.

4.2.1.3 Critérios de classificação do estado das zonas protegidas

As massas de água subterrâneas englobadas em zonas protegidas estão sujeitas a uma avaliação complementar realizada segundo critérios específicos, sintetizados no Quadro 4.12.

Quadro 4.12: Critérios de avaliação complementar para as massas de água subterrâneas inseridas em zonas protegidas

ZONAS PROTEGIDAS	CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO COMPLEMENTARES
Zonas de captação de água para a produção de água para consumo humano	A classificação da qualidade da água é realizada em conformidade com o disposto no Anexo I do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto. Esta classificação tem quatro classes (A1, A2, A3 e >A3) que implicam diferentes níveis de tratamento para a produção de água potável. Para articular a legislação nacional com a DQA, considera-se que quando a qualidade da água tem uma classificação >A3 a massa de água não cumpre os objetivos da zona protegida.
Zonas designadas como zonas sensíveis em termos de nutrientes	A massa de água designada como zona vulnerável aos nitratos de origem agrícola, no âmbito da Diretiva Nitratos, é considerada que não cumpre os objetivos da zona protegida.

4.2.2 Estado quantitativo

Conforme exposto no relatório “*Parecer Técnico-Científico sobre a Delimitação das Massas de Água Subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira (RH10)*” (Oliveira et al., 2021), e da aplicação dos critérios (ponto 7.2.1.1 Critérios de classificação do estado quantitativo), apresenta-se de seguida o estado quantitativo das massas de água subterrâneas da RH10.

Massa de água do Paul da Serra – Ilha da Madeira

Da aplicação dos critérios acima pode-se concluir que a massa de água subterrânea do Paul da Serra se encontra em bom estado quantitativo (Quadro 4.13).

A classificação do bom estado quantitativo é também corroborada pela percentagem do valor de recarga (148 hm³/ano) que é captado (21,52 hm³/ano), que corresponde a cerca de 15%, valor bastante inferior ao limite dos 90%.

Quadro 4.13: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Paul da Serra – Ilha da Madeira

VARIÁVEIS	N.º DE ESTAÇÕES	TENDÊNCIA SUBITA	SEM TENDÊNCIA	TENDÊNCIA DESCIDA	ESTADO QUANTITATIVO
Piezometria	0				Bom
Fluxo Subterrâneo	Fluxo natural em direção ao mar e linhas de água				
Caudais	3	1	2	0	
Volumes	3	0	2	1	
Condutividade elétrica	2	1	1	0	
Cloretos (Cl)	2	1	1	0	

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Massa de água do Maciço Central – Ilha da Madeira

Em função dos critérios referidos para a definição do estado quantitativo das massas de águas subterrâneas, pode-se concluir que a massa de água subterrânea do Maciço Central se encontra em bom estado quantitativo (Quadro 4.14).

De acordo com os valores apresentados anteriormente, conclui-se que o volume captado corresponde a 31% do valor de recarga, cumprindo-se desta forma o critério do limite de captação de 90% da recarga a longo prazo.

Quadro 4.14: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Maciço Central – Ilha da Madeira

VARIÁVEIS	N.º DE ESTAÇÕES	TENDÊNCIA SUBITA	SEM TENDÊNCIA	TENDÊNCIA DESCIDA	ESTADO QUANTITATIVO
Piezometria	3	1	0	2	Bom
Fluxo Subterrâneo	Fluxo natural em direção ao mar e linhas de água				
Caudais	-	-	-	-	
Volumes	5	2	1	2	
Condutividade elétrica	4	2	1	1	
Cloretos (Cl)	5	5	0	0	

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Massa de água da Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira

De acordo com o relatório “Parecer Técnico-Científico sobre a Delimitação das Massas de Água Subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira (RH10)” (Oliveira et al., 2021), verifica-se para a massa de água da Orla Costeira Oriental que os volumes captados correspondem a 44% do valor de recarga, bastante inferior ao limite dos 90%.

Uma vez que o ambiente hidrogeológico da presente massa de água não é homogéneo, não é espetável que exista uma velocidade de resposta em tempo útil às captações de forma que o volume recarregado esteja disponível de igual forma em toda a área. Adicionalmente, a captação dos principais volumes está associada a furos localizados em áreas restritas, levando a que a percentagem de água captada face à água disponível tenha uma expressão bastante superior.

Refira-se ainda que se desconhecem os volumes de recarga com origem na massa de água da Orla Costeira Oriental e, por outro lado, o volume de água que descarrega diretamente no mar sem possibilidade de ser captado.

Da aplicação dos restantes critérios enunciados, conclui-se que a massa de água subterrânea da Orla Costeira Oriental se encontra em estado quantitativo medíocre (Quadro 4.15).

Quadro 4.15: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira

VARIÁVEIS	N.º DE ESTAÇÕES	TENDÊNCIA SUBITA	SEM TENDÊNCIA	TENDÊNCIA DESCIDA	ESTADO QUANTITATIVO
Piezometria	10	2	4	3	Medíocre
Fluxo Subterrâneo	Fluxo natural em direção ao mar invertido devido a extrações.				
Caudais	-	-	-	-	
Volumes	16	4	6	6	
Condutividade elétrica	18	3	3	12	
Cloretos (Cl)	18	4	3	11	

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Massa de água do Complexo Vulcânico – Ilha de Porto Santo

Da aplicação dos critérios pode-se concluir que a massa de água subterrânea do Complexo Vulcânico do Porto Santo se encontra em bom estado quantitativo (Quadro 4.16).

Refira-se que apesar de não ter sido possível desagregar os volumes captados pelas massas do Porto Santo, o volume total captado na ilha é bastante inferior aos 90% do valor da recarga.

Quadro 4.16: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Complexo Vulcânico – Ilha de Porto Santo

VARIÁVEIS	N.º DE ESTAÇÕES	TENDÊNCIA SUBITA	SEM TENDÊNCIA	TENDÊNCIA DESCIDA	ESTADO QUANTITATIVO
Piezometria	Cotas dos níveis piezométricos acima do nível médio da água do mar.				Bom
Fluxo Subterrâneo	Fluxo natural em direção ao mar e linhas de água.				
Caudais	-	-	-	-	
Volumes	-	-	-	-	
Condutividade elétrica	Valores elevados, mas considerados como naturais e justificados como de fundo geoquímico.				
Cloretos (Cl)	Valores elevados, mas considerados como naturais e justificados como de fundo geoquímico.				

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Massa de água das Formações Sedimentares – Ilha de Porto Santo

A aplicação do critério da captação máxima de 90% da recarga, mostrou que as extrações se encontram muito abaixo desse limite, no entanto, os restantes critérios para a definição do estado quantitativo das massas de águas subterrâneas do Porto Santo, nomeadamente da análise da piezometria e das inversões das direções naturais de fluxo subterrâneo, em conjunto com a análise dos valores de condutividade elétrica e cloretos para um mesmo período de tempo (Quadro 4.17) levam a que se conclua que a massa de água subterrânea do Complexo das Formações Sedimentares do Porto Santo se encontra em estado quantitativo medíocre.

Quadro 4.17: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Formações Sedimentares – Ilha de Porto Santo

VARIÁVEIS	N.º DE ESTAÇÕES	TENDÊNCIA SUBITA	SEM TENDÊNCIA	TENDÊNCIA DESCIDA	ESTADO QUANTITATIVO
Piezometria	Cotas dos níveis piezométricos sob o nível médio da água do mar na orla costeira sudoeste.				Medíocre
Fluxo Subterrâneo	Fluxo natural em direção ao mar invertido na orla costeira sudoeste.				
Caudais	-	-	-	-	
Volumes	-	-	-	-	
Condutividade elétrica	Na orla costeira sudoeste os valores de CE elevados não podem ser justificados como de fundo geoquímico e encontram-se afetados pela intrusão salina.				
Cloretos (Cl)	Na orla costeira sudoeste os valores de Cl elevados não podem ser justificados como de fundo geoquímico e encontram-se afetados pela intrusão salina.				

Fonte: Oliveira et al., 2021.

O Quadro 4.18 sintetiza a classificação do estado quantitativo das massas de água subterrânea na RH10, tal como a Figura 4.4 e a Figura 4.5.

Quadro 4.18: Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na RH10

CLASSIFICAÇÃO	MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS	
	N.º	%
Bom	3	60
Medíocre	2	40
Desconhecido	0	0
TOTAL	5	100

Tendo por base a avaliação do estado quantitativo das cinco massas de água subterrâneas da RH10, observa-se que 60% apresentam Bom estado quantitativo e 40% apresentam estado quantitativo inferior a Bom.

Figura 4.4: Estado quantitativo das massas de água de subterrâneas na RH10 - Ilha da Madeira

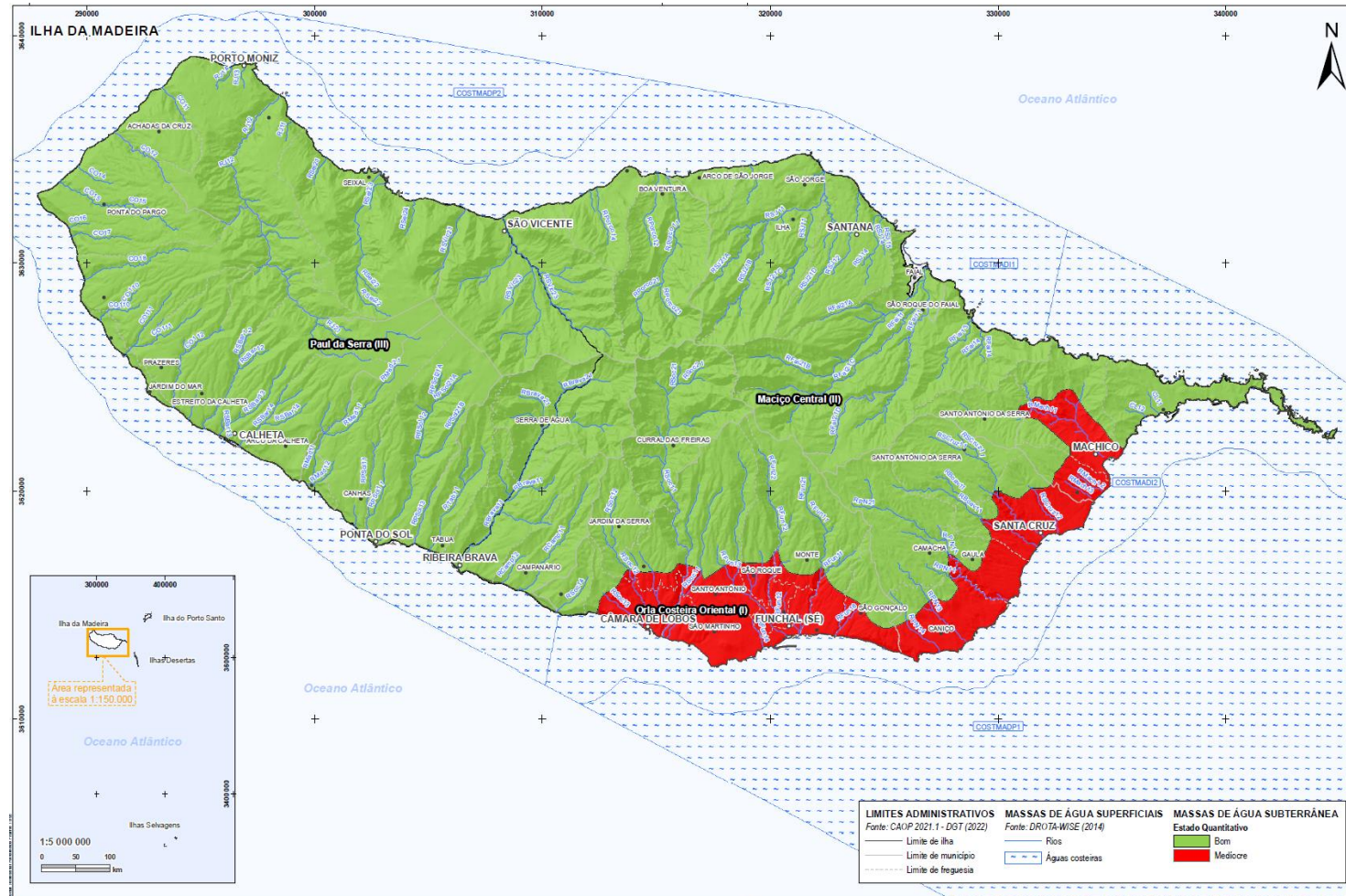
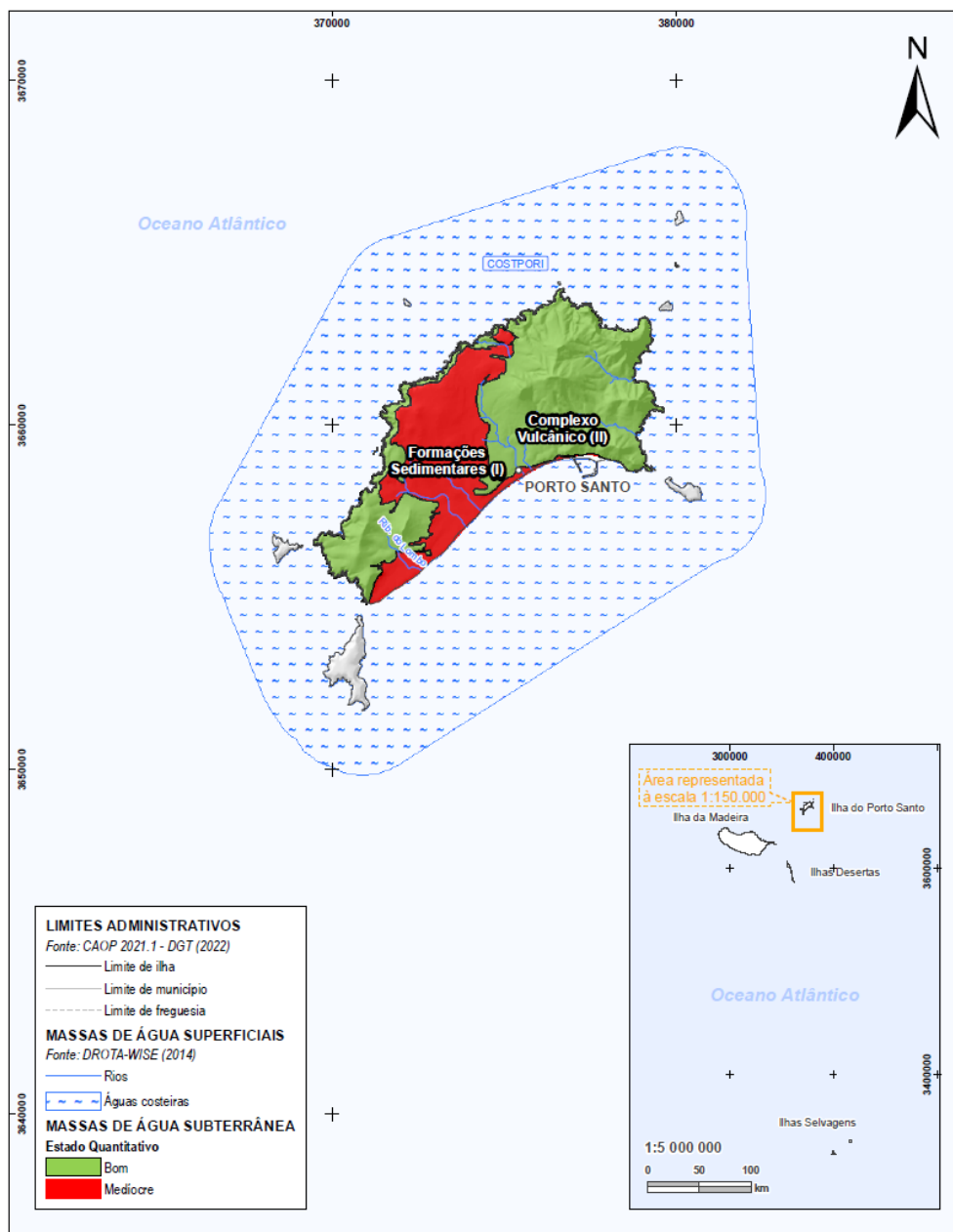


Figura 4.5: Estado quantitativo das massas de água de subterrâneas na RH10 - Ilha de Porto Santo



No Quadro 4.19 pode ser analisada a comparação da avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrânea entre o 2.º e 3.º ciclos de planeamento.

Quadro 4.19: Comparação do estado quantitativo das massas de água subterrânea, entre o 2.º e o 3.º ciclo de planeamento, na RH10

MASSA DE ÁGUA	BOM		MEDIÓCRE		DESCONHECIDO		EVOLUÇÃO*
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	
2.º ciclo	4	100	0	0	0	0	↓
3.º ciclo	3	60	2	40	0	0	

*Variação relativamente à proporção de massas de água classificadas como “Bom” em cada ciclo.

Conforme evidenciado pelo quadro, verifica-se que o estado quantitativo das cinco massas de água subterrânea da RH10 sofreu alterações entre os 2.º e 3.º ciclos de planeamento, reduzindo o número de massas com estado quantitativo Bom.

De referir, ainda, que do 2.º para o 3.º planeamento foi feita uma nova delimitação das massas de água subterrânea, passando de quatro para cinco massa de águas, fator que deve ser tido em conta na evolução registada.

4.2.3 Estado químico

De acordo com o “Parecer Técnico-Científico sobre a Delimitação das Massas de Água Subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira (RH10)” (Oliveira et al., 2021), e da aplicação dos critérios (7.2.1.2 Critérios de classificação do estado químico), apresenta-se de seguida o estado químico das massas de água subterrâneas da RH10.

Massa de água do Paul da Serra – Ilha da Madeira

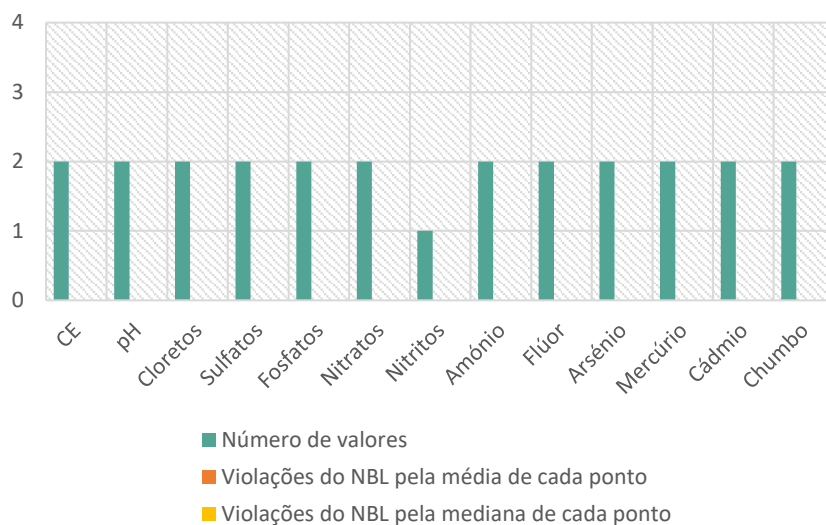
Da aplicação dos critérios acima referidos para a definição do estado químico das massas de águas subterrâneas, nomeadamente da comparação dos valores de referência (mediana e média) calculados para os diferentes parâmetros na massa de água subterrânea, com os limiares definidos (normas de qualidade para consumo humano) e com os valores de concentração natural (do inglês *Natural Background Levels - NBL*) (Quadro 4.20 e Gráfico 4.1), para averiguar uma possível origem natural para algumas concentrações anómalas observadas (ou, valores de parâmetros físico-químicos anómalos) resulta a definição da massa de água subterrânea do Paul da Serra como em bom estado químico (Quadro 4.21).

Quadro 4.20: Valores de concentração natural na massa de água subterrânea do Paul da Serra – Ilha da Madeira

PARÂMETRO	VALOR DE CONCENTRAÇÃO NATURAL (NBL)	LIMITE QUALIDADE (DL 152/2017)	UNIDADES	N.º DE PONTOS QUE EXCEDEM OS LIMITES DE QUALIDADE (DL 152/2017) E O NBL
CE	195	2500	µS/cm	0
pH	6,7 – 8,3	6,5 – 9,0	-	0
Cloretos	16,0	250	mg/l	0
Sulfatos	10,0	250	mg/l	0
Fosfatos	0,35	-	mg/l	0
Nitratos	4,5	50	mg/l	0
Nitritos	<0,05	0,50	mg/l	0
Amónio	<0,05	0,50	mg/l	0
Flúor	0,10	1,5	mg/l	0
Arsénio	<1,0	10,0	µg/l	0
Merúrio	20,3	1,0	µg/l	0
Cádmio	<1,0	5,0	µg/l	0
Chumbo	<2,5	10,0	µg/l	0

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Gráfico 4.1: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea do Paul da Serra – Ilha da Madeira



Fonte: Oliveira et al., 2021.

Quadro 4.21: Análise de tendências e do estado químico da massa de água subterrânea do Paul da Serra – Ilha da Madeira

VARIÁVEIS	N.º DE ESTAÇÕES	TENDÊNCIA SUBIDA	SEM TENDÊNCIA	TENDÊNCIA DESCIDA	ESTADO QUÍMICO
Cloretos (Cl)	2	1	1	0	Bom
Condutividade elétrica (CE)	2	1	1	0	
Nitratos	2	1	1	0	

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Massa de água do Maciço Central – Ilha da Madeira

Da aplicação dos critérios com os limiares definidos (normas de qualidade para consumo humano) e com os valores de concentração natural (NBL) (Quadro 4.22 e Gráfico 4.2) para averiguar uma possível origem natural para algumas concentrações anómalas observadas (ou, valores de parâmetros físico-químicos anómalos) resulta a definição da massa de água subterrânea do Maciço Central como em bom estado químico (Quadro 4.23).

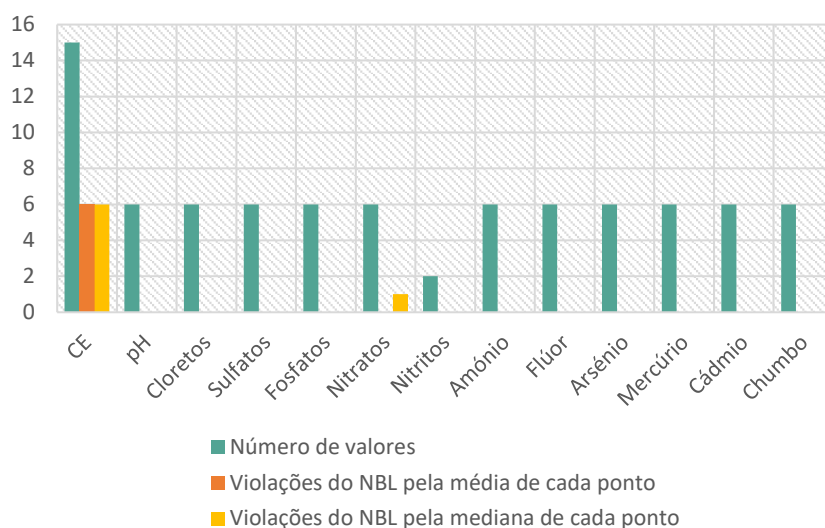
Quadro 4.22: Valores de concentração natural na massa de água subterrânea do Maciço Central – Ilha da Madeira

PARÂMETRO	VALOR DE CONCENTRAÇÃO NATURAL (NBL)	LIMITE QUALIDADE (DL 152/2017)	UNIDADES	N.º DE PONTOS QUE EXCEDEM OS LIMITES DE QUALIDADE (DL 152/2017) E O NBL
CE	140	2500	µS/cm	0
pH	6,8 – 8,4	6,5 – 9,0	-	0
Cloretos	17,0	250	mg/l	0
Sulfatos	10,0	250	mg/l	0
Fosfatos	0,22	-	mg/l	0
Nitratos	4,6	50	mg/l	0
Nitritos	<0,05	0,50	mg/l	0

PARÂMETRO	VALOR DE CONCENTRAÇÃO NATURAL (NBL)	LIMITE QUALIDADE (DL 152/2017)	UNIDADES	N.º DE PONTOS QUE EXCEDEM OS LIMITES DE QUALIDADE (DL 152/2017) E O NBL
Amónio	<0,05	0,50	mg/l	0
Flúor	0,10	1,5	mg/l	0
Arsénio	<1,0	10,0	µg/l	0
Mercúrio	<0,3	1,0	µg/l	0
Cádmio	<1,0	5,0	µg/l	0
Chumbo	<2,5	10,0	µg/l	0

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Gráfico 4.2: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea do Maciço Central – Ilha da Madeira



Fonte: Oliveira et al., 2021.

Quadro 4.23: Análise do estado quantitativo da massa de água subterrânea Maciço Central – Ilha da Madeira

VARIÁVEIS	N.º DE ESTAÇÕES	TENDÊNCIA SUBIDA	SEM TENDÊNCIA	TENDÊNCIA DESCIDA	ESTADO QUÍMICO
Cloretos (Cl)	5	5	0	0	Bom
Condutividade elétrica (CE)	4	2	1	1	
Nitratos	5	3	1	1	

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Massa de água da Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira

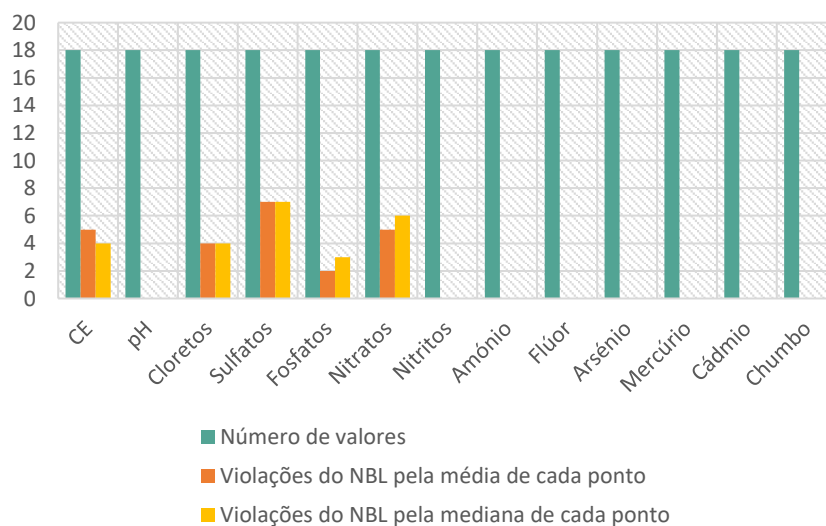
Da aplicação dos critérios com os valores de concentração natural (NBL) (Quadro 4.24 e Gráfico 4.3), para averiguar uma possível origem natural para algumas concentrações anómalas observadas (ou, valores de parâmetros físico-químicos anómalos) resulta a definição da massa de água subterrânea da Orla Costeira Oriental como em estado químico medíocre devido à intrusão salina (condutividade elétrica e cloretos) (Quadro 4.25).

Quadro 4.24: Valores de concentração natural na massa de água subterrânea da Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira

PARÂMETRO	VALOR DE CONCENTRAÇÃO NATURAL (NBL)	LIMITE QUALIDADE (DL 152/2017)	UNIDADES	N.º DE PONTOS QUE EXCEDEM OS LIMITES DE QUALIDADE (DL 152/2017) E O NBL
CE	555	2500	µS/cm	0
pH	7,2 – 8,3	6,5 – 9,0	-	0
Cloretos	139,4	250	mg/l	1
Sulfatos	19,0	250	mg/l	0
Fosfatos	0,29	-	mg/l	0
Nitratos	7,7	50	mg/l	0
Nitritos	<0,05	0,50	mg/l	0
Amónio	<0,05	0,50	mg/l	0
Flúor	0,10	1,5	mg/l	0
Arsénio	<1,0	10,0	µg/l	0
Mercurio	20,3	1,0	µg/l	0
Cádmio	<1,0	5,0	µg/l	0
Chumbo	<2,5	10,0	µg/l	0

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Gráfico 4.3: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea da Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira



Fonte: Oliveira et al., 2021.

Quadro 4.25: Análise de tendências e do estado químico da massa de água subterrânea da Orla Costeira Oriental – Ilha da Madeira

VARIÁVEIS	N.º DE ESTAÇÕES	TENDÊNCIA SUBIDA	SEM TENDÊNCIA	TENDÊNCIA DESCIDA	ESTADO QUÍMICO
Cloretos (Cl)	18	4	3	11	Medíocre
Condutividade elétrica (CE)	18	3	3	12	
Nitratos	18	7	6	5	

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Massa de água do Complexo Vulcânico – Ilha de Porto Santo

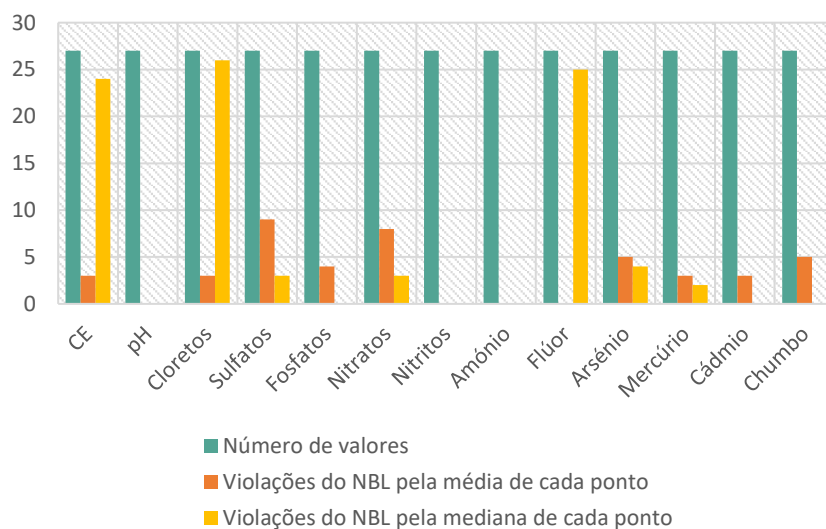
Da aplicação dos critérios com os valores de concentração natural (NBL), para averiguar uma possível origem natural para algumas concentrações anómalas observadas (ou, valores de parâmetros físico-químicos anómalos) resulta a definição da massa de água subterrânea do Complexo Vulcânico do Porto Santo como em bom estado químico (Quadro 4.26 e Gráfico 4.4).

Quadro 4.26: Valores de concentração natural e avaliação do estado químico na massa de água subterrânea do Complexo Vulcânico – Ilha de Porto Santo (n=27 pontos de água)

PARÂMETRO	VALOR DE CONCENTRAÇÃO NATURAL (NBL)	LIMITE QUALIDADE (DL 152/2017, 7 DEZ)	UNIDADES	N.º DE PONTOS QUE EXCEDEM OS LIMITES DE QUALIDADE (DL 152/2017) E O NBL	ESTADO QUÍMICO
CE	7,7	2,5	mS/cm	3	Bom
pH	6,7 – 8,5	6,5 – 9,0	-	0	
Cloretos	2433	250	mg/l	3	
Sulfatos	383	250	mg/l	3	
Fosfatos	1,7	-	mg/l	-	
Nitratos	10,0	50	mg/l	3	
Nitritos	0,3	0,50	mg/l	0	
Amónio	20,05	0,50	mg/l	0	
Flúor	6,0	1,5	mg/l	0	
Arsénio	9,0	10,0	µg/l	4	
Mercúrio	1,3	1,0	µg/l	1	
Cádmio	0,1	5,0	µg/l	0	
Chumbo	0,05	10,0	µg/l	0	

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Gráfico 4.4: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea do Complexo Vulcânico – Ilha de Porto Santo



Fonte: Oliveira et al., 2021.

Massa de água das Formações Sedimentares – Ilha de Porto Santo

Da aplicação dos critérios com os valores de concentração natural (NBL), para averiguar uma possível origem natural para algumas concentrações anómalas observadas (ou, valores de parâmetros físico-químicos anómalos) resulta a definição da massa de água subterrânea das Formações Sedimentares do Porto Santo (RH10, Madeira) como em estado químico medíocre (Quadro 4.27 e Gráfico 4.5) devido à contaminação difusa (nitratos). Apesar do número de pontos que excede os limiares de qualidade e o NBL para a condutividade elétrica e ião cloreto decidiu-se não considerar em estado medíocre devido à intrusão salina (condutividade elétrica e cloretos).

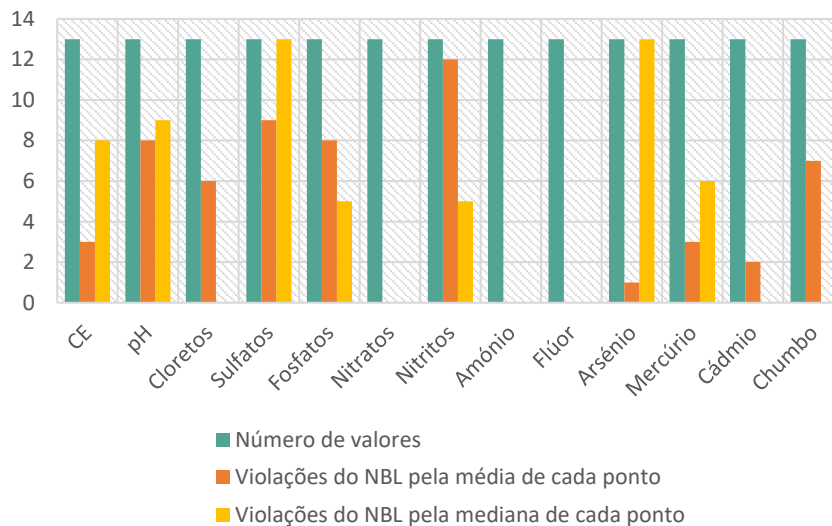
Quadro 4.27: Valores de concentração natural e avaliação do estado químico na massa de água subterrânea das Formações Sedimentares – Ilha de Porto Santo (n=13 pontos de água)

PARÂMETRO	VALOR DE CONCENTRAÇÃO NATURAL (NBL)	LIMITE QUALIDADE (DL 152/2017, 7 DEZ)	UNIDADES	NÚMERO DE PONTOS QUE EXCEDEM OS LIMITES DE QUALIDADE (DL 152/2017) E O NBL	ESTADO QUÍMICO
CE	3,0	2,5	mS/cm	8	Medíocre
pH	7,3 – 7,9	6,5 – 9,0	-	0	
Cloretos	557	250	mg/l	8	
Sulfatos	131	250	mg/l	5	
Fosfatos	0,3	-	mg/l	-	
Nitratos	10,0	50	mg/l	5	
Nitritos	0,3	0,50	mg/l	0	
Amónio	<0,05	0,50	mg/l	0	
Flúor	8	1,5	mg/l	1	
Arsénio	20	10,0	µg/l	3	
Mercúrio	0,2	1,0	µg/l	0	
Cádmio	0,03	5,0	µg/l	0	

PARÂMETRO	VALOR DE CONCENTRAÇÃO NATURAL (NBL)	LIMITE QUALIDADE (DL 152/2017, 7 DEZ)	UNIDADES	NÚMERO DE PONTOS QUE EXCEDEM OS LIMITES DE QUALIDADE (DL 152/2017) E O NBL	ESTADO QUÍMICO
Chumbo	0,06	10,0	µg/l	0	

Fonte: Oliveira et al., 2021.

Gráfico 4.5: Número de valores que excedem o valor de concentração natural na massa de água subterrânea das Formações Sedimentares – Ilha de Porto Santo



Fonte: Oliveira et al., 2021.

O Quadro 4.28 apresenta a classificação do estado químico das massas de água subterrânea na RH10.

Quadro 4.28: Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH10

CLASSIFICAÇÃO	MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS	
	N.º	%
Bom	3	60
Medíocre	2	40
Desconhecido	0	0
TOTAL	5	100

A representação espacial da classificação do estado químico das massas de água subterrânea na RH10 consta na Figura 4.6 e na Figura 4.7, respetivamente para as ilhas da Madeira e Porto Santo.

Figura 4.6: Estado químico das massas de água subterrâneas - Ilha da Madeira

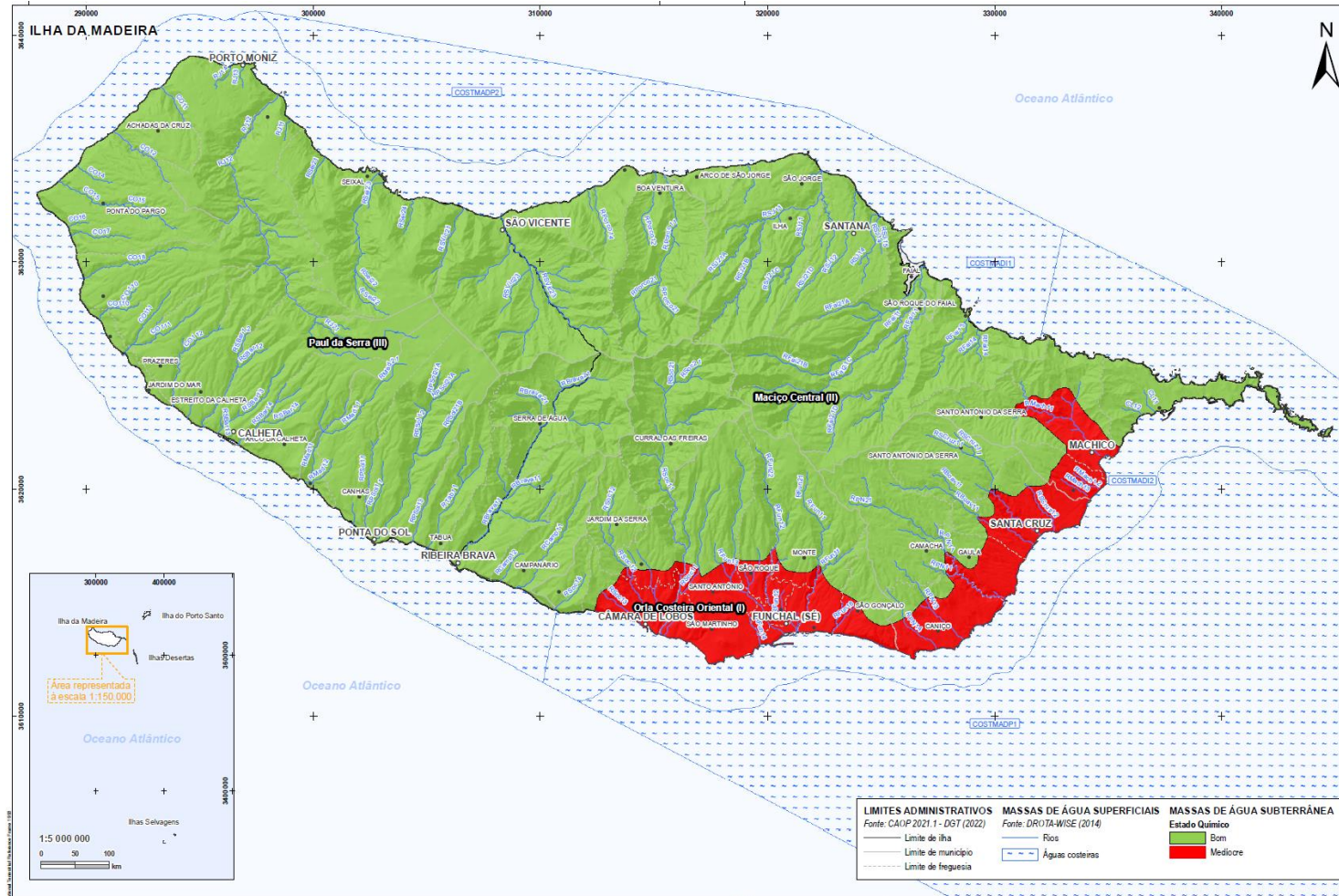
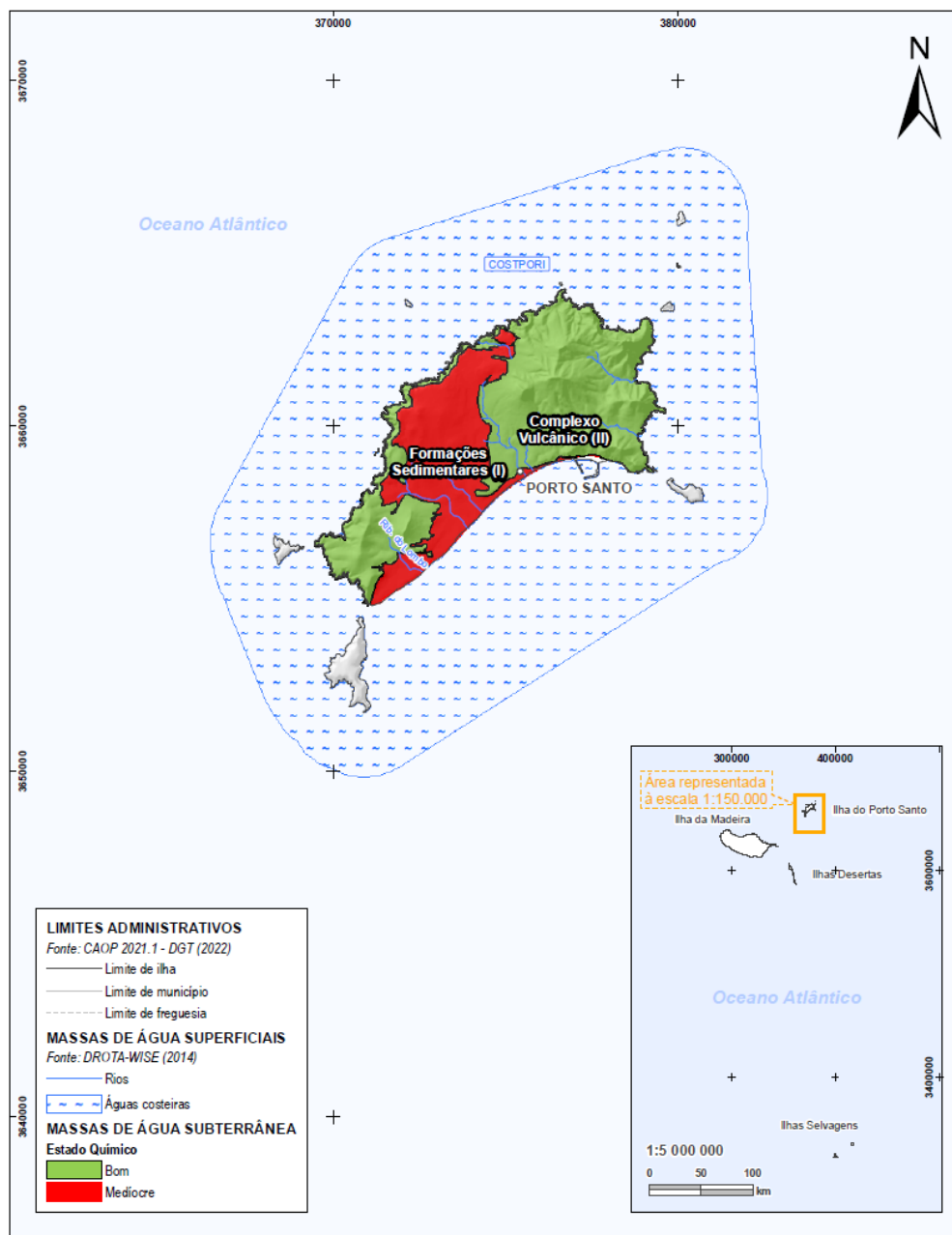


Figura 4.7: Estado químico das massas de água subterrâneas - Ilha de Porto Santo



O Quadro 4.29 apresenta a comparação entre a avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas do 2.º e do 3.º ciclo de planeamento.

Quadro 4.29: Comparação do estado químico das massas de água subterrânea, entre o 2º e o 3º ciclo de planeamento, na RH10

MASSA DE ÁGUA	BOM		MEDÍOCRE		DESCONHECIDO		EVOLUÇÃO*
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	
2.º ciclo	3	75	0	0	1	25	=
3.º ciclo	3	60	2	40	0	0	

*Variação relativamente à proporção de massas de água classificadas como “Bom” em cada ciclo.

A evolução permite denotar que o estado químico das cinco massas de água subterrânea da RH10 não sofreu alterações entre os 2.º e 3.º ciclos de planeamento, quanto ao número de massas com estado químico Bom. De referir, ainda, que no 3.º ciclo de planeamento já é classificado o estado químico para todas as massas de água.

4.2.4 Estado global

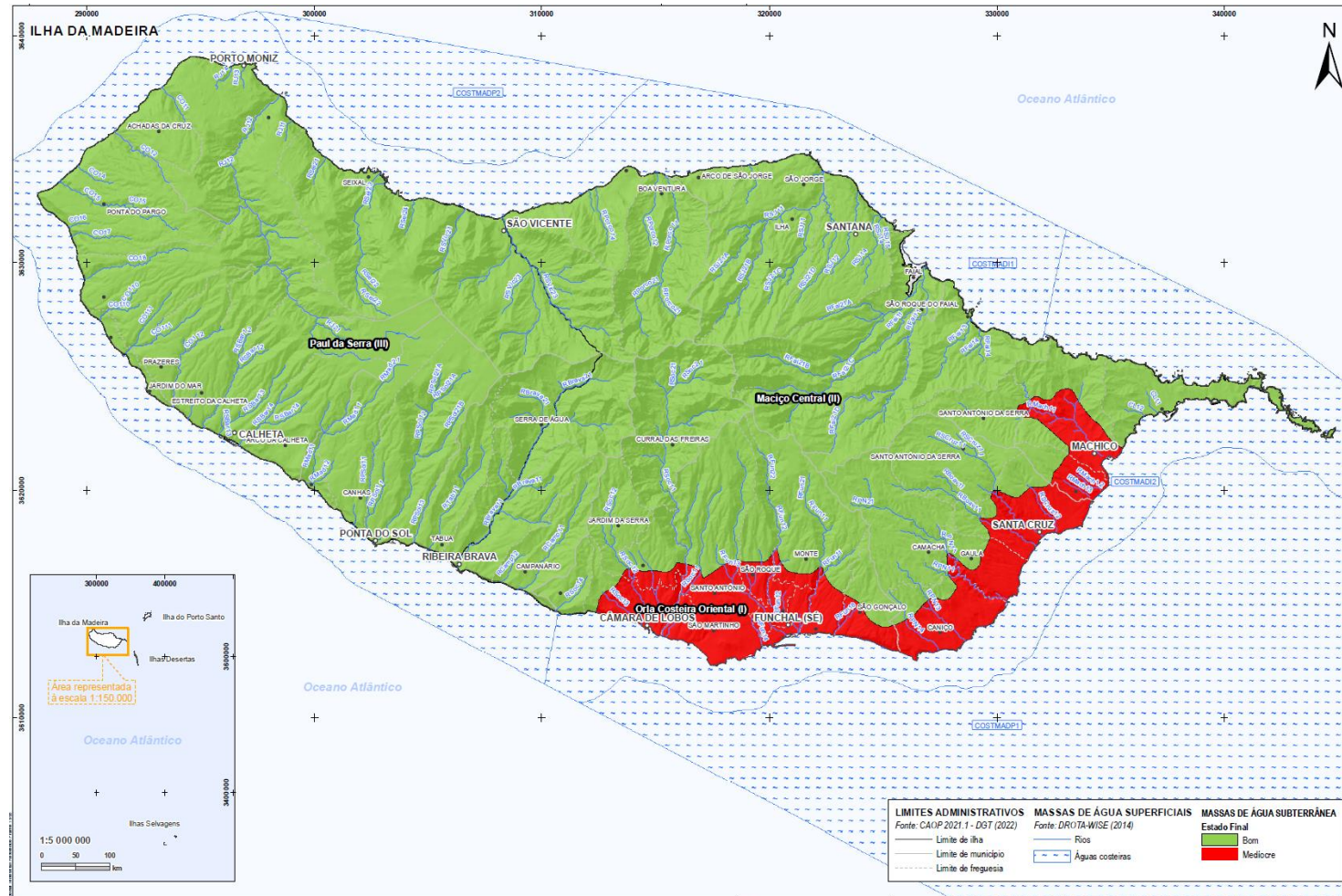
A avaliação do estado global das massas de água subterrânea resulta da combinação da avaliação do estado quantitativo e do estado químico, sendo tido em consideração o pior dos estados. O Quadro 4.30 demonstra os resultados obtidos.

Quadro 4.30: Classificação do estado global das massas de água subterrânea na RH10

CLASSIFICAÇÃO	MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS	
	N.º	%
Bom	3	60
Medíocre	2	40
Desconhecido	0	0
TOTAL	5	100

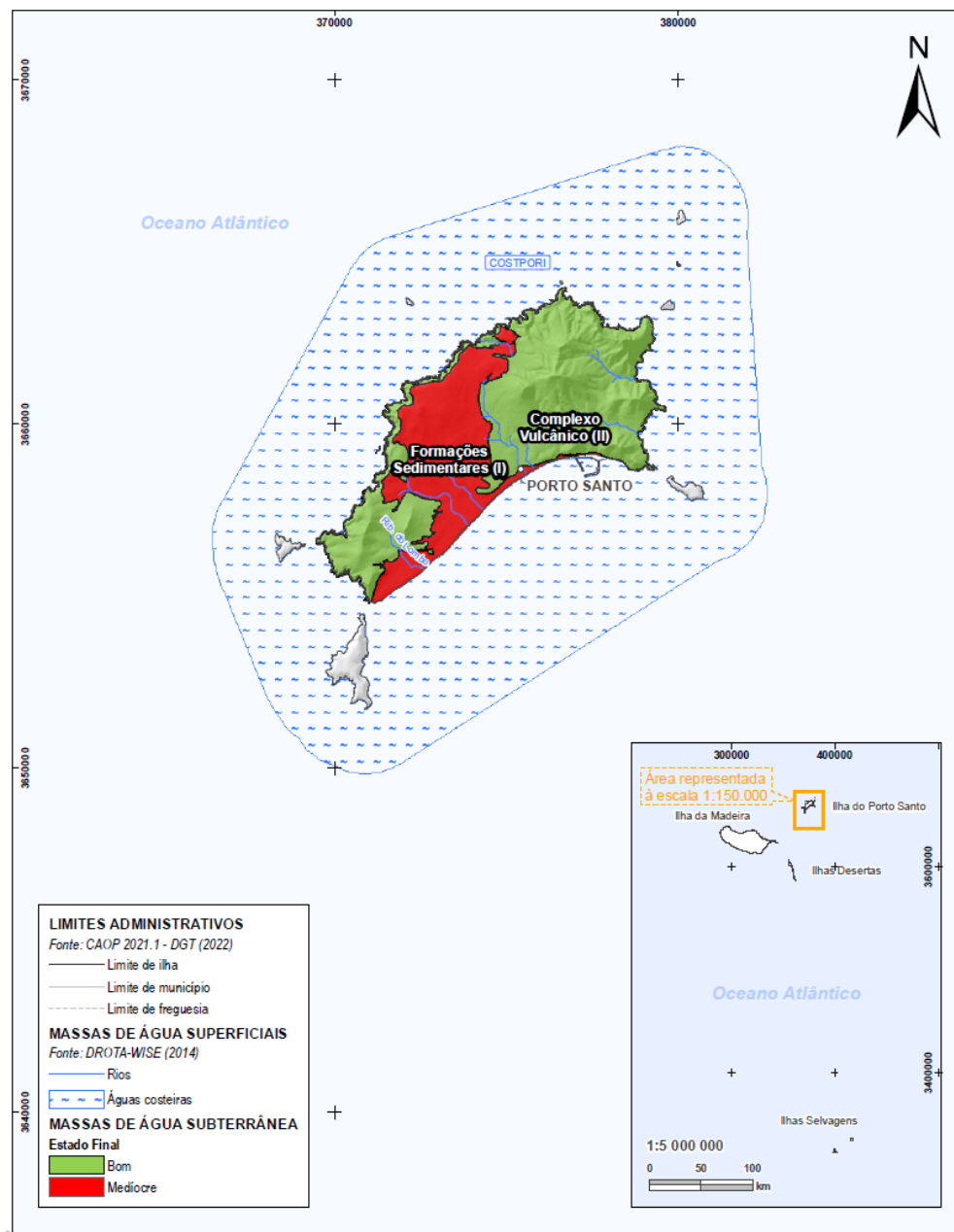
A Figura 4.8 e a Figura 4.9 representam espacialmente a classificação do estado das massas de água subterrâneas, respetivamente, na Ilha da Madeira e na Ilha de Porto Santo.

Figura 4.8: Classificação do estado global das massas de água subterrâneas - Ilha da Madeira



Na RH10, 75% das massas de água subterrânea existentes apresentam um estado global Bom e 25% Desconhecido.

Figura 4.9: Classificação do estado global das massas de água subterrâneas - Ilha de Porto Santo



4.2.5 Avaliação das zonas protegidas

O Quadro 4.31 apresenta a avaliação complementar das massas de água inseridas em zonas protegidas (Paul da Serra, Maciço Central e Orla Costeira Ocidental) destinadas à produção de água para consumo humano.

Quadro 4.31: Avaliação complementar das massas de água subterrâneas inseridas em zonas protegidas destinadas à produção de água para consumo humano na RH10

CLASSIFICAÇÃO	MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEAS	
	N.º	%
Cumpre	3	100
Não cumpre	0	0
Desconhecido	0	0
TOTAL	3	100

As três massas de água subterrâneas abrangidas pelas zonas protegidas para captação de água destinada à produção de água para consumo humano cumprem os objetivos definidos para esta zona, na RH10.

5 DISPONIBILIDADES DE ÁGUA

Perante os atuais e futuros efeitos das alterações climáticas, é urgente promover o uso sustentável das águas, especialmente a nível quantitativo, sendo este ainda um desafio na gestão dos recursos hídricos. As soluções passam pela melhoria do armazenamento e distribuição da água e, principalmente, pela definição de medidas no domínio da eficiência de utilização da água, permitindo potenciar a utilização da poupança resultante em outras atividades económicas ou, conduzindo à redução dos consumos globais em zonas de maior stress hídrico.

Os recursos hídricos disponíveis correspondem à diferença entre a recarga total a longo prazo e o caudal anual a longo prazo necessário para alcançar os objetivos de qualidade das águas superficiais associadas, para evitar uma degradação significativa do estado ecológico dessas massas de água e prejuízos importantes nos ecossistemas terrestres associados.

5.1 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS

Regime natural

Na RH10 foram simulados, com base no modelo SWAT, os valores médios de precipitação em ano seco, médio e húmido, para o período 1961/62 a 2011/2012 (NEMUS, HIDROMOD; 2014).

O escoamento superficial canalizado, através da rede hidrográfica até ao mar, consiste na composição de duas parcelas: o escoamento que se dá à superfície do terreno (*runoff*) e o que afluí à rede hidrográfica abaixo da superfície através da camada subterrânea superficial. O primeiro pode ser definido como “escoamento superficial” e o segundo como “escoamento de base” (*baseflow*).

Os valores médios anuais obtidos para as diferentes áreas da RH10, para ano seco, médio e húmido encontram-se evidenciados no Quadro 5.1.

Quadro 5.1: Precipitação média anual, escoamento e evapotranspiração por zonas da RH10 para os anos húmidos, médios e secos

VERTENTE	TIPO DE ANO HIDROLÓGICO	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (MM)	ESCOAMENTO SUPERFICIAL MÉDIO ANUAL (MM)	ESCOAMENTO DE BASE MÉDIO ANUAL (MM)	EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÉDIA ANUAL (MM)
Vertente norte	Húmido	2 324	933	436	508
	Médio	1 786	631	316	511
	Seco	1 224	348	184	497
Vertente sul	Húmido	1 789	664	334	466
	Médio	1 288	415	221	442
	Seco	825	215	112	409
Vertente oeste	Húmido	2 074	800	376	533
	Médio	1 509	510	253	507
	Seco	900	232	116	459
Vertente este	Húmido	1 565	558	302	413
	Médio	1 114	340	196	391
	Seco	766	202	109	370
Ilha da Madeira	Húmido	2 025	783	379	485

VERTENTE	TIPO DE ANO HIDROLÓGICO	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (MM)	ESCOAMENTO SUPERFICIAL MÉDIO ANUAL (MM)	ESCOAMENTO DE BASE MÉDIO ANUAL (MM)	EVAPOTRANSPIRAÇÃO MÉDIA ANUAL (MM)
	Médio	1 508	510	263	473
	Seco	1 001	274	144	448
Ilha de Porto Santo	Médio	342	21	7	314

Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira (RH10), Volume I – Relatório, Parte 2 – Caracterização e Diagnóstico (DROTA, 2014).

O escoamento superficial médio anual varia entre 26% e 40% da precipitação média anual, avaliando-se o escoamento de base médio anual entre 13% e 19% da precipitação média anual.

5.2 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUBTERRÂNEAS

Entende-se por disponibilidade hídrica subterrânea o volume de água que uma massa de água subterrânea pode fornecer anualmente em condições naturais. Este volume está intrinsecamente associado à recarga direta por precipitação. No entanto, ao nível da massa de água subterrânea poderão ocorrer outras origens de recarga, nomeadamente as trocas de água com outras massas de água e processos de drenagem. Dado que não se conhece a influência da recarga induzida, os valores de disponibilidade apresentados aproximam-se dos valores associados ao regime natural.

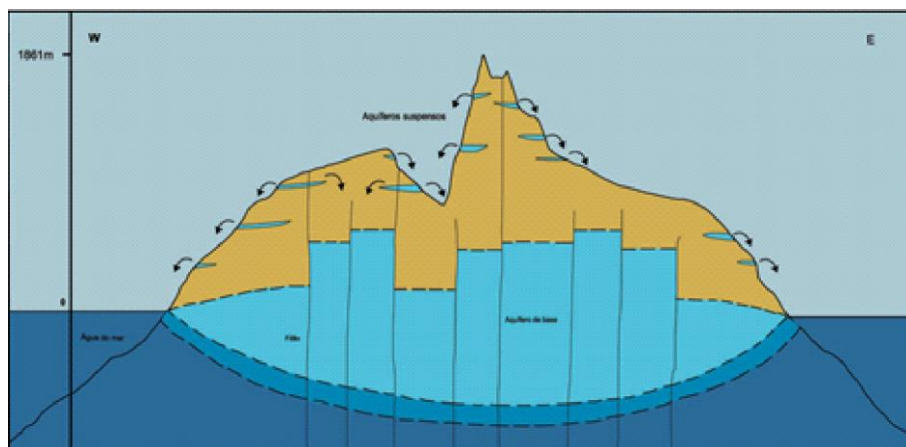
A recarga média anual a longo prazo das massas de água subterrânea da ilha da Madeira é obtida pelo somatório das componentes com origem na precipitação e na precipitação oculta. Na ilha de Porto Santo, a recarga média anual a longo prazo corresponde à precipitação incidente.

Na ilha da Madeira, a recarga global estimada é de cerca de 315hm³/ano, o que inclui 269 hm³/ano com origem na precipitação e 46hm³/ano com origem na precipitação oculta. A recarga é maior nas zonas altas da ilha, em particular na parte norte e central, sendo no Paul da Serra e na zona dos Picos onde atinge o seu máximo. O movimento da água subterrânea faz-se, predominantemente na direção vertical, uma vez que os vales profundos limitam o movimento horizontal.

Conforme é característico dos meios insulares vulcânicos, a circulação e o armazenamento da água subterrânea na ilha da Madeira apresentam especificidades decorrentes da heterogeneidade e anisotropia do meio. As principais zonas de recarga situam-se nas zonas mais altas da ilha, principalmente nas de menor declive, onde a precipitação atinge valores mais elevados e as formações vulcânicas são mais recentes e, em geral, mais permeáveis, como é o caso do planalto do Paul da Serra, do Chão da Lagoa, da Meia Serra e do Santo da Serra (Prada, 2000). Nestas zonas, o fluxo é descendente, não saturado, originando localmente aquíferos suspensos, quando encontra níveis de permeabilidade muito reduzida. A partir de uma certa profundidade surge a zona saturada limitada, superiormente, por uma superfície piezométrica e, inferiormente, por uma interface água doce/água salgada, cuja posição depende da configuração da superfície piezométrica (Oliveira *et al.*, 2021).

Os principais acidentes tectónicos assumem grande importância uma vez que se verifica que a circulação subterrânea se faz, preferencialmente, ao longo da rede de fraturas existente, como se observa na galeria da Fajã da Ama, no túnel 4 dos Tornos, no túnel do Norte, no túnel da Levada do Seixal, etc. (Prada, 2000). O facto do edifício vulcânico se encontrar muito atravessado por filões subverticais implica que existe uma importante compartimentação da ilha, com variações bruscas de potencial hidráulico entre compartimentos contíguos (Oliveira *et al.*, 2021).

Figura 5.1: Modelo hidrogeológico conceptual para a ilha da Madeira



Fonte: Prada et al., 2005

No litoral, a ligação entre a zona saturada do litoral e a zona saturada do domínio de altitude, que define o aquífero de base, é feita através de um aumento rápido do gradiente, da periferia para o centro do maciço, devido às seguintes circunstâncias:

- ▶▶ Ocorrência de formações progressivamente menos permeáveis para o interior da ilha onde predominam os complexos vulcânicos mais antigos e mais alterados;
- ▶▶ Existência de espessas e extensas formações sedimentares impermeáveis;
- ▶▶ Aumento da quantidade de filões para o interior do edifício vulcânico, contribuindo para a diminuição da sua permeabilidade horizontal;
- ▶▶ Localização das áreas preferenciais de recarga, nas zonas altas e planas do interior da ilha.

O valor da recarga das massas de água subterrânea que constituem a RH10 foi obtido considerando as estimativas apresentadas no PRAM (PROCESL *et al.*, 2003). De acordo com o PRAM, a estimativa da recarga média anual da ilha da Madeira foi efetuada pela aplicação do modelo matemático do balanço hídrico sequencial diária BALSEQ tendo por base a modelação do balanço hídrico diário das bacias hidrográficas das ribeiras de S. Vicente, Socorridos, Brava e Machico e da zona de Paul da Serra.

A estimativa da recarga média anual da ilha de Porto Santo foi obtida tendo em consideração que cerca de 90% da precipitação se perde por evapotranspiração do solo e plantas e que só uma parcela compreendida entre 4 e 5% corresponde ao escoamento superficial e à recarga profunda dos aquíferos.

A estimativa dos volumes de água subterrânea transferidos para as massas de água superficial e para os ecossistemas associados/dependentes foi efetuada com os valores do escoamento subterrâneo e hipodérmico apresentados no PRAM. A contribuição do escoamento subterrâneo foi estimada com o objetivo de determinar o escoamento superficial potencial total. Nesse sentido foi considerada a seguinte relação (PROCESL *et al.*, 2003):

- ▶▶ $H_s = 0,306H + 52,139$.
- ▶▶ H_s e H - escoamentos anuais expressos em altura de água sobre as bacias hidrográficas a que respeitam (mm).
- ▶▶ H_s - parcela do escoamento observado imputável à contribuição das reservas subterrâneas e do escoamento hipodérmico.

- ▶▶ H - parcela desse mesmo escoamento que se admite ocorrer na forma de escoamento à superfície do terreno, obtida por aplicação dos modelos de regressão linear entre precipitações e escoamentos mensais.

De acordo com os dados do PRAM, na ilha da Madeira dos cerca de 315 hm³/ano de água que se infiltram em profundidade, cerca de 150 hm³/ano voltam a aparecer novamente à superfície nos cursos de água devido à contribuição anual média do escoamento subterrâneo e hipodérmico. Na ilha de Porto Santo estima-se que a descarga natural devido ao escoamento subterrâneo e hipodérmico seja de cerca de 0,037 hm³/ano.

A estimativa da recarga média anual a longo prazo, a estimativa das transferências de água para assegurar os objetivos de qualidade ecológica e os recursos hídricos disponíveis encontram-se identificadas no Quadro 5.2.

Quadro 5.2: Disponibilidade do meio hídrico subterrâneo da RH10

MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	RECARGA MÉDIA ANUAL A LONGO PRAZO (HM ³ /ANO)	ESTIMATIVA DE TRANSFERÊNCIAS PARA ALCANÇAR OBJETIVOS DE QUALIDADE ECOLÓGICA (HM ³ /ANO)	RECURSOS HÍDRICOS DISPONÍVEIS (HM ³ /ANO)
Paul da Serra	147,9	63,73	84,15
Maciço Central	141,0	73,06	67,8
Orla Costeira Oriental	26,0	13,47	12,5
Subtotal	314,9	150,3	164,5
Formações sedimentares	0,70	0,029	0,064
Complexo vulcânico	0,20	0,008	0,018
Subtotal	0,90	0,037	0,082
Total	315,6	150,3	165,3

Fonte: Adaptado de PGRH do Arquipélago da Madeira 2016-2021 (DRAAC, 2017)

Refira-se que, tendo por referência os dados do PRAM, bem como a análise constante no PGRH 2016-2021, procedeu-se, no presente documento, a um recálculo da estimativa dos valores supracitados, atendendo à atual delimitação das massas de água subterrâneas da RH10. Para o efeito, e para as massas de água cuja delimitação foi alterada, consideraram-se as estimativas de recarga média anual constantes no “Parecer Técnico-Científico sobre a Delimitação das Massas de Água Subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira (RH10)” (Oliveira et al., 2021). As estimativas de transferências de água para assegurar os objetivos de qualidade ecológica e os recursos hídricos disponíveis, por sua vez, foram estimados através de desagregação proporcional àquela que sustenta a desagregação da recarga média anual nas referidas massas de água subterrâneas.

Salvagarde-se, ainda, que devido às condições climáticas que caracterizam a ilha da Madeira, ao contexto geológico e hidrogeológico, as disponibilidades hídricas subterrâneas têm uma distribuição diferenciada, quer no espaço, quer no tempo.

Paul da Serra

A recarga desta massa de água subterrânea faz-se essencialmente através das precipitações, por infiltração direta nas formações geológicas mais permeáveis e através da rede de fracturação. As principais zonas de recarga situam-se nas zonas mais altas da ilha, principalmente nas de menor declive, onde a precipitação atinge valores elevados e as formações vulcânicas são mais recentes e, em geral, mais permeáveis, como é o caso, entre os mais importantes, do planalto do Paul da Serra, Santo da Serra e área compreendida entre o Chão dos Balcões/ Poiso/ João do Prado (Silva, 1988). Nas zonas de recarga,

o fluxo é predominantemente descendente ao longo de uma zona que se pode caracterizar como não saturada, criando localmente aquíferos suspensos associados a níveis impermeáveis que, em certas condições morfológicas e estruturais favoráveis, originam nascentes.

O PGRH do 1.º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo desta massa de água em 148 hm³/ano.

A partir de uma certa profundidade atinge-se a zona saturada, formada por um corpo de água doce de forma aproximadamente lenticular, limitado, superiormente, por uma superfície freática e, inferiormente (com o mar), por uma interface, cuja posição depende da configuração da superfície freática.

Esta massa de água descarrega sob a forma de nascentes, em algumas linhas de água e diretamente ao mar ao longo da costa. O fluxo saturado é divergente, do centro para a periferia da ilha, originando, com frequência, nascentes submarinas de água doce.

Maciço Central da Madeira

A recarga desta massa de água subterrânea faz-se essencialmente através das precipitações e precipitações ocultas, por infiltração direta nas formações geológicas mais permeáveis e através da rede de fracturação. As principais zonas de recarga situam-se nas zonas mais altas e de menor declive, onde a precipitação atinge valores elevados e as formações vulcânicas são mais recentes. Nas zonas de recarga, o fluxo é predominantemente descendente ao longo de uma zona que se pode caracterizar como não saturada, criando localmente aquíferos suspensos associados a níveis impermeáveis que, em certas condições morfológicas e estruturais favoráveis, originam nascentes.

O PGRH do 1º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo da anterior massa de água designada por Maciço Central em 160 hm³/ano e da massa de água do Caniçal em 7 hm³/ano. Considerando que o agregado destas duas massas de água foi dividido em duas (Maciço Central com 376 km² e Orla Costeira Oriental com 68 km²), a nova massa de água do Maciço Central deverá ter uma recarga da ordem de 141 hm³/ano (estimativa que não tem em conta a distribuição da precipitação e das condições do terreno e a heterogeneidade geológica e estrutural de cada massa de água).

Como o edifício vulcânico está intensamente cortado por filões subverticais, sendo de admitir que o aquífero vulcânico generalizado esteja localmente limitado, quando os filões atuam como barreiras. Daí resulta que o nível de saturação não esteja representado por uma linha contínua, mas sim quebrada pelos filões subverticais, com variações bruscas de potencial entre compartimentos contíguos.

Esta massa de água descarrega sob a forma de nascentes, em algumas linhas de água e diretamente ao mar ao longo da costa. O fluxo saturado é divergente, do centro para a periferia da ilha, originando, com frequência, nascentes submarinas de água doce.

Orla Costeira Oriental da Madeira

A zona de recarga coincide com a totalidade da área da massa de água, recebendo infiltração direta da água da chuva, das linhas de água, para além dos caudais provenientes da massa de água do Maciço Central. Esta massa de água descarrega diretamente ao mar ao longo da costa.

O PGRH do 1º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo da anterior massa de água designada por Maciço Central em 160 hm³/ano e da massa de água do Caniçal em 7 hm³/ano. Considerando que o agregado destas duas massas de água foi dividido em duas (Maciço Central com 376 km² e Orla Costeira Oriental com 68 km²), a massa de água da Orla Costeira deverá receber uma recarga direta da ordem de 26 hm³/ano, a que acresce as afluências de água provenientes do Maciço Central localizado a norte que são difíceis de estimar.

Complexo Vulcânico do Porto Santo

A recarga da água subterrânea dá-se por infiltração da água da chuva. Nas rochas vulcânicas, a água infiltra-se e circula essencialmente através de fraturas e diques descarregando para as formações aquíferas mais permeáveis (eolianitos calcoareníticos e areias de praia) localizadas a cotas topográficas mais baixas, através de nascentes e para as linhas de água.

O PGRH do 1º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo no Porto Santo em 0,9 hm³/ano. Assumindo este valor e considerando que a massa de água foi dividida em duas (Complexo Vulcânico do Porto Santo, com 27 km², e Formações Sedimentares do Porto Santo, com 14 km²) e que 80% da recarga se dá nas Formações Sedimentares devido à sua elevada permeabilidade e topografia aplanada, a primeira deverá receber uma recarga da ordem dos 0,2 hm³/ano.

Formações Sedimentares do Porto Santo

A recarga da água subterrânea dá-se por infiltração da água da chuva e por infiltração da água das ribeiras na zona central da ilha. Os valores de recarga estimados com base no balanço de cloretos indicam cerca 11 mm/ ano (Shandilya, 2017) e as duas gerações do PGRH, tendo por base balanços de água no solo, aproximam um valor médio de recarga subterrânea ligeiramente superior a 20 mm/ano. Estes valores de recarga correspondem a menos de 10% da precipitação total anual e podem ser justificados devido à elevada evapotranspiração que limita em grande parte a infiltração efetiva da água da chuva e à forte inclinação do terreno que favorece o escoamento superficial.

O PGRH do 1º ciclo (SRARN, 2014) avalia a recarga de longo prazo no Porto Santo em 0,9 hm³/ano. Assumindo este valor e considerando que a massa de água foi dividida em duas (Complexo Vulcânico do Porto Santo, com 27 km², e Formações Sedimentares do Porto Santo, com 14 km²) e que 80% da recarga se dá nas Formações Sedimentares devido à sua elevada permeabilidade e topografia aplanada, esta massa de água subterrânea deverá receber uma recarga da ordem dos 0,7 hm³/ano (estimativa).

A água que se infiltra circula seguindo os gradientes topográficos até à parte central da ilha e em direção à costa.

6 BALANÇO ENTRE DISPONIBILIDADES E NECESSIDADES

É definida como escassez hídrica o desequilíbrio entre a procura de água e a oferta em condições sustentáveis, com base em análises efetuadas a longo prazo. A forma mais expedita de proceder à sua avaliação passa pela realização de um balanço hídrico, aferindo-se assim os níveis de garantia ou de vulnerabilidade. A escassez hídrica pode ser um fenómeno conjuntural, quando associada a curtos períodos de tempo e motivada por redução temporal das disponibilidades ou aumento da procura, ou estrutural, quando a procura de modo cíclico ou frequente excede o recurso mobilizável.

A disponibilidade hídrica natural constitui o volume disponível para escoamento superficial imediato à precipitação e para recarga de aquíferos, podendo ser definida como a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração real. À escala anual pode considerar-se que a disponibilidade hídrica natural é sensivelmente igual ao escoamento uma vez que, de modo geral, os aquíferos, não têm capacidade de regularização interanual de escoamento. A transferência de volume de água entre períodos de tempo, ou regularização de aflúncias, permite uniformizar as disponibilidades, considerando-se neste caso as disponibilidades em regime modificado. Estas últimas são, por isso, indissociáveis da distribuição dos consumos e do esquema de operação dos reservatórios.

Uma análise de balanço hídrico deve, por norma, estar associada à realização de um balanço hidrológico, uma vez que boa parte dos consumos é também, de modo mais ou menos direto, função de variáveis meteorológicas (e.g. necessidade de água para rega / evapotranspiração das plantas). Por definição, uma equação do balanço hidrológico relaciona as aflúncias e efluências ocorridas num determinado espaço e durante um certo período de tempo, com a variação do volume no interior desse espaço (Lencastre e Franco, 2006). A forma geral de equação do balanço hidrológico é, desta forma, a seguinte:

$$\text{Aflúncias} - \text{Efluências} = \text{Variação no Armazenamento de Água}$$

A realização do balanço com base apenas nas disponibilidades hídricas anuais tem a vantagem de permitir não só analisar de forma integrada as necessidades de água supridas por origem superficial e subterrânea, como também identificar eventuais situações de escassez de água, cuja resolução depende de um incremento da capacidade de armazenamento que proporcione uma regularização interanual. Porém, este tipo de análise não considera as situações de escassez hídrica derivadas da variabilidade sazonal dos recursos hídricos ou da eventual desadequação dos sistemas de captação ou adução à própria disponibilidade de água. Neste âmbito realiza-se um balanço hídrico, com desagregação mensal, entre disponibilidades e consumos de água.

O balanço modelado tem por base, no caso das disponibilidades hídricas superficiais em regime natural, as séries mensais de escoamento obtidas para as principais bacias hidrográficas. Os consumos foram diferenciados por setor e por tipo de origem (superficial ou subterrânea). Os setores considerados são: urbano, industrial, agrícola, turístico (onde se incluíram os consumos relativos ao golfe) e ecológico. Por consumo ecológico entende-se o volume de água que deve estar disponível para assegurar a conservação e proteção dos ecossistemas dulçaquícolas. No caso dos usos energéticos, tratando-se de utilizações marcadamente não consumptivas, considerou-se que estes não seriam relevantes para uma análise simplificada das situações de escassez.

Assim, o modelo de balanço apenas considera os usos consumptivos, razão pela qual não se incluem os consumos afetos à produção de energia. Tal apenas seria possível incluindo-se a organização do sistema hídrico de cada unidade de análise (pontos de captação e de restituição) e, sobretudo, os critérios de alocação de volumes, uma vez que os aproveitamentos hidroelétricos a fio-de-água, por exemplo, tendem a utilizar todo o escoamento disponível em cada momento. Reconhece-se que tal simplificação pode efetivamente enviesar os resultados, em particular por se considerar a utilização de capacidade de

regularização que, a ser mobilizada na produção energética, poderá não ser efetiva para as utilizações remanescentes.

O crescimento contínuo dos consumos de água face às disponibilidades limitadas pode levar a situações críticas quando estas disponibilidades diminuem em consequência da ocorrência de secas. Nesta secção define-se escassez hídrica e avalia-se até que ponto esta constitui efetivamente um problema nas diferentes unidades de análise. A determinação e avaliação de eventuais situações de escassez podem ser realizadas através de balanço entre consumos e disponibilidades para uma dada unidade espacial de análise.

6.1 ÍNDICE DE ESCASSEZ WEI+

O índice de escassez WEI+ surge no seguimento do WEI (*Water Exploitation Index*), que corresponde à razão entre a procura média anual de água e os recursos médios disponíveis a longo prazo e permite assim avaliar o *stress* hídrico a que se encontra sujeito um território. O WEI+ tem por objetivo complementar o WEI, incorporando no cálculo da vulnerabilidade a situações de escassez, os retornos de água ao meio hídrico, bem como os caudais ambientais ecológicos. O WEI+ é assim definido como a razão entre o volume total de água captado e as disponibilidades hídricas renováveis, calculadas através da expressão:

$$\text{Disponibilidades hídricas renováveis} = \text{Precipitação} - \text{Evapotranspiração} + \text{Afluências externas} - \text{Necessidades hídricas} + \text{Retornos}$$

As necessidades hídricas incluem não só os caudais ambientais, como também os volumes que devem estar disponíveis de forma a cumprir outros requisitos como, por exemplo, a navegação ou tratados internacionais em rios transfronteiriços. Estes volumes, calculados no âmbito do WEI+, correspondem a 10% do valor do escoamento de cada região hidrográfica. Por retorno entende-se o volume de água que é devolvido ao meio hídrico após utilização pelos setores e que se encontra disponível para ser reutilizado.

O critério da ONU (1997) para avaliação da escassez com o cálculo do WEI baseia-se na parcela de recursos consumidos e divide-se em quatro categorias:

- ▶▶ Sem escassez – países que consomem menos de 10% dos seus recursos renováveis;
- ▶▶ Escassez reduzida – países que consomem entre 10% e 20% dos seus recursos renováveis;
- ▶▶ Escassez moderada – países que consomem entre 20% e 40% dos seus recursos renováveis;
- ▶▶ Escassez severa – países que consomem mais de 40% dos seus recursos renováveis.

O Quadro 6.1 apresenta os valores utilizados no cálculo do WEI+ para a RH10.

Quadro 6.1: WEI+ para a RH10

Bacia hidrográfica	RH10
Escoamento (hm ³)	531,00
Disponibilidades subterrâneas (hm ³)	165,28
Escoamento e recarga de aquíferos (hm ³)	315,58
Necessidade hídricas (hm ³)	99,55
Retornos (hm ³)	0,38
Disponibilidades hídricas renováveis (hm ³)	963,83

Bacia hidrográfica	RH10
Volume captado (hm ³)	95,30
WEI+ (%)	9,89

O índice WEI+ para a RH10 foi determinado tendo em consideração os seguintes dados de base:

- ▶ Volume de água captado para os setores urbano e atividades económicas (industrial, pecuária, agricultura, aquicultura e turismo).

O WEI+ de 9,9% estimado para a RH10 revela ausência de escassez (embora no limiar da categoria de escassez reduzida) de água. Refira-se que, muito embora o cálculo deste índice permita identificar potenciais situações de escassez, a escala de análise constitui um fator relevante, na medida em que, dentro de uma mesma região hidrográfica, poderão constatar-se eventuais assimetrias, isto é, bacias hidrográficas ou massas de água subterrânea sujeitas a maior situação de escassez. Considera-se, assim, que seria importante incorporar neste índice a capacidade de armazenamento existente em cada região / bacia, para retratar de forma mais correta as disponibilidades hídricas.

7 CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Situado geograficamente na região subtropical, o Arquipélago da Madeira apresenta um clima ameno, tanto no inverno como no verão, exceto nas zonas mais elevadas, onde são observadas temperaturas mais baixas. O efeito moderador do mar nas temperaturas faz-se sentir na reduzida amplitude térmica observada nas ilhas. Alguns sistemas depressionários que atravessam o Atlântico descem até à latitude da Madeira durante os meses de inverno, observando-se igualmente a formação de depressões na vizinhança do arquipélago, podendo dar origem a precipitação abundante. No verão, predominam ventos com rumo do quadrante norte associados ao ramo leste do anticiclone dos Açores (Gomes *et al.*, 2015).

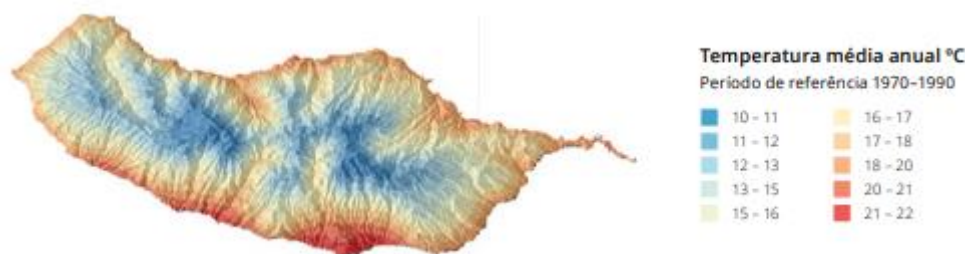
7.1 CLIMA OBSERVADO

Com base na Normal Climatológica relativa ao período 1961-1990, a temperatura média anual na Madeira varia entre um mínimo de 8°C, nos picos mais elevados, e 19°C nas zonas costeiras.

A região do Funchal, situada na vertente sul a jusante dos ventos dominantes, é a zona mais quente da ilha. No inverno, a média das temperaturas mínimas desce um pouco abaixo dos 4°C, nas regiões elevadas, e, junto da costa, é ligeiramente superior a 13°C. No verão, observa-se, em média, 16°C de temperatura máxima nos picos mais elevados e 23°C nas zonas costeiras.

No Porto Santo, os meses mais frios são janeiro e fevereiro, e a temperatura mais elevada registada no período 1961-1990 foi de 35,3°C, em agosto. Em relação à temperatura mínima absoluta, Porto Santo registou 7,4°C. A temperatura média no Porto Santo (18,4°C) é ligeiramente mais baixa do que no Funchal (18,7°C).

Figura 7.1: Distribuição da temperatura média anual para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990



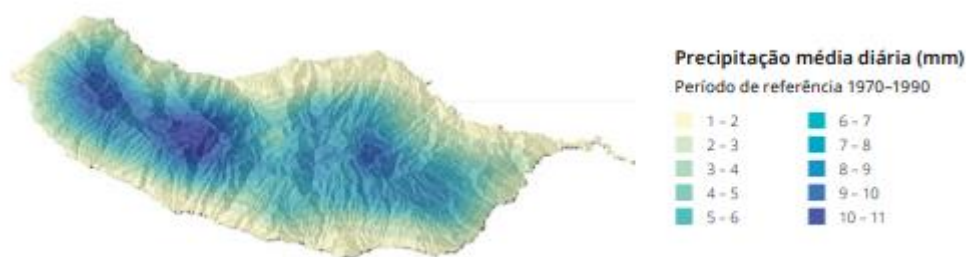
Fonte: Gomes *et al.*, 2015.

A média da precipitação acumulada anualmente na Madeira atinge um máximo próximo dos 3 400 milímetros (mm), nos picos mais elevados, e um mínimo na zona do Funchal (menos de 600 mm). Observa-se, na distribuição da precipitação anual, uma assimetria norte-sul, com bastante mais precipitação, à mesma altitude, na costa norte.

A assimetria norte-sul da distribuição da precipitação acumulada não é tão acentuada no inverno comparando com a escala anual, embora continue a ser uma das características significativas da distribuição espacial. Nas zonas mais altas, a precipitação acumulada, no inverno, ultrapassa ligeiramente os 1200 mm, enquanto nas regiões do Funchal e do vale do Machico é cerca de 300 mm.

Observa-se, na distribuição da precipitação anual, uma assimetria norte-sul, com bastante mais precipitação, à mesma altitude, na costa norte.

Figura 7.2: Distribuição da precipitação média diária para a Ilha da Madeira entre o período de 1970 e 1990



Fonte: Gomes et al., 2015.

Nos meses de verão, observa-se cerca de 150 mm de precipitação nas zonas elevadas (exceto Arieiro) e valores ligeiramente inferiores a 50 mm na costa sul da ilha, tornando-se, assim, mais evidente a assimetria norte-sul na distribuição da precipitação nesta estação do ano. O facto de chover mais na parte norte da Madeira durante o verão está claramente associado ao rumo dominante do vento (norte) nesta estação e ao facto de a precipitação ser essencialmente orográfica.

Em contraste, a ilha do Porto Santo, apesar de afetada pelos mesmos sistemas meteorológicos, é substancialmente mais seca, com uma precipitação anual média de 384 mm.

7.2 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

A Região Autónoma da Madeira, região insular de origem vulcânica, devido às suas características e especificidades, possui uma particular vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas, nomeadamente ao aumento das temperaturas e à diminuição da precipitação, à elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos.

Qualquer alteração no sistema climático provocará alterações no ciclo hidrológico, pelo que importa, no contexto do PGRH, abordar os potenciais impactes futuros nos recursos hídricos decorrentes das alterações climáticas, quer em termos quantitativos, quer qualitativos.

7.2.1 Cenários climáticos e potenciais impactes nos recursos hídricos

Em termos conceptuais, as alterações climáticas correspondem a “uma mudança no estado do clima, que pode ser identificada (e.g. através de testes estatísticos) devido a alterações na média e/ou na variação das propriedades, e que persiste durante um longo período de tempo, tipicamente de décadas ou mais. As alterações climáticas podem derivar de processos naturais internos ou forças externas, como modulações dos ciclos solares, erupções vulcânicas, e alterações antropogénicas persistentes na composição da atmosfera ou no uso do solo”. De notar que a Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas (UNFCCC), artigo 1.º, define as alterações climáticas como: “uma mudança de clima que é atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera mundial e que, em conjunto com a variabilidade climática natural, é observada ao longo de períodos comparáveis”. A UNFCCC faz, assim, uma distinção entre “mudança climática” atribuível a atividades humanas que alteram a composição atmosférica, e “variabilidade climática” atribuível a causas naturais.

Em consonância com o exposto, a urgência da ação climática tem vindo a ser assinalada pela sociedade em resultado da evidência científica que confirma que as alterações climáticas são um fenómeno do presente, com origem nas emissões de gases com efeito de estufa (GEE) resultantes da atividade humana.

Esta tendência tende a agravar -se se não houver uma ação climática imediata e efetiva (Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto).

O Acordo de Paris, alcançado em 2015, estabeleceu objetivos de longo prazo de limitação do aumento da temperatura média global a um máximo de 2°C acima dos níveis pré-industriais, com o compromisso por parte da comunidade internacional de prosseguir todos os esforços para que esse aumento não ultrapasse 1,5°C, limiar que a ciência define como máximos para se garantir a continuidade da vida no planeta sem alterações demasiado disruptivas.

A temperatura média global tem registado uma tendência crescente nos últimos anos, sucedendo o mesmo com as concentrações de dióxido de carbono na atmosfera.

Em 2018, o Relatório Especial do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) “Aquecimento Global de 1,5°C” concluiu que um aumento da temperatura média global superior a 1,5°C terá consequências mais gravosas e mais cedo do que o inicialmente esperado, apelando à redução urgente das emissões de GEE para a atmosfera. Em 2019, as alterações climáticas foram identificadas como a terceira causa do declínio de biodiversidade e colapso dos ecossistemas.

No atual panorama de escalada dos desafios associados às alterações climáticas, urge promover a adoção de medidas de mitigação, que combatam as causas, e de adaptação, que minimizem os impactos, com vista a uma sociedade neutra em carbono e resiliente ao clima, adaptada às suas consequências, reduzindo a vulnerabilidade e alcançando o desenvolvimento sustentável.

Diversos estudos indicam que, no contexto europeu, os países do Sul, são os que apresentam maiores vulnerabilidades e menores oportunidades com as alterações climáticas, realçando a urgência de ação para Portugal. De facto, têm vindo a intensificar-se os fenómenos de seca, desertificação, degradação do solo, erosão costeira, ocorrência de cheias e inundações e incêndios florestais. Para as situações de risco contribuem fenómenos climáticos extremos, como ondas de calor, picos de precipitação e temporais com ventos fortes associados, que se prevê que continuem a afetar o território nacional mas com maior frequência e intensidade. Outro dos impactes esperados é ainda o aumento da irregularidade intra e interanual da precipitação, com impactes assinaláveis nos sistemas biofísicos e de infraestruturas, dada a transversalidade inerente à disponibilidade e qualidade da água.

As alterações climáticas tendem a potenciar ou a acelerar tendências que afetam o território nacional, onde se conjugam riscos naturais e antrópicos. Prevê-se que as alterações climáticas venham a ter, num futuro próximo, impactos assinaláveis sobre as atividades humanas, com importantes implicações de natureza social, económica e ambiental. A água desempenha um papel ímpar como mediador na transmissão destes impactos das alterações climáticas. Com efeito, as alterações climáticas condicionam as diversas componentes do ciclo hidrológico e de outros ciclos biogeoquímicos que com ele interagem. O papel destacado da água resulta, ainda, da sua relevância como elemento estruturante em diversos domínios, nomeadamente a agricultura, as florestas, a biodiversidade, a indústria, a energia, as pescas, a saúde e o turismo (APA, 2012).

As alterações climáticas têm impactes significativos na distribuição temporal e espacial da disponibilidade dos recursos hídricos, quer em termos de oferta, quer de procura. Quanto à oferta, assiste-se a uma modificação do regime de precipitações que conduz a variações do volume e da distribuição temporal das disponibilidades de água superficiais e subterrâneas. A estes impactos sobre a quantidade da água, acrescem os impactos sobre a sua qualidade, associados à elevação da temperatura do ar, intensificação dos fenómenos extremos ou subida do nível médio do mar com a consequente salinização de aquíferos costeiros. No que respeita à procura, ocorrem alterações dos volumes de água consumidos pelas diversas atividades utilizadoras e modificações da distribuição temporal destes consumos (APA, 2012).

O impacto das alterações climáticas sobre os fenómenos extremos (cheias e as secas) parece, igualmente, estar a aumentar em resultado da alteração do regime de precipitação no sentido de uma maior variabilidade da precipitação anual e diária e de uma maior incidência dos períodos húmidos em épocas de menor duração. Ainda que pareça paradoxal, períodos de precipitação intensa, alternados por longos períodos de seca, suscitam um aumento simultâneo do risco de cheias e de secas. A subida do nível médio do mar, por sua vez, contribui também para o aumento do risco de inundações costeiras e dos troços fluviais junto à costa (APA, 2012).

Face ao exposto, são claros e significativos os impactos na distribuição temporal e espacial da disponibilidade dos recursos hídricos, na qualidade da água e no risco de ocorrência de cheias e secas. A estes impactes diretos acrescem os efeitos indiretos, resultantes de transformações das atividades económicas e sociais que podem agravar as pressões sobre o meio hídrico, designadamente através de um aumento da procura de água ou de um aumento da carga poluente afluente às massas de água. Os impactes sobre os recursos hídricos refletem-se, por sua vez, nos diversos setores utilizadores da água, e também nos ecossistemas aquáticos.

Nos projetos SIAM, SIAM_II e CLIMAAT_II, que constituem a primeira avaliação de risco climático a nível nacional, na qual assentou a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAA), foram analisados os cenários de alterações climáticas para Portugal, usando, para o efeito, simulações de diferentes modelos. De acordo com os resultados obtidos, o cenário climático para o horizonte temporal 2080-2100 aponta: um aumento significativo da temperatura média; aumento da temperatura máxima no Verão; grande incremento da frequência e intensidade de ondas de calor e aumento no número de dias quentes (máxima superior a 35°C) e de noites tropicais (mínimas superiores a 20°C); reduções em índices relacionados com tempo frio (por exemplo, dias de geada ou dias com temperaturas mínimas inferiores a 0°C); efeitos decorrentes do incremento da frequência e intensidade das ondas de calor, como o aumento do risco de incêndio, com a alteração das capacidades de uso e ocupação do solo e com implicações sobre os recursos hídricos; tendência de redução da precipitação durante a primavera, verão e outono; aumento da precipitação durante o inverno, devido a aumentos no número de dias de precipitação forte (acima de 10 mm/dia).

Estas alterações significativas no clima, indicadas pelos cenários climáticos, encontram-se em consonância com os aspetos apontados para a região mediterrânica, tal como é demonstrado pelo projeto PESETA II. O facto de Portugal e, particularmente, a RAM, se enquadrar neste hotspot fá-lo integrar-se entre os países europeus com maior vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas. O projeto PESETA II dividiu a União Europeia (UE) em cinco grandes regiões, referindo, para o sul da Europa (Portugal, Espanha, Itália, Grécia e Bulgária), potenciais perdas no PIB entre 1,8% e 3% (para um cenário de aumento da temperatura média global de 2°C e para um cenário de referência referente a um aumento de 3,5°C, respetivamente, sem recurso a medidas de mitigação). Estas perdas económicas advêm, fundamentalmente, dos previsíveis impactes das alterações climáticas aos níveis da agricultura, energia, cheias e inundações, incêndios florestais, saúde humana, secas e zonas costeiras (Ciscar *et al.*, 2014).

De acordo com os resultados desse projeto, os principais impactes setoriais projetados para o sul da Europa, no final do século (2071-2100), são os que se apresentam na Figura 7.3.

Figura 7.3: Principais impactos setoriais projetados para o sul da Europa (2071-2100), de acordo com o projeto PESETA II



Fonte: Adaptado de *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 2020)* (APA, 2015).

Mais recentemente, e sustentando-se também nos cenários traçados por alguns dos projetos anteriormente mencionados, o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC), aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto de 2019, identifica como principais impactos e vulnerabilidades do território nacional às alterações climáticas (algumas inter-relacionadas entre si):



Aumento da frequência e da intensidade de incêndios rurais



Aumento da frequência e da intensidade de ondas de calor



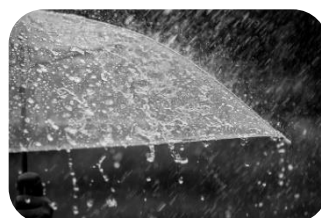
Aumento da frequência e da intensidade de períodos de secas e de escassez de água



Aumento da suscetibilidade à desertificação



Aumento da temperatura máxima



Aumento da frequência e da intensidade de eventos de precipitação extrema



Subida do nível das águas do mar



Aumento de frequência e da intensidade de fenómenos extremos que provocam galgamento e erosão costeiros

Fonte: Adaptado da Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto.

A RAM, região insular de origem vulcânica, devido às suas características e especificidades, possui uma particular vulnerabilidade aos impactes das alterações climáticas, nomeadamente ao aquecimento global e diminuição da precipitação, à elevação do nível médio do mar e aos eventos climáticos extremos (Prada et al., 2015).

Os estudos da variação da precipitação e temperatura para o período 2070-2099 na Ilha da Madeira relativa ao período de referência entre 1970 e 1990, efetuados com base nos resultados do projeto CLIMAAT II, indicam um aumento mais significativo da temperatura, durante a primavera, na ilha da Madeira e, no inverno, na ilha do Porto Santo. Verifica-se, também, uma maior diminuição da precipitação entre o outono e a primavera em ambas as ilhas.

No contexto descrito, e face à relevância do tema das Alterações Climáticas e à importância de adotar uma atitude proativa, foi elaborada a Estratégia Regional de Adaptação às Alterações Climáticas - Estratégia CLIMA-Madeira. Esta estratégia, que integra o conhecimento sobre a influência do clima com vários setores – Agricultura e Florestas, Biodiversidade, Energia, Recursos Hídricos, Riscos Hidrogeomorfológicos, Saúde Humana e Turismo – define uma abordagem integrada enunciando

medidas orientadoras que permitem a adaptação da RAM às alterações climáticas, com a redução da sua vulnerabilidade aos impactes das mesmas.

No âmbito da supracitada estratégia, as “projeções climáticas para o Arquipélago da Madeira foram regionalizadas recorrendo aos cenários de emissões do “Special Report on Emissions Scenarios”³⁴ para o séc. XXI, propostos pelo Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, sigla inglesa) em 2001, cobrindo um espectro diversificado de situações económicas, sociais, demográficas e ambientais, divididas nas famílias A1, A2, B1 e B2. Estes cenários têm correspondência com os novos cenários do IPCC (os “Representative Concentration Pathways) que pode ser consultada no Observatório CLIMA-Madeira” (Gomes et al., 2015).

O cenário com menores emissões é o cenário B1, com concentrações de dióxido de carbono (CO₂) menores do que 600 partes por milhão em volume (ppmv), durante todo o séc. XXI. O cenário mais extremo é, por sua vez, o A1, com concentrações superiores a 900 ppmv, em 2100. No cenário A2, a concentração de CO₂ ultrapassa os 800 ppmv no fim do séc. XXI, enquanto no cenário B2 é de cerca de 600 ppmv, em 2100. Como referência, note-se que, em 2015, a concentração média de CO₂ na atmosfera era de 402 ppmv (Gomes et al., 2015).

O estudo dos cenários climáticos e respetivos potenciais impactos na RAM teve por base os resultados do projeto CLIMAAT II que, por intermédio de métodos de regionalização dinâmica, utilizou o modelo de circulação global HadCM3 para os cenários A2 e B2, obtendo uma grelha, com uma resolução espacial de 1 km para a ilha da Madeira, de dados diários de precipitação e temperatura até ao final do século XXI.

Os resultados evidenciam um aumento generalizado da temperatura média, entre 1,3°C e 3°C. Em termos de precipitação anual, a tendência é de diminuição, estimada em cerca de 30% no final do séc. XXI. No Quadro 7.1, apresentam-se as variações anuais da precipitação e da temperatura para curto, médio e longo prazo, de acordo com os resultados mencionado.

Quadro 7.1: Variação da precipitação e temperatura na ilha da Madeira relativa ao período de referência entre 1970 e 1990

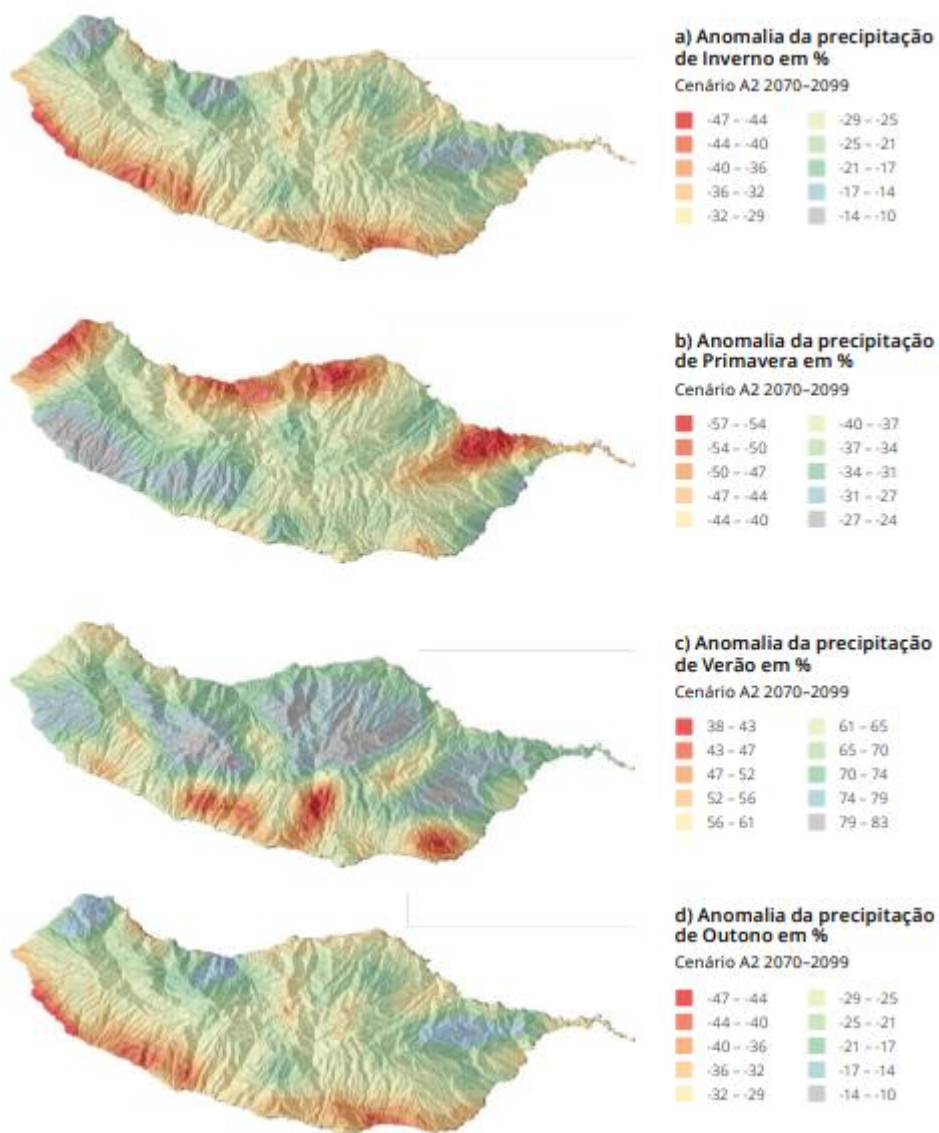
	PRECIPITAÇÃO		TEMPERATURA	
	Cenário A2 (%)	Cenário B2 (%)	Cenário A2 (°C)	Cenário B2 (°C)
2010-2039	[-28;-9]	[-28;-9]	[0.5;0.9]	[0.5;0.9]
2040-2069	[-40;-14]	[-31;-6]	[0.9;1.5]	[0.8;1.3]
2070-2099	[-48;-22]	[-44;-23]	[2.0;3.0]	[1.3;1.9]

Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

A variação espacial das anomalias da precipitação e temperatura encontram-se representadas, respetivamente, na Figura 7.4 e Figura 7.5. Estas representações respeitam ao cenário A2 para o horizonte temporal 2070-2099, comparativamente com a normal climatológica do período de referência (1970-1990).

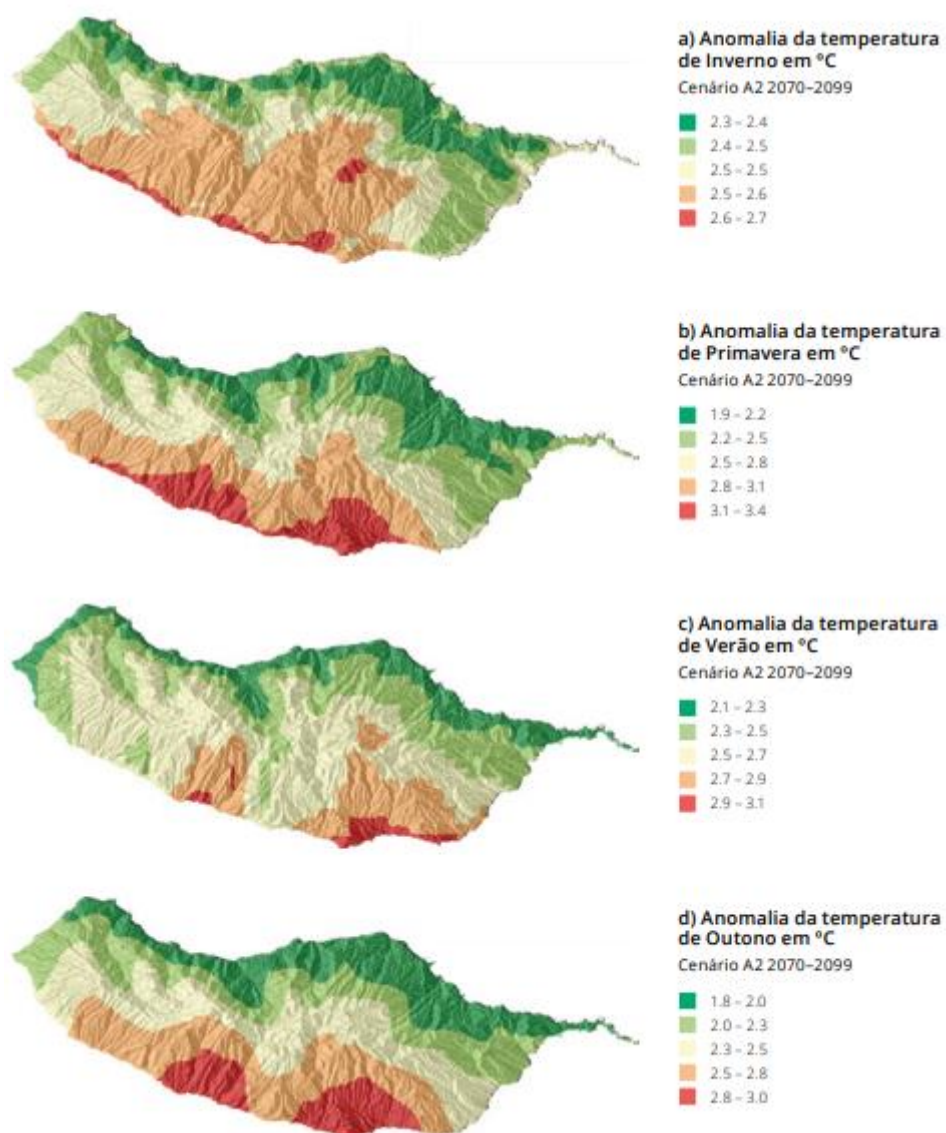
³⁴ SRES, 2000. A Special Report on Emissions Scenarios of Working Group III of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge.

Figura 7.4: Anomalia da precipitação de inverno (a), primavera (b), verão (c) e outono (d) para o cenário A2 entre 2070-2099 em relação ao período de referência 1970-1990, na ilha da Madeira



Fonte: Gomes et al., 2015.

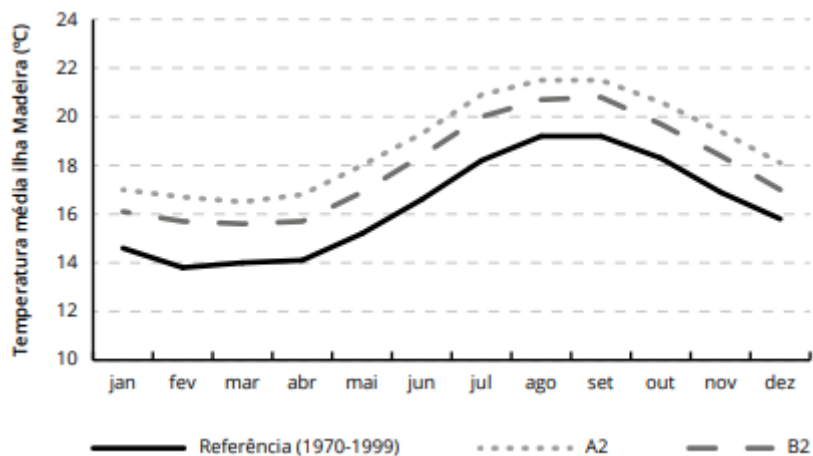
Figura 7.5: Anomalia da temperatura de inverno (a), primavera (b), verão (c) e outono (d) para o cenário A2 entre 2070-2099 em relação ao período de referência 1970-1990, na ilha da Madeira



Fonte: Gomes et al., 2015.

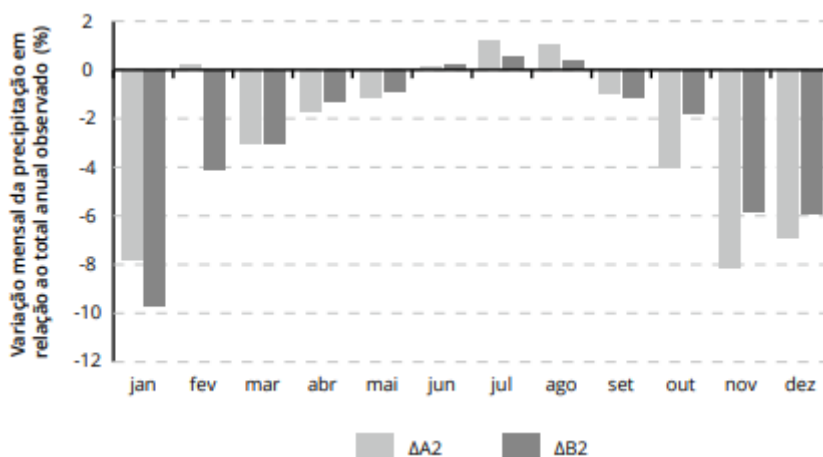
As variações mensais da precipitação e da temperatura de longo prazo (2070-2099) na ilha da Madeira encontram-se representadas, para os cenários A2 e B2 relativos ao período de referência 1970-1999, na Figura 7.6 e Figura 7.7, respetivamente.

Figura 7.6: Distribuição sazonal da temperatura média na ilha da Madeira (período 2070-2099)



Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

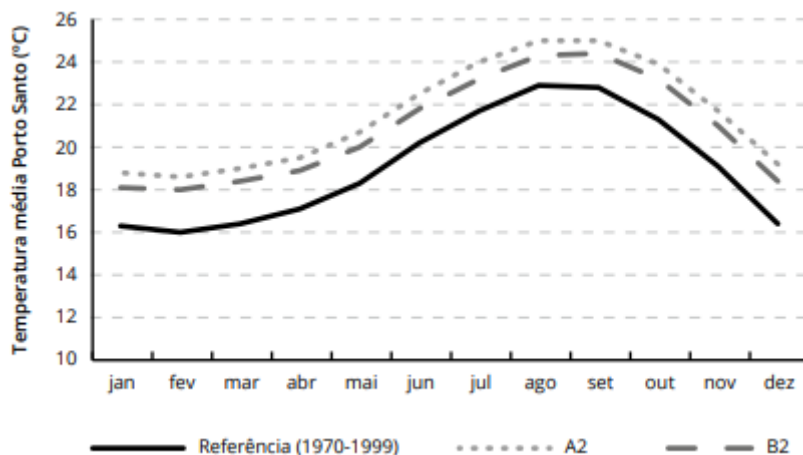
Figura 7.7: Distribuição sazonal da variação média da precipitação em relação à precipitação total do período de referência na ilha da Madeira (2070-2099)



Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

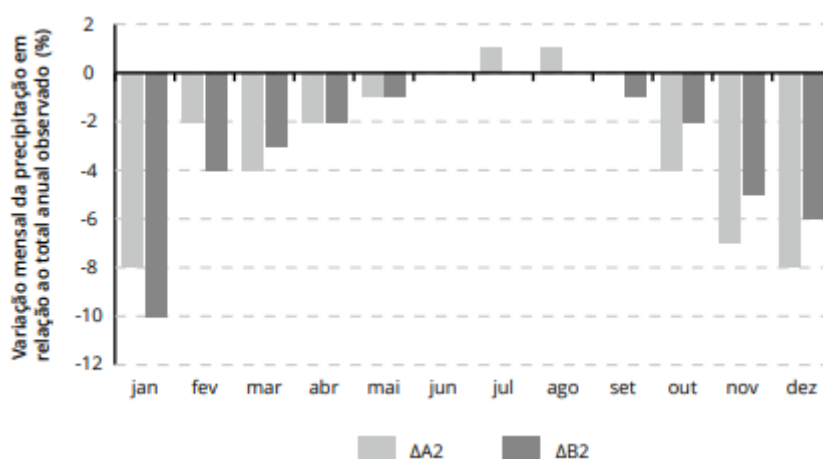
Quanto à ilha de Porto Santo, a distribuição sazonal da temperatura e da precipitação, para o horizonte temporal 2070-2099, encontra-se representada, para os cenários A2 e B2, nas figuras seguintes.

Figura 7.8: Distribuição sazonal da temperatura média na ilha de Porto Santo (período 2070-2099)



Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

Figura 7.9: Distribuição sazonal da variação média da precipitação em relação à precipitação total do período de referência na ilha de Porto Santo (2070-2099)



Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

As projeções sazonais da temperatura evidenciam um significativo acréscimo da temperatura média, particularmente durante a primavera, na ilha da Madeira, e o inverno, na ilha do Porto Santo. Em termos de precipitação, os resultados evidenciam uma tendência de decréscimo, em ambas as ilhas, nas estações do outono e da primavera.

A variação da precipitação mensal relativamente ao total anual do período de referência evidencia que o mês de janeiro seja, previsivelmente, dos mais afetados, com decréscimos relativos entre os 8% e os 10%, para ambas as ilhas (Quadro 7.2 e Quadro 7.3).

Quadro 7.2: Variação da temperatura e precipitação para os cenários A2 e B2 (2070-2099) e o período de referência (1970-1999) para a ilha da Madeira

	TEMPERATURA		PRECIPITAÇÃO	
	$\Delta A2$ (°C)	$\Delta B2$ (°C)	$\Delta A2$ (%)	$\Delta B2$ (%)
Janeiro	2.4	1.5	-34	-40
Fevereiro	2.8	1.8	-0.5	-34
Março	2.5	1.6	-33	-32
Abril	2.7	1.6	-39	-30
Maio	2.8	1.7	-61	-48
Junho	2.7	1.8	9	23
Julho	2.6	1.7	92	33
Agosto	2.3	1.5	94	34
Setembro	2.3	1.6	-33	-37
Outubro	2.3	1.4	-56	-25
Novembro	2.5	1.5	-53	-40
Dezembro	2.3	1.2	-34	-30
Inverno	2.5	1.5	-27	-35
Primavera	2.6	1.6	-38	-33
Verão	2.5	1.7	67	30
Outono	2.3	1.5	-52	-36
Anual	2.5	1.6	-32	-33

Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

Quadro 7.3: Variação da temperatura e precipitação para os cenários A2 e B2 (2070-2099) e o período de referência (1970-1999) para a ilha de Porto Santo

	TEMPERATURA		PRECIPITAÇÃO	
	$\Delta A2$ (°C)	$\Delta B2$ (°C)	$\Delta A2$ (%)	$\Delta B2$ (%)
Janeiro	2.5	1.9	-35	-44
Fevereiro	2.6	2.0	-13	-33
Março	2.5	1.9	-41	-34
Abril	2.3	1.8	-47	-32
Maio	2.3	1.7	-60	-54
Junho	2.3	1.6	10	32
Julho	2.3	1.5	93	32
Agosto	2.1	1.4	92	28
Setembro	2.2	1.6	-16	-22
Outubro	2.5	1.8	-56	-29
Novembro	2.6	1.8	-52	-40
Dezembro	2.8	2.0	-39	-31
Inverno	2.6	1.9	-32	-37
Primavera	2.4	1.8	-45	-36
Verão	2.2	1.5	69	31
Outono	2.4	1.7	-49	-34
Anual	2.4	1.7	-34	-34

Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

Tal como é possível constatar pela análise dos quadros anteriores, uma análise comparativa entre a média da precipitação mensal no período de referência e no período projetado indica, para o mês de janeiro, variações entre os 34% e os 40% na ilha da Madeira e entre os 35% e os 44% na ilha de Porto Santo.

Ainda ao nível da projeção de cenários climáticos, mais concretamente no que à subida do nível do mar diz respeito, os resultados dos diversos estudos subsecutivos têm evidenciado uma clara tendência de subida do nível médio do mar, ainda que, tratando-se de projeções referentes a diferentes cenários, não haja um consenso quando ao valor máximo esperado. Assim, como referências, menciona-se o relatório de 2007 do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007), segundo o qual é conjeturada uma subida do nível médio do mar de 35 cm até ao final deste século. De acordo com o estudo CLIMAAT II (Santos e Aguiar, 2006), porém, é considerado razoável um aumento de 50 cm. Mais recentemente, no âmbito do relatório de 2014 do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2014), é estimada uma subida do nível médio do mar de até um valor máximo de 82 cm.

Para o arquipélago da Madeira, em particular, é projetado um aumento de 75 cm até ao final do séc. XXI, no cenário RCP 8.5 do IPCC (equivalente ao cenário A1) (KOPP *et al.*, 2014).

Em suma, os resultados dos cenários climáticos projetados para a RAM, para o horizonte temporal 2070-2099, conjeturam os seguintes efeitos principais:

- ▶▶ Aumento generalizado da temperatura média, entre 1,3°C e 3°C;
- ▶▶ Decréscimo da precipitação anual em cerca de 30%, no final do séc. XXI;
- ▶▶ Diminuição da precipitação mais acentuada entre o Outono e a Primavera;
- ▶▶ Maiores afetações no mês de janeiro (34% a 40% de reduções dos valores de precipitação);
- ▶▶ Subida do nível médio do mar em 75 cm.

Do ponto de vista dos cenários climáticos futuros, importa atender aos seus potenciais impactes em diversos setores, particularmente ao nível dos recursos hídricos da RH10. Face ao exposto, de acordo com a Estratégia CLIMA-Madeira (Gomes *et al.*, 2015), os impactes das alterações climáticas são abrangentes e transversais, ainda que manifestados de forma particular, de acordo com as vulnerabilidades e especificidades inerentes a cada setor considerado:

Figura 7.10: Principais impactes setoriais projetados para o sul da Europa (2071-2100), de acordo com o projeto PESETA II

AGRICULTURA

- Poderão registar-se alterações positivas na produtividade devido ao aumento da temperatura. Todavia, esta produtividade estará condicionada pela disponibilidade de água face às tendências de diminuição dos quantitativos de precipitação.

FLORESTAS

- Previsível aumento do risco meteorológico de incêndios na vertente sul, coincidente com as áreas de floresta plantada. Na vertente norte e nas zonas costeiras é projetado, também, um aumento do risco de incêndio florestal.

CHEIAS E INUNDAÇÕES (FLUVIAIS)

- Tendência de deslocação dos ecossistemas em altitude e extinção local de algumas espécies cujo limiar fisiológico/fenológico seja ultrapassado.

ENERGIA

- A variabilidade climática poderá condicionar a oferta segura e a preço razoável de energia na RAM, designadamente através de eventos extremos (tempestades no oceano que condicionem o reabastecimento energético de origem fóssil; cheias, aluviões, inundações ou incêndios que atinjam locais de armazenamento de combustíveis e/ou perturbem o seu transporte dentro das próprias ilhas).
- Por outro lado, as centrais hídricas dependem das aflúncias disponíveis e da capacidade de armazenamento de água, diretamente influenciadas pela precipitação, localização específica das captações e pelas perdas nos sistemas.

RECURSOS HÍDRICOS

- Efeitos ao nível da qualidade da água subterrânea (agravamento do fenómeno de intrusão salina na sequência do aumento da temperatura média, da diminuição da precipitação média e do aumento do nível médio do mar) e da disponibilidade de água subterrânea (reduções significativas nos caudais drenados pelas nascentes e galerias, podendo acima dos 1 300 metros, em situações extremas, registar-se a seca da maioria das nascentes).

RISCOS HIDROGEOMORFOLÓGICOS

- Potencial diminuição futura da frequência de dias com precipitação elevada.
- Todavia, uma menor frequência de eventos de precipitação elevada poderá implicar uma acumulação superior de depósitos nas vertentes e nos leitos fluviais, contribuindo para uma severidade aumentada das cheias/aluviões.

SAÚDE HUMANA

- Impactes associados às ondas de calor, à qualidade do ar (partículas inaláveis, como PM10, ozono troposférico e pólenes) e às doenças transmitidas por vetores (mosquitos e carraças).

TURISMO

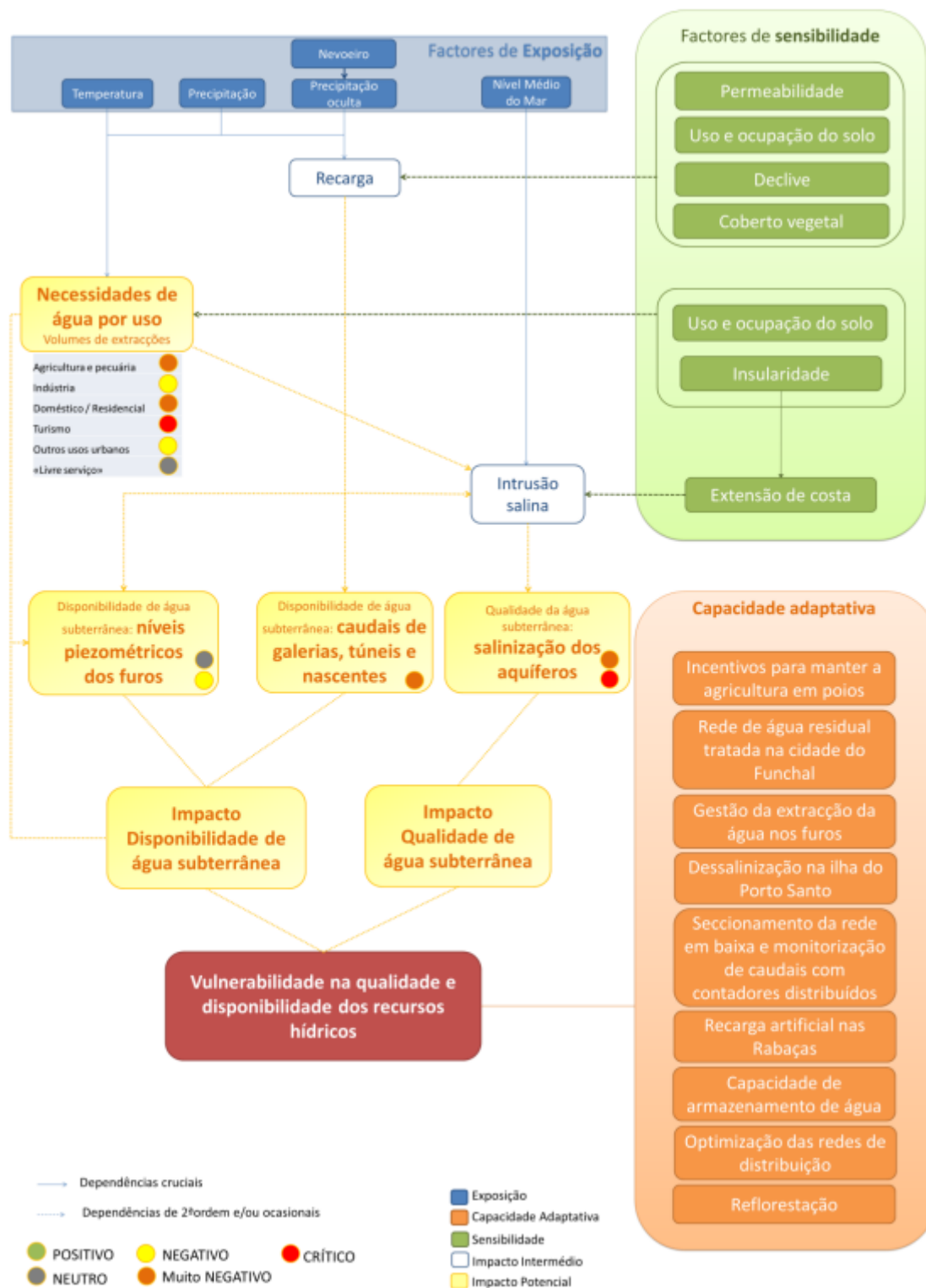
- Efeitos potencialmente gravosos, decorrentes da soma dos impactes conjeturados para os diferentes setores, condicionados pela potenciação dos riscos no território, degradação de habitats endémicos, aumento da temperatura média e diminuição da precipitação média.

Fonte: Adaptado de *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 2020)* (APA, 2015).

A descrição dos efeitos esperados nos recursos hídricos do arquipélago da Madeira em consequência das alterações climáticas reveste-se de particular relevância no âmbito do PGRH do Arquipélago da Madeira (RH10), pelo que se procederá, a esse nível, a uma abordagem mais pormenorizada. Efetivamente, os

recursos hídricos subterrâneos, cuja importância é muito significativa na satisfação das necessidades da população, são muito dependentes das condições climáticas e, portanto, condicionadas por potenciais alterações climáticas futuras, tal como é possível verificar pela análise da Figura 7.11.

Figura 7.11: Esquema conceptual dos Recursos Hídricos



Fonte: Prada et al., 2015.

Já no PGRH do Arquipélago da Madeira de primeira geração (SRA, 2014), com base nos estudos realizados no âmbito dos Projetos Científicos SIAM I (Santos *et al.*, 2002), SIAM II (Santos e Miranda, 2006) e CLIMAAT II (Santos e Miranda, 2006), foram identificados uma série de potenciais efeitos sobre os recursos hídricos da RH10, para o período 2040-2069, nomeadamente:

- ▶▶ Redução dos escoamentos em todas as estações do ano (mais pronunciada no outono e inverno, variando entre 10 e 50%) e, conseqüentemente, nas disponibilidades de água, embora com incerteza associada, especialmente nas previsões para o outono;
- ▶▶ Alteração dos regimes de cheias e secas, com as inundações nos troços finais das ribeiras a poderem ser agravadas pela subida prevista do nível médio do mar;
- ▶▶ Alterações na qualidade das águas superficiais: diminuição do nível de saturação do oxigénio dissolvido na água; fenómenos de erosão; transporte de sedimentos e arrastamento de fertilizantes/pesticidas associados às alterações no regime de precipitação; aumento da concentração de poluentes e redução da capacidade de assimilação das cargas poluentes pelo meio hídrico;
- ▶▶ Redução da recarga de aquíferos entre as estações do outono e da primavera (especialmente no outono e inverno, na ordem dos 25-50%) e aumento no verão (entre 25-50%, em média);
- ▶▶ Possível redução da contribuição da precipitação oculta (nevoeiros) para a recarga de aquíferos, passível de anular o aumento de recarga perspetivado para o verão;
- ▶▶ Possível aumento do teor de cloretos na água subterrânea captada para consumo humano, particularmente nos furos onde se constata já uma tendência significativa neste sentido (ex. furos nas ribeiras do Porto Novo, Boaventura e Socorridos);
- ▶▶ Modificação do regime de agitação marítima e elevação do nível médio do mar (até 50 cm no final do século XXI);
- ▶▶ Aumento da procura da água, sobretudo para fins de irrigação;
- ▶▶ Alteração da diversidade biológica (biodiversidade) do meio fluvial;
- ▶▶ Alteração biológica no sistema costeiro, nomeadamente aparecimento / substituição de espécies (ex. crustáceos e baleias) e alteração de hábitos de espécies migratórias (ex. baleias).

No contexto do projeto CLIMA-Madeira, o estudo dos potenciais efeitos das alterações climáticas incidiu na disponibilidade (quantidade) e na qualidade da água subterrânea. Quanto à qualidade, refere-se como principal impacto a salinização dos aquíferos, enquanto em termos de qualidade, são referidos a redução dos níveis piezométricos dos furos, a diminuição dos caudais de galerias, túneis e nascentes e o aumento das necessidades para os diferentes usos (Quadro 7.4).

Quadro 7.4: Principais impactes das alterações climáticas nos recursos hídricos da RH10

IMPACTES NOS RECURSOS HÍDRICOS	
Qualidade da água subterrânea	Salinização dos aquíferos
Disponibilidade de água subterrânea	Níveis piezométricos dos furos
	Caudais de galerias, túneis e nascentes
	Necessidades de água por uso - volumes de extrações

Fonte: Adaptado de Prada *et al.*, 2015.

A análise dos presumíveis impactes nos recursos hídricos da RH10 foca-se, essencialmente na ilha da Madeira, onde os recursos hídricos subterrâneos constituem a principal fonte de abastecimento,

satisfazendo, em grande medida, as necessidades de consumo da população. Na ilha de Porto Santo, por sua vez, devido à escassez hídrica, o abastecimento de água é feito, quase exclusivamente, por intermédio de uma estação dessalinizadora, cuja operação não deverá ser significativamente afetada pelas alterações climáticas.

No âmbito do Projeto CLIMA-Madeira, a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos foi avaliada mediante a análise de 21 furos de captação. Para a avaliação da disponibilidade, por sua vez, foram considerados os níveis piezométricos e os caudais de galerias, túneis e nascentes.

Alterações nos valores médios de temperatura, precipitação (incluindo a oculta) e do nível do mar têm implicações quer na disponibilidade, quer na qualidade hídrica dos aquíferos. O incremento da temperatura e o decréscimo da precipitação são passíveis de provocar efeitos profundos no ciclo hidrológico, nomeadamente em termos da recarga nos aquíferos, comprometendo a quantidade de água doce disponível. A estes efeitos, acrescem eventuais alterações nos níveis de precipitação oculta, intensificados por fatores de sensibilidade como a ocupação e usos do solo, o coberto vegetal, o declive do terreno e a permeabilidade do meio geológico. Por outro lado, a quebra da recarga devida à redução de água infiltrada e ao aumento da evapotranspiração, conduzem a uma diminuição das reservas de água subterrânea e dos caudais médios de água subterrânea escoados no sentido terra-mar, promovendo o avanço da água salgada no sentido mar-terra (Prada *et al.*, 2015).

As áreas emersas e a salinização dos aquíferos, para além de condicionadas pela mencionada diminuição da recarga, são também influenciadas pela conjeturável subida do nível médio do mar. A alteração do equilíbrio dinâmico água doce/água salgada, traduzida pela subida da interface salina, implicará reduções da espessura da lente de água doce nas zonas costeiras da Madeira (Prada *et al.*, 2015).

Em termos de qualidade da água subterrânea (salinização dos aquíferos), a análise atendeu à concentração de cloretos para determinação da vulnerabilidade a curto prazo e à determinação da posição da interface salina, após a redução da recarga e subida do nível médio do mar, para a determinação da vulnerabilidade a longo prazo. Quanto aos resultados, estes apontam para vulnerabilidades situadas, fundamentalmente, entre muito negativa a crítica, a longo prazo, ainda que associado a um baixo grau de confiança. Para o período atual e a curto prazo, prevê-se o agravamento do teor de cloretos em seis dos 21 furos, encontrando-se todos os furos da Ribeira dos Socorridos e Ribeira de Machico com vulnerabilidade neutra (Quadro 7.5).

Quadro 7.5: Matriz de vulnerabilidade às alterações climáticas na qualidade da água subterrânea da RH10

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Qualidade da água subterrânea: salinização dos aquíferos			
Furo da Ribeira de João Gomes (JK18) e Furo da Ribeira de São João (JK19)	Atual	Muito alta	Negativa
	Curto (2020-2039)	Baixa	Negativa
	Longo (2070-2099)	Não disponível	Não disponível
Furo 1 da Ribeira do Porto Novo (JK9) e Furo da Ribeira de Santa Luzia (JK20)	Atual	Muito alta	Negativa
	Curto (2020-2039)	Baixa	Neutra
	Longo (2070-2099)	Não disponível	Não disponível
Furo 2 da Ribeira do Porto Novo (JK10), Furo 1 da Ribeira de Santa Cruz (JK14) e Furo da Ribeira do Caniço (JK23)	Atual	Muito alta	Negativa
	Curto (2020-2039)	Baixa	Muito negativa
	Longo (2070-2099)	Não disponível	Não disponível
Furo 2 da Ribeira de Santa Cruz (JK15) e Furo 1 da Ribeira da Boaventura (JK17)	Atual	Muito alta	Muito negativa
	Curto (2020-2039)	Baixa	Crítica
	Longo (2070-2099)	Não disponível	Não disponível
Furo 2 da Ribeira da Boaventura (JK21)	Atual	Muito alta	Crítica
	Curto (2020-2039)	Baixa	Crítica

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Furo 1 do Santo da Serra (JK11) e Furo 2 do Santo da Serra (JK22)	Longo (2070-2099)	Não disponível	Não disponível
	Atual	Muito alta	Neutra
	Curto (2020-2039)	Baixa	Neutra
Furos da Ribeira dos Socorridos (JK1, JK2, JK3 e JK5) e Furos da Ribeira de Machico (JK7 e JK12)	Longo (2070-2099)	Não disponível	Não disponível
	Atual	Muito alta	Neutra
	Curto (2020-2039)	Baixa	Neutra
Furo 4 da Ribeira dos Socorridos (JK4)	Longo (2070-2099)	Baixa	Crítica
	Atual	Muito alta	Neutra
	Curto (2020-2039)	Baixa	Neutra
Furo 6 da Ribeira dos Socorridos (JK16)	Longo (2070-2099)	Baixa	Muito negativa
	Atual	Muito alta	Neutra
	Curto (2020-2039)	Baixa	Neutra
	Longo (2070-2099)	Baixa	Crítica
	Atual	Muito alta	Neutra
	Curto (2020-2039)	Baixa	Neutra

Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

No que respeita à disponibilidade de água subterrânea, a avaliação da evolução dos caudais das galerias, túneis e nascentes, assim como dos níveis piezométricos dos furos, realizada no âmbito do projeto CLIMA-Madeira, confirmou a influência da variação da recarga nos valores. Os volumes de captações para consumo da população superiores à recarga provocam um défice de água doce, traduzido pela redução dos níveis piezométricos, para além do avanço da cunha salina (Prada et al., 2015).

No âmbito do estudo, a análise dos níveis piezométricos incidiu sobre 12 furos, tendo a vulnerabilidade resultante variando entre neutra a negativa, para o período atual e futuro. Deste modo, prevê-se uma considerável diminuição do nível piezométrico estático, ainda que sem comprometimento do funcionamento dos furos, a médio e/ou longo prazo. Contudo, os resultados evidenciam que, junto ao litoral, as disponibilidades ficarão diminuídas e comprometidas (Quadro 7.6).

Quadro 7.6: Matriz de vulnerabilidade às alterações climáticas na disponibilidade da água subterrânea nos níveis piezométricos dos furos da RH10

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Disponibilidade de água subterrânea: níveis piezométricos dos furos			
Furo da Ribeira de João Gomes (JK18) e Furo da Ribeira de Santa Luzia (JK20)	Atual	Média	Neutra
	Curto, médio e longo	Não disponível	Não disponível
Furos da Ribeira dos Socorridos (JK1, JK2, JK3, JK4 e JK5)	Atual e curto prazo	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Muito Baixa	Neutra
	Longo (2070-2099)	Muito Baixa	Neutra
Furo 6 da Ribeira dos Socorridos (JK16) e Furo da Ribeira dos Socorridos (JK25)	Atual e curto prazo	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Muito Baixa	Negativa
	Longo (2070-2099)	Muito Baixa	Negativa
Furo 2 da Ribeira de Machico (JK7)	Atual	Média	Neutra
	Curto (2020-2039)	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Muito Baixa	Neutra
	Longo (2070-2099)	Muito Baixa	Negativa
Furo 3 da Ribeira de Machico (JK12)	Atual	Média	Neutra
	Curto (2020-2039)	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Muito Baixa	Negativa
	Longo (2070-2099)	Muito Baixa	Negativa
Furo 5 da Ribeira de Machico (JK8)	Atual	Média	Neutra
	Curto (2020-2039)	Não disponível	Não disponível

	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
	Médio (2040-2069)	Muito Baixa	Neutra
	Longo (2070-2099)	Muito Baixa	Neutra

Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

Tal como é possível constatar pela análise do quadro anterior, a médio prazo, são três os furos que se conjectura que apresentarão vulnerabilidade negativa, dois da Ribeira dos Socorridos (JK16 e JK25) e um da Ribeira de Machico (JK8). A longo prazo, para além dos três furos anteriormente mencionados, de referir ainda a vulnerabilidade negativa de um outro furo da Ribeira de Machico (JK12). Para todos os outros furos, independentemente do horizonte temporal em análise, foi determinada uma vulnerabilidade neutra. De notar, porém, o reduzido grau de confiança associado a estas previsões.

Quanto à análise da disponibilidade de água ao nível dos caudais de galerias, túneis e nascentes, no contexto do Projeto CLIMA-Madeira foi determinada a vulnerabilidade de oito galerias e túneis, para o período atual, tal como apresentado no Quadro 7.7.

Quadro 7.7: Matriz de vulnerabilidade às alterações climáticas na disponibilidade da água subterrânea, caudais de galerias, túneis e nascentes da RH10

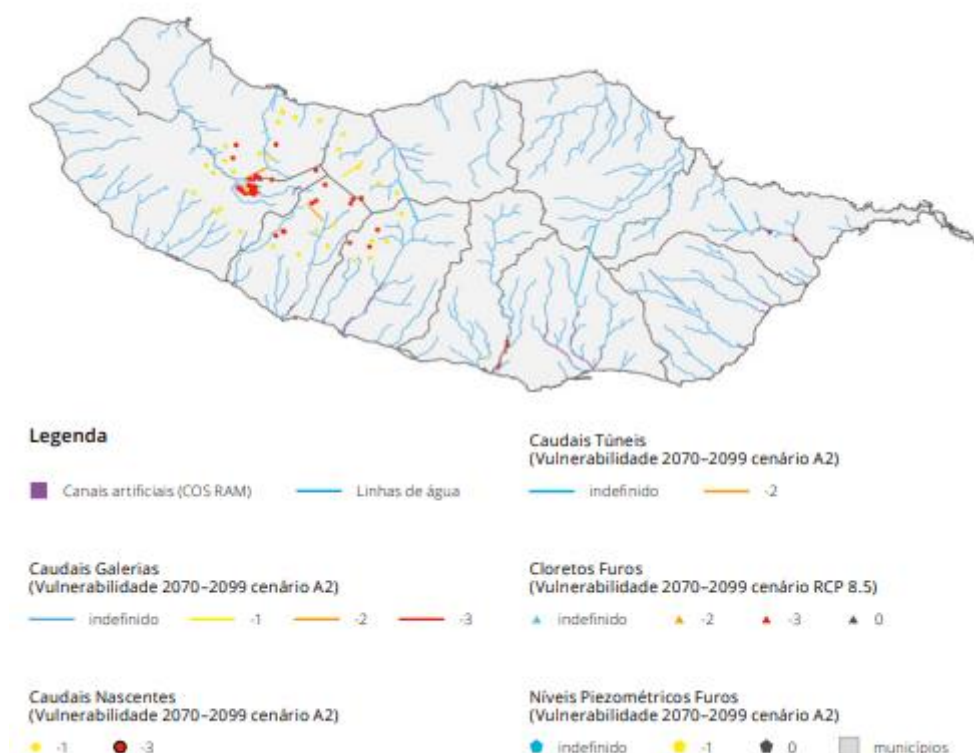
	HORIZONTE TEMPORAL	CONFIANÇA	VULNERABILIDADE
Disponibilidade de água subterrânea: caudais de galerias, túneis e nascentes			
Rabaçal (1 020m)	Atual	Média	Neutra
	Curto (2020-2039)	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Média	Muito negativa
	Longo (2070-2099)	Média	Crítica
Rabaças (1 010m)	Atual	Alta	Neutra
	Curto (2020-2039)	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Média	Muito negativa
	Longo (2070-2099)	Média	Negativa
Nascentes (1 000m)	Atual e curto prazo	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Média	Muito negativa
	Longo (2070-2099)	Média	Crítica
Túnel da Levada do Seixal (835m)	Atual e curto prazo	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Média	Negativa
	Longo (2070-2099)	Média	Muito negativa
Nascentes (800m)	Atual e curto prazo	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Média	Negativa
	Longo (2070-2099)	Média	Negativa
Fajã da Ama (630m)	Atual	Média	Neutra
	Curto (2020-2039)	Não disponível	Não disponível
	Médio (2040-2069)	Média	Negativa
	Longo (2070-2099)	Média	Negativa
Túnel Encumeada (450m)	Atual	Média	Neutra
	Curto, médio e longo	Não disponível	Não disponível
Túnel 4 - Tornos (600m)	Atual	Baixa	Negativa
	Curto, médio e longo	Não disponível	Não disponível
Porto Novo (600m), Fontes Vermelhas (350m) e Túnel do Norte (260m)	Atual	Alta	Neutra
	Curto, médio e longo	Não disponível	Não disponível

Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

De acordo com os resultados, apenas um (Túnel 4 – Tornos) apresentou uma vulnerabilidade atual negativa, enquadrando-se os restantes numa classe neutra. A médio e longo prazo, registam-se vulnerabilidades negativas a críticas, para uma classe de confiança média. É a cotas mais elevadas que se localizam as galerias e nascentes mais vulneráveis à redução da recarga, particularmente a cotas acima dos 1 000 metros. Efetivamente, à medida que o nível piezométrico baixa, são os caudais das captações mais elevadas os primeiros a serem afetados. Com efeito, nas situações mais extremas de redução da recarga e consequente redução drástica do caudal, as nascentes acima dos 1 300 metros podem mesmo secar, ainda que com um ligeiro favorecimento do nível piezométrico a cotas inferiores (Gomes *et al.*, 2015).

Na sequência do explanado anteriormente, na Figura 7.12, é apresentada a distribuição geográfica da vulnerabilidade associada aos recursos hídricos da ilha da Madeira, nomeadamente aos caudais das galerias, nascentes e túneis, bem como ao nível de cloretos e ao nível piezométrico nos furos.

Figura 7.12: Localização e vulnerabilidades dos recursos hídricos aos impactes das alterações climáticas



Fonte: Gomes *et al.*, 2015.

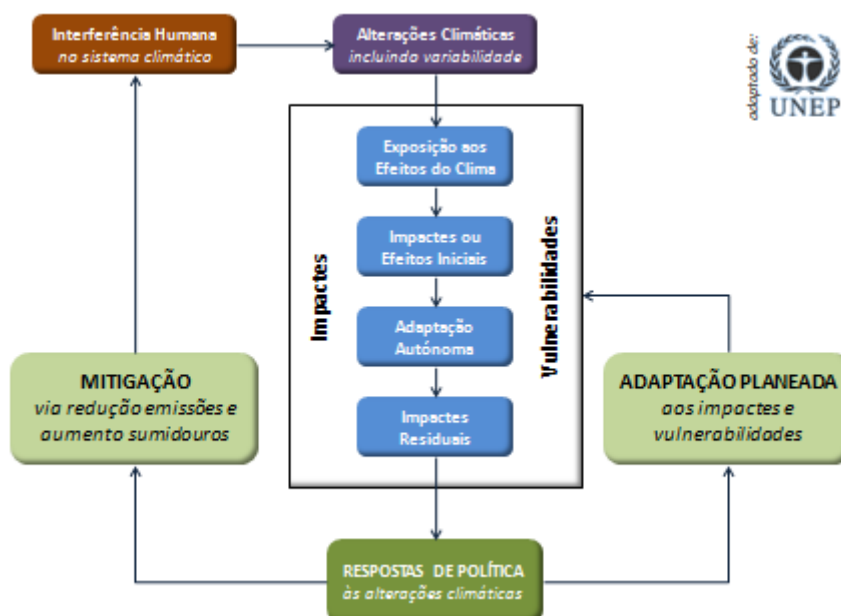
7.2.2 Adaptação às alterações climáticas

A estratégia de combate às alterações climáticas e aos respetivos impactes, definida nos quadros da política internacional (sob égide das Nações Unidas), europeia e nacional considera duas linhas fundamentais de orientação (Figura 7.13):

- ▶▶ A mitigação das alterações climáticas, recorrendo ao controlo das emissões de GEE (Gases com Efeito de Estufa) e à implementação de medidas de diminuição das mesmas;

- ▶ A adaptação aos impactes das alterações climáticas, cujas estratégias preveem o recurso a medidas que visam reduzir a vulnerabilidade dos sistemas sociais, económicos e ambientais e procuram aumentar a resiliência destes sistemas relativamente aos impactes que forem inevitáveis.

Figura 7.13: Linhas fundamentais de orientação da estratégia de combate às alterações climáticas



Fonte: APA, 2016³⁵.

A adaptação às alterações climáticas consiste em reduzir a vulnerabilidade da sociedade e do território aos efeitos negativos das mudanças previsíveis do clima, nomeadamente a maior frequência e intensidade de eventos meteorológicos extremos como sejam secas, ondas de calor, inundações, cheias e furacões. Adaptar às alterações climáticas é também antecipar, planear, identificar e potenciar oportunidades que possam surgir dessas mudanças (APA, 2021).

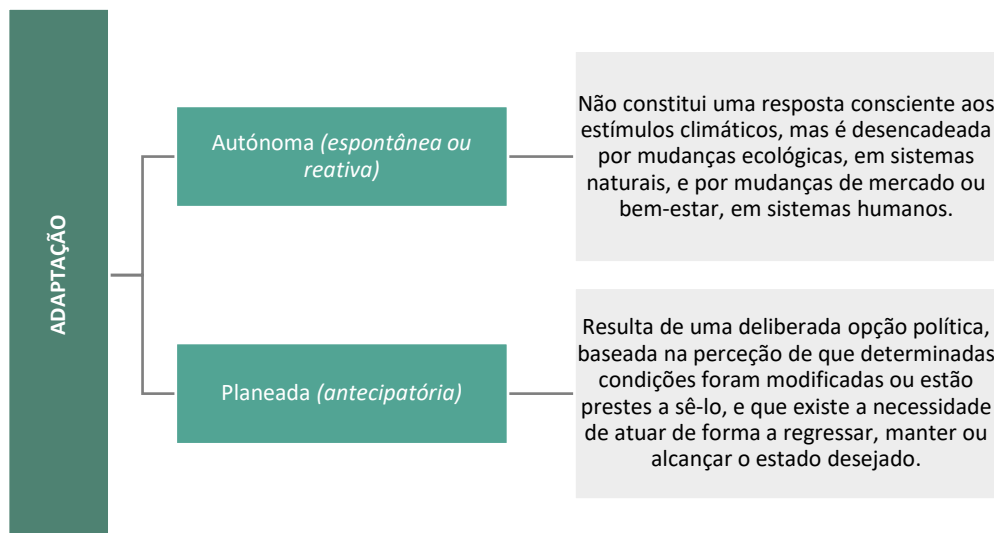
Em Portugal, e um pouco por todo o Mundo, as pessoas, organizações e empresas foram-se adaptando ao clima do local onde estão inseridos, procurando organizar as suas atividades, os locais onde vivem e tantos outros aspetos das suas vidas, por forma a tirar partido dos aspetos positivos e a protegerem-se de eventuais impactes e limitações que esse mesmo clima lhes coloca.

Do mesmo modo, adaptar os sistemas naturais e humanos às alterações e variabilidade climática também não é algo novo na Região Autónoma da Madeira. A sociedade está habituada a lidar com a variabilidade climática de forma autónoma, e muitas são as ações que visam lidar com os seus impactes, sobretudo decorrentes de eventos meteorológicos extremos. Assim, a adaptação autónoma às alterações climáticas pode e está a acontecer a diferentes escalas, desde o cidadão à intervenção em grandes infraestruturas.

³⁵ Disponível na página institucional da Agência Portuguesa do Ambiente: <http://www.apambiente.pt/>

No entanto, dado o conhecimento atual sobre os cenários climáticos futuros, urge a necessidade de se integrar estas projeções climáticas de forma antecipatória, ou seja, planeada no processo de adaptação.

Figura 7.14: Tipos de adaptação às alterações climáticas



Efetivamente, a adaptação planeada é mais eficaz do que a reativa (ou autónoma). Alguns dos impactos potenciais, como ondas de calor, incêndios não controlados, seca extrema e cheias, são, pela sua natureza, difíceis de modelar e, conseqüentemente, de antecipar ou projetar. Enquanto a adaptação reativa ocorre depois do impacto acontecer, a planeada pode a exposição ou aumentar a capacidade de reposta durante os eventos, uma vez que considera mecanismos para incorporar as incertezas. Desta forma, pode evitar graves perdas de bens naturais e materiais, bem como a rutura temporária de serviços essenciais ou até mesmo a perda de vidas humanas (Gomes *et al.*, 2015).

Face ao exposto, é natural que haja uma exigência crescente para que os riscos climáticos sejam considerados nas decisões de planeamento.

As estratégias de adaptação às alterações climáticas - a nível nacional e a nível local - são os instrumentos de resposta a este desafio, e têm como objetivo melhorar o conhecimento sobre os efeitos das alterações climáticas, identificar vulnerabilidades e definir medidas que reforcem a resiliência do país a estas alterações. E foi precisamente neste contexto que foi desenvolvida a Estratégia CLIMA-Madeira, enquanto Estratégia Regional de Adaptação às Alterações Climáticas, já mencionada no presente documento.

A nível europeu, a adaptação às alterações climáticas surgiu como linha de orientação complementar às estratégias de mitigação, atendendo a que, pelo efeito da inércia climática, mesmo que as emissões de GEE diminuam no curto ou médio prazo, os efeitos da sua concentração elevada na atmosfera irão fazer-se sentir durante muitos anos. Neste sentido, a CE publicou, em 2010, a Estratégia Europeia de Adaptação às Alterações Climáticas (COM(2013)216), visando o fortalecimento dos níveis de atuação e decisão da União Europeia (UE) relativos aos impactos resultantes das alterações climáticas.

Em 2009, a Comissão para as Alterações Climáticas (CAC) concluiu a elaboração da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (EN AAC), aprovada pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril. A primeira fase de trabalhos da EN AAC decorreu entre 2010 e 2013 com os seguintes objetivos:

- ▶▶ Informação e conhecimento: manter atualizado e disponível o conhecimento científico;

- ▶▶ Reduzir a vulnerabilidade e aumentar a capacidade de resposta: de forma integrada, definir medidas que Portugal terá de adotar, à semelhança da comunidade internacional, com vista à minimização dos efeitos das alterações climáticas;
- ▶▶ Participar, sensibilizar e divulgar: aumentar a consciencialização sobre as alterações climáticas e os seus impactes;
- ▶▶ Cooperar a nível internacional: apoiando os países mais vulneráveis, designadamente no quadro da CPLP.

No âmbito da ENAAC foram desenvolvidos os trabalhos dos diversos grupos setoriais e um relatório de progresso que realçou a natureza estratégica dos trabalhos efetuados, e identificou as limitações na implementação da estratégia. No âmbito destes grupos setoriais, foi desenvolvida uma proposta de ENAAC-RH. A ENAAC-RH, cujo objetivo último é a redução da vulnerabilidade dos setores, atividades e sistemas dependentes ou afetados pela água aos impactes decorrentes do aumento da concentração dos GEE, inclui ações em torno de três grandes eixos:

- ▶▶ Redução da exposição dos sistemas e atividades aos fenómenos climáticos (ações que procuram reduzir as pressões sobre o meio hídrico, nomeadamente a procura de água e as descargas de contaminantes, de modo a reduzir o stress de origem não climática; ações que visam reduzir o risco de situações adversas, nomeadamente de cheias e de seca);
- ▶▶ Aumento da robustez e da resiliência dos sistemas expostos aos fenómenos climáticos (ações que visam melhorar a capacidade instalada em lidar com os novos padrões de variabilidade climática, recorrendo por exemplo à expansão dos sistemas de monitorização, previsão e alerta);
- ▶▶ Aprofundamento do conhecimento no domínio da avaliação dos impactes das alterações climáticas e também da viabilidade de possíveis ações de adaptação (resulta do reconhecimento que a informação disponível é ainda escassa para delinear um programa de adaptação, voluntarista e intervencionista, com ações muito concretas especificamente dirigidas à adaptação).

Tendo em consideração que se procura descrever um conjunto abrangente, consistente e operacional de recomendações práticas, foi considerado útil contemplar um conjunto de quatro objetivos estratégicos e 13 objetivos específicos, que se encontram elencados no Quadro 7.8. Estes objetivos são transversais a todos os setores considerados na proposta de ENAAC-RH, sendo os setores os seguintes:

- ▶▶ Planeamento e gestão de recursos hídricos;
- ▶▶ Serviços da água;
- ▶▶ Agricultura e silvicultura;
- ▶▶ Produção de energia;
- ▶▶ Ecossistemas aquáticos e biodiversidade;
- ▶▶ Zonas costeiras;
- ▶▶ Turismo.

Quadro 7.8: Objetivos estratégicos e específicos da proposta de ENAAC – Recursos hídricos

OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS
Redução das pressões sobre o meio hídrico	Gestão da procura de água (redução da dependência da disponibilidade de água)
	Proteção das massas de água e dos ecossistemas dependentes
Reforço da segurança da disponibilidade de água	Aperfeiçoamento dos processos de planeamento e gestão dos recursos hídricos
	Reforço das infraestruturas de captação, regularização e adução
Gestão do risco	Avaliação do risco de diferentes naturezas
	Promoção de programas de medidas de proteção
	Implementação de sistemas de monitorização, deteção e alerta precoce
	Sensibilização pública
Aprofundamento do conhecimento	Reforço dos sistemas de monitorização e análise
	Avaliação dos riscos resultantes dos impactes das alterações climáticas
	Análise da viabilidade de possíveis medidas de adaptação
	Revisão das metodologias de análise e de dimensionamento de sistemas e infraestruturas
	Sensibilização pública e capacitação técnica

Fonte: Adaptado de APA, 2013.

A partir da experiência adquirida na primeira fase de trabalhos da ENAAC, foi promovida a sua revisão, visando colmatar as falhas e capitalizar os pontos fortes e oportunidades identificadas. A Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho, vem a aprovar a ENAAC 2020, enquadrando-a no Quadro Estratégico para a Política Climática (QEPiC), no qual é estabelecida a visão e os objetivos da política climática nacional no horizonte 2030, reforçando a aposta no desenvolvimento de uma economia competitiva, resiliente e de baixo carbono, contribuindo para um novo paradigma de desenvolvimento para Portugal (APA, 2021³⁶).

A ENAAC 2020 assume como visão: “*Um país adaptado aos efeitos das alterações climáticas, através da contínua implementação de soluções baseadas no conhecimento técnico-científico e em boas práticas*”. Para o efeito, define um modelo de organização (Figura 7.15) que procura promover a articulação entre os diversos setores e partes interessadas tendo em vista a prossecução de prioridades de determinadas áreas temáticas e dos três objetivos da estratégia:

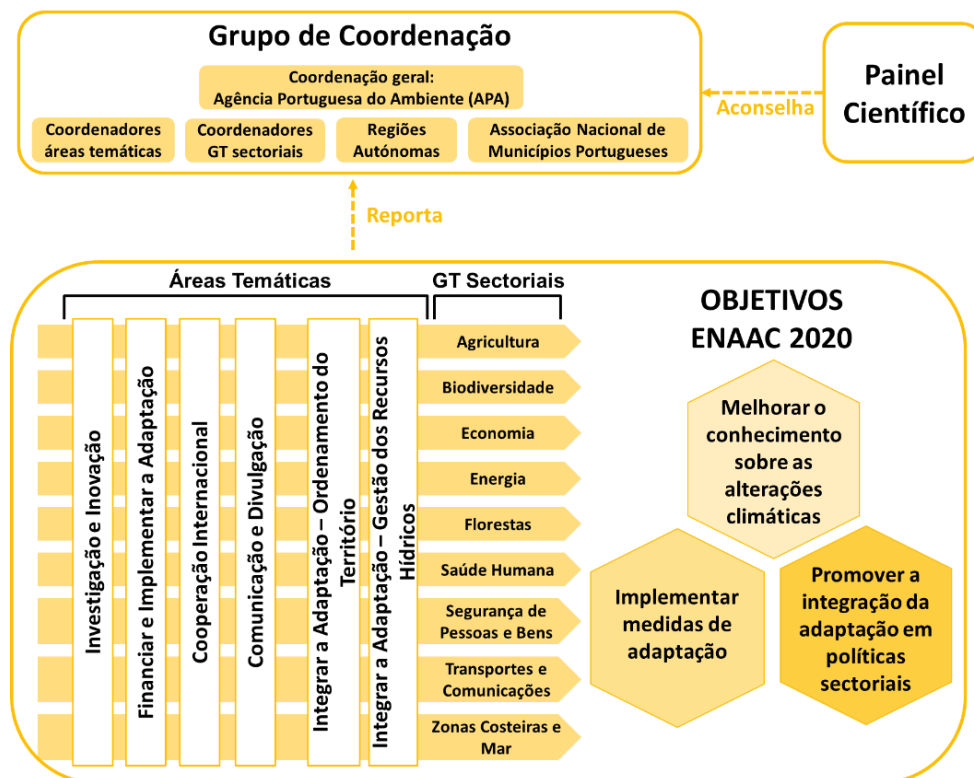
- ▶▶ Melhorar o nível de conhecimento sobre as alterações climáticas;
- ▶▶ Implementar medidas de adaptação;
- ▶▶ Promover a integração da adaptação em políticas setoriais.

A ENAAC integra seis áreas temáticas transversais a todos os setores: investigação e inovação, financiamento e implementação, cooperação internacional, comunicação e divulgação, adaptação no ordenamento do território e adaptação na gestão dos recursos hídricos. Por outro lado, a sua

³⁶ Disponível na página institucional da Agência Portuguesa do Ambiente: <http://www.apambiente.pt/>

implementação é concretizada através de grupos de trabalho setoriais e por área temática, coordenados pelos organismos relevantes da administração central e envolvendo os diversos agentes setoriais.

Figura 7.15: Estrutura organizacional da ENAAC 2020



Fonte: APA, 2016³⁷.

A seleção das áreas temáticas teve por base a experiência da primeira fase da ENAAC (2010-2013) e os objetivos para a ENAAC 2020. Os recursos hídricos são identificados como uma área temática prioritária, dado o seu carácter estratégico e transversal em termos de adaptação às alterações climáticas em Portugal, tendo-se constatado na primeira fase da ENAAC a necessidade de uma abordagem particular, com base numa melhor articulação com os setores envolvidos (APA, 2015). Quanto à coordenação desta área temática, a mesma é da responsabilidade do Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. e da Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

A Área Temática dedicada à integração da Adaptação na Gestão dos Recursos Hídricos deve promover a introdução da componente adaptação nos instrumentos de política, planeamento e gestão dos recursos hídricos nacionais, a escalas relevantes para uma coerente implementação da ENAAC 2020. O âmbito desta Área Temática deverá também incluir a capacitação dos diversos agentes setoriais em matéria de adaptação, tendo em conta a variabilidade espacial dos riscos e oportunidades associados aos efeitos das alterações climáticas nos recursos hídricos. Sem prejuízo de outras prioridades que sejam acordadas no decorrer dos trabalhos da Estratégia, esta área deverá promover a avaliação setorial e a articulação

³⁷ Disponível na página institucional da Agência Portuguesa do Ambiente: <http://www.apambiente.pt/>

intersetores dos principais constrangimentos e oportunidades para a adaptação relacionados com a gestão dos recursos hídricos, incluindo as seguintes ações:

- ▶▶ Incorporar a componente adaptação nos principais instrumentos de política, planeamento e gestão da água;
- ▶▶ Promover a divulgação de informação sobre a gestão dos recursos hídricos que oriente os diversos agentes setoriais na gestão ativa da adaptação às alterações climáticas nas suas atividades, considerando as especificidades das bacias hidrográficas;
- ▶▶ Propor e acompanhar a implementação de medidas de adaptação de âmbito da gestão dos recursos hídricos.

Sobre a ENAAC 2020, refira-se, ainda a Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 julho 2020 vem prorrogar a estratégia até 31 de dezembro 2025 através da provação do Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030).

Face aos cenários climáticos e potenciais impactes nos recursos hídricos traçados no ponto anterior e atendendo ao preconizado na ENAAC 2020, na RH10, a estratégia passará, indubitavelmente, pela adoção de medidas que possibilitem a adaptação, procurando responder a um imperativo global, mas com concretização à escala local. Por outro lado, é fundamental uma abordagem multissetorial, atendendo ao caráter estratégico e transversal dos recursos hídricos enquanto elemento aglutinador dos diversos setores.

Neste seguimento, depois de analisados os impactes provocados pelas alterações climáticas na disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, importa compreender quais as medidas já implementadas no sentido de os minimizar e, quais as estratégias necessárias para complementar as atuais medidas numa perspetiva de adaptação às alterações climáticas e atenuação dos respetivos impactes. Neste contexto, no âmbito do projeto do projeto CLIMA-Madeira (Gomes *et al.*, 2015) são referidas como principais opções de adaptação para o setor dos recursos hídricos:

- ▶▶ Redução das perdas de água no transporte e distribuição e eficiência e racionalização dos consumos (sobretudo nos tipos de uso com maior procura, como o agrícola e o doméstico), concretamente através da instalação de equipamentos de medição para monitorização mais precisa dos caudais ao nível das captações e pontos de entrega, o investimento em soluções e campanhas de poupança de água e a recarga artificial;
- ▶▶ Monitorização e aumento do conhecimento sobre as vulnerabilidades às alterações climáticas no que respeita à qualidade da água;
- ▶▶ Promoção de medidas para aumento da qualidade da água, nomeadamente através da reflorestação adequada de zonas degradadas, da prevenção da destruição do coberto vegetal endémico e controlo de espécies invasoras, sobretudo nas zonas identificadas como de máxima infiltração, e da determinação de perímetros de proteção das captações de água destinadas ao consumo humano.

Ainda, e como linhas de atuação transversais aos setores prioritários, são identificadas: a resiliência aos atuais extremos climáticos, a prevenção de tendências de longo prazo, a promoção da investigação e inovação em temas relevantes e o reforço da comunicação e capacitação técnica ao nível da adaptação. Neste sentido, são propostas uma série de medidas de adaptação, atendendo a diferentes potenciais perigos decorrentes das alterações climáticas, de acordo com o apresentado no Quadro 7.9.

Quadro 7.9: Medidas de adaptação

PERIGO	MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO
Temperatura	Monitorização de pragas e agentes patogénicos agrícolas e florestais.
	Controlos de saúde na entrada na RAM de viajantes vindos de regiões onde as doenças transmitidas por vetores (Lyme, Dengue, Vírus do Nilo Ocidental, Malária, Chikungunya) são endémicas e desinfeção dos produtos importados.
Chuvas torrenciais	Promoção da conservação dos muros de suporte de terras (poios).
	Medidas de reflorestação baseadas em estudos prévios no sentido de avaliar as espécies e as formações vegetais que fornecem uma maior proteção ao solo. Elaboração de cartas de zonas inundáveis nos municípios com aglomerados urbanos atingidos por cheias (Decreto-Lei n.º 364/98).
Fogos florestais	Recuperação e reabilitação dos ecossistemas pós-incêndio, assegurando a respetiva monitorização.
	Controlo e erradicação de espécies vegetais invasoras.
Ondas de calor	Melhoria dos sistemas de informação de alerta e de intervenção.
	Planeamento e implementação de espaços urbanos verdes com espécies de baixo teor alergénico.
	Comunicação de forma regular à população e turistas do risco e das medidas a tomar.
Secas	Constituição de reservas estratégicas de água com aumento das estruturas de captação e adução de água em altitude (para fins múltiplos), tentando manter os caudais ecológicos mínimos.
	Desenvolvimento e implementação de planos de contingência de secas.
Nível médio do mar	Promover a adaptação das infraestruturas portuárias (com implicações no turismo, energia, trocas comerciais), bem como outras estruturas costeiras ou localizadas na orla costeira.
Tempestades	Implementação de um sistema de alerta de tempestades com capacidade para antever, em algumas horas, a aproximação de eventos climáticos extremos na ilha da Madeira e na ilha do Porto Santo.

Fonte: Adaptado de Gomes et al., 2015.

Complementarmente, e para fazer face a eventos climáticos extremos relacionados como as condições climáticas e hidrogeomorfológicas, como prioridade para a RAM, a Estratégia CLIMA-Madeira preconiza algumas medidas de adaptação prioritárias, especificamente direcionadas para as aluviões, designadamente:

- ▶▶ Atuação no sentido de disciplinar e ordenar a ocupação do território, nomeadamente, nas áreas de risco elevado do domínio hídrico.
- ▶▶ Criação de um sistema de alerta contra cheias e movimentos de massa, em vertente complementar aos serviços da meteorologia e proteção civil, com capacidade de antever, em algumas horas, a aproximação de sistemas atmosféricos depressionários capazes de gerar precipitações muito intensas
- ▶▶ Implementação de obras de correção nas bacias hidrográficas com maior risco de erosão e desprendimento de terras e zonas de proteção das ribeiras e linhas de água, mediante o estudo da sua eficácia na prevenção ou mitigação de catástrofes.

8 RISCOS

Um risco materializa um processo ou ação, natural ou tecnológico, com relevância socioeconómica e expressão territorial, importando, por isso, avaliar a sua probabilidade de ocorrência e estimar o seu impacto.

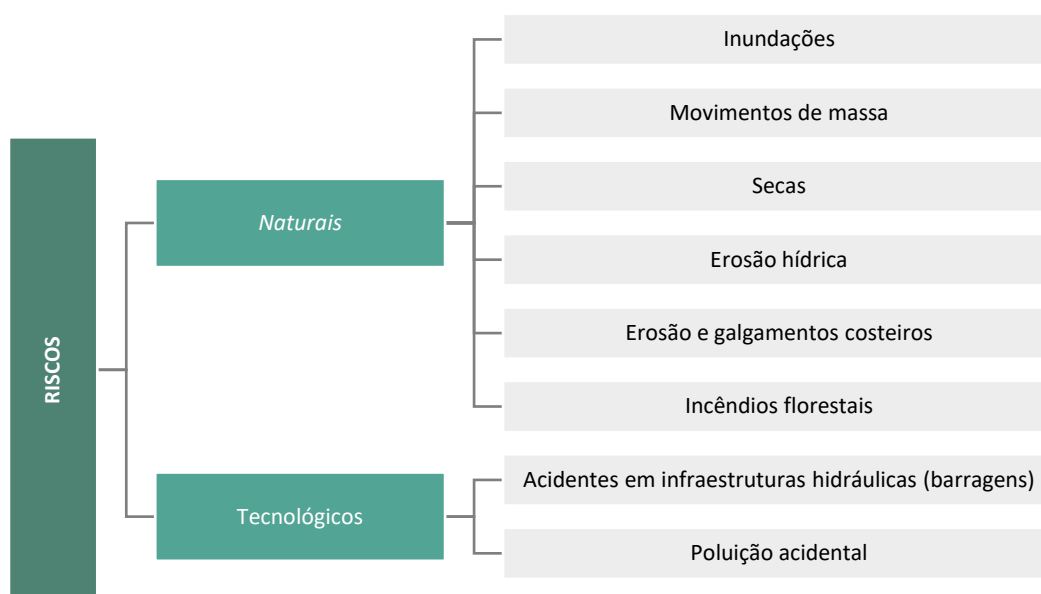
Atendendo a que os riscos podem ter origem em fenómenos meteorológicos e hidrológicos externos, ou em acidentes, infraestruturas e atividades, em função da sua origem podem ser divididos em riscos naturais e tecnológicos.

Ao nível da gestão dos recursos hídricos, a variabilidade aleatória, temporal e espacial torna particularmente importante a avaliação e prevenção de riscos que lhe estão associados.

A garantia da disponibilidade de água, em quantidade e qualidade, a proteção de pessoas e bens contra ameaças de origem natural ou provocadas pela atividade antropogénica, o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e de outros ecossistemas deles dependentes têm de estar sempre presentes numa estratégia de gestão destes recursos.

Na RH10, como principais riscos naturais e tecnológicos que podem afetar o estado das massas de água, referem-se os seguintes:

Figura 8.1: Principais riscos naturais e tecnológicos que podem afetar o estado das massas de água, na RH10



8.1 RISCOS NATURAIS

8.1.1 Inundações

As inundações são fenómenos hidrológicos extremos, de frequência variável, naturais ou induzidos pela ação humana, que consistem na submersão de uma área usualmente emersa.

A Diretiva nº 2007/60/CE, de 23 de outubro, estabeleceu o quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações (DAGRI), a fim de reduzir as consequências associadas às inundações na comunidade prejudiciais para a saúde humana, o ambiente, o património cultural e as atividades económicas. Em 2010, aquela Diretiva foi transposta para o direito nacional, através do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, que estabelece um quadro nacional para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, com o objetivo de reduzir as consequências prejudiciais associadas a este fenómeno para a saúde humana (incluindo perdas humanas), o ambiente, o património cultural, as infraestruturas e as atividades económicas. Para o efeito, esta norma define que o Estado deve proceder à elaboração dos seguintes instrumentos: cartas de zonas inundáveis para áreas de risco; cartas de risco de inundações e planos de gestão de riscos de inundações.

O âmbito de aplicação da Diretiva n.º 2007/60/CE define como inundação *“cobertura temporária por água de uma terra normalmente não coberta por água. Inclui as cheias ocasionadas pelos rios, pelas torrentes de montanha e pelos cursos de água efémeros mediterrânicos, e as inundações ocasionadas pelo mar nas zonas costeiras, e pode excluir as inundações com origem em redes de esgotos.”* Neste sentido, as inundações a considerar são aquelas que pelos seus efeitos negativos podem provocar a perda de vidas, a deslocação de populações, danos no ambiente e no património cultural, ser prejudiciais para a saúde humana, comprometer o desenvolvimento económico e prejudicar todas as atividades da comunidade.

São vários os tipos de inundações que ocorrem no território nacional: inundações de origem fluvial, cheias repentinas, inundações pluviais e inundações marítimas em zonas costeiras. Os danos causados pelas inundações variam no território, dependendo da sua ocupação quer em termos populacionais, quer em atividades económicas. A origem da maioria das inundações em Portugal é fluvial ou de origem múltipla como fluvial e pluvial. Na “Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações (APRI) da Região Autónoma da Madeira” (DRAAC, 2020) são apresentadas as seguintes definições:

- ▶▶ **Inundação fluvial** – Fenómeno gerado pela ocorrência de precipitação durante vários dias ou semanas, por fenómenos intensos durante um curto período de tempo, ou pelo rápido degelo de massas de gelo, resultando no alagamento das áreas circundantes, com impacto na sua ocupação. A inundação fluvial pode ainda resultar da falha de uma estrutura de defesa, tal como um dique ou uma barragem.
- ▶▶ **Inundação pluvial** – Resultam de eventos de precipitação intensa que saturam o sistema de drenagem, passando o excesso de água a fluir para as ruas e estruturas próximas.
- ▶▶ **Inundações repentinas** – Inundações causadas pelo rápido aumento do nível da água em riachos, rios ou outros cursos de água, normalmente leitos secos, ou em áreas urbanas, geralmente como resultado de chuvas intensas numa área relativamente pequena ou de chuvas moderadas a intensas sobre superfícies terrestres impermeáveis, ocorrendo geralmente dentro alguns minutos a várias horas do evento de precipitação.
- ▶▶ **Inundação costeira** – Fenómeno gerado pela subida temporária do nível do mar acima da amplitude normal da maré devido à ocorrência em simultâneo ou pontualmente de sobre elevação marítima, ondas, ventos ou tsunamis, levando ao galgamento da linha de costa e à inundação de zonas geralmente secas.

Ainda de acordo com o mesmo estudo, na Região Autónoma da Madeira, os fenómenos naturais mais significativos induzidos pela precipitação são: as inundações repentinas, os deslizamentos de terra e os fluxos de detritos. As inundações repentinas constituem, certamente, o risco natural mais perigoso da Região, sendo desencadeadas rapidamente na sequência de episódios intensos de chuva, arrastando sedimentos arenoargilosos, blocos rochosos e detritos que podem estar na origem de importantes perdas de vidas humanas e de relevantes prejuízos económicos. Estes fenómenos são conhecidos na Região Autónoma da Madeira por aluviões.

8.1.1.1 Metodologia e critérios

A Diretiva das Inundações, mencionada anteriormente, prevê que em cada ciclo de implementação, a cada 6 anos, seja realizada a Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações (APRI), tendo em conta as seguintes etapas:

- ▶▶ **Etapa 1** – Levantamento e análise dos eventos de inundações ocorridos desde o início do ciclo anterior até ao presente;
- ▶▶ **Etapa 2** – Reanálise das Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundações (ARPSI) identificadas no ciclo anterior;
- ▶▶ **Etapa 3** – Definição de novas ARPSI.

Na RAM, a identificação das zonas críticas a cartografar considerando os impactos da ocorrência de inundações (com risco potencial significativo) foi definida no documento *“Implementação da Diretiva n.º 2007/60/CE, de 23 de outubro, transposta pelo Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro (Diretiva sobre a Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações) na Região Autónoma da Madeira”*, elaborado pela Direção Regional do Ordenamento do Território e Ambiente (DROTA).

De acordo com o mesmo documento, os critérios utilizados para a seleção das zonas críticas foram os seguintes:

- ▶▶ Registo de cheias e inundações com ocorrência de pelo menos uma vítima (morta, desaparecida);
- ▶▶ Registo de cheias e inundações com ocorrência de pessoas afetadas (evacuadas ou desalojadas, feridas);
- ▶▶ Registo de cheias e inundações com ocorrência de danos em pelo menos uma infraestrutura pública/privada;
- ▶▶ Intervenções de hidráulica torrencial de carácter defensivo e de reforço de cursos de água, com vista à diminuição da vulnerabilidade territorial, em particular aquelas concretizadas na sequência da aluvião de 20 fevereiro de 2010.

A recolha de informação de base para a APRI (Inundações de origem fluvial, pluvial e costeira) foi realizada através da disponibilização de um formulário para preenchimento online. A estrutura do formulário obedece ao esquema publicado pela CE para as ARPSI, que de uma forma resumida incluía a caracterização do evento de inundações; a sua propagação e os seus impactos negativos. O período de tempo considerado para a recolha dos eventos de inundações situa-se entre 2011 até 2019.

8.1.1.2 Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundações

No 2.º ciclo de planeamento da Diretiva Inundações, a Avaliação Preliminar de Riscos de Inundações (APRI) da RAM teve em consideração as zonas de risco identificadas no primeiro ciclo de implementação da Diretiva n.º 2007/60/CE, de 23 de outubro, os eventos de inundações conhecidos no período entre 2011 e 2019 e potenciais eventos futuros face a riscos associados a alterações climáticas e agitação marítima.

Os procedimentos de recolha de informação, para a identificação e caracterização dos eventos de inundações que afetaram a RH10 no período 2011-2019, passaram pelo preenchimento de um formulário por entidades municipais da Região Autónoma da Madeira, complementada com informação fornecida por entidades regionais, como a Direção Regional do Equipamento Social e Conservação (DRESC), o Laboratório Regional de Engenharia Civil (LREC) e o Serviço Regional de Proteção Civil (SRPC). Em alguns

casos, foi ainda considerada a consulta de notícias nos meios de comunicação social da região e de dados do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA).

Para a RH10, a APRI efetuada no âmbito do 2.º ciclo de planeamento, a partir das 28 ocorrências reportadas, identificou e caracterizou oito eventos: cinco eventos de inundação associados a precipitação forte; dois eventos de inundação costeira, e um evento de inundação relacionado com drenagem deficiente (Quadro 8.1).

Quadro 8.1: Eventos de Inundação reportados na RH10, de 2011 a 2019

DATA DO EVENTO	CONCELHOS MAIS AFETADOS	ORIGEM DA CHEIA	CAUSA
05/11/2012	Funchal, Porto Moniz, Santana, São Vicente e Porto Santo	Pluvial	Forte precipitação
29/11/2013	Machico	Pluvial	Forte precipitação
25/04/2017	Santa Cruz	Outro	Forte precipitação e deficiente drenagem
25/02/2018	Calheta, Câmara de Lobos e Porto Santo	Pluvial e Costeira	Outra opção
02/03/2018	Ponta do Sol	Costeira	Outra opção
17/11/2018	Santa Cruz	Pluvial	Forte precipitação
02/04/2019	Santa Cruz	Outro	Forte precipitação
15/04/2019	Santa Cruz	Pluvial	Forte precipitação

Fonte: Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações (APRI) da Região Autónoma da Madeira (DRAAC, 2020)

Adicionalmente aos eventos reportados, e em virtude de apenas dois terem origem costeira, no âmbito da APRI foi ainda analisada a informação do PREPCRAM, de modo a identificar áreas com risco potencial significativo de inundação costeira. Tais áreas localizam-se junto à foz das ribeiras, nas promenades junto ao litoral (designadamente, Jardim do Mar e Paul do Mar, no concelho da Calheta), infraestruturas portuárias na costa sul da ilha da Madeira e alguns complexos balneares junto ao mar (nomeadamente, piscinas e apoios de praia). Na ilha do Porto Santo é destacada toda a praia, desde a Ponta da Calheta até à zona portuária.

No âmbito do primeiro ciclo de implementação da diretiva das inundações a identificação das ARPSI foi desenvolvida até novembro de 2011, tendo culminado na seleção de 27 ARPSI:

- ▶▶ Concelho do Funchal – (10) Ribeira de João Gomes, (9) Ribeira de Santa Luzia e (8) Ribeira de S. João, (7) Ribeira do Ribeiro Seco, (11) Ribeiro da Nora, (12) Ribeiro do Lazareto;
- ▶▶ Concelhos do Funchal / Câmara de Lobos – (6) Ribeira dos Socorridos;
- ▶▶ Concelho de Câmara de Lobos – (5) Ribeira do Vigário;
- ▶▶ Concelho da Ribeira Brava – (4) Ribeira Brava, (3) Ribeira da Tabua
- ▶▶ Concelho da Ponta do Sol – (1) Ribeira da Madalena do Mar, (2) Ribeira da Ponta do Sol;
- ▶▶ Concelho de Machico – (17) Ribeira de Machico, (19) Ribeira do Junçal, (18) Ribeira da Maiata;
- ▶▶ Concelho de Santa Cruz – (14) Ribeira do Porto Novo, (13) Ribeira da Abegoaria, (15) Ribeira da Boaventura, (16) Ribeira de Santa Cruz;
- ▶▶ Concelho do Porto Moniz – (25) Ribeira da Laje; (26) Ribeira da Janela;
- ▶▶ Concelho de São Vicente – (24) Ribeira de São Vicente, (22) Ribeira do Porco (Boaventura), (23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura);

- ▶▶ Concelho de Santana – (21) Ribeira de São Jorge, (20) Ribeira do Faial
- ▶▶ Concelho do Porto Santo – (27) Ribeira do Tanque.

Da reavaliação das opções tomadas, no 2.º ciclo, para além de se manterem as zonas críticas do anterior ciclo, foram identificadas duas novas ARPSI: as Ribeiras da Calheta (28) e do Cochino (29). Para além destas, a influência das alterações climáticas, nomeadamente a cénarização de subida do nível do mar, obriga a considerar a necessidade de ter em conta as áreas de maior suscetibilidade a galgamentos na orla costeira da RAM identificadas no PREPCRAM como sendo zonas críticas de risco potencial significativo de inundação costeira.

As ARPSI identificadas no 2.º ciclo encontram-se identificadas e tipificadas no Quadro 8.2 relativamente à sua origem (pluvial ou costeira) e representadas espacialmente nas Figura 8.2 e Figura 8.3.

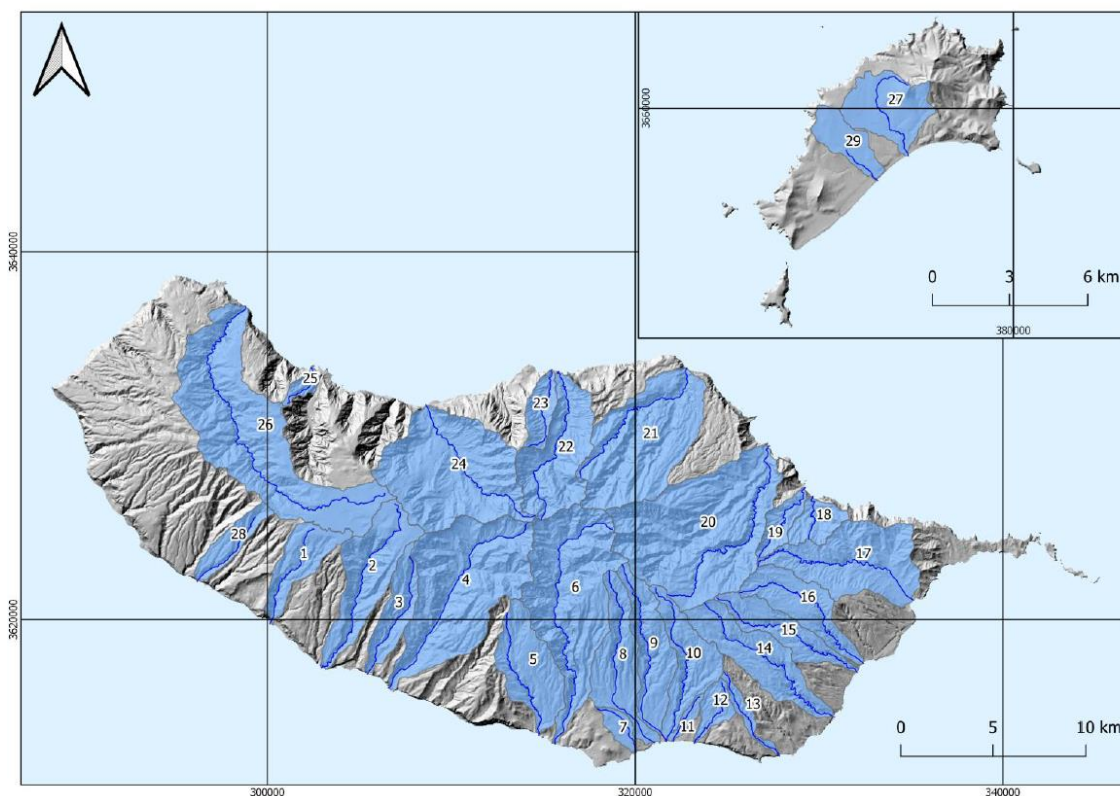
Quadro 8.2: Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação Pluvial na RH10

CONCELHO	INUNDAÇÃO PLUVIAL	INUNDAÇÃO COSTEIRA
Calheta	(28) Ribeira da Calheta	G4-Calheta G5-Jardim do Mar G6-Paúl do Mar
Câmara de Lobos	(5) Ribeira do Vigário (6) Ribeira dos Socorridos	G32-Câmara de Lobos
Funchal	(7) Ribeira do Ribeiro Seco (8) Ribeira de S. João (9) Ribeira de Santa Luzia (10) Ribeira de João Gomes (11) Ribeiro da Nora (12) Ribeiro do Lazareto	G26-Funchal G27-Funchal / Reids G28-Funchal / Lido G29-Funchal / Lido Promenade G30-Funchal / Ponta Gorda G31-Praia Formosa / Socorridos
Machico	(17) Ribeira de Machico (19) Ribeira do Junçal (18) Ribeira da Maiata	G12-Foz da Ribeira do Junçal G13-Porto da Cruz G14-Quinta do Lorde G15-Rochinha G16-Zona Franca G17-Ribeira do Natal G18-Machico
Ponta do Sol	(1) Ribeira da Madalena do Mar (2) Ribeira da Ponta do Sol	G1-Ponta do Sol G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo G3-Madalena do Mar
Porto Moniz	(25) Ribeira da Laje (26) Ribeira da Janela	G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz G8-Ribeira da Janela G9-Praia da Lage
Ribeira Brava	(3) Ribeira da Tabua (4) Ribeira Brava	G33-Ribeira Brava
Santa Cruz	(13) Ribeira da Abegoaria (14) Ribeira do Porto Novo (15) Ribeira da Boaventura (16) Ribeira de Santa Cruz	G19-Santa Catarina G20-Santa Cruz G21-Porto Novo G22-Reis Magos G23-Caniço / Rocamar G24-Caniço / Atlantis G25-Garajau

CONCELHO	INUNDAÇÃO PLUVIAL	INUNDAÇÃO COSTEIRA
Santana	(20) Ribeira do Faial (21) Ribeira de São Jorge	G11-Foz da Ribeira de São Jorge
São Vicente	(22) Ribeira do Porco (Boaventura) (23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura) (24) Ribeira de São Vicente	G10-Praia de São Vicente
Porto Santo	(27) Ribeira do Tanque (29) Ribeira do Cochino	G34-Porto Santo

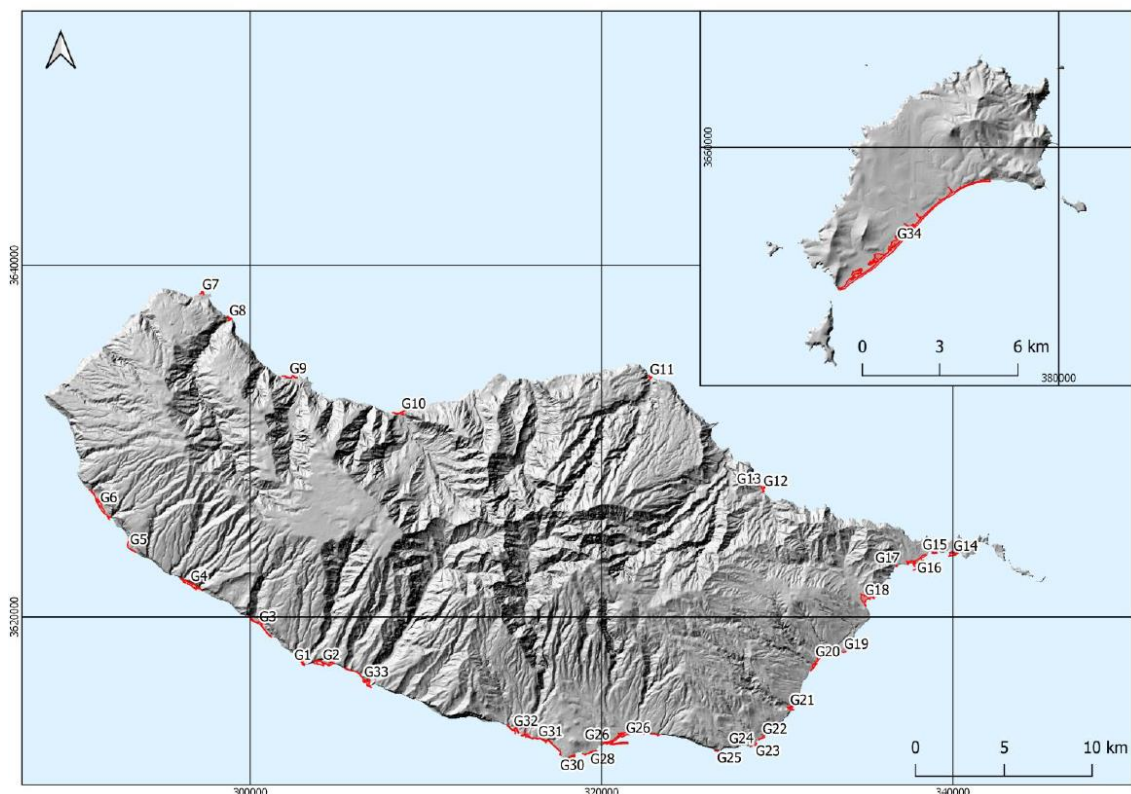
Fonte: Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações (APRI) da Região Autónoma da Madeira (DRAAC, 2020)

Figura 8.2: Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação Pluvial na RH10



Fonte: Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações (APRI) da Região Autónoma da Madeira (DRAAC, 2020)

Figura 8.3: Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação Costeira na RH10



Fonte: Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações (APRI) da Região Autónoma da Madeira (DRAAC, 2020)

8.1.1.3 Articulação entre PGRH e PGRI

A implementação da Diretiva da Avaliação e Gestão dos Riscos de Inundações decorre em estreita articulação com a Diretiva-Quadro da Água, na medida em que ambas visam a proteção do ambiente e da saúde humana. Note-se que as inundações estão diretamente relacionadas com vários aspetos que são relevantes para o estado da massa de água, pelo que são também identificadas as massas de água que podem ser afetadas pelas inundações, nas ARPSI e para os cenários modelados. O número e a categoria das massas de água identificadas na RH nas respetivas ARPSI, são as indicadas no Quadro 8.3.

Quadro 8.3: Número de massas de água identificadas nas ARPSI na RH10

ARPSI	ORIGEM DA INUNDAÇÃO	N.º MASSAS DE ÁGUA / CATEGORIA	
		Rio	Costeira
(28) Ribeira da Calheta	Pluvial	1	-
(5) Ribeira do Vigário	Pluvial	2	-
(6) Ribeira dos Socorridos	Pluvial	2	-
(7) Ribeira do Ribeiro Seco	Pluvial	1	-
(8) Ribeira de S. João	Pluvial	1	-
(9) Ribeira de Santa Luzia	Pluvial	3	-
(10) Ribeira de João Gomes	Pluvial	2	-

ARPSI	ORIGEM DA INUNDAÇÃO	N.º MASSAS DE ÁGUA / CATEGORIA	
		Rio	Costeira
(11) Ribeiro da Nora	Pluvial	1	-
(12) Ribeiro do Lazareto	Pluvial	1	-
(17) Ribeira de Machico	Pluvial	1	-
(19) Ribeira do Junçal	Pluvial	1	-
(18) Ribeira da Maiata	Pluvial	1	-
(1) Ribeira da Madalena do Mar	Pluvial	2	-
(2) Ribeira da Ponta do Sol	Pluvial	3	-
(25) Ribeira da Laje	Pluvial	1	-
(26) Ribeira da Janela	Pluvial	2	-
(3) Ribeira da Tabua	Pluvial	1	-
(4) Ribeira Brava	Pluvial	2	-
(13) Ribeira da Abegoaria	Pluvial	1	-
(14) Ribeira do Porto Novo	Pluvial	2	-
(15) Ribeira da Boaventura	Pluvial	1	-
(16) Ribeira de Santa Cruz	Pluvial	2	-
(20) Ribeira do Faial	Pluvial	5	-
(21) Ribeira de São Jorge	Pluvial	5	-
(22) Ribeira do Porco (Boaventura)	Pluvial	2	-
(23) Ribeira dos Moinhos (Boaventura)	Pluvial	1	-
(24) Ribeira de São Vicente	Pluvial	1	-
(27) Ribeira do Tanque	Pluvial	1	-
(29) Ribeira do Cochino	Pluvial	1	-
G4-Calheta	Costeira	-	1
G5-Jardim do Mar	Costeira	-	1
G6-Paúl do Mar	Costeira	-	1
G32-Câmara de Lobos	Costeira	-	1
G26-Funchal	Costeira	-	1
G27-Funchal / Reids	Costeira	-	1
G28-Funchal / Lido	Costeira	-	1
G29-Funchal / Lido Promenade	Costeira	-	1
G30-Funchal / Ponta Gorda	Costeira	-	1
G31-Praia Formosa / Socorridos	Costeira	-	1
G12-Foz da Ribeira do Junçal	Costeira	-	1
G13-Porto da Cruz	Costeira	-	1
G14-Quinta do Lorde	Costeira	-	1
G15-Rochinha	Costeira	-	1
G16-Zona Franca	Costeira	-	1
G17-Ribeira do Natal	Costeira	-	1
G18-Machico	Costeira	-	1
G1-Ponta do Sol	Costeira	-	1
G2-Ponta do Sol / Lugar de Baixo	Costeira	-	1

ARPSI	ORIGEM DA INUNDAÇÃO	N.º MASSAS DE ÁGUA / CATEGORIA	
		Rio	Costeira
G3-Madalena do Mar	Costeira	-	1
G7-Piscinas Naturais de Porto Moniz	Costeira	-	1
G8-Ribeira da Janela	Costeira	-	1
G9-Praia da Lage	Costeira	-	1
G33-Ribeira Brava	Costeira	-	1
G19-Santa Catarina	Costeira	-	1
G20-Santa Cruz	Costeira	-	1
G21-Porto Novo	Costeira	-	1
G22-Reis Magos	Costeira	-	1
G23-Caniço / Rocamar	Costeira	-	1
G24-Caniço / Atlantis	Costeira	-	1
G25-Garajau	Costeira	-	1
G11-Foz da Ribeira de São Jorge	Costeira	-	1
G10-Praia de São Vicente	Costeira	-	1
G34-Porto Santo	Costeira	-	1

8.1.2 Movimentos de Massa

De acordo com Julião *et al.* (2009), os movimentos de massa em vertentes correspondem a “*movimentos de descida, numa vertente, de uma massa de rocha ou solo*”. Na ilha da Madeira verificam-se as seguintes tipologias de movimentos de vertente: Queda (*fall*), Tombamento (*topple*), Escorregamento (*slide*) e Fluxos (*flows*) (PREPCRAM, 2015).

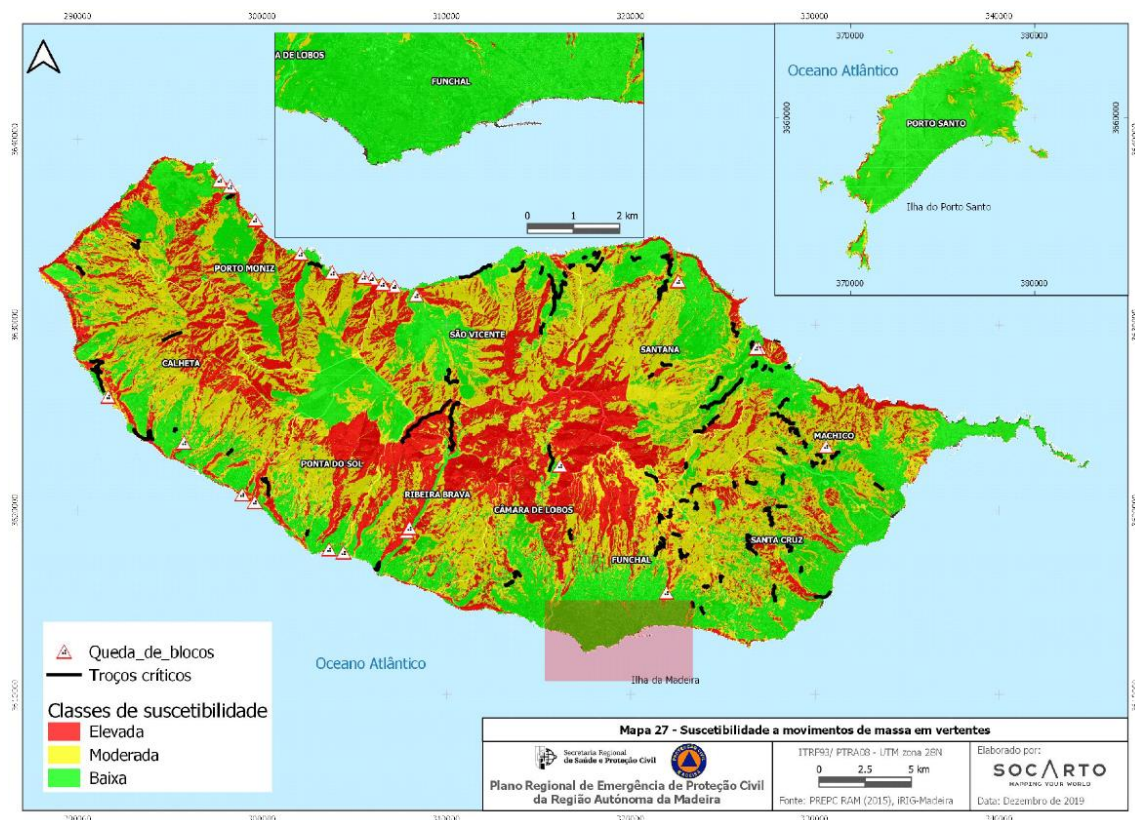
A geomorfologia da ilha da Madeira é o fator explicativo da perigosidade natural predominante, associada frequentemente a eventos de precipitação intensa. Evidenciam-se os movimentos de massa, em particular os deslizamentos, ou a queda de blocos nas vertentes de elevado declive e as cheias e inundações rápidas e intensas nos vales muito estreitos e sem planícies de cheia. Estas aluviões caracterizam-se por concentrações elevadas de material sólido, em alguns casos grandes blocos, que conferem ao escoamento um enorme poder destrutivo (Oliveira *et al.*, 2011).

São as características geológicas e geomorfológicas das ribeiras que potenciam a ocorrência de fluxos muito significativos de materiais sólidos, os quais constituem a componente mais perigosa das aluviões. A produção de sedimentos é “(...) desencadeada pela ação da precipitação e da conseqüente ocorrência de escoamentos líquidos que mobilizam grandes quantidades de material sólido.” (Oliveira *et al.*, 2011).

No contexto do PREPCRAM (2022) foi avaliada a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em vertentes, verificando-se que as áreas de suscetibilidade elevada surgem um pouco por toda a ilha da Madeira, com maior incidência no setor central, nomeadamente na freguesia de Curral das Freiras (concelho de Câmara de Lobos), na freguesia de Serra de Água (concelho de Ribeira Brava) e na freguesia de Ponta do Sol (concelho de Ponta do Sol), onde se verificam simultaneamente os declives mais acentuados. Embora com menor extensão, observam-se algumas áreas com suscetibilidade elevada junto ao litoral, coincidentes com zonas de arribas, por exemplo, no litoral das freguesias da Ponta do Pargo e da Achada da Cruz (concelhos da Calheta e Porto Moniz, respetivamente) e, ainda, a norte das freguesias de Santana e Machico. A suscetibilidade moderada verifica-se com alguma regularidade por toda a ilha,

com exceção das áreas urbanizadas, como as baixas do Funchal, Santa Cruz, Machico, Santana e São Vicente, bem como no planalto do Paul da Serra, onde se registam maioritariamente áreas de suscetibilidade baixa (Figura 8.4).

Figura 8.4: Suscetibilidade a movimento de massa em vertentes



Fonte: Plano Regional de Emergência de Proteção Civil (PREPC RAM) da Região Autónoma da Madeira (SRPC, 2022)

A ocupação do território da ilha da Madeira é fortemente condicionada pelo seu relevo irregular e montanhoso, tendo as populações vindo a assumir, de forma consciente ou inconsciente, riscos não desprezáveis, instalando-se nos cones de dejeção na parte terminal das ribeiras, como é o caso, dos principais aglomerados urbanos de Machico, Funchal e Ribeira Brava. Mais recentemente, a pressão urbanística tem conduzido à ocupação das cotas mais elevadas das vertentes, em locais com um risco acentuado de movimentos de massa (Oliveira *et al.*, 2011). Esta pressão urbanística acelera os movimentos das rochas que se podem traduzir em derrocadas ou deslizamentos de terras.

Quanto à ilha de Porto Santo, devido à torrencialidade que caracteriza as suas linhas de água, esta apresenta uma erosão do solo que se manifesta sob a forma de ravinamentos das encostas, por sulcos, e ainda sob a forma laminar presente em toda a ilha. Contudo, à exceção das vertentes norte, a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa em Porto Santo é pouco significativa.

8.1.3 Secas

Como consequência dos efeitos das alterações climáticas, que têm implicado tanto o aumento da temperatura média global como o aumento da frequência e intensidade dos fenómenos climáticos extremos, as secas e a escassez de água representam problemas crescentes na Europa.

A seca consiste numa redução temporária da disponibilidade de água, devida a precipitação insuficiente, sendo uma catástrofe natural com propriedades bastante específicas. De uma maneira geral é entendida como uma condição física transitória, associada a períodos mais ou menos longos de reduzida precipitação, com repercussões negativas nos ecossistemas e nas atividades socioeconómicas. A duração de uma precipitação anormalmente reduzida, assim como a amplitude dos seus desvios da normal climatológica, determinam a intensidade de uma seca e a extensão dos seus efeitos a nível das reservas hidrológicas, das atividades económicas (incluindo a agricultura), do ambiente e dos ecossistemas.

A frequência de situações de seca meteorológica que se tem verificado em Portugal Continental nas últimas décadas, aliada à possibilidade de estas poderem vir a ser agravadas com o efeito das alterações climáticas, deixa antever um incremento dos seus impactes, ao nível das disponibilidades hídricas e consequentemente dos usos existentes, com particular incidência no setor agrícola e, necessariamente, ao nível económico e social. Neste contexto, e no seio dos trabalhos da Comissão de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca e das Alterações Climáticas, criada através Resolução do Conselho de Ministros n.º 37/2012, de 27 março, foi criado um subgrupo de trabalho, envolvendo diversas entidades, e que definiu um “*Plano de Prevenção, Monitorização e Contingência para Situações de Seca*”.

O Plano de Prevenção, Monitorização e Contingência para Situações de Seca, foi aprovado a 19 de julho de 2017, na primeira reunião da Comissão Permanente de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca, tendo como objetivos uniformizar conceitos, harmonizar procedimentos de atuação, definir limiares de alerta de seca agrometeorológica e de seca hidrológica e medidas associadas, bem como clarificar as entidades responsáveis em cada nível de atuação. O Plano é desenvolvido em três níveis:

- ▶▶ **Prevenção:** sintetização dos planos estratégicos existentes e apresentação de algumas recomendações para o futuro;
- ▶▶ **Monitorização:** descrição dos meios existentes de monitorização dos fatores meteorológicos e humidade do solo, das atividades agrícolas, dos recursos hídricos;
- ▶▶ **Contingência:** definição de indicadores e níveis a partir dos quais se deve declarar uma situação de seca e quais as entidades responsáveis pela sua declaração; definição de níveis de intervenção, articulação e responsabilização da Administração Pública em situações de emergência, incluindo a entidade que detém a competência de mobilização institucional perante uma situação de seca.

No supracitado Plano clarificaram-se, ainda, os conceitos de Seca Meteorológica, Seca Agrícola e Seca Hidrológica. Da reflexão surgiu a proposta para que os dois primeiros fossem fundidos num único - Seca Agrometeorológica - uma vez que a relação causa-efeito está intimamente ligada, e que deve ter procedimentos diferenciados do conceito de Seca Hidrológica:

- ▶▶ **Seca Agrometeorológica** - com efeitos na diminuição ou até mesmo na perda de capacidade produtiva dos solos, deterioração das pastagens e difícil acesso a água para abeberamento do gado extensivo, que poderão levar a graves perdas de produção e morte de animais, conduzindo a situações económicas dos produtores bastante precárias;
- ▶▶ **Seca Hidrológica** - onde existem consequências nas reservas hídricas do país, localmente ou em todo o território, podendo afetar ou colocar em perigo a operacionalidade dos sistemas de abastecimento público, justificando a adoção de um conjunto de procedimentos específicos destinados a minimizar os impactos em cada setor.

Na Figura 8.5 é apresentado um esquema com a evolução da seca, considerando os diferentes tipos, a duração e respetivos impactos.

Figura 8.5: Representação esquemática da evolução da seca



Fonte: Plano de Prevenção, Monitorização e Contingência para Situações de Seca (Comissão Permanente de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca, 2017)

Se, por um lado, a Seca Agrometeorológica pode ocorrer num período mais curto e provocar perdas ou prejuízos, principalmente, na agricultura, por outro, a Seca Hidrológica, que afeta as reservas hídricas, necessita de períodos de tempo mais longos de precipitação fraca ou mesmo ausente para que os seus efeitos se façam sentir. Além do mais, considera-se que será mais rápida a recuperação de uma Seca Agrometeorológica, quando os níveis de precipitação regressarem aos valores normais, quando comparada a uma situação de Seca Hidrológica, onde a precipitação terá de ser tal para que as reservas voltem a alcançar os níveis médios para a época do ano.

O Plano de Prevenção, Monitorização e Contingência para Situações de Seca preconiza algumas conclusões e recomendações relativamente a cada um dos níveis anteriormente referidos (prevenção, monitorização e contingência), conforme elencado no Quadro 8.4.

Quadro 8.4: Conclusões e recomendações do Plano de Prevenção, Monitorização e Contingência para Situações de Seca – níveis de prevenção, monitorização e contingência

NÍVEL	CONCLUSÃO / RECOMENDAÇÕES
Prevenção	<ul style="list-style-type: none"> · Foram salientadas algumas medidas estruturais e não estruturais que deverão ser seguidas de forma a minimizar os impactos de uma seca: <ul style="list-style-type: none"> – A preparação e previsão de medidas de gestão para períodos de seca como medida preventiva; – Regularização do ciclo hidrológico, promovendo a infiltração e a recarga dos aquíferos e o armazenamento superficial; – Planeamento agrícola dos perímetros regados, tendo em conta o tipo de culturas e a sazonalidade da precipitação, face às necessidades hídricas; – Planeamento ao nível da exploração agrícola, com a responsabilização do próprio agricultor na orientação e gestão da sua atividade, designadamente na adoção de boas práticas de uso eficiente da água e a disponibilização de reservas mínimas adequadas para garantir a alimentação e abeberamento do efetivo pecuário por um determinado período de tempo; – Em resposta à ameaça de seca, constituição de uma reserva de fundos para promover, entre outros, a execução de furos de emergência. · A implementação de medidas preventivas foi considerada imprescindível para uma correta gestão dos recursos hídricos para garantir disponibilidades suficientes para períodos atípicos de falta de precipitação, nomeadamente na adoção de boas práticas de uso eficiente da água.
Monitorização	<ul style="list-style-type: none"> · Identificar as variáveis instrumentais para construção de indicadores de seca; · Clarificar as responsabilidades de cada entidade, harmonizar a terminologia e periodicidade a utilizar na comunicação de desvios da situação meteorológica, de armazenamentos de água, do estado das culturas e previsão das colheitas, face a situações de referência, consideradas como normais.
Contingência	<ul style="list-style-type: none"> · Para uma situação de desvio dos parâmetros monitorizados foram sistematizados os procedimentos a adotar; · Foram definidos níveis de intervenção e alerta e correspondentes medidas de atuação para os dois tipos de seca – agrometeorológica e hidrológica; · Realçada a importância de ambos os tipos de seca serem vistos de forma integrada, ainda que possuam níveis de alerta próprios e distintos; · Reconhecido como imprescindível que as entidades gestoras de sistemas de captação e distribuição de água procedam à elaboração de um Plano de Contingência para situações de Seca.

Fonte: Plano de Prevenção, Monitorização e Contingência para Situações de Seca (Comissão Permanente de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca, 2017)

O mais recente PREPCRAM (2022) não procede a uma avaliação e caracterização detalhada do risco de secas, sendo apenas feita uma representação hierárquica deste risco, sendo o mesmo classificado com um risco moderado, decorrente de um grau de probabilidade médio-alto conjugado com um grau de gravidade reduzido. Não obstante, no anterior PREPCRAM (2015) era efetuado o cálculo do Standardized Precipitation Index (SPI), um índice aconselhado pela Organização Mundial de Meteorologia e criado para quantificar o défice de precipitação em intervalos de tempo determinados (Mckee *et al.*, 1993), calculado a partir do volume de precipitação mensal.

Através do índice SPI podem identificar-se e classificar-se as situações de acordo com os seguintes critérios:

- ▶▶ SPI ≤ -1 (seca);

- Seca moderada: -1 a -1,49; seca severa: -1,5 a -1,99; seca extrema: ≤ -2 .

Todavia, no supracitado plano era referido que “o SPI deve ser calculado utilizando séries de precipitação relativamente longas, pelo menos com 30 anos de registos ininterruptos. Infelizmente, na Região Autónoma da Madeira escasseiam as séries climatológicas com estas características. A maior parte das estações meteorológicas funcionaram de forma irregular e muitas delas foram encerradas nas duas últimas décadas, enquanto outras sofreram mudanças de posição” (Santos e Aguiar, 2006). Acresce que a sua distribuição espacial é heterogénea, existindo algumas áreas sem observações para um período suficientemente longo, sobretudo na parte ocidental da ilha da Madeira e na ilha de Porto Santo.

Para se poder aplicar o índice a um número de estações que abrangesse a maior diversidade geográfica possível, selecionaram-se séries de precipitação de 15 estações meteorológicas e postos udométricos das redes de observações do IPMA e do IGA (atual ARM, S.A.). A seleção teve em conta a maior dimensão possível e o menor número de lacunas, algumas preenchidas através da regressão simples e/ou múltipla com postos vizinhos, tendo sido possível obter séries entre os anos hidrológicos de 1960/1961 e 2009/2010 com uma dimensão, pelo menos, próxima do mínimo aconselhado para a análise deste fenómeno e para a aplicação deste índice - 30 anos. Não foi possível, contudo, obter séries tão longas para algumas áreas: na parte ocidental, a estação de Porto Moniz possui apenas 17 anos de observações; em Loural, só 14 dos 28 anos de registos decorreram neste período, e em Queimadas e Encumeada, 25 em 28 anos de funcionamento; em Sanatório do Monte, o número de anos com registos é de 24. Apesar das limitações decorrentes, optou-se pela sua utilização de modo a poder obter-se uma imagem da ocorrência deste perigo em diferentes setores do arquipélago.

De acordo com os dados do PREPCRAM (2015), apoiado no Plano Regional da Água da Madeira (SRA, 2003), foram identificados vários eventos de seca com carácter geral que afetaram esta região hidrográfica. Assim, constatou-se que o ano de 1960/61 foi classificado como ano seco, bem como 1980/81 a 1982/83. No ano de 1982/83 verificou-se a condição de seca extrema na vertente meridional da ilha da Madeira. Estes planos referem, ainda, a ocorrência de três outros eventos de seca generalizada nos anos de 1993/94 a 1994/95, 1998/99 e 2003/04. Assim, nos últimos 50 anos detetaram-se cinco eventos de seca generalizada na RH10, com gravidade severa e extrema.

O PREPCRAM aponta as áreas menos elevadas da parte oriental da ilha da Madeira como as menos afetadas por esta tipologia de risco. “(...) Em Ponta Delgada verificaram-se 6 anos de seca severa, em 28 anos de registos, com intervalos de 3 a 5 anos; em Santana, a partir de 1994/95 verifica-se uma sucessão de anos secos, que culminou num período de seca extrema entre 2006/07 e 2009/10; em Santo da Serra assistiu-se, a partir de 1995, a uma sucessão de anos secos separados por pequenos períodos não superiores a 4 anos. No Funchal e em Lugar de Baixo parece suceder algo semelhante. Em relação à parte ocidental, a inexistência de observações no concelho da Calheta e a curta dimensão da série de Porto Moniz, não permitem extrair qualquer conclusão. Refira-se, no entanto, que de acordo com o PRAM (SRA, 2003) este é o setor da ilha com a menor frequência de seca”.

Figura 8.6: Secas identificadas entre 1960/61 e 2009/2010 nas ilhas da Madeira e de Porto Santo

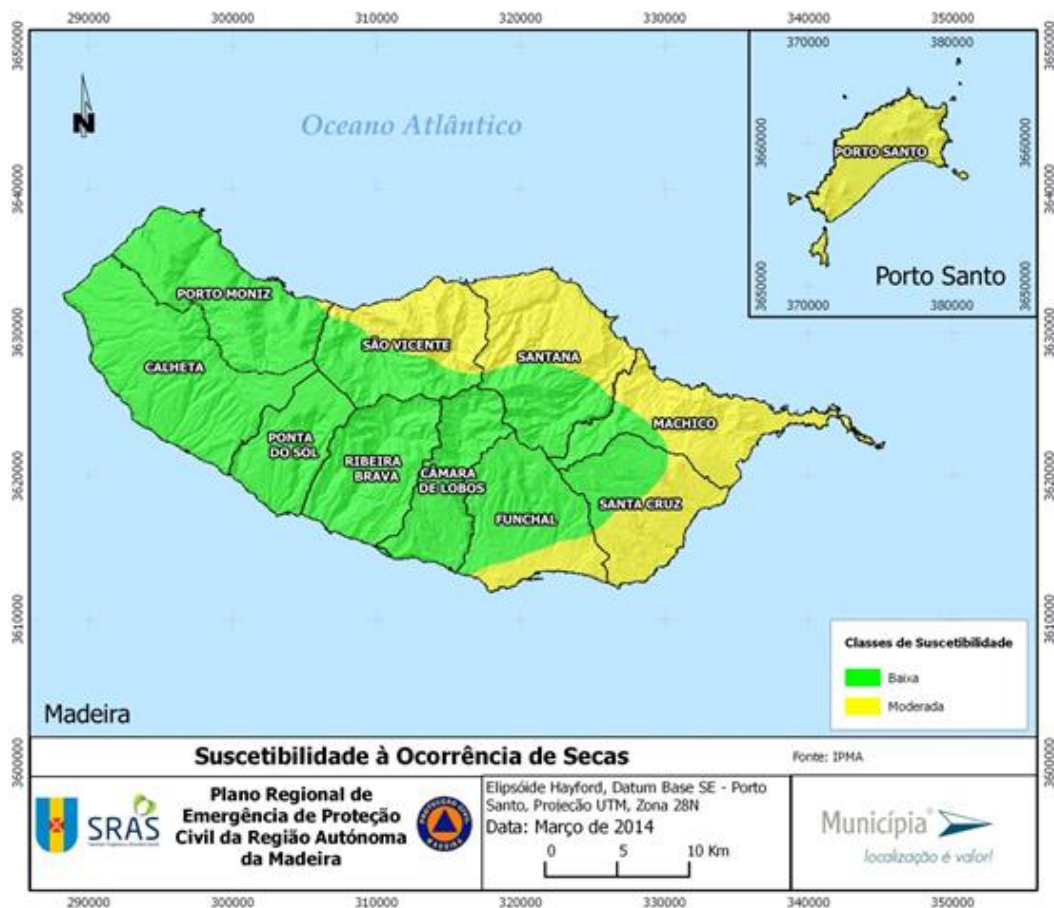
	Porto Moniz	Ponta Delgada	Lourel	Santa na	Queimadas	Ribeiro Frio	Santo da Serra	Santaôrb	Funchal	Lugar de Baixo	S. Agula	Bica Carra	Avesiro	Encumeada	Porto Santo
1960/61	--	--	Severa	Moderada	Moderada	Severa	--	--	Severa	--	Severa	--	--	Severa	--
1961/62	--	--	--	--	--	Severa	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1962/63	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1963/64	Severa	Moderada	--	--	Moderada	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1964/65	Moderada	Moderada	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1965/66	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1966/67	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Severa	--	--
1967/68	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1968/69	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1969/70	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1970/71	--	Moderada	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1971/72	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1972/73	--	--	Severa	--	Severa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1973/74	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1974/75	Moderada	Moderada	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Moderada
1975/76	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1976/77	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Severa	--	--
1977/78	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1978/79	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Moderada	--	--	--	--	--
1979/80	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1980/81	--	--	--	--	--	--	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
1981/82	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Severa	Severa
1982/83	--	Moderada	--	--	--	--	Severa	Severa	Severa	Severa	--	--	Severa	Moderada	Moderada
1983/84	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1984/85	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1985/86	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1986/87	--	Moderada	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1987/88	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1988/89	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1989/90	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1990/91	--	--	--	--	--	Severa	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1991/92	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1992/93	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1993/94	--	--	--	--	--	Severa	--	--	Moderada	--	--	Severa	--	--	--
1994/95	--	--	--	Moderada	--	--	--	--	Severa	Severa	Severa	--	--	--	Severa
1995/96	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1996/97	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1997/98	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1998/99	--	--	--	Moderada	--	Severa	--	--	Severa	Severa	--	--	--	--	Severa
1999/00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2000/01	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2001/02	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2002/03	--	--	--	Moderada	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2003/04	--	--	--	Severa	--	Severa	--	Severa	--	--	Severa	--	--	--	--
2004/05	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	Severa	--	--	--
2005/06	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2006/07	--	--	--	Severa	--	Moderada	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2007/08	--	--	--	Severa	--	--	--	--	--	--	Severa	--	--	--	--
2008/09	--	--	--	Severa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2009/10	--	--	--	Severa	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira (2015).

O PREPCRAM (2015) considerou que existe insuficiência de informação na rede de observações (Figura 8.6) e poucos registos simultâneos na parte final do período que foi tratado, que poderá traduzir-se numa alteração da periodicidade do fenómeno, e num condicionalismo para a identificação do padrão estacional desta tipologia de risco. Assim, este plano considerou a distribuição espacial deste fenómeno decorrente das conclusões constantes no PRAM (SRA, 2003). Esta distribuição espacial é, grosso modo, coincidente com as conclusões decorrentes do PREPCRAM (2015), considerando as áreas mais baixas da

metade oriental da ilha da Madeira e a ilha de Porto Santo com suscetibilidade moderada a secas e baixa nas restantes áreas (Figura 8.7).

Figura 8.7: Suscetibilidade de ocorrência de seca nas ilhas da Madeira e de Porto Santo



Fonte: Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira (2015).

8.1.4 Erosão hídrica

A erosão hídrica do solo caracteriza-se pelo destacamento e transporte de partículas minerais e orgânicas do solo por ação do escoamento da água sobre as vertentes, levando ao empobrecimento do solo e, em situações extremas, à desertificação. A perda excessiva de solo por ação do escoamento superficial põe em causa o equilíbrio dos processos morfogénicos e pedogenéticos, e a consequente produtividade dos ecossistemas, e o funcionamento regular do ciclo hidrológico (ANPC, 2009).

A erosão hídrica, transporte sólido e sedimentação são processos naturais, complexos e interdependentes. Tais processos são cada vez mais afetados por impactos antropogénicos, conduzindo frequentemente à necessidade de efetuar intervenções de manutenção nos sistemas hidráulicos fluviais (Ponce Álvares, *et al*, 1998).

A erosão hídrica na RH10 foi analisada no âmbito do PRAM e baseou-se na equação universal de perda do solo (ou fórmula de Wischmeier ou ainda RUSLE – *Revised Universal Soil Loss Equation*), que calcula a erosão específica de solo por unidade de superfície (t/ha.ano) sob regime de erosão laminar.

Neste modelo são consideradas as influências do clima, tipo de solo, topografia, coberto vegetal e práticas de utilização e conservação do solo.

Na ilha da Madeira, esta análise permitiu concluir que das 52 bacias hidrográficas analisadas, 14 apresentam perda do solo potencial elevada. Estas situam-se, sobretudo, na parte sul da ilha da Madeira (nove bacias). Existem ainda, 11 bacias hidrográficas onde o risco potencial médio elevado e muito elevado é superior a 90%.

No que se refere à perda de solo atual, verificou-se que das 52 bacias hidrográficas 12 apresentavam perda de solo atual intensa. Destas oito situam-se no setor sul da ilha da Madeira. Existem, ainda, 15 bacias hidrográficas onde a percentagem de área com risco de erosão atual médio, elevado e muito elevado é superior a 80%, das quais 11 localizam-se no setor sul da ilha da Madeira.

As pequenas bacias devem ser agregadas, em termos de gestão, às grandes bacias porque muitas delas revelam fortes taxas de perda de solo e/ou elevadas áreas onde o risco atual/potencial é máximo, sendo de realçar as do setor sul da ilha.

As bacias hidrográficas onde a erosão hídrica atual dos solos é mais intensa são as seguintes:

- ▶▶ Ribeira de S. Vicente (flanco N);
- ▶▶ Ribeira de S. Roque do Faial (flanco N);
- ▶▶ Ribeira de S. Jorge (flanco N);
- ▶▶ Ribeira de Machico (flanco S);
- ▶▶ Ribeira do Porco (flanco N);
- ▶▶ Ribeira de S. Bartolomeu (flanco S);
- ▶▶ Ribeira do Vigário (flanco S);
- ▶▶ Ribeira da Ponta do Sol (flanco S);
- ▶▶ Ribeira dos Socorridos (flanco S);
- ▶▶ Ribeira de S. João (flanco S);
- ▶▶ Ribeira do Campanário (flanco S);
- ▶▶ Ribeira Brava (flanco S);
- ▶▶ Ribeira do Porto Novo (flanco S).

A erosão hídrica dos solos abrange vastas áreas da ilha da Madeira, com relevo para as bacias hidrográficas do flanco norte, assinaladas na Ponta de S. Lourenço, zona do Machico, norte do aeroporto, cabeceiras de ribeira de S. João e Santa Luzia. Verifica-se a forte erosão média da ribeira de S. João, sendo a zona a oeste do Funchal no flanco sul bastante penalizada pelo fenómeno.

Verifica-se, ainda, que as cabeceiras entre a ribeira da Ponta do Sol e a ribeira Seca necessitam de uma atenção especial em termos de reflorestação.

Quanto à erosão geológica podemos verificar que esta abrange cerca de 24% da área da ilha, onde o declive é mais acentuado, com destaque para as zonas de altitude e de arribas altas e médias. São de destacar:

- ▶▶ A ribeira Brava;

- ▶▶ A ribeira dos Socorridos;
- ▶▶ A ribeira da Tabua;
- ▶▶ A ribeira da Ponta do Sol;
- ▶▶ As arribas do Cabo Girão;
- ▶▶ As arribas da Ponta de S. Lourenço;
- ▶▶ As arribas da Ponta do Pargo (desde o Jardim do Mar à ribeira do Cristo);
- ▶▶ As arribas do norte entre Ponta de S. Lourenço e Ponta da Cruz;
- ▶▶ As arribas do norte entre Ponta da Cruz e S. Roque do Faial;
- ▶▶ As arribas entre S. Roque Faial e ribeira Funda.

No que se refere à ilha da Madeira, o PRAM concluiu que o fenómeno é muito intenso e abrange praticamente toda a ilha, uma vez que as áreas com vegetação autóctone e reflorestadas são diminutas face à totalidade da área da ilha.

De acordo com a Carta de Erosão dos Solos apresentada pela equipa de Lobo Ferreira (LOBO-FERREIRA & CUNHA, 1982), as áreas de arribas a norte são as que apresentam uma erosão mais forte, seguindo-se uma classe que abrange a continuação das arribas e suas bordaduras a norte e zonas junto aos Picos da Ilha, com relevo para Espigão, Cabeço do Zimbralinho, Pico de Ana Ferreira, Pico do Castelo e Facho, Serrado da Eira, arribas entre o Porto e toda a zona leste da ilha e a Serra de Dentro. A classe de erosão média abrange sobretudo a zona da Ponta, do lado Leste da ilha, apresentando-se a zona central, sobretudo a norte, com uma erosão muito acentuada.

8.1.5 Erosão e galgamentos costeiros

De acordo com Julião *et al.* (2009) a erosão costeira surge relacionada a dois fenómenos distintos: erosão de praias e sistemas dunares e recuo e instabilidade de arribas.

A erosão de praias e sistemas dunares pode ser definida como a diminuição do volume de sedimento na praia e dunas adjacentes, com progressão para o interior e sotamar de uma berma erosiva. Considera-se praia a acumulação de sedimentos litorais não consolidados (geralmente areia e seixos) relacionada com os processos da dinâmica marinha no litoral; e por dunas os sistemas, vegetados ou não, que traduzem acumulações eólicas de areia (adaptado de ANPC, 2009).

Por sua vez, o recuo e instabilidade de arribas traduz-se no movimento de descida de uma massa de rocha ou solo coerente numa arriba litoral. O centro de gravidade do material afetado progride para jusante e para o exterior da arriba. Este fenómeno inclui desabamentos (quedas), tombamentos (balançamentos) e deslizamentos (escorregamentos) planares e rotacionais. Os movimentos são predominantemente desencadeados por precipitações intensas e/ou prolongadas, sismos, temporais no mar e ações antrópicas (ANPC, 2009).

Ao longo de 153 Km de linha de costa da ilha da Madeira, as arribas altas e declivosas atingem o seu expoente máximo a oeste do Funchal, no Cabo Girão, que se eleva até aos 580 m de altitude (a arriba mais alta da Europa). No Funchal e na baía de Machico surgem praias de balastros. Por sua vez, a linha de costa do Porto Santo é pouco extensa, apresentando em 41 km um aspeto recortado, definido a norte por um conjunto de arribas escarpadas talhadas em rochas vulcânicas e a sul por cordões dunares, a bordejar as praias.

No anterior PREPCRAM (2015) era feita uma análise da erosão costeira, desagregada em duas partes: a erosão costeira na base; e a erosão costeira na arriba.

Relativamente à erosão costeira na base, os resultados dessa análise apontavam que, na ilha da Madeira, este fenómeno é “(...) *menos suscetível no setor norte, onde se verificam menos zonas de praia, enquanto o sul é mais afetado, destacando-se a Praia Formosa, como sendo a área mais afetada por este fenómeno. Assim, cerca de 2% do total da extensão analisada corresponde a um grau de suscetibilidade elevado, 22% a uma suscetibilidade moderada, 61% a uma suscetibilidade baixa e 15% corresponde a estruturas marítimas antrópicas, tais como: esporões, portos de abrigo, marinas etc. Também em Porto Santo se nota uma diferença entre o norte caracterizado por arribas praticamente inacessíveis e com suscetibilidade maioritariamente baixa e o sul com o seu extenso areal, onde se notam algumas áreas de suscetibilidade elevada e moderada*”.

Quanto à erosão costeira na arriba, segundo a mesma fonte, na ilha da Madeira, as áreas de suscetibilidade elevada encontram-se distribuídas por toda a costa, destacando-se:

- ▶▶ O setor oeste da ilha desde o Paul do Mar, concelho da Calheta até aos ilhéus da Janela no concelho de Porto Moniz.
- ▶▶ O troço entre o Miradouro da Vigia, até ao Miradouro do Guindaste, no concelho de Santana.
- ▶▶ Desde a Ribeira da Abegoaria, concelho Santa Cruz, até à Ribeira dos Pernais, concelho do Funchal.
- ▶▶ Junto à Baía do Vigário, concelho Funchal.
- ▶▶ Todo o setor junto ao Cabo Girão, concelho Câmara de Lobos.
- ▶▶ Troço compreendido entre a Nossa Sra. da Glória até ao cais da Ribeira Brava.
- ▶▶ Troço compreendido entre a Ribeira da Ponta do Sol e Madalena do Mar.

Na ilha de Porto Santo, as arribas existentes localizam-se, sobretudo, nas vertentes norte e este da ilha, onde se registaram algumas quedas de blocos e ravinamentos, sendo esta a área com maior suscetibilidade de erosão no topo da arriba.

No PREPCRAM em vigor (2022), mais do que o risco de erosão costeira, é o risco de inundações e galgamentos costeiros aquele que assume maior significância na apresentação hierárquica dos riscos, para o qual foi determinado um risco elevado (elevado grau de probabilidade e moderado grau de gravidade).

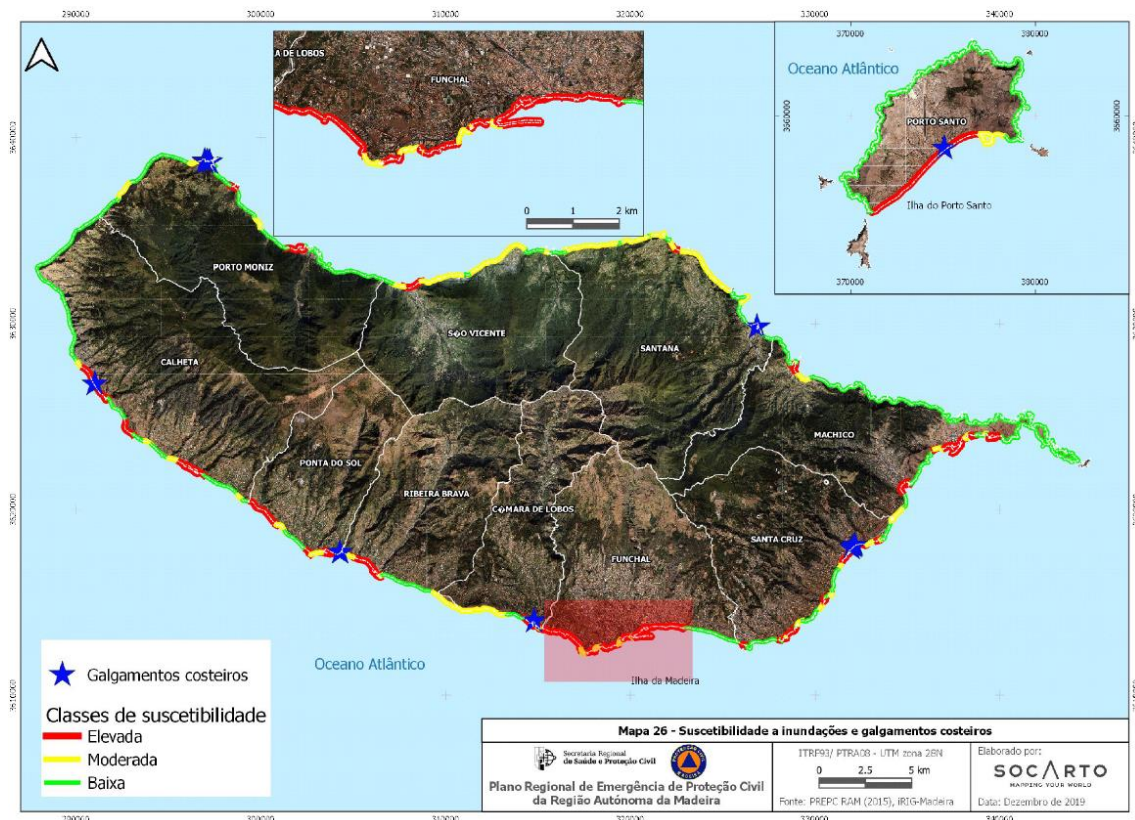
Refira-se que, em termos conceituais, o risco de Inundações e Galgamentos Costeiros caracteriza-se pela inundação da faixa terrestre adjacente à linha de costa decorrente de tempestades marinhas (Julião *et al.*, 2009), correspondendo a:

- ▶▶ Áreas de inundação pelas águas do mar durante temporais;
- ▶▶ Áreas atingidas pelo espraio das ondas de tempestade;
- ▶▶ Galgamento de elementos morfológicos naturais e estruturas existentes na orla costeira.

De acordo com o PREPCRAM (2022), as áreas com “*suscetibilidade elevada ao risco de inundação e galgamento costeiro localizam-se junto à foz das ribeiras, nas promenades junto ao litoral (designadamente, Jardim do Mar e Paul do Mar, no concelho da Calheta), infraestruturas portuárias na costa sul da ilha da Madeira e alguns complexos balneares junto ao mar (nomeadamente, piscinas e apoios de praia). Na ilha do Porto Santo importa destacar toda a praia, desde a Ponta da Calheta até à*

zona portuária”. A espacialização da suscetibilidade a este risco encontra-se representada na Figura 8.8, sendo a mesmo consonante, em traços gerais, com as áreas com risco potencial significativo de inundação costeira, identificadas na Avaliação Preliminar de Riscos de Inundações da RAM (DRAAC, 2020) e já mencionadas anteriormente neste relatório (no ponto 8.1.1 Inundações).

Figura 8.8: Suscetibilidade a inundações e galgamentos costeiros



Fonte: Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira (2022).

8.1.6 Incêndios florestais

Um incêndio florestal / rural pode ser definido como um fogo incontrolado que ocorra em espaços de vegetação abundante, como florestas, matas, áreas de incultos ou áreas agrícolas. Os incêndios florestais ocorrem geralmente no Verão, em dias quentes e secos, atingindo maiores proporções quando associados ao vento forte. São geralmente resultado de atividades/intervenção humana, quer por negligência, quer por atos de natureza criminosa, embora, em menor número, possam também ser provocados por causas naturais (PREPCRAM, 2015).

Em termos de consequências ambientais deste fenómeno, nomeadamente pelo seu potencial impacte nos recursos hídricos, importa salientar:

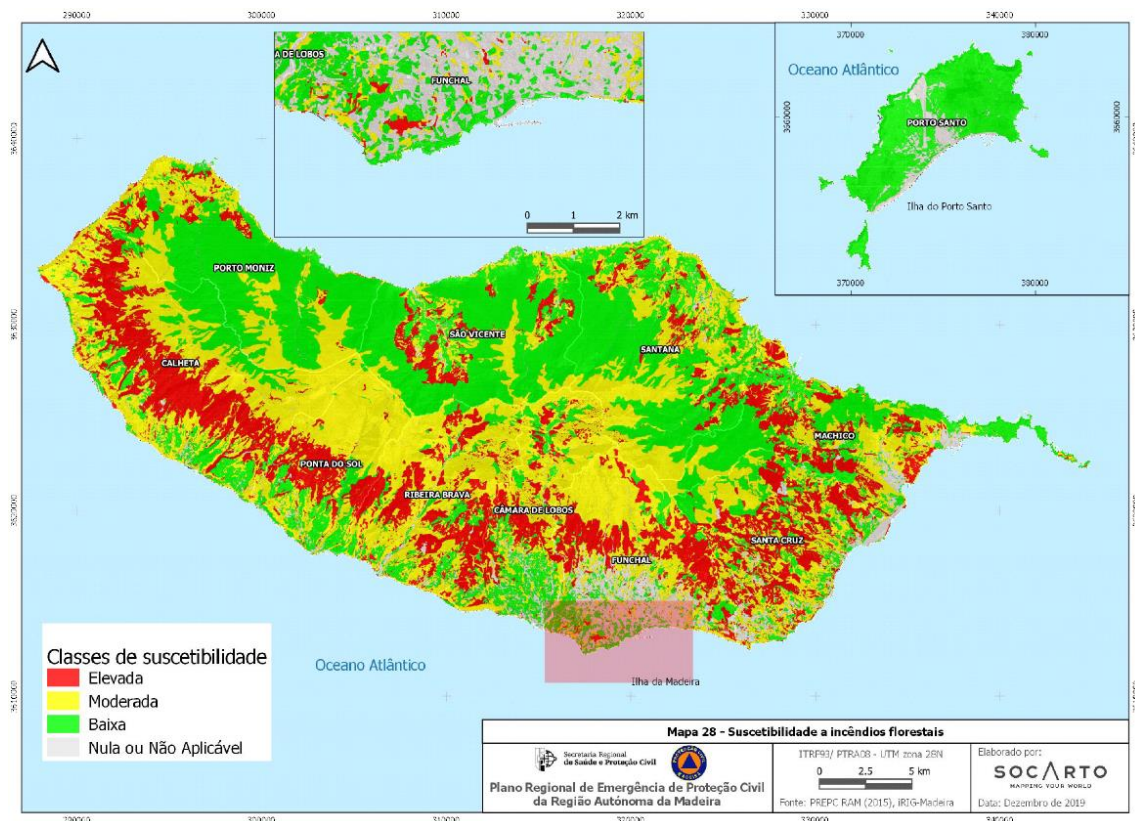
- ▶▶ Erosão, devido a alterações na estrutura dos solos, levando a que mais facilmente ocorram contaminações dos mesmos e consequentemente do meio hídrico;
- ▶▶ Arrastamento e lixiviação de cinzas com elevado risco de alteração da qualidade da água.

De acordo com o PREPCRAM em vigor (2022), os incêndios florestais / rurais que têm afetado a ilha da Madeira manifestaram maior expressão ao longo do setor sul da ilha, nos concelhos de Santa Cruz,

Funchal, Câmara de Lobos, Ribeira Brava, Ponta do Sol e Calheta. No setor norte da ilha, embora também se verifiquem algumas ocorrências de incêndios florestais / rurais, estes não ocorrem com tanta frequência e dimensão. Por outro lado, segundo a mesma fonte, na ilha de Porto Santo não existe registo de incêndios há mais de duas décadas.

Em consonância com as considerações anteriores, apresenta-se na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.** o mapa de suscetibilidades a incêndios rurais da RH10.

Figura 8.9: Suscetibilidade a incêndios florestais



Fonte: Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira (2022).

8.1.7 Tempestades

Conforme descrito no PREPCRAM (2015), as tempestades na região da Madeira são manifestações da atividade de depressões que, em especial no Outono, se podem caracterizar por forte atividade convectiva e estar na origem do fenómeno localmente conhecido por “aluvião”. Assim, o conceito de tempestade, não estando rigorosamente definido e podendo corresponder à ocorrência simultânea de vários elementos, está associado às condições decorrentes de situações depressionárias de escala sinóptica ou de meso-escala, que ocorrem em períodos de curta duração (algumas horas até 2-3 dias) e com intensidade significativa.

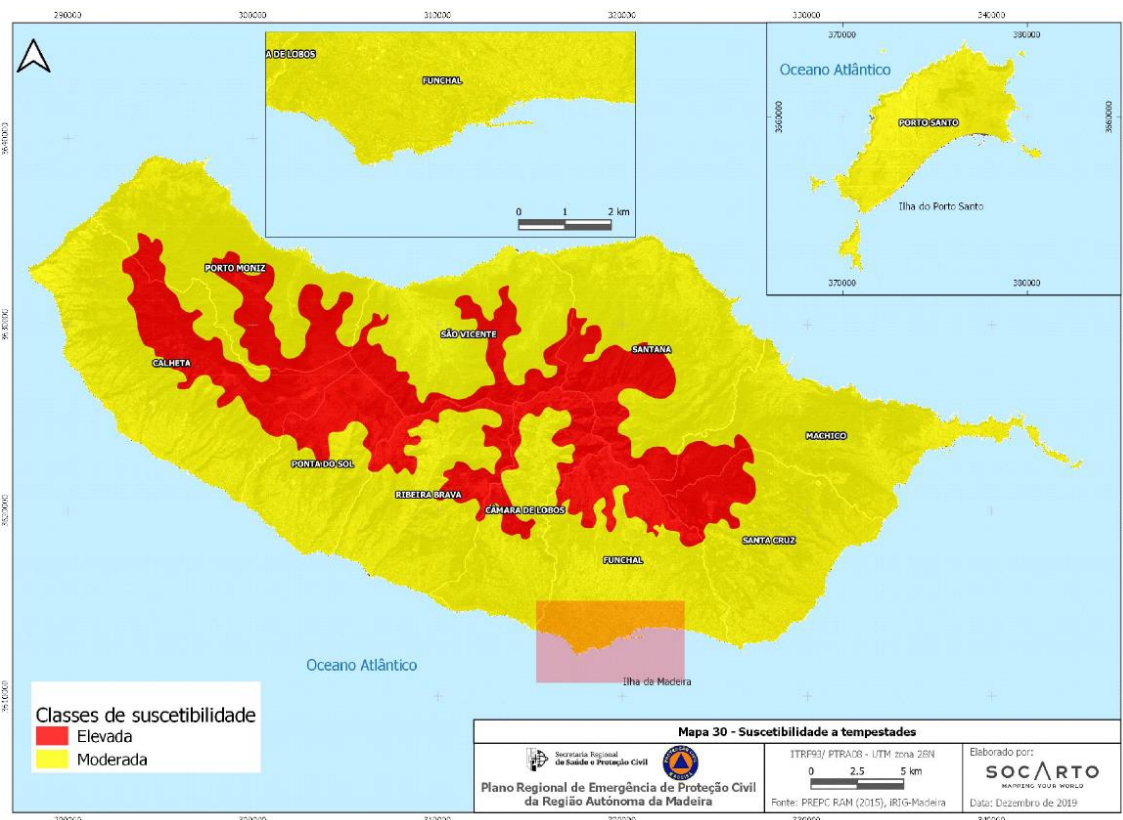
De acordo com a análise realizada no supracitado plano, na região da Madeira, durante o período entre 1999 e 2012, registaram-se todos os anos eventos de vento forte e/ou de chuva intensa. Nas áreas mais elevadas estas condições ocorreram em mais de 20% dos dias, em média, cerca de 80 dias por ano; também em Caniçal, no litoral oriental da ilha da Madeira, o número de tempestades chega aos 15% dos

dias. Já na ilha de Porto Santo e na parte meridional da ilha da Madeira o número de dias de tempestade foi inferior a 4% dos dias analisados.

As tempestades de vento forte são as mais frequentes em quase todo o arquipélago, em particular nas áreas mais altas da ilha da Madeira, mas também na vertente setentrional e nas áreas mais baixas dos extremos ocidental e oriental da ilha. Em Porto Santo, este é, também, o tipo de tempestades predominante. Na vertente meridional da Madeira, em posição de abrigo face à circulação atmosférica regional, a importância relativa dos eventos de vento forte reduz-se e são as tempestades de chuva intensa as mais frequentes.

Na maior parte do arquipélago as tempestades ocorrem, quase exclusivamente entre Outubro e Abril. Mas nas áreas mais elevadas é frequente ocorrerem tempestades de vento forte no Verão. Refira-se que, no topo da ilha, além de vento forte, é frequente a conjugação do vento forte e da precipitação intensa. Expostas à circulação atmosférica regional e ao incremento orográfico na formação das precipitações, a suscetibilidade destas áreas à ocorrência de tempestades é elevada (Figura 8.10).

Figura 8.10: Suscetibilidade a tempestades



Fonte: Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira (2022).

Em suma, as tempestades são os fenómenos meteorológicos mais severos que se registam, durante o período de inverno, por toda a Região. Todavia, no verão, com alguma frequência, ocorrem também tempestades de vento forte nas zonas mais elevadas.

8.2 RISCOS TECNOLÓGICOS

8.2.1 Rutura de barragens

As barragens são infraestruturas que têm associado um risco potencial muito baixo, porém em caso de eventual rutura, provocada por ocorrências excecionais e/ou circunstâncias anómalas podem dar origem a uma onda de inundação, provocando perdas em vidas humanas, bens e ambiente.

As barragens abrangidas pelo RSB (altura igual ou superior a 15 m, medida desde a cota mais baixa da superfície geral das fundações até à cota do coroamento, ou altura igual ou superior a 10 m cuja albufera tenha uma capacidade superior a 1 hm³) são classificadas em função da sua perigosidade.

A perigosidade de uma barragem é caracterizada em função da respetiva altura e do volume da albufera e os danos potenciais resultantes da rutura avaliados em função do número de edificações fixas com carácter residencial permanente e da existência de infraestruturas, instalações e bens ambientais importantes situados no vale a jusante da barragem que podem vir a ser afetados pela onda de inundação. As barragens são classificadas em três classes:

- ▶▶ Classe I
- ▶▶ Classe II
- ▶▶ Classe III

As barragens abrangidas pelo RPB sendo classificadas segundo a mesma metodologia, podem ser classificadas nas classes II e III.

O RSB estipula para as barragens de classe I a obrigatoriedade de serem elaborados Planos de Emergência Interno (PEI) e Externo (PEE) e, para as barragens de classe II, procedimentos de emergência simplificados. Na RH10 existem duas grandes barragens abrangidas pelo RSB, uma das quais de classe II (Lagoa da Portela) e uma de classe III (Pico da Urze).

Quadro 8.5: Classificação das grandes barragens na RH10

GRANDES BARRAGENS	CLASSIFICAÇÃO (D.L. nº. 21/2018)	PLANOS DE EMERGÊNCIA APROVADOS	
		PEI	PEE
Lagoa da Portela	II	X	-
Pico da Urze	III	-	-

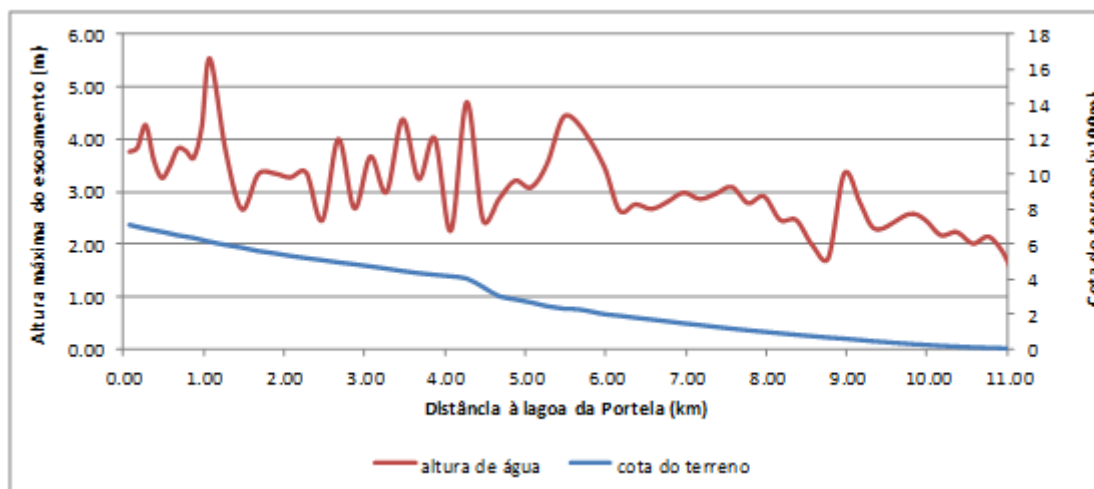
Em caso de uma eventual rutura da barragem da Lagoa da Portela, no que respeita à onda de rotura, a altura de água máxima atingida é cerca de 5,54 metros a 1 075 km da infraestrutura. Além do máximo nível de água registado, observe-se que os níveis de água oscilam entre cerca de 3 a 4,5 metros acima da cota de fundo, destacando-se, desde a Lagoa da Portela, três áreas localizadas entre:

- ▶▶ a) km 3 775 - km 3 975;
- ▶▶ b) km 5 275 - km 6 375;
- ▶▶ c) km 9 075, onde os sistemas de aviso e alerta a introduzir serão em maior número.

Além destas áreas, existem ainda outras zonas identificáveis como áreas suscetíveis de possibilidade de subida rápida do nível de água da ribeira. Para estes locais estão previstos possíveis painéis de aviso, enquanto para as áreas mais significativas (anteriormente identificadas) estão previstos além dos

possíveis painéis de aviso, outros sistemas de alerta como a instalação de eventuais semáforos (com o intuito de se proceder ao eventual corte da via) e sirenes.

Figura 8.11: Propagação da onda de rotura da Lagoa da Portela

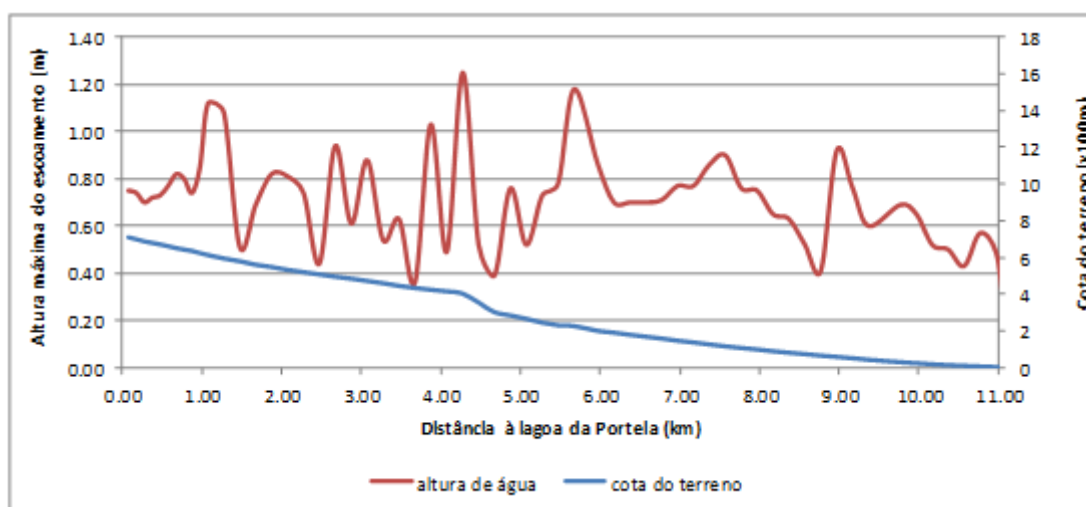


Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira (RH10), Volume I – Relatório, Parte 2 – Caracterização e Diagnóstico (DROTA, 2014).

A jusante do km 9,05 (entrada no trecho terminal regularizado da ribeira do Machico) não se prevê o galgamento do leito principal da ribeira. No entanto, é provável que se verifiquem escorrências superficiais de água oriundas do extravasamento do curso de água a montante. Deste modo, tal como referido anteriormente, propõem-se sistemas de aviso e alerta (Sinalização e sirenes) em áreas definidas e delimitadas como zona potencial de risco.

A respeito da propagação da onda de cheia milenar efluente da Lagoa da Portela, não são expectáveis inundações significativas, uma vez que as alturas do escoamento são inferiores a um metro em grande parte da rede hidrográfica a jusante da barragem (Figura 8.12).

Figura 8.12: Propagação da onda de rotura da Lagoa da Portela



Fonte: PGRH do Arquipélago da Madeira (RH10), Volume I – Relatório, Parte 2 – Caracterização e Diagnóstico (DROTA, 2014).

Segundo o Estudo de Impacte Ambiental subjacente ao projeto de “Ampliação do Aproveitamento Hidroelétrico da Calheta” (EEM, 2014), no caso de uma eventual rutura da barragem do Pico da Urze, com destruição total ou parcial da mesma, forma-se uma onda de cheia que se propaga no vale a jusante com elevada velocidade, inundando as margens e zonas adjacentes. Foram analisados os riscos de rutura, tendo-se concluído que a barragem do Pico da Urze foi classificada como Classe III (baixo risco) e que o vale a jusante apresenta uma elevada extensão (cerca de 31 km até ao Oceano Atlântico) e uma ocupação construída pouco relevante. No caso da sua rutura considera-se que os danos serão essencialmente materiais, visto não existirem aglomerados populacionais, pelo que o risco de perda de vidas humanas é muito baixo, existindo, contudo, o risco de interrupção do sistema reversível e de produção de energia na Central Hidroelétrica da Calheta III.

8.2.2 Colapso de pontes e aquedutos

O colapso de uma infraestrutura de grandes dimensões (ponte, túnel, viaduto, ponte-canal, aquedutos, entre outros) ou a rotura de adutoras e canais para transporte de água pode acarretar, para além dos danos nas próprias infraestruturas, risco de inundação, com consequências mais ou menos graves, em função das populações, infraestruturas e equipamentos afetados. A ocorrência de acidentes com infraestruturas de transporte de água (aqueduto, canal e ponte-canal) podem colocar em causa o armazenamento e a distribuição de água potável.

8.2.3 Poluição acidental

A determinação do risco de poluição acidental numa massa de água é definida pela probabilidade de ocorrência de um acidente, num determinado período de tempo e atendendo à severidade das suas consequências.

A Lei da Água tem um artigo específico sobre medidas de proteção contra acidentes graves de poluição (artigo 42.º) referindo que *“as águas devem ser especialmente protegidas contra acidentes graves de poluição para salvaguarda da qualidade dos recursos hídricos e dos ecossistemas e para segurança de pessoas e bens”*. Os programas de medidas que integram os PGRH devem incluir medidas para prevenção de acidentes graves de poluição e medidas para prevenção e redução do impacte de casos de poluição acidental. Deve ainda, ser estabelecido um conjunto de medidas para sistemática proteção e valorização dos recursos hídricos, complementares às constantes nos PGRH para prevenção e a proteção contra riscos de cheias e inundações, de secas, de acidentes graves de poluição e de rotura de infraestruturas hidráulicas.

A Lei da Água estabelece ainda no artigo 57.º, que um utilizador da água que construa, explore ou opere uma instalação capaz de causar poluição hídrica, deve tomar as precauções adequadas, necessárias e proporcionais, tendo em conta a natureza e extensão do perigo, prevenir acidentes e minimizar os seus impactes, competindo à autoridade nacional da água definir o plano necessário à recuperação do estado das águas.

Os acidentes em estabelecimentos industriais, no transporte rodoviário e marítimo de mercadorias perigosas ou no transporte de produtos químicos em conduta, podem originar derrames de substâncias poluentes que, por escorrência ou infiltração, são suscetíveis de contaminar os recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos, comprometendo a sua utilização caso a mesma coloque em risco a vida de pessoas e/ou o ambiente.

A região da Madeira apresenta uma componente turística muito significativa e alguma agricultura, não existindo atividades industriais de dimensões significativas, à exceção de algum armazenamento de

combustíveis e da deposição de resíduos sólidos urbanos. Assim, refere-se que não é expectável a utilização/manipulação de substâncias químicas em quantidades apreciáveis; ainda que da aplicação de tais substâncias associadas à indústria turística e agricultura possam resultar acidentes que representem risco potencial para as populações e para o ambiente.

Perante o exposto, a identificação das situações de risco de poluição acidental das massas de água superficiais e subterrâneas, considerou dois grupos fundamentais de situações, associadas a fontes fixas e a fontes móveis.

8.2.3.1 Acidentes no transporte de mercadorias perigosas

O transporte por via terrestre (por via rodoviária ou ferroviária), marítimo e fluvial de mercadorias perigosas constitui um risco devido à possibilidade de ocorrência de acidentes que envolvam a libertação não controlada da mercadoria perigosa transportada (derrame, descarga, entre outros) para o meio hídrico. A ocorrência deste tipo de risco tem maior suscetibilidade de ocorrer nas imediações das linhas de caminho-de-ferro e das estradas preferencialmente utilizadas para o transporte deste tipo de produtos.

A gravidade deste risco para o meio hídrico irá depender da sensibilidade do meio (afetação de zonas protegidas), do produto e volume libertados.

De acordo com o anterior PREPCRAM (2015), *“na ilha da Madeira destacam-se a VIAEXPRESSO, a VR1 e a ER 120 (denominação anterior ER 101). Em Porto Santo, destaca-se a ER111, que liga o porto de Vila Baleira à Camacha. A Figura 8.13 representa as rotas de circulação, desde os respetivos pontos de saída até aos locais de descarga. Optou-se por se diferenciar na representação o trajeto entre o porto marítimo do Caniçal e a Unidade de Gás Natural dos Socorridos, pelas elevadas quantidades de gás natural armazenadas”*.

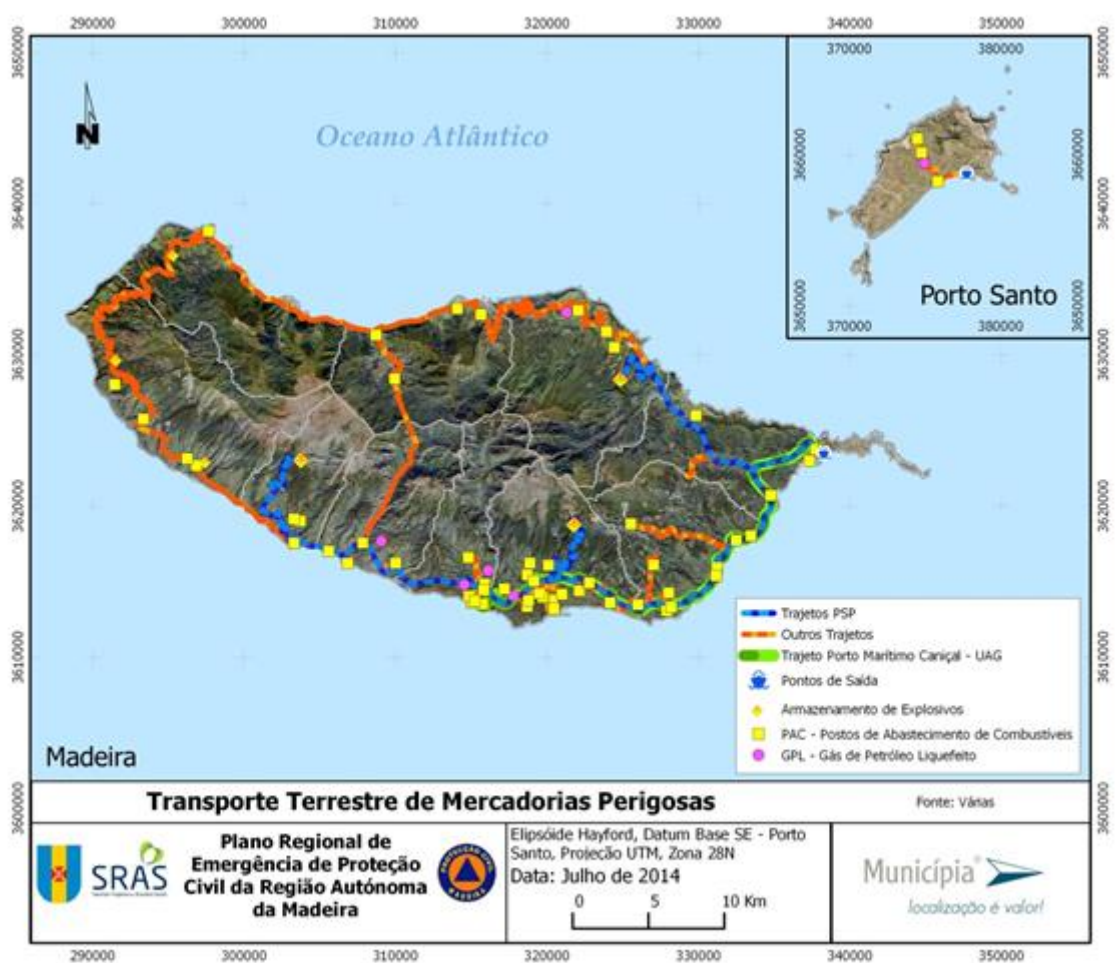
Este documento refere ainda que os trajetos no transporte de cloro gasoso para as estações de cloragem devem ser tido em consideração, atendendo à perigosidade associada a esta substância. De acordo com dados da ARM, S.A. (2016), na ilha da Madeira existem 23 estações de cloragem, distribuídas pelos seguintes sistemas:

- ▶▶ Sistema adutor de Rabaças: duas estações de cloragem (junto aos reservatórios das Rabaças e do Jangão);
- ▶▶ Sistema adutor da Ribeira Brava: uma estação de cloragem (junto ao reservatório da Meia Léguas).
- ▶▶ Sistema adutor dos Socorridos: três estações de cloragem (junto ao reservatório do Arieiro, Furo do Vigário e Estação Elevatória da Lourencinha).
- ▶▶ Sistema adutor do Curral das Freiras: uma estação de cloragem (Estação de cloragem de Curral das Freiras).
- ▶▶ Sistema adutor do Santo da Serra: três estações de cloragem (junto ao Reservatório R5 do Santo da Serra, Estação de cloragem as Águas Mansas, e Nascentes da Achada do Barro).
- ▶▶ Sistema adutor Funchal – Machico – Caniçal: 13 estações de cloragem (Estação de cloragem de Porto da Cruz, Túnel do Monte, Fontes Vermelhas, Zona Leste, Santa Cruz, Boaventura, Porto Novo, Furo do Caniço, Cancela 2, Furo João Gomes, Santa Luzia e São João).

No que diz respeito à existência de infraestruturas fixas (gasoduto ou oleoduto), importa destacar a existência de um *pipeline* de gasolina, um pipeline de gásóleo, um *pipeline* de Jet A-1, um pipeline de butano e um pipeline de propano na CLCM, bem como a existência das mangueiras submarinas de gasolina, gásóleo, GPL, fuelóleo e de Jet A-1.

Para além destas infraestruturas a CTV é abastecida de fuelóleo por navio através de *sealine* e *pipeline*. A tubagem localizada no exterior da instalação é enterrada e, no interior da instalação aérea. A CTV III recebe gás natural na sua fase gasosa, a cerca de 6 bar e a uma temperatura próxima dos 15°C proveniente da UAG-Socorridos, localizada a sul da CTV. As plantas pormenorizadas destas infraestruturas encontram-se no anexo A do estudo de Identificação de Perigos e Avaliação de Riscos de Acidentes Graves na Central Térmica da Vitória (PRECRAM, 2015).

Figura 8.13: Transporte terrestre de mercadorias perigosas



Fonte: Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira (2015).

8.2.3.2 Acidentes que envolvam substâncias perigosas

Um acidente grave envolvendo substâncias perigosas é um acontecimento, designadamente uma emissão, um incêndio ou uma explosão de graves proporções, resultante do desenvolvimento não controlado de processos durante o funcionamento de um estabelecimento industrial, que provoque um perigo grave, imediato ou retardado, para a saúde humana, no interior ou no exterior do estabelecimento,

ou para o ambiente, que envolva uma ou mais substâncias perigosas (Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto).

A Diretiva SEVESO III tem por objetivo controlar os perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas, sobretudo produtos químicos. Esta diretiva alterou a anterior SEVESO II (Diretiva 96/82/CE), que, tendo em conta os ensinamentos retirados de acidentes posteriores como os de Bhopal, Toulouse e Enschede, tinha alterado a Diretiva SEVESO (Diretiva 82/501/CEE), após o acidente catastrófico ocorrido na cidade italiana de SEVESO em 1976 ter levado à adoção de legislação sobre a prevenção e o controlo de acidentes deste tipo.

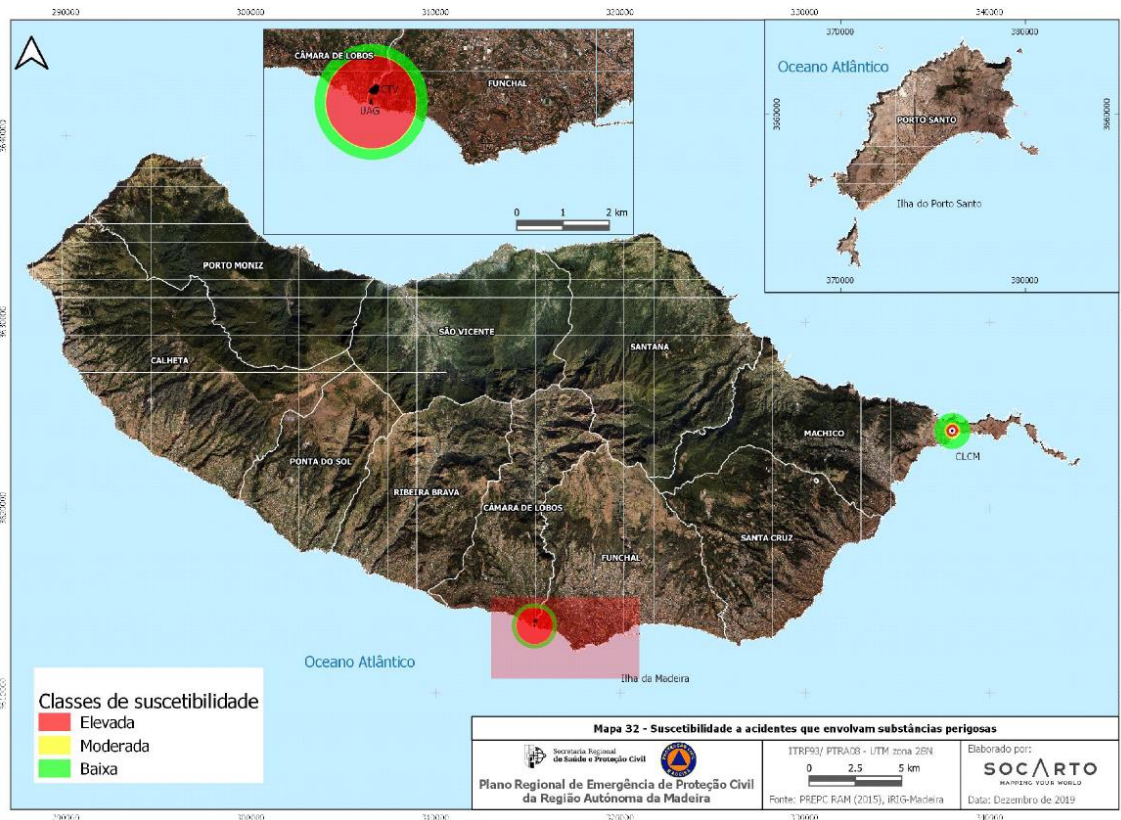
Na ilha da Madeira, existem quatro estabelecimentos abrangidos pela Diretiva SEVESO III, nomeadamente:

- ▶▶ Parque de Armazenagem de Combustíveis do Caniçal: situado na Zona Franca Industrial da freguesia do Caniçal, concelho de Machico;
- ▶▶ Unidade Autónoma de Gás Natural - Socorridos (UAG-Socorridos): situada no sítio da Vitória, concelho do Funchal. Esta, visa abastecer a Central Térmica da Vitória (CTV);
- ▶▶ CTV: situada na margem esquerda da foz da ribeira dos Socorridos, igualmente no sítio da Vitória, concelho do Funchal. É responsável por cerca de 60% do total da energia elétrica produzida na ilha da Madeira.
- ▶▶ Pirotecnia Minhota, Lda.: situada na freguesia de Fajã da Ovelha, concelho da Calheta.

Se acordo com o PREPCRAM vigente (2022), o Parque de Armazenagem de Combustíveis do Caniçal e a UAG-Socorridos enquadram-se nos estabelecimentos de nível superior de perigosidade, enquanto que a CTV enquadra-se no nível inferior de perigosidade.

Devido à proximidade entre a UAG-Socorridos e a CTV (Figura 8.14), surge a necessidade de se considerar as consequências com "efeito dominó", no caso de suceder alguma ocorrência num destes estabelecimentos.

Figura 8.14: Suscetibilidade a acidentes que envolvam substâncias perigosas



Fonte: Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira (2022).

8.2.3.3 Acidentes em infraestruturas fixas de transporte de produtos perigosos

A existência de infraestruturas fixas para transporte de produtos perigosos, como os gasodutos e os oleodutos, constitui um risco devido à possibilidade de ocorrer um acidente com derrame de substâncias tóxicas para o meio hídrico. A gravidade deste risco para o meio hídrico irá depender da sensibilidade do meio (afetação de zonas protegidas), do produto e volume libertados.

ANEXOS

ANEXO I – LISTA DAS MASSAS DE ÁGUA DELIMITADAS PARA O 3.º CICLO DE PLANEAMENTO

ANEXO II – CRITÉRIOS DE IDENTIFICAÇÃO E DESIGNAÇÃO DE MASSAS DE ÁGUA FORTEMENTE MODIFICADAS OU ARTIFICIAIS

ANEXO III – CRITÉRIOS DE IDENTIFICAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS MASSAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Estatal de Meteorologia de Espanha, Instituto de Meteorologia – Portugal (2011). Atlas Climático dos arquipélagos das Canárias, da Madeira e dos Açores – Temperatura do ar e precipitação (1971-2000). NIPO: 281-12-006-X.

ALMEIRDA, C., ROMARIZ, C., SILVA, M. O. (1984). Hidroquímica da ilha da Madeira. Recursos Hídricos 5 (13), 33-42.

ARM, S.A. (2022): Relatório e Contas 2021. ARM - Águas e Resíduos da Madeira, S.A. (ARM, S.A.), março de 2022.

BRUM DA SILVEIRA, A.; PRADA, S.; RAMALHO, R.; MADEIRA, J.; FONSECA, P.; CANHA, E.; BRILHA, J. (2012). Inventariação do Património Geológico da Ilha da Madeira. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais - Relatório Final, 414 p. In: <https://geodiversidade.madeira.gov.pt>

CARVALHO, A. M. G., BRANDÃO, J. M. (1991). Geologia do Arquipélago da Madeira. Mus. Nac. Hist. Nat. Univ. Lisboa, 170 pp.

Diretiva 91/271/CEE do Conselho Europeu, de 21 de maio de 1991: Diretiva das Águas Residuais Urbanas (DARU), relativa ao tratamento das águas residuais urbanas. Alterada pela Diretiva 98/15/CE da Comissão, de 27 de fevereiro.

Diretiva n.º 91/676/CEE, do Conselho, de 12 de dezembro: relativa à protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola

Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000 (Diretiva Quadro da Água): Estabelece um enquadramento para a proteção das águas de superfície interiores, das águas de transição, das águas costeiras e das águas subterrâneas (Diretiva Quadro da Água).

Diretiva 2006/7/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro: relativa à gestão da qualidade das águas balneares e que revoga a Directiva 76/160/CEE.

Diretiva 78/659/CE do Conselho, de 18 de julho (codificada pela Diretiva 2006/44/CE, de 6 de setembro): relativa à qualidade das águas doces que necessitam de ser protegidas ou melhoradas a fim de estarem aptas para a vida dos peixes.

Diretiva 79/409/CEE do Conselho, de 2 de abril : relativa à conservação das aves selvagens.

Diretiva 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio: relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens.

Diretiva 98/83/CE do Conselho, de 3 de novembro : relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano.

Diretiva 2006/7/CE do Conselho, de 15 de fevereiro: relativa à gestão da qualidade das águas balneares e que revoga a Diretiva 76/160/CEE.

Diretiva 2020/2184 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro: relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano (reformulação).

DRAAC (2020): Questões Significativas da Gestão da Água (QSiGA) para o Plano de Gestão da Região da Madeira do Arquipélago da Madeira (2022-2027).

DREM (2021): Resultados Provisórios do Censos 2021 - <https://estatistica.madeira.gov.pt/download-now/social/popcondsoc-pt/popcondsoc-censos-pt/popcondsoc-censos-emfoco-pt/send/47-censos-emfoco/14253-em-foco-censos-2021-resultados-provisorios.html>

DREM (2020). Em Foco: Série retrospectiva da informação meteorológica (1976-2019), 16 de dezembro de 2020.

DROTA (2018): Relatório da Avaliação Intercalar sobre a Execução do Programa de Medidas da RH10. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais; Região Autónoma da Madeira.

DGAV (2014): “Guia de Boas Práticas – Água de Qualidade Adequada para Alimentação Animal”. Ministério da Agricultura e do Mar, Direção Geral de Alimentação e Veterinária. Fevereiro de 2014.

EC, 2003 a) - “Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) - Guidance Document N.º 2 - Identification of Water Bodies”.
<https://circabc.europa.eu/ui/group/9ab5926d-bed4-43229aa79964bbe8312d/library/655e3e31-3b5d-4053-be19-15bd22b15ba9/details>

EC, 2003 b) - “Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) - Guidance Document N.º 4 - Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies”
<https://circabc.europa.eu/ui/group/9ab5926d-bed4-4322-9aa7-9964bbe8312d/library/f9b057f4-4a91-46a3-b69a-e23b4cada8ef/details>

FERREIRA, H. A. (1955). O Clima de Portugal. VIII: Açores e Madeira. INMG (Lisboa).

FURTADO, A. F. A. (1984). As argilas dos solos da ilha da Madeira. Alguns aspectos relacionados com a sua génese. Anais, Inst. Sup. Agron. Lisboa 41, 131-152.

FURTADO, A. F. A., FONSECA, M. (1991). Constituintes cristalinos e amorfos dos solos da Ilha da Madeira. Sua distribuição e origem. Mem. Not. 112, 265-274.

GELDMACHER, J., HOERNLE, K., KLÜGEL, A., VAN DEN BOGAARD, P., DUGGEN, S. (2006) A geochemical transect across a heterogeneous mantle upwelling: Implications for the evolution of the Madeira hotspot in space and time. Lithos 90: 131-144.

GeoAtributo, Lda. (2016): Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10). Volume I. Parte 1 – Enquadramento e Aspetos Gerais; Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais; Região Autónoma da Madeira.

GeoAtributo, Lda. (2016): Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10). Volume I. Parte 2 – Caracterização e diagnóstico; Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais; Região Autónoma da Madeira.

GeoAtributo, Lda. (2016): Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10). Volume I. Parte 5 – Objetivos; Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais; Região Autónoma da Madeira.

GeoAtributo, Lda. (2016): Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10). Volume I. Parte 6 – Programa de medidas; Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais; Região Autónoma da Madeira.

GASPAR, J. (1984). Madeira em mapas e em números. Estudos para o planeamento regional e urbano. Centro de Estudos Geográficos (Univ. Lisboa) 20, 61 p.

GOMES, A., et al. (2015). Estratégia CLIMA-Madeira: Estratégia de Adaptação às Alterações Climáticas da Região Autónoma da Madeira. CCIAM (Climate Change, Impacts, Adaptation and Modelling Research

Group); CE3C (Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes); FCUL (Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa), 2015.

Governo de Portugal (2019) - Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional, Volume III-M, Espacialização de Servidões, Usos e Atividades - Madeira. Ministério do Mar, Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais. Janeiro de 2019.

Governo de Portugal (2019) - Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional, Volume IV-M, Relatório de Caracterização - Madeira. Ministério do Mar, Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais. Janeiro de 2019.

Governo de Portugal (2020) - Estratégia Marinha - Relatório do 2.º ciclo, Parte B, Atividades, Pressões e Impactes - subdivisão da Madeira. Ministério do Mar, Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, Secretaria Regional de Mar e Pescas. Março de 2020.

Governo de Portugal (2020) - Estratégia Marinha - Relatório do 2.º ciclo, Parte C, Análise Económica e Social - subdivisão da Madeira. Ministério do Mar, Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, Secretaria Regional de Mar e Pescas. Março de 2020.

Governo de Portugal (2020) - Estratégia Marinha - Relatório do 2.º ciclo, Parte D, Reavaliação do Estado Ambiental e Definição de Metas - subdivisão da Madeira. Ministério do Mar, Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, Secretaria Regional de Mar e Pescas. Março de 2020.

IFCN, IP-RAM (2017): O maciço Montanhoso Oriental da Madeira. Instituto das Florestas e Conservação da Natureza. 2017.

MATA, J. (1996). Petrologia e Geoquímica das lavas da Ilha da Madeira: implicações para os modelos de evolução do manto. Dissertação de Doutoramento (Univ. Lisboa), 471 pp.

MATA, J., FONSECA, P. E., PRADA, S., RODRIGUES, D., MARTINS, S., RAMALHO, R., MADEIRA, J., CACHÃO, M., SILVA, C. M., MATIAS, M. J. (2013). Geologia em Portugal: o arquipélago da Madeira no quadro da geologia atlântica, p.p 1485 – 1540.

MITCHELL-THOMÉ, R. C. (1976). Geology of the middle Atlantic Islands 1 vol., 382 pp.

MITCHELL-THOMÉ, R. C. (1979). Notes on the geomorphology of Madeira. Bol. Mus. Mun. Funchal 32, 5-18.

MITCHELL-THOMÉ, R. C. (1985). On some unusual valleys in Macaronésia. Arquipélago, Rev. Univ. Açores 5, 223-265.

NASCIMENTO, S. L. R. (1990). Estudo Hidrogeológico do Paúl da Serra. Tese de Mestrado (Univ. Lisboa), 147 pp.

NEVES, C. H. *et al.* (1996) – Laurissilva da Madeira – Caracterização Quantitativa e Qualitativa. Governo Regional da Madeira. SPNM.

OLIVEIRA, P. R; MELO, T.; NASCIMENTO, J. (2021). Parecer Técnico-Científico sobre a Delimitação das Massas de Água Subterrâneas da Região Hidrográfica da Madeira (RH10). Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa, outubro de 2021.

PRADA, S. 2000. Geologia e recursos hídricos subterrâneos da ilha da Madeira. Tese de doutoramento. 383 pp. Universidade da Madeira. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.13/118>

PRADA, S.N., DA SILVA, M.O., CRUZ, J.V. (2005a). Groundwater behaviour in Madeira, volcanic island (Portugal). Hydrogeol J. 13, 800–812. <https://doi.org/10.1007/s10040-005-0448-3>.

- PRADA, S., PERESTRELO, A., SEQUEIRA, M., NUNES, A., FIGUEIRA, C., CRUZ, J. V. (2005b). Técnicas e métodos para a gestão sustentável da água na Macaronésia: Disponibilidades Hídricas da Ilha da Madeira. Instituto Tecnológico de Canarias, Cabildo de Lanzarote, Consejo Insular de Aguas de Lanzarote, junho de 2005.
- PRADA, S., SEQUEIRA, M. M., FIGUEIRA, C., DA SILVA, M. O. (2009). Fog precipitation and rainfall interception in the natural forests of Madeira Island (Portugal). *Agricultural and Forest Meteorology*, 149 (6-7), 1179-1187.
- PROCESL, PROSISTEMAS, PRIMA. (2002). Plano Regional da Água da Madeira. 1.ª parte – Caracterização e Diagnóstico da Situação Atual. Tomo II. Instituto da Água, I. P., Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais. Região Autónoma da Madeira.
- PROCESL; PROSISTEMAS; PRIMA (2003). Plano Regional da Água da Madeira. Relatório Técnico. Instituto da Água, I.P., Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais. Região Autónoma da Madeira.
- QUADRADO, M., LOPES, A., JESUS, M., MATEUS, R., NUNES, S. (2020). Poluição Provocada por Nitratos de Origem Agrícola - Diretiva 91/676/CEE, de 12 de dezembro – Relatório 2016-2019. Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2020.
- RAMOS, *et. al.* (2001): Geografia de Portugal, caderno de documentos. Universidade Clássica de Lisboa Lisboa, 2000-2001.
- RIBEIRO, O. (1948). Nótulas de geomorfologia madeirense. *Bol. Soc. Geol. Portugal* 7, 113-118.
- RIBEIRO, O. (1985). A Ilha da Madeira até Meados do Século XX. Instituto de Cultura e Língua Portuguesa, Lisboa, 139 pp.
- RODRIGUES, D. M., AYALA-CARCEDO, F. J. (1994). Landslides in the Machico area on Madeira Island. 7th International IAEG Congress, 1495-1500.
- ROMARIZ, C., PRATES, S. (1986). Argilas de alteração da Ilha da Madeira (Nota prévia). *Maleo* 2 (13), 39.
- SANTOS, F. D. E MIRANDA, P. (2006). Alterações Climáticas em Portugal – Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação. Projeto SIAM II, Gradiva, Lisboa, 2006.
- SANTOS, D.; AGUIAR, R. (2006). Impactos e Medidas de Adaptação às Alterações Climáticas no Arquipélago da Madeira. Projeto CLIMAAT II, Direção Regional do Ambiente da Madeira, Funchal, 2006.
- SERAFIM, A. (2020). CP1/SRA-DROTA/2017 - Monitorização da Qualidade Química e Ecológica das Massas de Água Superficiais Interiores do Arquipélago da Madeira – RH10, Lote 1 - Monitorização da Qualidade Ecológica das Massas de Água Superficiais Interiores do Arquipélago da Madeira – RH10, Relatório da 3ª Campanha – Maio/2020 – Ano Hidrológico 2019/20, julho de 2020.
- SHANDILYA, R., 2017. Origin of natural occurring groundwater salinity and hydrogeochemical processes in the island of Porto Santo (Portugal). MSc Thesis. 87 pp. Instituto Superior Técnico.
- SILVA, F. A., MENESES, C. A. (1978). *Elucidário Madeirense*. Secretaria Regional de Educação e Cultura, Funchal, 4ª edição.
- SILVEIRA, A.; PRADA, S.; RAMALHO, R.; MADEIRA, J.; FONSECA, P.; CANHA, E.; BRILHA, J. (2012). Inventariação do Património Geológico da Ilha da Madeira. Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais - Relatório Final, 414 p. In: <https://geodiversidade.madeira.gov.pt>

SILVEIRA, A., MADEIRA, J., REMALHO, R., FONSECA, PAULO., (2010). Notícia Explicativa da Carta Geológica da ilha da Madeira na escala 1:50.000, Folhas A e B; Secretaria Regional do Ambiente e Recursos Naturais, Região Autónoma da Madeira e Universidade da Madeira, 2010. ISBN: 978-972-98405-2-4

SRARN, 2014. Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (RH10) – 1º ciclo, Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Regionais.

SRPC, IP-RAM (2022). Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira (PREPCRAM), Parte I / Parte II / Parte III (pontos 3 e 4) / Anexos I e II (acesso público), fevereiro de 2022.

SUPREME NUMBER, Lda. (2015). Plano Regional de Ordenamento Florestal da Região Autónoma da Madeira PROF-RAM. Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais - Direção Regional de Florestas e Conservação da Natureza, 2015.

Universidade do Porto (2017): “Relatório Anual 2017 - Monitorização das Águas Costeiras da Região Autónoma da Madeira”. Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências – Universidade do Porto, 2017.

ZBYSZEWSK, G., VEIGA FERREIRA, O.; AIRES-BARROS, L. MATIAS, M. J., BRAVO, T.; COELLO, J. (1979). Notícia Explicativa da Folha das ilhas Selvagens. Direção Geral de Minas e Serviços Geológicos, Lisboa. In MATA, J., FONSECA, P., PRADA, S.; RODRIGUES, D., MARTINS, S., RAMALHO, R., MADEIRA, J., CACHÃO, M., SILVA, C. M., MATIAS, M. J. (2013). O arquipélago da Madeira. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg (Eds), Geologia de Portugal, vol. 2, Escolar Editora. p. 691-746.

LEGISLAÇÃO

Declaração de retificação n.º 14/2019: procede à retificação da Portaria n.º 384/2019, de 10 de julho, publicada no Suplemento, do Jornal Oficial, I Série, n.º 111, de 10 de julho de 2019, a qual altera a Portaria n.º 484/2016, de 14 de novembro, que define as artes permitidas, os condicionalismos e os termos do licenciamento do exercício da pesca lúdica, nas águas marinhas da Região Autónoma da Madeira.

Decreto Legislativo Regional n.º 33/2008/M, de 14 de agosto: adapta à Região Autónoma da Madeira a Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que aprova a Lei da Água, bem como o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, que complementa o regime jurídico consagrado na Lei da Água.

Decreto Legislativo Regional n.º 1/2018/M, de 4 de janeiro: aprova o regime jurídico do aproveitamento de massas minerais na Região Autónoma da Madeira.

Decreto Legislativo Regional n.º 24/2021/M, de 30 de agosto: adapta à Região Autónoma da Madeira o regime jurídico de identificação, gestão, monitorização e classificação das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho.

Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho: transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio de 1991, relativamente ao tratamento de águas residuais urbanas. Alterado pelos Decretos-Lei n.º 348/98, de 09 de novembro; n.º 261/99, de 07 de julho; n.º 172/2001, de 26 de maio; n.º 149/2004, de 22 de junho; n.º 198/2008, de 08 de outubro; n.º 133/2015, de 13 de julho e n.º 77/2021, de 27 de agosto.

Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro: transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 91/676/CEE, do Conselho de 12 de dezembro de 1991, relativa à proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola. Alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março.

Decreto-Lei n.º 246/2000, de 29 de setembro: define o quadro legal do exercício da pesca marítima dirigida a espécies animais e vegetais com fins lúdicos. Alterado pelos Decretos-Lei n.º 112/2005, de 8 de julho, 56/2007, de 13 de março e 101/2013, de 25 de julho.

Decreto-Lei n.º 232/2007, de 15 de junho: estabelece o regime a que fica sujeita a avaliação dos efeitos de determinados planos e programas no ambiente. Alterado pelo Decreto-Lei n.º 58/2011, de 4 de maio.

Decreto-Lei n.º 127/2008, 21 de julho: regula a execução na ordem jurídica nacional do Regulamento (CE) n.º 166/2006, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 18 de janeiro, relativo à criação do Registo Europeu das Emissões e Transferências de Poluentes.

Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro: estabelece o regime de proteção das águas subterrâneas contra a poluição e deterioração, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/118/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de dezembro, relativa à proteção da água subterrânea contra a poluição e deterioração.

Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho: estabelece o regime de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro, relativa à gestão da qualidade das águas balneares. Alterado pelos Decretos-Lei n.º 113/2012, de 23 de maio e n.º 121/2014, de 07 de agosto.

Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto: estabelece o regime jurídico da deposição de resíduos em aterro, as características técnicas e os requisitos a observar na conceção, licenciamento, construção, exploração, encerramento e pós-encerramento de aterros, transpondo para a ordem jurídica interna a

Diretiva n.º 1999/31/CE, do Conselho, de 26 de abril, relativa à deposição de resíduos em aterros, alterada pelo Regulamento (CE) n.º 1882/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de setembro, aplica a Decisão n.º 2003/33/CE, de 19 de dezembro de 2002, e revoga o Decreto-Lei n.º 152/2002, de 23 de maio.

Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro: estabelece normas de qualidade ambiental (NQA) para as substâncias prioritárias e outros poluentes, tendo em vista assegurar a redução gradual da poluição e alcançar o bom estado das águas superficiais. Este decreto-lei foi alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro.

Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro: estabelece um quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, com o objetivo de reduzir as suas consequências prejudiciais, e transpõe a Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro.

Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de julho: regula a elaboração e a implementação dos planos de ordenamento da orla costeira e estabelece o regime sancionatório aplicável às infrações praticadas na orla costeira, no que respeita ao acesso, circulação e permanência indevidos em zonas interditas e respetiva sinalização.

Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto: estabelece o regime de emissões industriais aplicável à prevenção e ao controlo integrados da poluição, bem como as regras destinadas a evitar e ou reduzir as emissões para o ar, a água e o solo e a produção de resíduos, transpondo a Diretiva n.º 2010/75/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de novembro de 2010, relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição).

Decreto-Lei n.º 150/2015, de 5 de agosto: estabelece o regime de prevenção de acidentes graves que envolvem substâncias perigosas e de limitação das suas consequências para a saúde humana e para o ambiente, transpondo a Diretiva n.º 2012/18/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012, relativa ao controlo dos perigos associados a acidentes graves que envolvem substâncias perigosas. Alterado pelas Leis n.º 71/2018, de 31 de dezembro, 2/2020, de 31 de março, 75-B/2020, de 31 de dezembro e 12/2022, de 27 de junho.

Decreto-Lei n.º 218/2015, de 7 de outubro: procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro, que estabelece as normas de qualidade ambiental no domínio da política da água, transpondo a Diretiva n.º 2013/39/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de agosto de 2013, no que respeita às substâncias prioritárias no domínio da política da água.

Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho: assegura a execução, na ordem jurídica nacional, do Regulamento (UE) n.º 1143/2014, estabelecendo o regime jurídico aplicável ao controlo, à detenção, à introdução na natureza e ao repovoamento de espécies exóticas da flora e da fauna.

Decreto-Lei n.º 73/2020, de 23 de setembro: aprova o regime jurídico do exercício da atividade profissional da pesca comercial marítima e da autorização, registo e licenciamento dos navios ou embarcações utilizadas na referida atividade.

Diretiva 2010/75/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, de 24 de novembro: relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição. Texto relevante para efeitos do EEE).

Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro: Aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Diretiva 2000/60/CE e estabelece as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas (Lei da Água). Alterada pelos Decretos-Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro; n.º 60/2012, de 14 de março; n.º 130/2012, de 22 de junho e pelas Leis n.º 42/2016, de 28 de dezembro e n.º 44/2017, de 19 de junho.

Lei n.º 7/2008, de 15 de fevereiro: Lei da Pesca nas Águas Interiores.

Lei n.º 54/2015, de 22 de junho: bases do regime jurídico da revelação e do aproveitamento dos recursos geológicos existentes no território nacional, incluindo os localizados no espaço marítimo nacional.

Portaria n.º 1115/2009, de 29 de setembro: aprova o Regulamento de Avaliação e Monitorização do Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas.

Portaria n.º 1284/2009, de 19 de outubro: Estabelece o conteúdo dos planos de gestão de bacia hidrográfica.

Portaria n.º 164/2010, de 16 de março: Aprova a lista das zonas vulneráveis e as cartas das zonas vulneráveis do continente.

Portaria n.º 384/2019, de 10 de julho: altera a Portaria n.º 484/2016, de 14 de novembro, que define as artes permitidas, os condicionalismos e os termos do licenciamento do exercício da pesca lúdica, nas águas marinhas da Região Autónoma da Madeira.

Portaria n.º 188/2021, de 8 de setembro: que procede à identificação das zonas sensíveis e das zonas menos sensíveis para efeitos da aplicação do Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho.

Portaria n.º 151/2022, de 22 de março: Regulamenta o regime jurídico da apanha de lapas, no âmbito territorial da RAM, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 11/2006/M, de 18 de abril.

Resolução do Governo Regional n.º 81/2014, de 25 de fevereiro: aprova a 1.ª geração do Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira.

Resolução do Governo Regional n.º 945/2016 de 16 de dezembro: aprova a 2.ª geração do Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira.

Resolução do Conselho do Governo Regional n.º 60/2022, de 7 de fevereiro: aprova o Plano Regional de Emergência de Proteção Civil da Região Autónoma da Madeira.

Decisão de execução (UE) 2019/20 da Comissão de 14 de dezembro de 2018: que adota a sétima atualização da lista dos sítios de importância comunitária da região biogeográfica macaronésica.

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto: estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos. Revoga o Decreto-Lei n.º 74/90, de 7 de março.

Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro: estabelece perímetros de proteção para captações de águas subterrâneas destinadas ao abastecimento público.

Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio: estabelece o regime da utilização dos recursos hídricos. Alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 391- A/2007, de 21 de dezembro e 93/2008, de 4 junho.

Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto: estabelece o regime da qualidade da água destinada ao consumo humano, revendo o Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de setembro, que transpôs para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de novembro.

Decreto Legislativo Regional n.º 27/99/M, de 28 de agosto: regula a detenção, a importação e a introdução no território da Região Autónoma da Madeira de espécies não indígenas da fauna

Decreto Legislativo Regional n.º 5/2006/M, de 2 de março: adapta à Região Autónoma da Madeira o Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro, que procede à revisão da transposição para o direito interno das diretivas comunitárias relativas à conservação das aves selvagens (diretiva aves) e à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens (diretiva habitats) e pelo Decreto-Lei n.º 156-A/2013, de 8 de novembro, que procede à segunda alteração

ao Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, que procedeu à transposição da Diretiva n.º 79/409/CEE, do Conselho, de 2 de abril, relativa à Conservação das Aves Selvagens (Diretiva Aves) e da Diretiva n.º 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio, relativa à Preservação dos Habitats Naturais e da Fauna e da Flora Selvagens (Diretiva Habitats), transpondo a Diretiva n.º 2013/17/UE, do Conselho, de 13 de maio.

Decreto Legislativo Regional n.º 32/2008/M, de 13 de agosto: cria a Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo e consagra o respetivo regime jurídico.

Decreto Legislativo Regional n.º 22/2018/M, de 12 de dezembro: estabelece o regime jurídico da extração comercial de materiais inertes no leito das águas costeiras, territoriais e das águas interiores sujeitas à influência das marés da Região Autónoma da Madeira.

Decreto Regulamentar Regional n.º 3/2014/M, de 3 de março de 2014: procede à classificação das Zonas de Proteção Especial (ZPE) da Região Autónoma da Madeira.

Portaria n.º 1450/2007, de 12 de novembro: fixa as regras do regime de utilização dos recursos hídricos.

Portaria n.º 702/2009, de 06 de julho: estabelece os termos da delimitação dos perímetros de proteção das captações destinadas ao abastecimento público de água para consumo humano, bem como os respetivos condicionamentos.

Portaria n.º 1115/2009, de 29 de setembro: aprova o Regulamento de Avaliação e Monitorização do Estado Quantitativo das Massas de Água Subterrâneas.

Portaria n.º 259/2012, de 28 de agosto: estabelece o programa de ação para as zonas vulneráveis de Portugal continental.

Portaria n.º 40/2016, de 17 de fevereiro: segunda alteração à Portaria n.º 80/2006, de 4 de julho, alterada pela Portaria n.º 5/2009, de 22 de janeiro, que regulamenta a apanha da lapa.

Portaria n.º 102-C/2021, de 14 de maio: procede, para o ano de 2021, à identificação das águas balneares costeiras e de transição e das águas balneares interiores, fixando as respetivas épocas balneares, bem como à identificação das praias de banhos onde é assegurada a presença de nadadores-salvadores.

Resolução n.º 1295/2009, de 2 de outubro: aprova o Plano de Ordenamento e Gestão da Rede de Áreas Marinhas do Porto Santo (POGRAMPPS).

Resolução n.º 1025/2016, de 28 de dezembro: aprova o Plano de Ordenamento para a Aquicultura Marinha da Região Autónoma da Madeira (POAMAR), que constitui um instrumento de apoio ao desenvolvimento da atividade da aquicultura marinha regional.

Resolução de Conselho de Ministros n.º 24/2010, de 1 de abril: aprova a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, cria o painel científico, os grupos de coordenação e de trabalho sectoriais da Estratégia e alarga a composição da Comissão para as Alterações Climáticas a um representante do Ministério da Defesa Nacional e a um representante do Ministério da Saúde.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 53/2020, de 10 de julho: aprova o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030).

Resolução do Conselho de Ministros n.º 56/2015, de 30 de julho: aprova o Quadro Estratégico para a Política Climática, o Programa Nacional para as Alterações Climáticas e a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas, determina os valores de redução das emissões de gases com efeito de estufa para 2020 e 2030 e cria a Comissão Interministerial do Ar e das Alterações Climáticas.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 37/2012, de 27 de março: aprova medidas urgentes tendo em conta a atual situação de seca e cria a Comissão de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca e das Alterações Climáticas.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2017, de 7 de junho: Cria a Comissão Permanente de Prevenção, Monitorização e Acompanhamento dos Efeitos da Seca. Revoga a Resolução do Conselho de Ministros n.º 37/2012, de 27 de março.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 130/2019, de 2 de agosto: Aprova e publica em anexo o Programa de Ação para a Adaptação às Alterações Climáticas (P-3AC). Estabelece as competências da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, I. P.) e do Grupo de Coordenação da ENAAC 2020, no âmbito do referido Programa.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 203-A/2019, de 30 de dezembro: Aprova o Plano de Situação de Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional para as subdivisões Continente, Madeira e Plataforma Continental Estendida.