



Governo dos Açores

Região Autónoma dos Açores
Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas
Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos



plano de gestão da região hidrográfica dos açores (rh9) 2022-2027

Parte 2 - Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico

dezembro de 2021

PLANO DE GESTÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DOS AÇORES

2022-2027

RELATÓRIO TÉCNICO

PARTE 2 – CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA E DIAGNÓSTICO

Este projeto foi executado para:



SECRETARIA REGIONAL DO AMBIENTE E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS
DIREÇÃO REGIONAL DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E DOS RECURSOS HÍDRICOS

por:



Índice de conteúdos

1 Preâmbulo	11
2 Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico	13
2.1 Caracterização territorial	13
2.1.1 Enquadramento geográfico e administrativo	13
2.1.2 Enquadramento jurisdicional e normativo	15
2.1.3 Caracterização do domínio hídrico	17
2.2 Caracterização climatológica	19
2.2.1 Aspetos gerais - O clima dos Açores	20
2.2.2 Os elementos do clima à escala local	22
2.2.3 Distribuição espacial do clima	31
2.3 Caracterização geológica e geomorfológica	31
2.3.1 Geologia	31
2.3.1.1 Enquadramento geodinâmico	31
2.3.1.2 Atividade sísmica	32
2.3.1.3 Atividade vulcânica histórica	35
2.3.1.4 Caracterização geológica do arquipélago	36
2.3.1.5 Caracterização geoquímica do arquipélago	37
2.3.1.6 Caracterização geológica por ilha	38
2.3.2 Geomorfologia	38
2.3.3 Tipos de solo	39
2.3.4 Hidrogeologia	41
2.3.4.1 Enquadramento regional	41
2.3.4.1.1 Caracterização hidrogeológica	41
2.3.4.1.2 Caracterização hidrogeoquímica	45
2.3.4.2 Hidrogeologia por ilha	47
2.3.4.3 Hidrogeoquímica por ilha	47
2.3.5 Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas	47
2.4 Caracterização hidrográfica e hidrológica	48
2.4.1 Rede hidrográfica	48
2.4.2 Balanço hídrico	50
2.4.3 Escoamento anual	50
2.4.4 Valores anuais de cheias e secas	51
2.5 Caracterização socioeconómica	52
2.6 Caracterização do uso do solo e ordenamento do território	52
2.6.1 Capacidade de uso do solo	52
2.6.2 Usos do solo	52
2.6.3 Sistema de gestão territorial	54
2.6.3.1 Enquadramento	54
2.7 Caracterização dos usos e necessidades de água	57
2.8 Caracterização dos serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais	58
2.9 Análise de perigos e riscos	58
2.9.1 Alterações climáticas	58
2.9.1.1 A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática	59
2.9.1.2 A evolução do clima dos Açores	60
2.9.1.3 Cenários e projeções climáticas para os Açores	61
2.9.1.4. Elevação do nível médio do mar	74
2.9.2 Cheias	78

2.9.3 Secas.....	86
2.9.4 Erosão hídrica e transporte de material sólido	88
2.9.5 Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral	88
2.9.6 Movimentos de massas	88
2.9.7 Sismos	91
2.9.8 Vulcões	92
2.9.9 Tsunamis	92
2.9.10 Infraestruturas	93
2.9.11 Poluição accidental	96
2.9.11.1 Poluição tóxica	96
2.9.11.2 Poluição difusa	97

3 | Caracterização das Massas de Água 98

3.1 | Massas de água superficiais 98

3.1.1 Tipos de massas de água	98
3.1.1.1 Delimitação das ecorregiões e dos tipos de massas de água	98
3.1.1.1.1 Ribeiras.....	99
3.1.1.1.2 Lagoas.....	104
3.1.1.1.3 Águas costeiras e de transição	106
3.1.1.1.4 Massas de água fortemente modificadas	109
3.1.1.1.5 Massas de água artificiais (AA)	109
3.1.1.2 Distribuição dos tipos	109
3.1.1.3 Identificação das condições de referência	109
3.1.1.3.1 Ribeiras.....	110
3.1.1.3.2 Lagoas.....	111
3.1.1.3.3 Águas costeiras e de transição	113

3.2 | Massas de água subterrâneas 113

3.2.1 Delimitação das massas de água.....	113
3.2.2 Caracterização das massas de água	113
3.2.2.1 Características gerais dos estratos da área de drenagem.....	113
3.2.2.2 Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis.....	113
3.2.2.3 Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos.....	113
3.2.2.4 Massas de água em risco.....	115

3.3 | Zonas protegidas e áreas classificadas..... 117

3.3.1 Águas superficiais	117
3.3.1.1 Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano	117
3.3.1.2 Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico.....	117
3.3.1.3 Massas de água designadas como água de recreio	118
3.3.1.4 Zonas sensíveis em termos de nutrientes.....	118
3.3.1.5 Zonas que exigem proteção especial para a conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água.....	120
3.3.2 Águas subterrâneas	120
3.3.2.1 Zonas protegidas de interesse para as massas de água subterrâneas.....	121
3.3.2.2 Zonas de infiltração máxima.....	121

3.4 | Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas..... 122

3.4.1 Águas superficiais	122
3.4.1.1 Águas superficiais interiores.....	123
3.4.1.2 Águas costeiras e de transição	123
3.4.2 Águas subterrâneas	123
3.4.2.1 Caracterização das cargas poluentes tóxicas.....	123
3.4.2.2 Avaliação de potenciais impactes associados à poluição tóxica	125
3.4.2.3 Avaliação de potenciais impactes associados à poluição difusa	127
3.4.2.3 Intrusão salina	128
3.4.2.4 Captações de água	129

4 | Redes de Monitorização..... 130

4.1 Rede de monitorização do estado das massas de água	130
4.1.1 Águas superficiais	130
4.1.1.1 Rede de vigilância	131
4.1.1.1.1 Ribeiras	132
4.1.1.1.2 Lagoas	134
4.1.1.1.2.1 Afluentes de lagoas	136
4.1.1.1.3 Águas costeiras e de transição	138
4.1.1.2. Rede operacional	139
4.1.1.2.1 Lagoas	140
4.1.1.3 Rede de investigação	142
4.1.1.4 Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização.....	142
4.1.1.4.1 Rede de monitorização das ribeiras	142
4.1.1.4.2 Rede de monitorização das lagoas	143
4.1.1.4.3 Rede de monitorização de águas costeiras e de transição.....	144
4.1.1.5 Rede de monitorização de zonas protegidas	144
4.1.1.5.1 Zonas balneares	144
4.1.2 Águas subterrâneas	144
4.1.2.1 Enquadramento legislativo comunitário	144
4.1.2.2 Enquadramento legislativo nacional.....	147
4.1.2.3 Monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas	148
4.1.2.4 Monitorização do estado químico das águas subterrâneas	150
4.1.2.4.2 Localização dos pontos de água monitorizados	151
4.1.2.4.3 Parâmetros e frequência de monitorização.....	151
4.1.2.4.4 Avaliação da representatividade e adequabilidade dos programas de monitorização	154
4.1.2.4.4.1 Avaliação da representatividade dos programas de monitorização	154
4.1.2.4.4.2 Avaliação da adequabilidade dos programas de monitorização	155
4.1.2.5 Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas	155
4.1.2.5.1 Enquadramento	155
4.1.2.5.2 Caracterização das redes de monitorização	156
5 Avaliação do Estado das Massas de Água.....	157
5.1 Sistemas de classificação e avaliação do estado das massas de água	157
5.1.1 Águas superficiais	157
5.1.1.1 Metodologia geral	157
5.1.1.2 Estado ecológico	161
5.1.1.2.1 Ribeiras	161
5.1.1.2.1.2 Elementos Biológicos de Qualidade.....	163
5.1.1.2.1.1 Elementos Físico-químicos de Qualidade	164
5.1.1.2.2 Lagoas	166
5.1.1.2.2.1 Elementos Biológicos de Qualidade.....	168
5.1.1.2.2.2 Elementos Físico-químicos de Qualidade	169
5.1.1.2.3 Águas costeiras e de transição	169
5.1.1.3 Estado químico.....	171
5.1.1.3.1 Ribeiras	171
5.1.1.3.2 Lagoas.....	172
5.1.1.3.3 Águas costeiras e de transição	172
5.1.1.4 Estado toxicológico	174
5.1.1.4 Síntese	175
5.1.2 Águas subterrâneas	175
5.1.2.1 Metodologia geral	175

5.1.2.1.1 Estado quantitativo	175
5.1.2.1.2 Estado químico	177
5.1.2.2 Estado quantitativo	177
5.1.2.2.1 Critérios de estado quantitativo	178
5.1.2.2.2 Resultados da avaliação do estado quantitativo	183
5.1.2.3 Estado químico	183
5.1.2.3.1 Critérios de estado químico	184
5.1.2.3.2 Resultados da avaliação do estado químico	190
5.1.2.4 Síntese	190
6 Análise Económica das Utilizações da Água	191
6.1 Importância socioeconómica das utilizações da água	191
6.1.1 Agricultura e Pecuária	193
6.1.2 Indústria Transformadora	194
6.1.3 Turismo	195
6.1.4 Energia	196
6.1.5 Eficiência Setorial das Utilizações da Água	197
6.2 Regime Económico e Financeiro dos Recursos Hídricos	203
6.2.1 Enquadramento	203
6.2.2 Panorama da Região Autónoma dos Açores	206
6.2.3 Situação por ilha	209
6.2.4 Nível de Recuperação dos Custos	209
6.2.5 Perspetivas Futuras	214
6.3 Acessibilidade Económica dos Serviços	215
6.3.1 Enquadramento	215
6.3.2 Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas	215
6.3.3 Perspetivas para os Próximos Ciclos de Planeamento	220
 Bibliografia	223
 ANEXOS	225
Anexo 2.2.I Informação climática disponível e considerações metodológicas	225
Anexo 2.3.I Pontos de água subterrânea	232
Anexo 2.3.II características técnicas dos furos de captação	233
Anexo 2.9.I Precipitação mensal ponderada	234

Índice de Figuras

Figura 2.1.1 Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores.	13
Figura 2.1.2 Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%).	15
Figura 2.2.5 Sazonalidade da precipitação.	29
Figura 2.3.1 Plataforma dos Açores.	31
Figura 2.3.2 Principais estruturas tectónicas da região dos Açores. Legenda: CMA - Crista Média Atlântica; ZFEA - Zona de Fratura Este dos Açores; FG - Falha da Glória; RT - Rifte da Terceira.	32
Figura 2.3.3 Carta epicentral dos eventos registados no arquipélago dos Açores entre 1980 e 31 de Dezembro de 2011.	33
Figura 2.3.4 Localização dos principais sismos históricos na região dos Açores.	34
Figura 2.3.5 Atividade vulcânica histórica no arquipélago dos Açores.	36
Figura 2.3.6 Densidade associada à distribuição de pontos de água por ilha.	42
Figura 2.3.7 Diagrama de caixas (box plot) relativo aos valores de caudal específico na RH9.	43
Figura 2.3.8 Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na RH9.	44
Figura 2.3.9 Diagrama de caixas (box plot) relativo aos valores de transmissividade na RH9.	44
Figura 2.3.10 Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na RH9.	45
Figura 2.3.11 Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em nascentes na RH9.	46
Figura 2.3.12 Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em furos na RH9.	47
Figura 2.6.1 Ocupação do uso solo no Arquipélago dos Açores (%).	53
Figura 2.6.2 Uso do Solo por ilha de acordo com a COS.A/2018 – Nível 1.	53
Figura 2.6.2 Análise COS.A 2018 detalhada para a Classe de Massas de Água – Nível 3.	54
Figura 2.6.3 Âmbitos e tipologias de planos do sistema de gestão territorial da RAA.	55
Figura 2.9.1 Série da evolução das temperaturas máxima e mínimas diárias em Angra do Heroísmo no período de 1942 a 2010 (Azevedo 2016, projeto ProAAcXXIs. Fonte dos dados: IPMA).	61
Figura 2.9.2 Série da evolução das temperaturas máxima e mínimas diárias em Angra do Heroísmo no período de 1970 a 2010 (Azevedo 2016, projeto ProAAcXXIs. Fonte dos dados: IPMA).	61
Figura 2.9.3 Série da evolução das temperaturas máxima e mínimas diárias em Angra do Heroísmo no período de 1980 a 2010 (Azevedo 2016, projeto ProAAcXXIs. Fonte dos dados: IPMA).	61
Figura 2.9.4 Evolução expectável da distribuição das anomalias da precipitação em altitude para as diferentes ilhas dos Açores (projeto ProAAcXXIs)	74
Figura 2.9.5 Evolução Zonas ameaçadas pelo mar.	75
Figura 2.9.6 Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2019.	91
Figura 2.9.6 Energia produzida pelas centrais hídricas da RAA.	95
Figura 3.1.1 Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas de todas ribeiras integrantes da rede de monitorização da Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1).	101
Figura 3.1.2 Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas das ribeiras consideradas de referência na Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1).	102
Figura 3.2.1 Análise espacial utilizada no cruzamento dos mapas temáticos.	115
Figura 4.1.1 Evolução faseada da rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas na RH9.	150
Figura 5.1.1 Verificação do estado ecológico das massas de água superficiais (adaptado de INAG, 2009).	159
Figura 5.1.2 Verificação do estado químico das massas de água superficiais (adaptado de INAG, 2009).	160
Figura 5.1.3 Esquema conceptual do sistema de classificação no âmbito da Diretiva-Quadro da Água/Lei da Água (adaptado de INAG, 2009).	160
Figura 5.1.4 Valor de referência para o índice adotado (IPS) para o tipo de ribeira B-R-C/P/S/P.	163
Figura 5.1.5 Valores de referência para os elementos físico-químicos calculados para o tipo de ribeira B-R-C/P/S/P. A) pH; B) Taxa de Saturação em Oxigénio; C) Condutividade elétrica; D) Carência Bioquímica de Oxigénio; E) Fósforo total e F) Nitratos.	165
Figura 6.1.1 Evolução de indicadores socioeconómicos do setor da Agricultura e Pecuária.	194
Figura 6.1.2 Evolução de indicadores socioeconómicos do setor da Indústria Transformadora.	195
Figura 6.1.3 Evolução de indicadores socioeconómicos do setor do Turismo.	196
Figura 6.1.4 Evolução de indicadores socioeconómicos do setor Energético.	197
Figura 6.1.5 Evolução da produtividade económica da água.	199
Figura 6.1.6 Intensidade da utilização da água por ilha por setor de atividade, 2018.	199
Figura 6.1.7 Evolução da intensidade da utilização da água.	200
Figura 6.1.9 Empregabilidade da água.	202
Figura 6.1.10 Empregabilidade da água por ilha e por setor de atividade, 2018.	202
Figura 6.2.1 Componentes do custo da água e instrumentos económicos e financeiros.	204
Figura 6.2.2 Componentes da Taxa de Recursos Hídricos (TRH).	205
Figura 6.2.7 Nível de recuperação de custos das entidades gestoras para o serviço de abastecimento de água nos Açores.	211
Figura 6.2.8 Nível de recuperação de custos das entidades gestoras para o serviço de saneamento de águas residuais nos Açores.	213
Figura 6.2.9 Evolução do nível de recuperação de custos.	214
Figura 6.3.1 Acessibilidade económica dos serviços de abastecimento de água.	217
Figura 6.3.2 Índice de Equidade Final por Distrito.	219
Figura 6.3.3 Acessibilidade económica dos serviços de saneamento de águas residuais.	220

Índice de Quadros

Quadro 2.2.3 Valores normais da precipitação mensal nas diferentes ilhas dos Açores (estações do IPMA).....	28
Quadro 2.2.4 Contributo (%) de cada mês para a precipitação anual de cada ilha.....	28
Quadro 2.3.1 Principais sismos históricos sentidos no arquipélago dos Açores.....	34
Quadro 2.3.2 Recursos hídricos subterrâneos e taxas de recarga máxima e mínima por ilha.....	48
Quadro 2.6.1 Área ocupada por classe de Uso do Solo por ilha, ha (COS.A/2018 – Nível 1).....	53
Quadro 2.6.2 Síntese das orientações estratégicas e das respetivas linhas de intervenção do PRA.....	56
Quadro 2.9.1 Tendências da temperatura em Angra do Heroísmo (Azevedo, 2016). Fonte: IPMA.....	60
Quadro 2.9.2 Anomalias médias anuais das temperaturas máxima, mínima e média (°C) para todas as ilhas.....	62
Quadro 2.9.3 Anomalias da precipitação anual (%) para todas as ilhas.....	64
Quadro 2.9.4 Grupo Ocidental – anomalias da precipitação (%) por agrupamento de meses.....	64
Quadro 2.9.5 Grupo Central – anomalias da precipitação (%) por agrupamento de meses.....	65
Quadro 2.9.6 Grupo Oriental – anomalias da precipitação (%) por agrupamento de meses.....	66
Quadro 2.9.7 Grupo Ocidental – anomalias da temperatura máxima (°C) por agrupamento de meses.....	67
Quadro 2.9.8 Grupo Ocidental – anomalias da temperatura mínima (°C) por agrupamento de meses.....	68
Quadro 2.9.9 Grupo Oriental – anomalias da temperatura máxima (°C) por agrupamento de meses.....	68
Quadro 2.9.10 Grupo Oriental – anomalias da temperatura mínima (°C) por agrupamento de meses.....	69
Quadro 2.9.11 Grupo Central – anomalias da temperatura máxima (°C) por agrupamento de meses.....	70
Quadro 2.9.12 Grupo Central – Anomalias da temperatura mínima (°C) por agrupamento de meses.....	71
Quadro 2.9.13 Eventos ocorridos na RAA associados a galgamentos e inundações costeiras.....	76
Quadro 2.9.14 Medidas propostas no PGRI, 2016.....	81
Quadro 2.9.15 Eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as bacias hidrográficas selecionadas (PGRIA – 2º ciclo de planeamento).....	85
Quadro 2.9.16 Escala de classificação do SPI de acordo com a intensidade de seca (McKee, Doesken & Klein, 1993; 1995).....	88
Quadro 2.9.17 Quadro resumo das centrais hídricas da RAA.....	95
Quadro 3.1.1 Lista de fatores utilizados na definição da tipologia das ribeiras na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores.....	99
Quadro 3.1.2 Tipologia identificada para a categoria rios na Região Hidrográfica do Arquipélago dos Açores.....	103
Quadro 3.1.3 Tipologia identificada para a categoria rios na Região Hidrográfica do Arquipélago dos Açores.....	103
Quadro 3.1.4 Lista de fatores utilizados na definição da tipologia de lagoas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores.....	104
Quadro 3.1.5 Massas de água designadas da categoria lagos na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores.....	106
Quadro 3.1.6 Lista de fatores propostos para a definição da tipologia das águas superficiais costeiras e de transição da RH9.....	107
Quadro 3.1.7 Lista de tipos propostos para a categoria “Água Costeira” nos Açores.....	108
Quadro 3.1.8 Lista de tipos propostos para a categoria “águas de transição” nos Açores.....	108
Quadro 3.1.9 Principais características das massas de água artificiais identificadas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores.....	109
Quadro 3.1.10 Locais de referência para o tipo de ribeiras existente na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores.....	111
Quadro 3.1.11 Lista das pressões com impacte significativo nas lagoas dos Açores utilizada por Gonçalves <i>et al.</i> (2006b).....	111
Quadro 3.1.12 Locais de referência para os dois tipos de lagoas existentes na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores.....	112
Quadro 3.2.1 Classes de potencial de recarga.....	114
Quadro 3.4.1 Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação.....	126
Quadro 4.1.1 Massas de água da categoria rios abrangidas pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA.....	132
Quadro 4.1.2 Elementos de qualidade analisados no âmbito da rede de monitorização de vigilância das massas de água da categoria rios da RH9 e respetiva periodicidade.....	132
Quadro 4.1.3 Massas de água da categoria lagos abrangidas pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA (SRAM, INAG 2006) e de vulnerabilidade de acordo com a Diretiva Nitratos (INAG, DGADR, 2008).....	134
Quadro 4.1.4 Elementos de qualidade analisados no âmbito da rede de monitorização de vigilância das massas de água da categoria lagos da RH9 e respetiva periodicidade.....	135
Quadro 4.1.5 Afluentes de lagoas abrangidos pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9.....	136
Quadro 4.1.6 Elementos de qualidade analisados nos afluentes de lagoas no âmbito da rede de monitorização das massas de água superficiais da RH9 e respetiva periodicidade.....	137
Quadro 4.1.7 Frequência da monitorização para os elementos de qualidade das águas superficiais costeiras e de transição.....	140
Quadro 4.1.8 Massas de água da categoria lagos abrangidas pela rede operacional das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA (SRAM, INAG 2006) e de vulnerabilidade de acordo com a Diretiva Nitratos (INAG, DGADR, 2008).....	141
Quadro 4.1.9 Parâmetros analisados no âmbito da rede de monitorização operacional das massas de água da categoria lagos da RH9.....	141
Quadro 4.1.10 Caracterização dos programas de monitorização do estado químico das águas subterrâneas de acordo com a legislação em vigor (face à realidade geográfica da RH9 excluem-se as disposições relativas às massas de água transfronteiriças).....	147
Quadro 4.1.13 Composição das redes de monitorização antigas e atual para a observação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH9.....	151
Quadro 4.1.14 Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados às redes antigas e atual de monitorização de vigilância do estado químico.....	152

Quadro 4.1.15 Normas de qualidade aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.	154
Quadro 4.1.16 Lista de poluentes inerentes à determinação do estado químico das massas de água subterrâneas de acordo com o Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro.	154
Quadro 5.1.1 Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de rios de acordo com a DQA.	161
Quadro 5.1.2 Valores de referência e fronteiras para o tipo de ribeira B-R-C/P/S/P.	164
Quadro 5.1.3 Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para o único tipo de rios considerado na Região Hidrográfica Açores.	165
Quadro 5.1.4 Valores fronteira entre as classes de estado ecológico com base nos poluentes específicos para o único tipo de rios considerado na Região Hidrográfica Açores.	165
Quadro 5.1.5 Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de lagos de acordo com a DQA.	166
Quadro 5.1.6 Critérios de pontuação de cada uma das métricas fitoplanctónicas (baseadas na média anual) para cálculo do índice fitoplanctónico de integridade biótica (P-IBI), diferenciados pelos dois tipos de lagoas (Gonçalves, 2008)	167
Quadro 5.1.7 Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico (em RQE) com base no fitoplâncton para os tipos de lagos da Região Hidrográfica Açores.	169
Quadro 5.1.8 Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para os tipos de lagos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores.	169
Quadro 5.1.9 Elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e elementos físico-químicos a considerar.	170
Quadro 5.1.10 Valores fronteira entre as classes de estado químico com base nas substâncias prioritárias monitorizadas no único tipo de rios considerado na Região Hidrográfica Açores.	171
Quadro 5.1.11 Valores fronteira entre as classes de estado químico com base na substância prioritária monitorizada (clorpirifos) nos tipos de lagos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores.	172
Quadro 5.1.12 Normas de Qualidade Ambiental para substâncias prioritárias (Parte A do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)	172
Quadro 5.1.13 Normas de Qualidade Ambiental para outros poluentes (Parte B do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro)	174
Quadro 5.1.14 Critérios para definição do estado toxicológico com base na cianotoxina monitorizada (microcistinas-LR) nas lagoas designadas como vulneráveis e das lagoas do Fogo e Canário pertencentes aos tipos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores.	174
Quadro 6.1.1 Contributo dos principais setores utilizadores de água da RH9 para a economia nacional e regional (%) em 2019.	193
Quadro 6.1.2 Importância e eficiência setorial da utilização da água para a economia regional em 2018.	198
Quadro 6.2.1 Programa de Apoio à Aquisição de Medidores de Caudal, 2019.	208
Quadro 6.2.2 Programa de Apoio à Aquisição de Contadores de Água Potável, 2019.	208
Quadro 6.2.3 Nível de recuperação de custos (abastecimento de água)	210
Quadro 6.3.2 Ranking de equidade no acesso à água para famílias numerosas.	218



| Preâmbulo

A Parte 2 apresenta a “Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico” da RH9, no que respeita aos seus elementos territoriais, geológicos e geomorfológicos, hidrográficos e hidrológicos, socioeconomia, usos e necessidades de água e serviços de abastecimento e saneamento, caracterização das massas de água, das redes de monitorização e, por fim, à análise económica da água.

Considerando as especificidades territoriais e de recursos hídricos da RH9, a apresentação destes elementos será estruturada numa primeira abordagem e caracterização geral dos aspetos comuns (também metodológicos) para a RH9, no presente volume, e a caracterização específica, nesses temas, para cada uma das ilhas da RAA é, por sua vez, apresentada em nove volumes específicos, anexos a este.

Assim, para além do presente volume, integram a presente Parte 2 os seguintes documentos:

- Volume 1 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico - Santa Maria;
- Volume 2 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico - São Miguel;
- Volume 3 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico - Terceira;
- Volume 4 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico - Graciosa;
- Volume 5 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico - São Jorge;
- Volume 6 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico - Pico;
- Volume 7 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico – Faial;
- Volume 8 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico - Flores;
- Volume 9 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico - Corvo.

A Parte 2 do PGRH-Açores 2022-2027 reporta os conteúdos desenvolvidos para a fase de caracterização, tendo como ano de referência o ano de 2018, 2019 ou o ano mais recente disponível.



2 | Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico

2.1 | Caracterização territorial

2.1.1 | Enquadramento geográfico e administrativo

O arquipélago dos Açores localiza-se na região Nordeste do Oceano Atlântico (Figura 2.1.1) ocupando uma zona intermédia, com características climáticas subtropicais, delimitada pelas seguintes coordenadas geográficas (extremas): entre 39° 43' 23" (Ponta Norte – ilha do Corvo) e 36° 55' 43" (Ponta do Castelo – ilha de Santa Maria) de Latitude Norte; entre 24° 46' 15" (Ilhéus das Formigas – ilha de Santa Maria) e 31° 16' 24" (Ilhéu de Monchique – ilha das Flores) de Longitude Oeste (SREA, 2008).



Figura 2.1.1 | Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores.

As ilhas dos Açores emergem do fundo oceânico nas proximidades da Dorsal Média Atlântica, estando alinhadas segundo um eixo com orientação geral WNW-ESE, facto concordante com a disposição das principais fraturas tectónicas que marcam a geodinâmica desta região. A insularidade e o isolamento do arquipélago são fatores determinantes da geografia regional, como se comprova pelo grande distanciamento às costas continentais circundantes: cerca de 1500km da Europa (Portugal Continental) e de 3900km da América do Norte. A separação máxima entre ilhas ultrapassa os 600km, considerando uma linha que liga o Corvo a Santa Maria. A disposição

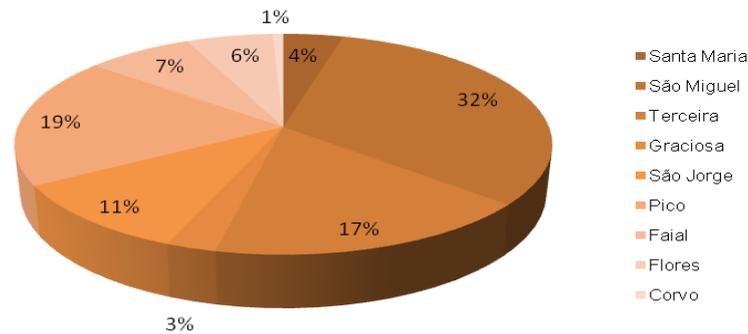
longitudinal das ilhas determina que a Subzona Económica Exclusiva (ZEE) dos Açores tenha uma superfície aproximada de 953.633km², a qual corresponde a 55% e a 16% da ZEE de Portugal e da União Europeia, respetivamente.

Apesar do considerável afastamento entre os Açores e a Madeira (900km), as Canárias (1150km) e Cabo Verde (2200km) e ainda da aparente falta de relação entre o vulcanismo originário das ilhas, estes quatro arquipélagos constituem a Região da Macaronésia, declarada como ecorregião pela Diretiva-Quadro da Água (Região Ibérico-Macaronésica). Os condicionalismos biogeográficos, designadamente a circunstância insular, justificam o valioso património natural destas ilhas atlânticas, que acolhem 19% dos tipos de habitats listados no Anexo I e a 28% das plantas do Anexo II da Diretiva Habitats.

No plano da União Europeia, os Açores, conjuntamente com outros arquipélagos e departamentos ultramarinos (Madeira, Canárias, Guadalupe, Martinica, Reunião e Guianas), integram o grupo das designadas regiões ultraperiféricas (RUP), as quais beneficiam de um tratamento discricionário positivo no âmbito das políticas comunitárias. As debilidades estruturais destas regiões derivam do isolamento geográfico, grande distância ao continente europeu, fragmentação territorial e escassez de recursos endógenos, entre outras. O princípio da ultraperiféricidade, enquanto contingência do desenvolvimento económico e social das RUP, foi definitivamente consagrado no artigo n.º 299.2 do Tratado de Amesterdão.

No contexto da organização administrativa nacional, os Açores constituem uma Região Autónoma da República Portuguesa (Lei n.º 39/80, de 22 de agosto), dotada de um estatuto político-administrativo e de órgãos de governo próprio (Assembleia Legislativa Regional e Governo Regional), cujos departamentos possuem competências em matérias de interesse regional. Na presente legislatura (XIII Governo Regional dos Açores - Decreto Regulamentar Regional n.º 28/2020/A, de 10 de dezembro, retificado pela Declaração de Retificação n.º 3/2020/A, de 24 de dezembro) compete à Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas (SRAAC), designadamente à Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (DROTRH) o planeamento e a gestão dos recursos hídricos.

A superfície do arquipélago dos Açores totaliza 2322km², representando 2,6% do espaço nacional (88967km²). Contudo, as nove ilhas exibem uma acentuada desigualdade territorial, variando entre os 744,6km² (São Miguel) e os 17,1km² (Corvo), a maior e a mais pequena parcela, respetivamente. Cinco têm dimensões intermédias, Pico (444,8km²), Terceira (400,3km²), São Jorge (243,7km²), Faial (173,1km²) e Flores (141,0km²), enquanto Santa Maria (96,9km²) e Graciosa (60,7km²) têm a menor representatividade. As três maiores ilhas (São Miguel, Pico e Terceira) correspondem a quase 70% da superfície total do arquipélago (Figura 2.1.2). Tratam-se de valores aproximados, conforme referido na fonte de informação utilizada.



Fonte: SREA, Açores em Números (2013)

Figura 2.1.2 | Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%).

As ilhas dos Açores são convencionalmente agrupadas tendo em consideração a proximidade geográfica: Grupo Ocidental (Corvo e Flores); Grupo Central (Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial); e Grupo Oriental (São Miguel e Santa Maria). Atendendo à sua posição, o Grupo Central constitui o núcleo insular do arquipélago, ficando os Grupos Oriental e Ocidental a uma distância de 150km e de 240km, respetivamente. As consequências da insularidade revelam-se particularmente sensíveis nas duas ilhas mais ocidentais, pequenas em termos de dimensão e mais afastadas dos principais centros de decisão.

No que concerne à divisão administrativa, os Açores integram 19 concelhos e 156 freguesias. Como polos de desenvolvimento económico e social, que contrastam com o restante território rural, salientam-se as seis cidades açorianas: Ponta Delgada, Lagoa e Ribeira Grande (São Miguel), Angra do Heroísmo e Praia da Vitória (Terceira) e Horta (Faial). Nestes centros urbanos está instalada grande parte da população, dos serviços e das atividades produtivas, designadamente nas ex-capitais de distrito (Ponta Delgada, Angra do Heroísmo e Horta), que reúnem valências de escala regional.

2.1.2 | Enquadramento jurisdicional e normativo

A Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro (Diretiva Quadro da Água – DQA) transposta para direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água)¹ e complementada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de março que estabelece o quadro de ação comunitária no domínio da política da água.

A Diretiva 2014/101/EU da Comissão, de 30 de outubro, altera a Diretiva Quadro da Água e é transposta ao direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 42/2016, de 1 de agosto, que altera a Lei n.º 77/2006, relativo às normas respeitantes à monitorização da qualidade das águas.

Em termos nacionais, o Decreto-Lei n.º 76/2016, de 9 de novembro, aprova o Plano Nacional da Água, nos termos do n.º 4, do artigo 28º da Lei da Água.

Ainda no âmbito comunitário merecem menção a Diretiva n.º 2014/89/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de julho, que estabelece um quadro para o ordenamento do espaço marítimo comunitário, e a Diretiva 2017/845/EU da

¹ Retificada pela Declaração de Retificação n.º 11-A/2006, de 23 de fevereiro.

Comissão, que altera a Diretiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de junho, designada por Diretiva Quadro Estratégia Marinha (DQEM), que determina o marco de ação comunitária no domínio da política para o meio marinho.

Nos termos estatuídos na alínea vv) do artigo 4.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que aprova a Lei da Água, entende-se por Região Hidrográfica, “a área de terra e de mar constituída por uma ou mais bacias hidrográficas contíguas e pelas águas subterrâneas e costeiras que lhes estão associadas, constituindo-se como a principal unidade para a gestão das bacias hidrográficas”, ou seja, a região hidrográfica é a unidade principal de planeamento e gestão das águas, tendo por base a bacia hidrográfica, conforme refere o n.º 2 do artigo 3.º da Lei da Água.

O artigo 6.º da Lei da Água consagra as várias regiões hidrográficas existentes no espaço nacional, nomeadamente a RH9 (que compreende todas as bacias hidrográficas do arquipélago).

De acordo com a norma consagrada no n.º 2 do artigo 9.º da Lei da Água, a RH9 definirá as estruturas institucionais que assegurarão a sua administração e de acordo com os atos legislativos previstos no artigo 101.º.

A alínea a) do n.º 6 do artigo 9.º da lei anteriormente citada refere que compete à ARH, através dos seus órgãos, “elaborar e executar os planos de gestão de bacias hidrográficas”, com o conteúdo previsto no artigo 29.º daquela Lei da Água.

A nível regional, no quadro programático do Plano Regional da Água da RAA, concretizado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A, de 23 de abril, determinou-se a reforma do modelo institucional de planeamento e gestão da água com o objetivo de o adequar aos novos desafios colocados pela implementação do Plano.

O PGRH-Açores 2022-2027, tal como referido, constitui uma iniciativa da SRAAC, através da DROTRH, no âmbito do modelo regional de implementação da Diretiva Quadro da Água (DQA), transposta para o domínio nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água) (e subseqüentes alterações), que submete para a elaboração de planos de gestão de recursos hídricos e requer a análise e implementação de um conjunto de medidas e ações que permitam atingir os objetivos ambientais conducentes à garantia do Bom estado das massas de água, bem como o desenvolvimento de um modelo de análise económica das utilizações deste recurso.

Esta análise foi suportada pela consulta de documentos de referência relativos à gestão sustentável e valorização dos recursos hídricos a nível regional, nacional e comunitário, bem como no Guia Metodológico Preliminar para a Elaboração de Planos de Gestão de Recursos Hídricos, nos PGRH-Açores (1.º Ciclo - aprovado pela Resolução do Conselho do Governo n.º 24/2013, de 27 de março e 2.º ciclo – aprovado pela Decreto Legislativo Regional n.º 1-A/2017/A, de 6 de fevereiro) e nas Questões Significativas para a Gestão da Água para elaboração do PGRH-Açores 2016-2021 e 2022-2027 (disponibilizadas ao público para consulta e recolha de sugestões). De salientar que o referido guia metodológico foi elaborado no âmbito do Projeto AQUAMAC II – Técnicas e Métodos para a Gestão Sustentável da Água na Macaronésia (2ª fase), sob responsabilidade da anterior SRAM, atual Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas (SRAAC), direcionado para as atividades preconizadas no designado objetivo 6 do AQUAMAC II – Desenvolvimento da monitorização e investigação das massas de água com vista ao cumprimento da Diretiva Quadro da Água na Macaronésia. Deteção de especificidades e troca de experiências.

Refira-se que estas componentes devem ser estabelecidas e articuladas num processo integrado de elaboração dos Relatórios de Progresso 1 para as restantes ilhas e de integração no PGRH-Açores 2022-2027, garantindo dessa forma

a coerência estratégica e a exequibilidade física e financeira das suas ações, bem como a sua consistência no quadro dos objetivos e metas estabelecidas no primeiro ciclo de planeamento de recursos hídricos a nível regional (corporizado pelo Plano Regional da Água).

2.1.3 | Caracterização do domínio hídrico

A recolha de informação sobre o Domínio Hídrico foi efetuada, essencialmente através da análise dos IGT relevantes, nomeadamente, os Planos Diretores Municipais (PDM), os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e os Planos de Ordenamento da Bacias Hidrográficas de Lagoas (POBHL). A anterior SRAM, atual SRAAC, foi igualmente consultada, sobre esta matéria. Da mesma forma foi também analisada a legislação pertinente, nomeadamente a Lei n.º 54/2005 de 15 de novembro, na sua versão mais recente, dada pela Lei n.º 31/2016, de 23 de agosto, a Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro, a Portaria n.º 931/2010 de 20 de setembro e a Portaria n.º 61/2012 de 31 de maio (referente à delimitação de perímetros de proteção de diversas captações da RAA).

O procedimento administrativo de delimitação do domínio público hídrico (DPH), definido sucintamente como a forma pela qual é fixada a linha que define a estrema dos leitos e margens do DPH confinantes com terrenos de outra natureza, tem então a sua base legal na referida Lei n.º 31/2016, de 23 de agosto, regulamentado pelo Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de outubro.

O DPH encontra-se definido no artigo 2.º da Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, que estabelece a titularidade dos recursos hídricos. O domínio público hídrico, como constante na referida Lei, compreende “o domínio público marítimo, o domínio público lacustre e fluvial e o domínio público das restantes águas” podendo “pertencer ao Estado, às Regiões Autónomas e aos municípios e freguesias.”

De acordo com o disposto no artigo 5.º da mesma Lei, o domínio público hídrico lacustre e fluvial compreende:

- *Cursos de água navegáveis ou fluviáveis, com os respetivos leitos, e ainda as margens pertencentes a entes públicos;*
- *“Lagos e lagoas navegáveis ou fluviáveis, com os respetivos leitos, e ainda as margens pertencentes a entes públicos;*
- *Cursos de água não navegáveis nem fluviáveis, com os respetivos leitos e margens, desde que localizados em terrenos públicos, ou os que por lei sejam reconhecidos como aproveitáveis para fins de utilidade pública, como a produção de energia elétrica, irrigação, ou canalização de água para consumo público;*
- *Canais e valas navegáveis ou fluviáveis, ou abertos por entes públicos, e as respetivas águas;*
- *Albufeiras criadas para fins de utilidade pública, nomeadamente produção de energia elétrica ou irrigação, com os respetivos leitos;*
- *Lagos e lagoas não navegáveis ou fluviáveis, com os respetivos leitos e margens, formados pela natureza em terrenos públicos;*

- *Lagos e lagoas circundados por diferentes prédios particulares ou existentes dentro de um prédio particular, quando tais lagos e lagoas sejam alimentados por corrente pública;*
- *Cursos de água não navegáveis nem flutuáveis nascidos em prédios privados, logo que transponham abandonados os limites dos terrenos ou prédios onde nasceram ou para onde foram conduzidos pelo seu dono, se no final forem lançar-se no mar ou em outras águas públicas.”*

Contudo, o Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de outubro, que regulamenta o procedimento administrativo da delimitação do DPH, revela-se inadequado ao contexto da RAA, tendo por isso sido criado o Decreto Legislativo Regional n.º 18/2010/A, de 21 de maio. Este diploma revelou ser ainda insuficiente, por se limitar à adaptação e regulação da aplicação do Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de outubro.

Com a entrada em vigor do novo Decreto Legislativo Regional n.º 8/2020/A, de 30 de março, foi criado o novo “*Regime jurídico do processo de delimitação e desafetação do domínio público hídrico na Região Autónoma dos Açores*”. Este novo regime resulta essencialmente das alterações introduzidas pela Lei n.º 31/2016, de 23 de agosto, que estabelece a titularidade dos recursos hídricos, conferindo responsabilidade e competência à RAA para a criação dos seus próprios processos administrativos, nomeadamente quanto aos procedimentos de delimitação dos leitos e margens dominiais e da constituição das respetivas comissões de delimitação.

O Decreto Legislativo Regional n.º 8/2020/A, de 30 de março, subdivide-se em três capítulos:

- *“Delimitação dos leitos e margens dominiais”:*

Este capítulo tem por objetivo final a delimitação do que é DPH e os demais prédios contíguos. O procedimento pode ser de iniciativa pública ou por impulso dos proprietários (sejam públicos ou privados).

Importa ainda fazer referência à Portaria n.º 62/2020 de 20 de maio de 2020, pois é neste diploma regional que se estabelecem os elementos necessários para dar início ao procedimento de delimitação do DPH de terrenos integrados em áreas confinantes com esse mesmo domínio.

- *“Desafetação do domínio público hídrico”;*

Este capítulo fundamenta o procedimento administrativo através do qual é fixada a linha que define a estrema dos leitos e margens do DPH confinantes com terrenos de outra natureza. Define, assim, uma metodologia única para situações diversas, quer sejam referentes ao DPH lacustre e fluvial, quer respeitantes à desafetação do domínio público marítimo, que poderão ser definidos por decreto legislativo regional.

- *“Reconhecimento da propriedade privada sobre parcelas de leitos e margens públicas”.*

Este capítulo segue o procedimento supra indicado quanto à Delimitação dos Leitos e Margens, ainda que com algumas adaptações, cabendo aos tribunais comuns, em ação judicial passível de contestação pelo Presidente do Governo Regional, decidir sobre a propriedade ou a posse de parcelas de leitos ou margens públicas, desde que não estejam em causa: terrenos que estejam localizados junto à crista das arribas alcantiladas; situações em que entre os terrenos e a margem se interponha

uma via regional ou municipal ou quando os terrenos estejam integrados em núcleos urbanos consolidados; pois estes cenários constituem propriedade privada, nos termos do referido diploma, e, portanto, dispensam qualquer processo de delimitação.

Não há utilização do domínio hídrico público para navegação, com exceção de algumas lagoas, uma vez que nenhuma das linhas de água das ilhas do Arquipélago dos Açores apresenta características que permitam a navegabilidade de embarcações.

No que refere às atividades com impactes no domínio hídrico, destaca-se a extração de inertes. A existência de cursos de água com características lênticas leva a que se formem zonas de sedimentação de material inerte no leito desses cursos de água, locais que são, normalmente, aproveitados para a extração de inertes, dada a facilidade de remoção dos mesmos, e devido à circunstância da sua remoção contribuir, de maneira geral, para a melhoria de aspetos ecológicos dos cursos de água, nomeadamente decorrentes das condições de escoamento. Os cursos de água existentes na Região, são, na sua maioria, de regime torrencial, pelo que as zonas de deposição de detritos erodidos não se verificam no leito dos cursos de água, mas sim nos meios em que afluem, lagoa ou oceano. Esta situação exclui assim, para a maioria das situações, a extração de inertes dos leitos dos cursos de água. Excecionalmente a extração de inertes é efetuada em locais afetos ao Domínio Hídrico.

Na tentativa de evitar situações irreversíveis de deterioração da qualidade das águas subterrâneas e proibição de construção e ocupação em áreas de risco elevado (por exemplo, habitações localizadas em leito de cheia dos cursos de água), é fundamental adotar medidas, que passam pelo levantamento do atual estado das áreas do Domínio Hídrico, e contribuam para a aplicação e implementação eficaz dos mecanismos legais existentes.

2.2 | Caracterização climatológica

Tal como nas versões anteriores, a presente caracterização é feita com recurso à interpretação temporal e espacial das variáveis precipitação, temperatura, humidade, vento, insolação, radiação global e evapotranspiração das diferentes ilhas, a partir das quais se procede ao respetivo balanço hídrico, bem como à respetiva interpretação e classificação climática de acordo com os métodos de Köppen e Thornthwaite.

No presente documento, atendendo às razões que adiante se mencionam, opta-se por uma abordagem hidrológica baseada em duas metodologias, uma, de natureza estatística, baseada nos dados disponíveis nas estações meteorológicas existentes nas diferentes ilhas (situadas a baixa altitude), a partir das quais se estimam alguns parâmetros hidrológicos relevantes para a caracterização de “anos secos” “anos normais” e “anos húmidos” para aquelas localizações, uma outra, baseada em técnicas de modelação numérica, que permitem a generalização das condições correspondentes a “anos normais” à totalidade do território.

Esta opção assenta na baixa representatividade espacial dos dados disponíveis face às características específicas dos territórios em apreciação, pelo que a avaliação das diferentes componentes em análise é feita com recurso a modelos especialmente desenvolvidos pela Universidade dos Açores para ambientes insulares de orografia complexa (Azevedo 1996; Azevedo *et al.* 1998, 1999; Azevedo *et al.* 2002; Azevedo *et al.* 2008; Paredes *et al.* 2018); os quais foram

validados e aplicados no âmbito de diferentes trabalhos já publicados² onde se apresentam alguns dos argumentos conceptuais e de validação (ver mais no repositório bibliográfico do autor em SCOPUS ID: 6603239456).

A distribuição dos elementos climáticos para cada uma das ilhas é gerada a partir de modelos específicos em formato numérico a partir de linguagem FORTRAN®, em ambiente LINUX cujas matrizes são suscetíveis de análise hidrológica no mesmo ambiente, ou, em alternativa, importadas para formato “raster” no contexto de coberturas GeoTIFF de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

2.2.1 | Aspetos gerais - O clima dos Açores

O clima do Arquipélago dos Açores é essencialmente ditado pela localização geográfica das ilhas no contexto da circulação global atmosférica e oceânica e pela influência da massa aquática da qual emergem.

De uma forma muito geral o seu clima pode ser caracterizado pela sua amenidade térmica, pelos elevados índices de humidade do ar, por taxas de insolação pouco elevadas, por chuvas regulares e abundantes e por um regime de ventos

²*Azevedo, E.B.; Rodrigues, M.C. (2008) - "MODELO RR4_ISLANDS (*runoff recharge*) - Uma aproximação à infiltração e ao escoamento em pequenas ilhas vulcânicas" – Workshop Internacional sobre Clima e Recursos Naturais nos Países de Língua Portuguesa -WSCRA08- Março de 2008.

*2002 - AZEVEDO, E. B.; RODRIGUES, A.C.; DIOGO, P.A.; RODRIGUES, M.C.(2002) – MODELO RR3 – INFILTRAÇÃO E ESCOAMENTO EM PEQUENAS ILHAS VULCÂNICAS – APROXIMAÇÃO GENÉRICA À QUANTIFICAÇÃO DA INFILTRAÇÃO E DO ESCOAMENTO NAS ILHAS DOS AÇORES – Proc.6º Congresso da Água, p.193. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Porto;

*Azevedo E.B. (1996) - MODELAÇÃO DO CLIMA INSULAR À ESCALA LOCAL, modelo CIELO aplicado à ilha Terceira (modelo original) - Tese de Doutoramento, especialidade de Ciências do Ambiente pela Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 247p.

* Paredes, P., Fontes, J. C., Azevedo, E. B., & Pereira, L. S. (2018) – Daily reference crop evapotranspiration in the humid environments of Azores islands using reduced data sets: accuracy of FAO-PM temperature and Hargreaves Samani methods. *Theoretical and Applied Climatology*, 134(1–2), 595–611. <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2295-2>;

* Paredes, P., Fontes, J. C., Azevedo, E. B., & Pereira, L. S. (2018). Daily reference crop evapotranspiration with reduced data sets in the humid environments of Azores islands using estimates of actual vapor pressure, solar radiation, and wind speed. *Theoretical and Applied Climatology*, 134(3–4), 1115–1133. <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2329-9>;

* Miranda, P.M.; Valente, M.V.; Tomé, A.; Azevedo, E.B.; Trigo, R.; Aguiar, R.;-(2006)- “Cenários Climáticos Futuros” – in CLIMAAT_II, Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos, FEDER-INTERREG_IIIB, Açores Madeira e Canárias – D. Santos e R. Aguiar (editores) – DRA da Madeira, pgs.24-33.

* MIRANDA, P.M.; A., M.A. VALENTE, A.R. TOMÉ, R. TRIGO, M. F. COELHO, A. AGUIAR, E. B. AZEVEDO (2006): “O CLIMA DE PORTUGAL NOS SÉCULOS XX E XXI”, F. D. Santos e P. Miranda (editores) Alterações Climáticas em Portugal - Cenários Impactos e Medidas de Adaptação - Projeto SIAM_II, Gradiva, Lisboa, 2006.

* SANTOS, F.D; VALENTE M.A.; MIRANDA P.M.A.; AGUIAR A., AZEVEDO, E.B.; TOMÉ A.; COELHO F.E. (2004): “CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN THE AZORES AND MADEIRA ISLANDS”, *World Resource Review*, 16, No 3, 473-491.

* AZEVEDO, J. M. M., WALLENSTEIN, N., PORTEIRO, J. M., AZEVEDO, E. B. E SILVA, R. (2004) - ASSOREAMENTO DE LAGOS VULCÂNICOS: O CASO PARTICULAR DAS LAGOAS DO CALDEIRÃO, ILHA DO CORVO, AÇORES. Anais da 8ª Conferência Nacional de Ambiente. Univ. Nova de Lisboa, 31 de outubro.

*AZEVEDO, E.B.; PEREIRA, L. S.; ITIER, B. (1999) – “MODELING THE LOCAL CLIMATE IN ISLAND ENVIRONMENTS: WATER BALANCE APPLICATIONS” – *AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT* 40 (1999) 393-403;

* AZEVEDO, E.B.; PEREIRA, L. S.; ITIER, B. (1999) – “SIMULATION OF LOCAL CLIMATE IN ISLANDS ENVIRONMENTS USING A GIS INTEGRATED MODE” – *Emerging Technologies for Sustainable Land Use and Water Management*. – Musy et al. (Eds.), P. 24 .Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne, Switzerland.

* Azevedo, e. b.; Pereira, l. s.; Itier, b. (1998) – Modeling the Local Climate in Islands Envrinments. Orographic Clouds Cover – In: R.S.Schmenauer & Bridman (Eds.). First International Conference on Fog and Fog Collection. IDRC, Ottawa, canada. Pp 433-436.

vigorosos que rondam o arquipélago acompanhando o evoluir dos padrões de circulação atmosférica à escala da bacia do Atlântico Norte.

O clima das Ilhas apresenta, no entanto, uma sazonalidade medianamente marcada que se reflete nos diferentes elementos que o caracterizam. As quatro estações do ano, típicas dos climas temperados, são reconhecíveis. Os invernos, podendo ser chuvosos, não se manifestam excessivamente rigorosos. A ocorrência de neve, sendo esporádica, só ocorre nas zonas altas. A precipitação ocorre durante todo o ano, mesmo nos meses de estio, embora nestes com muito menor expressão. A precipitação de origem frontal é significativamente reforçada pela precipitação de origem orográfica no interior de cada ilha. Os verões são amenos e significativamente mais ensolarados do que o resto do ano. São raros, no entanto, os dias de céu completamente limpo. Os períodos tempestuosos, sendo mais frequentes de inverno podem, no entanto, ocorrer em fins de verão e no outono por efeito de esporádicas tempestades tropicais em evolução próximo do arquipélago. Violentas tempestades, quer de origem tropical quer provocadas por células depressionárias provenientes das latitudes mais setentrionais do Atlântico Norte Ocidental são responsáveis por numerosos episódios de precipitação, ora intensa, ora persistente, com os consequentes impactes nos regimes de drenagem (na sua maioria de caráter torrencial), bem como no que diz respeito à erosão e aos fenómenos de deslizamento de massa decorrentes da saturação e alteração da agregação dos solos, da alteração da estabilidade de vertentes e taludes, e do derrube e transporte de grandes quantidades de massa vegetal.

Em termos gerais, muito embora se verifique uma variação das condições climáticas de um extremo ao outro do arquipélago e se observe uma variação espacial significativa dentro de cada ilha, o seu clima no litoral pode ser classificado genericamente de mesotérmico húmido com características oceânicas.

De acordo com a classificação de Köppen o clima dos Açores está abrangido pela categoria dos climas “temperados quentes (grupo C), caracterizados por apresentarem verão e inverno e a temperatura média do mês mais frio ser inferior a 18°C mas superior a -3°C”. A distribuição espacial das ilhas conduz, no entanto, a que o seu clima possa ser classificado (de Leste para Oeste) de transição entre os subgrupos Cs e Cf, respetivamente, “transitando de clima chuvoso temperado com verão seco, a clima chuvoso temperado, húmido em todas as estações”. “Ainda de acordo com o mesmo sistema, a amenidade do clima das ilhas pode ser enfatizada pela conjugação da letra b a estes dois códigos passando ambos, Csb e Cfb, a significar que a temperatura média do mês mais quente não ultrapassa em média os 22°C. As características oceânicas acentuam-se de Oriente para Ocidente, revelando-se as ilhas das Flores e Corvo as que apresentam características mais oceânicas.

Localizado em plena bacia do Atlântico Norte, a norte da influência predominante dos ventos Alísios e em pleno cinturão subtropical de células de altas pressões, o arquipélago dos Açores situa-se numa zona de transição e de confrontação de massas de ar de proveniência tropical e massas de ar mais frio de origem polar. Suficientemente afastado das costas continentais, as massas de ar de proveniência continental que o atingem à superfície revelam-se descaracterizadas e com forte incremento de propriedades associadas ao seu percurso marítimo. Em altitude, as massas de ar superior, de trajeto mais direto e de proveniência mais remota, continental e mesmo transcontinental, podem, em algumas circunstâncias, fazer sentir diretamente o seu efeito à superfície, sobretudo nas zonas mais altas das ilhas, situação geralmente traduzida por circunstâncias anormais de secura do ar. Não menos raramente, o ar em circulação na atmosfera livre transporta até ao arquipélago suspensões sólidas, nomeadamente, cinzas vulcânicas ou areias finas do deserto do Saara as quais afetam esporadicamente o clima radiativo e a qualidade do ar.

A dinâmica do clima do arquipélago é determinada pelo evoluir do campo de pressão atmosférica sobre o Atlântico Norte. Às cristas e talvegues barométricos associados ao regime geral de circulação condicionada pela massa do Continente Americano e pela massa aquática atlântica, sobrepõem-se os anticiclones semipermanentes atlânticos subtropicais dos quais se destaca a configuração recorrente anticiclónica do Atlântico Norte, genericamente designada por Anticiclone dos Açores. A norte destes sistemas prevalece uma circulação de Oeste e a zona de transição para o ar polar, zona de significativo gradiente barométrico e térmico, designada por Frente Polar. Ao longo desta evoluem os meandros depressionários intercalados por cristas anticiclónicas que, em deslocação para Leste, são responsáveis, em larga medida, pelo ritmo sincopado do estado do tempo no arquipélago sobretudo nos meses de inverno.

Ocupando uma posição central na bacia do Atlântico Norte, as ilhas dos Açores são assediadas por regimes de circulação do ar provenientes de vários quadrantes de acordo com o seu posicionamento relativo à evolução do campo da pressão ao longo do tempo. No inverno, a tendência de posicionamento do Anticiclone dos Açores, mais para sul, acompanhando o deslocamento da célula de Hadley no sentido da Zona Intertropical de Convergência (ZITC), permite uma descida da Frente Polar aproximando-se esta do arquipélago. Nos meses de verão, pelo contrário, a deslocação do Anticiclone mais para norte, condicionado pela migração latitudinal da ZITC, conduz ao afastamento da frente Polar e das perturbações que lhe estão associadas para latitudes mais elevadas.

Com carácter de maior raridade, sobretudo nos fins de verão e no outono, malgrado a posição setentrional que o arquipélago ocupa, pode este ser afetado pela passagem de ciclones tropicais, ou de tempestades tropicais derivadas destes, umas vezes resultantes de intrusões oportunistas destes sistemas provenientes das baixas latitudes, outras, em circulação de retorno, de volta ao atlântico, após um percurso próximo ou mesmo sobre o Continente Americano. Destes sistemas, muitas vezes já em vias de dissipação, resultam muitas das piores tempestades a que o arquipélago se vê sujeito.

A relação do arquipélago com o subsistema climático oceânico é determinante para a configuração do respetivo clima. A sua importância manifesta-se a vários níveis dos processos climáticos, nomeadamente, os energéticos, os dinâmicos e os termodinâmicos.

Manifestando os seus efeitos de uma forma integrada, o papel do oceano é determinante quer nos processos de ciclogénese, quer pela fonte de vapor de água à atmosfera que constitui, quer pela sua ação termorreguladora resultante das importantes trocas energéticas à sua superfície, nomeadamente, em calor sensível e calor latente. A importante reserva de energia que representa conduz a que, à latitude dos Açores, durante a maior parte do ano (8 a 9 meses) o oceano ceda energia à atmosfera.

Neste contexto, a corrente quente do Golfo, embora com trajeto zonal principal a latitudes mais elevadas - mas cujos meandros derivativos atingem a proximidade ou mesmo a latitude dos Açores - assume importância relevante. A sua influência faz-se sentir por efeito da fonte de energia e vapor de água que constitui, bem como pela barreira que oferece à incursão de águas mais frias de proveniência mais setentrional. Devido a ela o arquipélago revela condições de amenidade singulares, nomeadamente, no que respeita à temperatura, em comparação com outras localidades costeiras à mesma latitude.

2.2.2 | Os elementos do clima à escala local

A insolação e a radiação solar

A quantidade de energia proveniente da radiação solar calculada (metodologia sugerida em Allen *et al.* 1994)³ para uma superfície horizontal no topo da atmosfera à latitude média dos Açores (38°N) é da ordem dos 42MJ por m² dia⁻¹ por altura do solstício de verão, decrescendo para 15MJ por m² dia⁻¹ por altura do solstício de inverno. No entanto, dadas as circunstâncias de atenuação da radiação ao longo do seu trajeto pela atmosfera, nomeadamente, devido à nebulosidade típica destes territórios, estes valores são significativamente diferentes dos observados à superfície das ilhas. Por altura do verão aqueles valores ficam reduzidos, em média, a 20MJ por m² dia⁻¹, enquanto que no inverno não ultrapassam os 6MJ por m² dia⁻¹.

Ao se situar numa zona atlântica de confrontação de massas de ar com características distintas, o arquipélago está grande parte do tempo sujeito a nebulosidade de origem frontal. Por outro lado, pelo facto de se apresentarem como obstáculos à progressão de massas de ar húmido que, por efeito da orografia, é obrigado a contornar o relevo em altitude, as ilhas, sobretudo as mais compactas, estão grande parte do tempo sob a influência de nebulosidade de origem orográfica. Destas circunstâncias resulta que o arquipélago apresente um índice de insolação baixo, da ordem dos 35% em média anual, quando comparado com o total de horas de insolação possíveis. Este facto traduz-se em, aproximadamente, 1 600 horas de sol descoberto por ano. A insolação é significativamente superior junto ao litoral quando comparada com a observada em altitude. A insolação é, também, tal como seria de esperar, maior nos meses de verão, com predominância para os meses de julho e agosto. Tende, por outro lado, a ser superior nas ilhas mais baixas, nomeadamente, em Santa Maria, Graciosa e Faial. Pese embora o facto de, na generalidade do tempo, as ilhas estarem sob a influência de nebulosidade orográfica, acontece porém que, algumas vezes, o topo das ilhas mais altas está acima do manto de nuvens. Esta situação conduz localmente a elevados valores de intensidade da radiação solar.

A pressão atmosférica

A localização geográfica do arquipélago no contexto do campo de pressão à escala da bacia do Atlântico Norte conduz a que a pressão atmosférica nos Açores seja, por norma, superior à média planetária.

Os valores da pressão atmosférica quando reduzida ao nível do mar variam pouco de um extremo ao outro do arquipélago apresentando-se ligeiramente mais elevados nas ilhas do grupo Oriental quando comparados com os valores observados nas ilhas mais Ocidentais. Os valores médios mensais mais baixos, próximos dos 1 018hPa, ocorrem em todas as ilhas no período de inverno com predominância para o mês de fevereiro. Os valores mais altos da pressão atmosférica ocorrem em julho e rondam os 1 024hPa.

No interior das ilhas a pressão atmosférica decresce condicionada pela variação da altitude e de acordo com a evolução das características das massas de ar que sobre elas circulam. Adotando a variação da pressão de acordo com o modelo da atmosfera padrão, verifica-se uma diminuição da pressão, aos 1 000 metros de altitude de cerca de 110hPa, quando comparada com a observada ao nível do mar. No cimo da montanha do Pico (2 351m de altitude) a diminuição, nas mesmas circunstâncias de comparação, será próxima dos 250hPa.

³ Allen, R. G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998) – *Crop Evaporation. Guidelines for computing crop water requirements* – FAO 56 – Roma.

A passagem dos diferentes sistemas atmosféricos conduz a variações significativas da pressão; de uma forma brusca à passagem das frentes, decrescendo à proximidade das depressões extratropicais ou aumentando aquando da predominância do Anticiclone dos Açores.

A temperatura do ar

Junto ao litoral a temperatura média anual em todo o arquipélago ronda os 17,5°C. Nas mesmas circunstâncias de localização os valores médios mensais são sempre superiores a 10°C.

A temperatura varia regularmente ao longo do ano, sendo, em média, máxima em agosto e próxima dos 22,0°C. As temperaturas médias mensais mais baixas ocorrem em fevereiro situando-se próximas dos 14,5°C. Em altitude, a temperatura decresce de forma regular, à razão de 0,9°C por cada 100 metros (gradiente adiabático seco) até ser atingida a temperatura do ponto de orvalho a uma altitude que se situa, em média entre os 400 e os 600 metros. A partir daí, dada a cedência de energia à atmosfera pelo processo de condensação, a temperatura decresce de uma forma menos brusca, à razão média de 0,6°C por cada 100 metros (aproximação ao gradiente adiabático para o ar saturado). Por sua vez, a amplitude média anual da variação diurna é baixa, próxima dos 5°C, tendo tendência a ser superior na costa norte das ilhas.

A humidade relativa do ar

A humidade relativa do ar dos Açores caracteriza-se por ser elevada ao longo de todo o ano apresentando valores médios mensais próximos dos 80%.

São raros os dias em que se observam valores abaixo dos 50% (3 a 4 dias por ano junto ao litoral) e são mais de 60 os dias do ano em que a humidade relativa atinge, no litoral, valores superiores a 90%.

Os valores da humidade relativa variam ao longo do dia acompanhando de forma inversa a evolução diária da temperatura do ar. De manhã a humidade relativa do ar situa-se, em média, próximo dos 80%, decresce ligeiramente até aos 77% por meados da tarde, subindo para os 87% durante a noite.

Dada a predominante origem tropical das massas de ar que assolam as ilhas por sul, bem como aos fenómenos de condensação e deposição de água nas zonas mais altas, a humidade do ar tende a ser inferior na costa norte quando comparada com a observada nas costas viradas a sul. Por outro lado, esta assimetria é reforçada pelo facto de quando a circulação atmosférica provém de norte, o ar apresentar-se por norma significativamente mais seco.

Situações sinópticas particulares podem originar oscilações anormais nos valores da humidade relativa. Em altitude, a humidade relativa do ar tende a aumentar, acompanhando de forma inversa a evolução negativa da temperatura, enquanto que, ao mesmo tempo, a humidade absoluta diminui. No interior das ilhas, sensivelmente a partir dos 400 metros de altitude, é atingido com frequência o ponto de saturação. Podem, no entanto, em condições particulares de circulação atmosférica, as zonas de maior altitude das ilhas mais altas, como no caso da Ilha do Pico, ficarem sujeitas a ar de extrema secura em circulação na atmosfera livre acima da camada limite planetária, com taxas de humidade que chegam a valores abaixo dos 10%.

A precipitação

Os Açores encontram-se localizados numa zona do Atlântico a que corresponde uma precipitação média anual ao nível do mar que varia entre os 700 e os 900mm. No entanto, o impulso orográfico a que o ar se vê obrigado à proximidade das ilhas conduz a que junto ao litoral a precipitação anual já seja superior a este valor.

A precipitação anual junto ao litoral das ilhas dos Açores cresce de Leste para Oeste acompanhando o incremento das características oceânicas do seu clima, variando entre os 775mm observados na ilha de Santa Maria até aos 1 700mm observados na ilha das Flores. Os meses de setembro a março concentram 75% do total da precipitação anual. A este período do ano correspondem dois terços dos dias em que se observa precipitação. Sendo por norma abundante a precipitação no arquipélago dos Açores caracteriza-se por alguma irregularidade interanual cuja amplitude pode atingir valores significativos superiores a 1000 mm.

Em altitude, a precipitação aumenta de forma significativa, determinada ora pelos mecanismos que contribuem para a formação e adensamento da nebulosidade orográfica, ora por precipitação de origem convectiva decorrente do impulso orográfico dado ao ar que atinge as ilhas com características de grande instabilidade ou de instabilidade condicional.

Com base na série de observações da precipitação mensal de Angra do Heroísmo (1874 a 2008, a que correspondem 131 anos hidrológicos) é possível constatar que a sua variabilidade interanual é elevada, podendo atingir valores próximos dos 1 000mm (Figura 2.2.1).

Efetuada-se a análise de distribuição dos valores da precipitação anual registada na mesma série foram obtidos os parâmetros estatísticos constantes no Quadro 2.2.1, bem como a respetiva distribuição por classes de frequência apresentada nas Figuras 2.2.2 e 2.2.3, verificando-se que os valores mais frequentes se concentram na classe de 950mm a 1 100mm, representando 32% das ocorrências.

Com base no ensaio de ajustamento a várias leis de distribuição (Figura 2.2.4) foram estimados os valores para os períodos de retorno de 2, 2.33, 5,10, 20, 25, 50,100, 500 e 1000 anos da precipitação anual em Angra do Heroísmo apresentados no Quadro 2.2.2. Com base nos resultados apurados, verifica-se que a precipitação estimada para os anos secos (cujos valores são excedidos em 80% dos anos) apresentam precipitação abaixo dos 885mm, enquanto que os anos húmidos apresentam valores acima dos 1 245mm (valores excedidos em 20% dos anos).

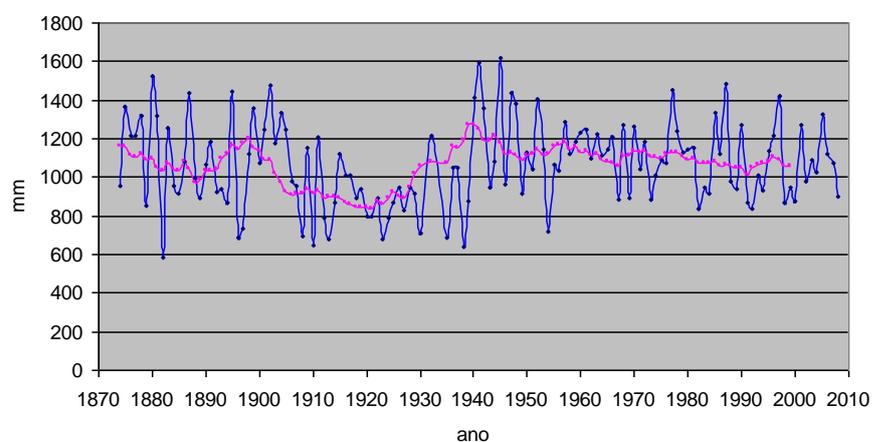


Figura 2.2.1 | Precipitação anual em Angra do Heroísmo no período de 1874 a 2008 (série de referência. Fonte dos dados: IPMA. Tratamento e interpretação em Azevedo 2009).

Quadro 2.2.1 | Precipitação anual em Angra do Heroísmo (1874/2008)

Média	1 069,5
Erro-padrão	18,8
Mediana	1 040,8
Moda	1 201,5
Desvio-padrão	215,5
Variância da amostra	46 437,2
Intervalo	1 060,8
Mínimo	621,0
Máximo	1 681,8
Contagem	131

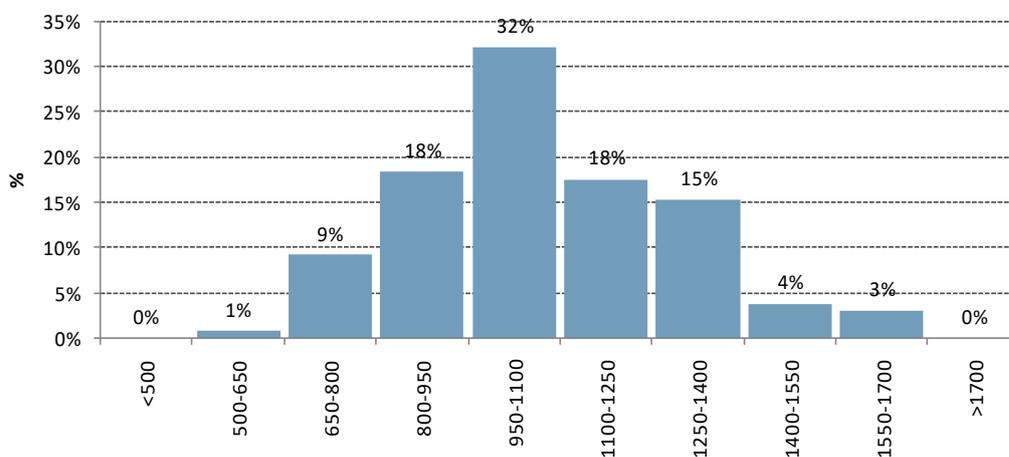


Figura 2.2.2 | Distribuição percentual da precipitação anual em mm por classes de frequência em Angra do Heroísmo (1874/2008).

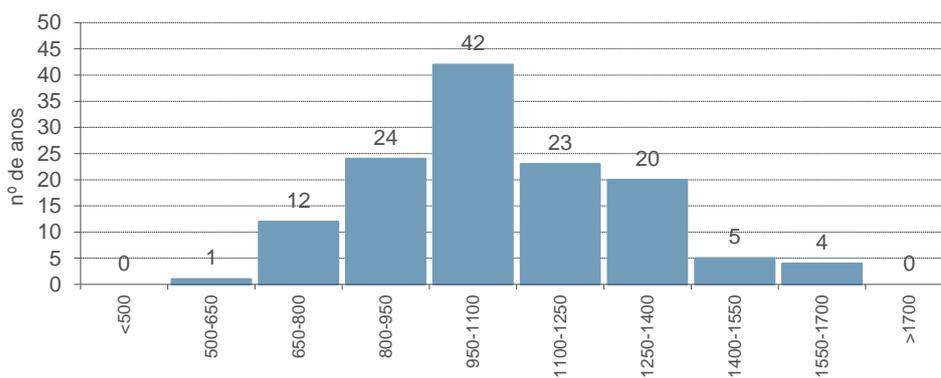


Figura 2.2.3 | Distribuição em número de anos da precipitação anual em mm por classes de frequência em Angra do Heroísmo (1874/2008).

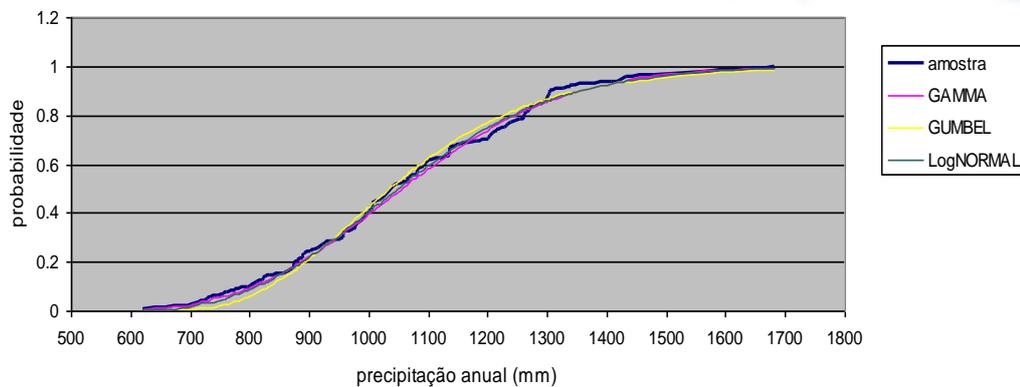


Figura 2.2.4 | Ajustamento estatístico da precipitação (1874/2008) às leis de GAMMA, GUMBEL e LogNORMAL.

Quadro 2.2.2 | Valores da precipitação anual estimada para vários períodos de retorno em Angra do Heroísmo. Valores médios e limites para anos húmidos e anos secos.

		Terceira Angra	
T	F(x)	mm	
2	0.5	1055	
2.33	0.57	1093	
5	0.8	1245	
10	0.9	1353	
20	0.95	1447	
25	0.96	1475	
50	0.98	1557	
100	0.99	1634	
500.00	0.998	1796	
1000.00	0.999	1860	
anos secos	<	885	
anos médios		1093	
anos húmidos	>	1245	

Com base na comparação da série de referência de Angra do Heroísmo com as das restantes ilhas do arquipélago (Quadro 2.2.3) procedeu-se à análise da capacidade da mesma ser representativa dos respetivos regimes precipitação, pese embora as diferenças nos montantes observados. Para o efeito, compararam-se os valores ponderados do contributo de cada mês para o total da precipitação (Quadro 2.2.4), tendo em vista verificar os graus de coincidência dos diferentes regimes sazonais da precipitação por ilha (Figura 2.2.5).

Pese embora as diferenças nos montantes observados em cada ilha, constata-se que existe uma correlação significativa entre os regimes de precipitação ao longo do ano entre o conjunto de ilhas conforme se pode observar na Figura 2.2.6. Esta circunstância permite-nos inferir os regimes da precipitação e respetivos períodos de retorno para as restantes ilhas a partir das equações de regressão em função da série de referência, cujos valores são posteriormente ajustados com base no desvio para os respetivos montantes médios anuais (ver Quadro 2.2.6).

Quadro 2.2.3 | Valores normais da precipitação mensal nas diferentes ilhas dos Açores (estações do IPMA)

Ilha	Terceira	São Miguel	Santa Maria	S. Jorge	Graciosa	Pico	Faial	Flores	Corvo		
Altitude (m)	74	35	100	40	30	50	60	28	28		
Normais	1961/90	1961/90	1961/90	1935/60	1935/60	1935/60	1961/90	1970/90	1961/81	Média	Desv. Pad.
Out	121,3	112,6	83,8	115,8	88,8	100,9	100,5	154,4	110,2	109,8	20,8
Nov	131,9	130,5	101,7	128,4	90,6	89,7	114,6	199,2	131,6	124,2	33,0
Dez	135,8	126,8	95,3	128,3	98,0	106,7	120,2	220,8	130,4	129,1	37,3
Jan	133,3	133,4	100,5	171,2	122,3	128,3	111,5	214,3	144,0	139,9	34,3
Fev	127,1	107,3	85,6	135,2	100,5	105,8	98,2	199,6	119,9	119,9	33,6
Mar	104,0	100,4	78,6	145,3	109,6	119,5	80,9	142,3	99,7	108,9	23,5
Abr	92,1	72,0	54,9	90,2	59,9	64,5	65,0	114,4	76,5	76,6	19,1
Mai	52,5	53,1	29,9	66,8	56,4	61,8	56,0	107,4	62,5	60,7	20,4
Jun	49,8	36,7	22,4	44,5	43,9	42,5	48,8	87,1	49,9	47,3	17,2
Jul	34,2	29,5	24,9	35,6	36,2	26,6	35,0	57,8	55,9	37,3	11,8
Ago	52,9	38,4	40,5	36,2	39,2	37,8	53,6	92,6	67,4	51,0	18,7
Set	90,7	86,4	57,1	96,8	73,0	72,2	89,7	126,2	96,6	87,6	19,5
Ano	1 125,6	1 027,1	775,2	1 194,3	918,4	956,3	974,0	1 716,1	1 144,6	1 092,4	267,1

Quadro 2.2.4 | Contributo (%) de cada mês para a precipitação anual de cada ilha

Ilha	Terceira	São Miguel	Santa Maria	S. Jorge	Graciosa	Pico	Faial	Flores	Corvo	Média
Out	10,8	11,0	10,8	9,7	9,7	10,6	10,3	9,0	9,6	10,2
Nov	11,7	12,7	13,1	10,8	9,9	9,4	11,8	11,6	11,5	11,4
Dez	12,1	12,3	12,3	10,7	10,7	11,2	12,3	12,9	11,4	11,8
Jan	11,8	13,0	13,0	14,3	13,3	13,4	11,4	12,5	12,6	12,8
Fev	11,3	10,4	11,0	11,3	10,9	11,1	10,1	11,6	10,5	10,9
Mar	9,2	9,8	10,1	12,2	11,9	12,5	8,3	8,3	8,7	10,1
Abr	8,2	7,0	7,1	7,6	6,5	6,7	6,7	6,7	6,7	7,0
Mai	4,7	5,2	3,9	5,6	6,1	6,5	5,7	6,3	5,5	5,5
Jun	4,4	3,6	2,9	3,7	4,8	4,4	5,0	5,1	4,4	4,3
Jul	3,0	2,9	3,2	3,0	3,9	2,8	3,6	3,4	4,9	3,4
Ago	4,7	3,7	5,2	3,0	4,3	4,0	5,5	5,4	5,9	4,6
Set	8,1	8,4	7,4	8,1	7,9	7,5	9,2	7,4	8,4	8,0
Ano	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

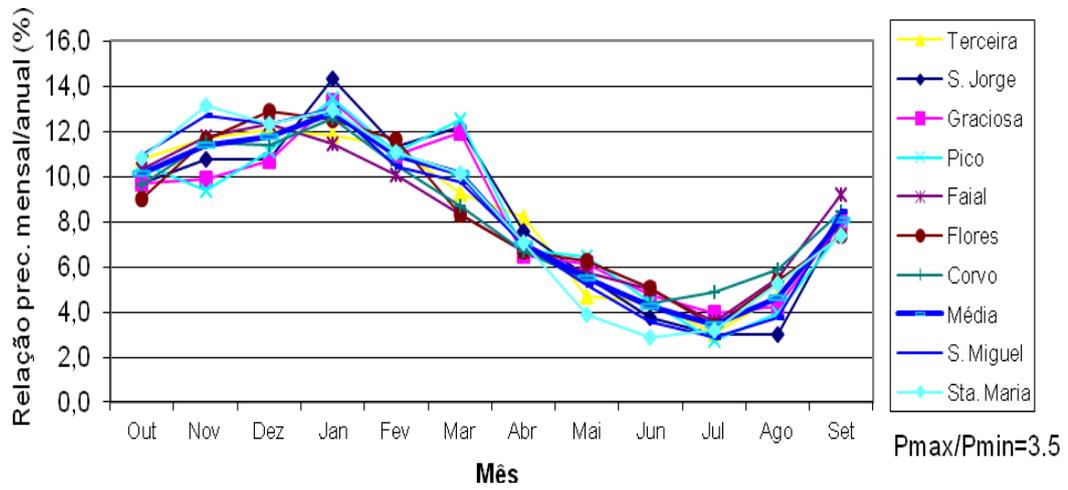
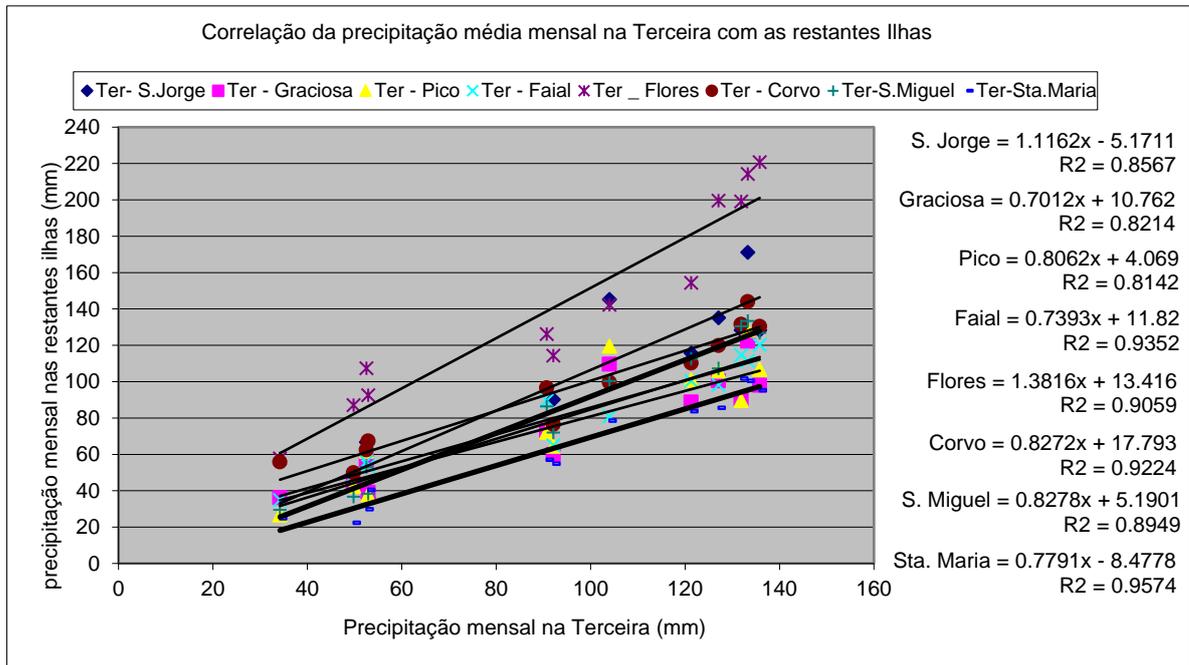


Figura 2.2.5 | Sazonalidade da precipitação.



Quadro 2.2.6 | Valores da precipitação anual estimada para todas as ilhas e para vários períodos de retorno (T). Valores médios e limites para anos secos e húmidos

valores da precipitação anual estimada para vários períodos de retorno (T)
valores médios e limites para anos secos e ano húmidos

		Terceira	S. Miguel	St. Maria	S. Jorge	Graciosa	Pico	Faial	Flores	Corvo
		Angra	P. Delgada	Aeroporto	Calheta	Sta.Cruz	Madalena	Horta	Sta.Cuz	VN do Corvo
T	F(x)	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2	0.5	1055	1012	763	1178	910	946	965	1699	1135
2.33	0.57	1093	1050	793	1221	937	977	993	1752	1167
5	0.8	1245	1204	912	1391	1043	1099	1105	1960	1291
10	0.9	1353	1313	997	1511	1117	1185	1183	2107	1378
20	0.95	1447	1408	1070	1615	1180	1259	1250	2233	1452
25	0.96	1475	1437	1093	1647	1199	1281	1270	2271	1475
50	0.98	1557	1520	1158	1739	1255	1346	1328	2381	1540
100	0.99	1634	1598	1218	1824	1306	1406	1382	2483	1600
500.00	0.998	1796	1763	1347	2005	1414	1533	1496	2699	1725
1000.00	0.999	1860	1830	1398	2077	1457	1584	1541	2785	1775
anos secos	<	885	841	632	989	789	808	838	1462	993
anos médios		1093	1012	793	1221	937	977	993	1752	1167
anos húmidos	>	1245	1204	912	1391	1042	1098	1105	1960	1291

O regime de ventos

O vento é uma constante do clima açoriano. Ao longo ano o vento sopra de forma regular, mais moderado nos meses de verão, e de forma mais intensa nos meses de inverno.

Situadas em plena zona de confluência de diferentes sistemas de circulação atmosférica, as ilhas são abordadas tanto por ventos que derivam do bordo superior do Anticiclone dos Açores, como por aqueles gerados a partir dos sistemas depressionários associados à evolução dos meandros da Frente Polar.

Durante todo o ano predominam os ventos do quadrante Oeste. No entanto, devido à significativa dispersão geográfica do arquipélago, verifica-se um incremento dessa predominância das ilhas do grupo oriental para as do grupo ocidental.

O regime médio dos ventos junto ao litoral é, em larga medida, “viciado” pela topografia. A sua velocidade média anual é da ordem dos 17km h-1. Nos meses de inverno, a velocidade média aproxima-se dos 20km h-1, enquanto que, nos meses de verão, o seu valor decresce para valores próximos dos 10km h-1. Soprando em rajadas é raro o ano em que estas não atinjam velocidades próximas ou mesmo superiores aos 100km h-1. Verifica-se um aumento médio da velocidade do vento das ilhas do grupo oriental para as do grupo ocidental. Em todas as ilhas a velocidade do vento aumenta com a altitude, assumindo porém maior regularidade na sua orientação.

De uma forma geral, de inverno, a evolução sincopada dos sistemas depressionários a norte do arquipélago conduz a que os ventos rondem as ilhas por norte e de Oeste para Leste. Durante o verão, com a subida em latitude dos sistemas de altas pressões, as ilhas são assediadas por ventos de Sudoeste. Em determinadas circunstâncias, o bordo mais meridional do arquipélago pode ser atingido pela circulação dos ventos Alísios. Circunstâncias anormais devidas à passagem de tempestades tropicais geram ventos fortes cuja direção decorre do trajeto do sistema depressionário em relação ao posicionamento das diferentes ilhas.

A análise específica das variáveis climáticas para cada uma das ilhas da RH9 consta dos nove volumes específicos, nomeadamente nos subcapítulos 2.2.2.1 a 2.2.2.4.

2.2.3 | Distribuição espacial do clima

Esta análise específica por ilha consta dos Volumes de 1 a 9 da presente Parte 2.

2.3 | Caracterização geológica e geomorfológica

2.3.1 | Geologia

2.3.1.1 | Enquadramento geodinâmico

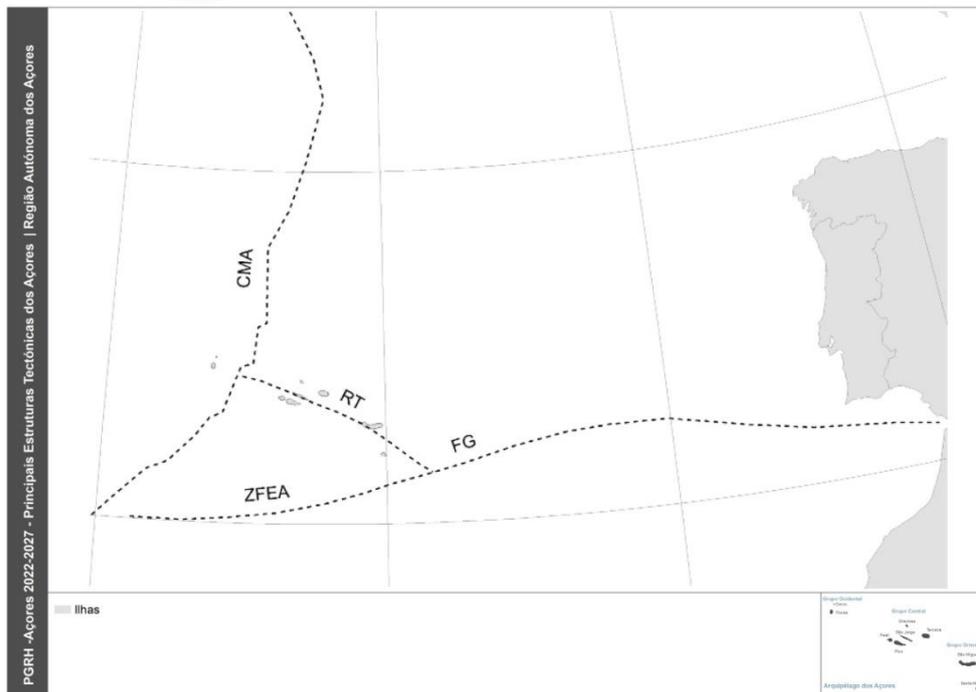
Os edifícios vulcânicos que correspondem às diversas ilhas do arquipélago dos Açores emergem a partir da designada Plataforma dos Açores, uma região de forma grosseiramente triangular, onde a crosta oceânica apresenta um espessamento de cerca de 60% (Searle, 1980), definida pela linha batimétrica dos 2 000m (Needham e Francheteau, 1974) (Figura 2.3.1).

Esta região do Atlântico Norte corresponde a um ponto triplo onde contactam as placas litosféricas Americana, Africana e Euroasiática, sendo a dinâmica regional dominada pela presença de importantes estruturas tectónicas, de entre as quais se destacam a Crista Média Atlântica (CMA), a Zona de Fratura Este dos Açores (ZFEA) e o Rifte da Terceira (Figura 2.3.2). Este complexo enquadramento estrutural da região dos Açores é, ainda, alvo de alguma controvérsia científica, nomeadamente no que concerne ao modelo evolutivo da junção tripla dos Açores, e reflete-se através de uma importante atividade sísmica e vulcânica.



Fonte: Needham e Francheteau, 1974

Figura 2.3.1 | Plataforma dos Açores.



Fonte: Pacheco et al., 2011

Figura 2.3.2 | Principais estruturas tectónicas da região dos Açores. Legenda: CMA - Crista Média Atlântica; ZFEA - Zona de Fratura Este dos Açores; FG - Falha da Glória; RT - Rifte da Terceira.

A CMA estende-se segundo a direção N-S a norte dos Açores, e inflete para sudoeste nesta região. Trata-se de uma estrutura muito ativa do ponto de vista sismogénico e vulcânico, dotada de uma importante componente distensiva. Esta estrutura separa a placa Americana das placas Euroasiática e Africana.

A ZFEA insere-se no maior elemento tectónico ativo latitudinal do globo, a Cadeia Alpina. A ZFEA é um acidente tectónico sismogénico, caracterizado por um movimento predominante de desligamento direito que, no troço Açores – Gibraltar (Falha Gloria) marca a fronteira entre as placas Euroasiática e Africana, sendo o seu limite ocidental menos bem definido.

O Rifte da Terceira, com orientação geral WNNW-ESSE definida pelo alinhamento das ilhas dos grupos Central e Oriental, converge a oeste com a CMA e a leste com a Falha Gloria. Trata-se de uma estrutura caracterizada por um comportamento distensivo e de desligamento, associada a fenómenos sismogénicos e vulcânicos.

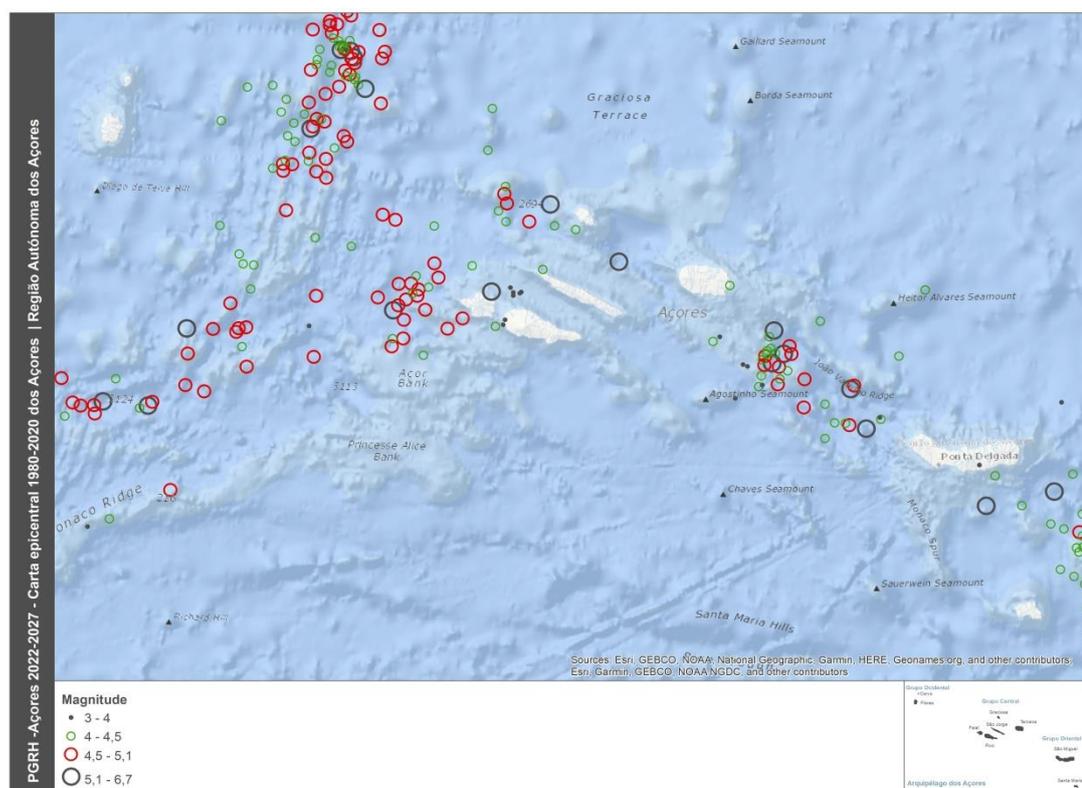
Em sentido restrito, o Rifte da Terceira (s.s.) apresenta orientação NW-SE definida pelo alinhamento de uma série de bacias, cristas e maciços, compreendendo, de SE para NW, a Fossa das Formigas, os ilhéus das Formigas, a Bacia de São Miguel, a ilha de São Miguel, a Fossa Sul do Hirondele, o Banco D. João de Castro, a Fossa Norte do Hirondele, a Crista Submarina da Terceira, a ilha Terceira, a Bacia Este da Graciosa, a ilha Graciosa e a Bacia Oeste da Graciosa.

2.3.1.2 | Atividade sísmica

A região dos Açores é caracterizada por uma intensa atividade sísmica, centrada ao longo dos principais acidentes tectónicos anteriormente referidos, caracterizada pela ocorrência de eventos de magnitude geralmente intermédia a baixa, ocorrendo ocasionalmente eventos com magnitude superior a 5 na Escala de Richter (Figura 2.3.3). Realça-se a

existência de diversas zonas sismogénicas que se evidenciam pela sua elevada sismicidade, como é o caso da zona a W do Faial, a Fossa Oeste da Graciosa, a Crista Submarina Leste da Terceira, a Fossa Hirondelle, a zona central de S. Miguel, a Fossa da Povoação e a região dos ilhéus das Formigas.

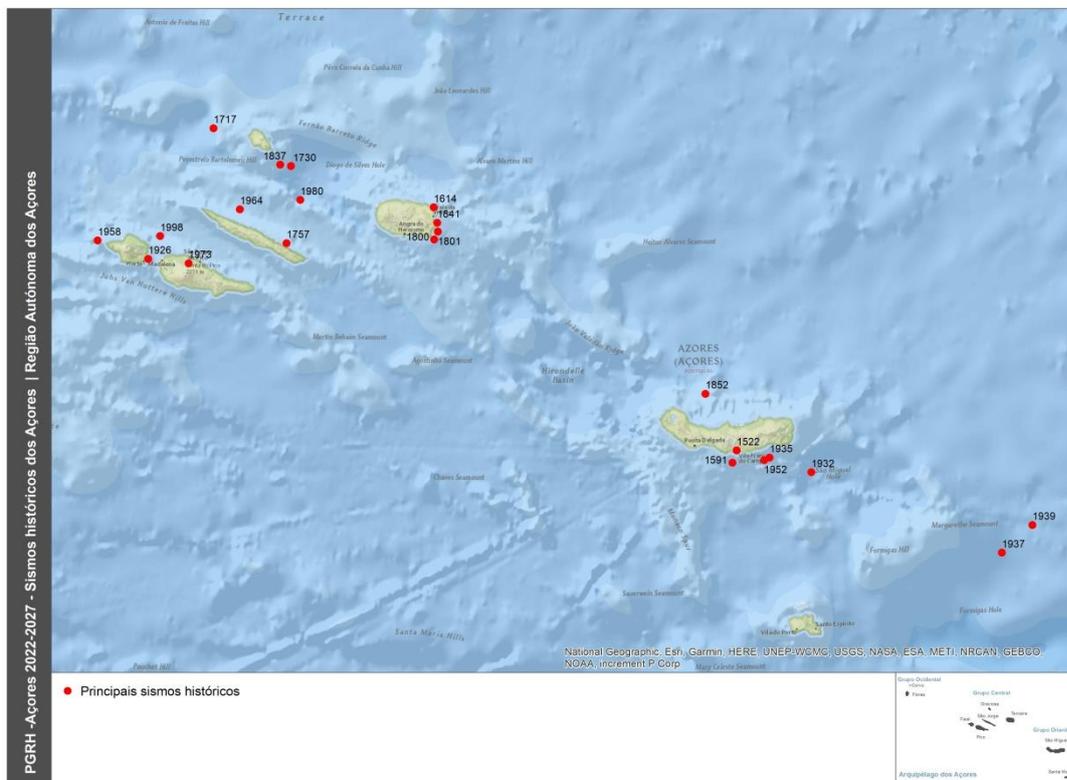
Esta atividade tem provocado inúmeros sismos sentidos, alguns com impacto importante, como o demonstram as intensidades dos principais sismos sentidos nos Açores após a sua descoberta e povoamento no séc. XV (Quadro 2.3.1). Desde o povoamento dos Açores, no século XV, verificaram-se cerca de 25 sismos (Figura 2.3.4) com intensidades superiores a VII na Escala de Mercalli Modificada (MM-56). Também são de assinalar as crises sísmicas de natureza vulcano-tectónica associadas a erupções vulcânicas ou à instalação de corpos magmáticos subsuperficiais.



Fonte: CVARG/ CIVISA in Carmo, 2013 USGS, 2020

Figura 2.3.3 | Carta epicentral dos eventos registados no arquipélago dos Açores entre 1980 e 31 de Dezembro de 2011.

Os sismos mais destruidores e de maior magnitude de que há registo na região ocorreram em 1757 (Calheta de S. Jorge) e em 1980 (Grupo Central), tendo ultrapassado os 7 graus na Escala de Richter. No entanto, o sismo responsável pelo maior número de vítimas teve lugar na ilha de S. Miguel, em 1522, e destruiu a então capital Vila Franca do Campo, causando cerca de 5000 vítimas mortais, para o que contribuíram os volumosos movimentos de vertente desencadeados (Silveira, 2002).



Fonte: Silveira, 2002; Silva, 2005

Figura 2.3.4 | Localização dos principais sismos históricos na região dos Açores.

Quadro 2.3.1 | Principais sismos históricos sentidos no arquipélago dos Açores

Data	Intensidade	Ilha mais afetada	Zona mais afetada	Magnitude	Consequências
1522-10-22	X	São Miguel	Vila Franca do Campo		Cerca de 5000 vítimas mortais; Grandes destruições.
1547-05-17	(?)	Terceira			Algumas mortes
1591-07-26	(?)	São Miguel	Vila Franca		Grandes destruições
1614-05-24	X-XI (?)	Terceira	Praia da Vitória		Destruição quase total
1730-06-13	IX-X (?)	Graciosa	Luz e Praia		Destruição quase total
1757-07-09	XI	S. Jorge	Calheta		Cerca de 1000 mortes. Grandes destruições
1800-06-24	VII-VIII	Terceira	Vila Nova e S. Sebastião		Grandes destruições
1801-01-26	VIII-IX	Terceira	Cabo da Praia e Fonte Bastardo		Grandes destruições
1837-01-21	IX (?)	Graciosa	Luz e Praia		Destruição quase total
1841-06-15	IX	Terceira	Praia da Vitória		Grandes destruições
1852-04-16	VII	São Miguel	Santana		Várias vítimas mortais

Data	Intensidade	Ilha mais afetada	Zona mais afetada	Magnitude	Consequências
1926-08-31	X	Faial	Horta		20 vítimas mortais e 200 feridos; grandes destruições
1932-08-05	VIII	São Miguel	Povoação		Vários feridos; grandes destruições.
1935-04-26	VIII	São Miguel	Povoação		1 vítima mortal; grandes destruições.
1937-11-21	VII	Santa Maria	Santo Espírito		
1939-05-08	VII	Santa Maria	Santo Espírito	7 Mb	
1962-06-26	VIII	São Miguel	Ribeira Quente		Grandes destruições.
1958-05-13	IX-X	Faial	Praia do Norte		Grandes destruições
1964-02-21	VIII	S. Jorge	Velas		Grandes destruições.
1973-11-23	VIII	Pico	Stº António		Grandes destruições.
1980-01-01	VII	Terceira	Angra do Heroísmo	7,2 Mb	54 vítimas mortais e 400 feridos; grandes destruições nas ilhas Terceira, Graciosa e São Jorge.
1998-07-09	VIII	Faial	Ribeirinha	5,8 Md	8 vítimas mortais e mais de uma centena de feridos; grandes destruições no Faial e Pico.

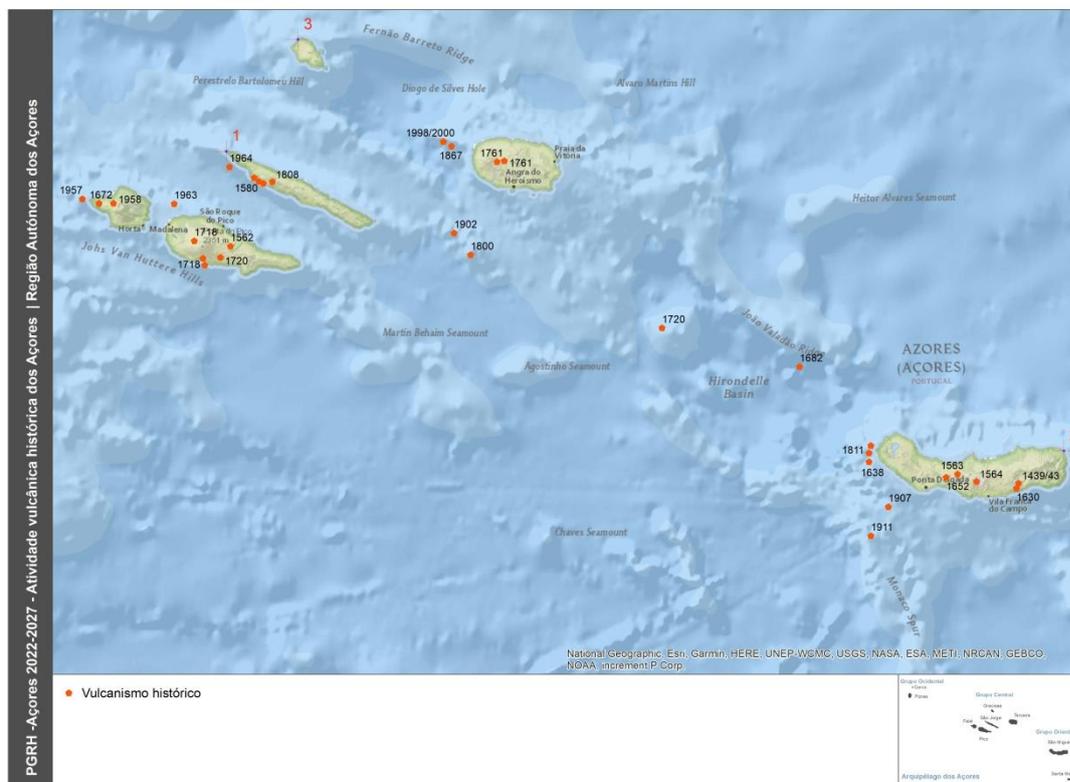
Fonte: Coutinho (2000)

2.3.1.3 | Atividade vulcânica histórica

A atividade eruptiva histórica no arquipélago dos Açores inclui cerca de 27 erupções, entre eventos submarinos e subaéreos, que cobrem um grande leque de estilos eruptivos e magnitudes (Figura 2.3.5). Estas erupções concentram-se também ao longo do eixo de orientação geral WNW-ESE, havendo a registar nos últimos cinco séculos erupções nas ilhas do Pico, Faial, S. Jorge, Terceira e S. Miguel.

Da análise da localização e sequência cronológica das várias erupções históricas observadas no arquipélago merece destaque a proporção de erupções submarinas e litorais, que ascendem a cerca de metade do total das erupções registadas, sendo este valor provavelmente subestimado, pois nem todas as erupções submarinas se manifestam à superfície do oceano e, mesmo de entre estas, nem todas terão sido observadas.

As erupções históricas subaéreas revelam estilos eruptivos efusivos ou moderadamente explosivos, do tipo havaiano e estromboliano, e de natureza basáltica (*s.l.*), normalmente associados aos sistemas vulcânicos do tipo fissural, e erupções explosivas subplinianas e hidromagmáticas envolvendo magmas mais evoluídos, de composição traquítica (*s.l.*) associados aos vulcões centrais (Pacheco *et al.*, 2011).



Fonte: CVARG (2009) (modificado de Weston, 1964, com dados de Queiroz et al., 1995, Queiroz, 1997 e Gaspar et al. 2003)
Figura 2.3.5 | Atividade vulcânica histórica no arquipélago dos Açores.

2.3.1.4 | Caracterização geológica do arquipélago

A história vulcanológica do arquipélago põe em evidência a ocorrência de variados estilos eruptivos ao longo da construção das ilhas. Não obstante a origem vulcânica do arquipélago, na ilha de Santa Maria, em que o mais antigo afloramento vulcânico foi datado de 8,12x106 anos (Abdel-Monen *et al.*, 1975), ocorrem intercalações de rochas sedimentares marinhas e terrestres em posições estratigráficas diversas (Serralheiro *et al.*, 1987). Não obstante, mais recentemente a atividade vulcânica na ilha de Santa Maria foi datada entre 5,7Ma e 2,8Ma ((Sibrant *et al.*, 2015). A ilha do Pico é a mais recente do arquipélago, tendo o derrame lávico mais antigo sido datado de 3x105 anos (Chovelon, 1982).

A edificação de Santa Maria, São Jorge e Pico, bem como de extensas áreas noutras ilhas, como o Faial e São Miguel, relaciona-se com atividade vulcânica dos tipos havaiana e estromboliana. Assim, podem observar-se escoadas lávicas dos tipos pahoehoe e aa, de natureza basáltica s.l., bem como cones de escórias e de spatter, muitas vezes dispostos ao longo de alinhamentos tectónicos. A região ocidental da ilha do Pico corresponde a um imponente vulcão central basáltico, que atinge 2 351m de altitude, construído por uma sucessão de erupções de escoadas lávicas basálticas s.l., muito fluidas, intercaladas com depósitos piroclásticos da mesma natureza e menos importantes (Cruz, 1997; Nunes, 1999; França, 2000).

A geologia de São Miguel é dominada pela ocorrência de três vulcões centrais ativos (Sete Cidades, Fogo, Furnas), associados a erupções muito explosivas de magmas de natureza traquítica s.l., o que permite compreender a origem das caldeiras de grande diâmetro que ocupam o topo destes aparelhos vulcânicos de idade quaternária (Forjaz, 1984;

Booth *et al.*, 1978; Moore, 1990; Guest *et al.*, 1999). A atividade destes aparelhos vulcânicos é essencialmente de caráter explosivo, correspondendo a erupções plinianas, subplinianas e hidrovulcânicas, o que permitiu a formação de depósitos de pedra-pomes de queda, escoadas piroclásticas, surges, *lahars* e domos e escoadas lávicas traquíticas.

No que concerne à geologia da ilha Terceira, esta é dominada por dois vulcões centrais com caldeira, que dominam respetivamente a área central-norte da ilha (vulcão do Pico Alto) e a extremidade W (vulcão de Santa Bárbara). Estes aparelhos vulcânicos compósitos estão separados por uma zona de vulcanismo fissural, com vários cones de escórias, e onde ocorreu a erupção histórica de 1761 (Nunes, 2000). Os materiais vulcânicos emitidos a partir desta zona fissural cobrem igualmente a área SW da ilha, onde se sobrepõem aos depósitos dos vulcões centrais, com caldeira, de Guilherme Moniz, que domina o setor central-sul, e Cinco Picos. Este último vulcão compósito é o mais antigo da ilha Terceira e os seus depósitos distribuem-se essencialmente para E.

A geologia da ilha do Faial é caracterizada pela existência de um vulcão central, com caldeira no topo da estrutura, que domina toda a região central e oriental da ilha, e a atividade vulcânica explosiva recente originou a deposição de depósitos de pedra-pomes de queda, *lahars* e escoadas piroclásticas (Chovelon, 1982; Coutinho, 2000). A extremidade W desta ilha é dominada pela erupção de escoadas lávicas basálticas s.l., bem como pela emissão de materiais piroclásticos a partir de cones de escórias, que se distribuem ao longo de fissuras eruptivas.

O setor SE da ilha Graciosa também apresenta um vulcão central ativo, com uma caldeira no topo, que contrasta com a plataforma, a NW, edificada por erupções em cones de escórias, de que resultou a extrusão de escoadas lávicas e piroclásticos basálticos s.l., e onde a atividade vulcânica mais recente daquela ilha ocorreu (Gaspar, 1996).

As formações vulcânicas das Flores podem ser agrupadas em dois grupos: o Complexo Superior, representado por escoadas lávicas subaéreas e depósitos piroclásticos, que se sobrepõem aos depósitos do Complexo de Base, mais antigos (Azevedo, 1998). A atividade vulcânica mais recente foi hidrovulcânica e foi datada de cerca de 3 000 anos (Morisseau, 1987).

A geologia da ilha do Corvo, o outro espaço insular do Grupo Ocidental do arquipélago, é dominado por um vulcão central, com uma caldeira no topo, que contrasta com o pequeno delta lávico que domina a extremidade S da ilha (França *et al.*, 2002).

2.3.1.5 | Caracterização geoquímica do arquipélago

A generalidade dos produtos vulcânicos das ilhas do arquipélago insere-se na série de diferenciação alcalina (Assunção e Canilho, 1970; White *et al.*, 1979; Rodrigues *et al.*, 1989), num domínio intraplaca (Gaspar *et al.*, 1990), contrastando com o caráter toleítico dos basaltos da CMA que atravessa a plataforma dos Açores (Schilling, 1975).

Como expectável, os basaltos das ilhas açorianas têm maiores concentrações em elementos de alto potencial iónico (LILE) e maiores razões isotópicas de Sr e Pb que os basaltos toleíticos típicos (White *et al.*, 1979). É de salientar, no entanto, que os próprios basaltos toleíticos da plataforma dos Açores, bem como os basaltos do RT, não obstante terem aproximadamente metade da concentração em LILE apresentada pelos basaltos alcalinos, têm razões isotópicas de Sr e concentrações de LILE significativamente maiores que os toleítos típicos. Na verdade, as suas razões isotópicas, aproximam-se mesmo das encontradas para a generalidade dos basaltos alcalinos das ilhas (White *et al.*, 1979), facto que permite concluir pela existência de uma anomalia geoquímica na região dos Açores (White *et al.*, 1979).

Tal constatação faz supor uma fonte comum aos basaltos toleíticos e alcalinos da plataforma dos Açores. Os basaltos do Faial, Pico e S. Miguel constituem, contudo, um óbice à generalização desta conclusão, pois apresentam razões isotópicas de Sr significativamente superiores às encontradas para as restantes rochas, pelo que os basaltos destas ilhas terão, possivelmente, uma origem mantélica distinta da dos restantes (White *et al.*, 1979).

O reconhecimento de diferentes origens mantélicas para algumas das ilhas açorianas implica, por sua vez, o reconhecimento do desenvolvimento local de heterogeneidades do manto na região da anomalia geoquímica dos Açores (White *et al.*, 1979).

Dada a riqueza dos basaltos dos Açores em terras raras (REE), particularmente em terras raras leves (LREE), nem os toleítos nem os basaltos alcalinos podem ter origem num manto empobrecido. Os estudos efetuados por Richard *et al.* (1976, *in* White *et al.*, 1979) apontam, no entanto, para uma fonte ligeiramente empobrecida em LREE, durante grande parte da sua história, o que sugere que o aparente enriquecimento do manto em LREE, na região dos Açores, terá resultado de um fenómeno de fracionamento relativamente recente (White *et al.*, 1979). À luz desta hipótese, as diferenças entre os basaltos toleíticos normais e os toleítos da plataforma dos Açores, bem como as semelhanças entre estes e os basaltos alcalinos das ilhas, poderão resultar da ação de uma eventual pluma mantélica situada sob os Açores (White *et al.*, 1979).

Admitindo que os basaltos alcalinos e toleíticos dos Açores têm uma fonte comum, e dado que os seus teores de Mg, Ni, Cr e Co são semelhantes, o que elimina a possibilidade dos dois basaltos terem sido submetidos a graus de cristalização fracionada muito diferentes, o modelo que melhor explica as diferenças entre os dois basaltos é um diferente grau de fusão da fonte (White *et al.*, 1979). Segundo White *et al.* (1979), os toleítos deverão resultar de, aproximadamente, o dobro da fusão que origina os basaltos alcalinos de forma a explicar o enriquecimento destes em LILE. Ainda segundo os mesmos autores, a riqueza em LREE dos basaltos alcalinos relativamente aos toleítos e a semelhança nas concentrações em terras raras pesadas (HREE) em ambos os basaltos, poderá explicar-se pela existência de granada na fonte.

Menos controversa é a génese das lavas ácidas encontradas nas ilhas, dado que as características que distinguem os basaltos das várias ilhas, distinguem também as rochas mais evoluídas, sugerindo a existência de uma relação genética entre ambas. Deste modo, as lavas ácidas parecem ser o produto de uma extensiva cristalização fracionada dos líquidos parentais em reservatórios magmáticos subsuperficiais (White *et al.*, 1979).

2.3.1.6 | Caracterização geológica por ilha

Esta análise específica por ilha consta dos Volumes de 1 a 9 da presente Parte 2.

2.3.2 | Geomorfologia

As ilhas dos Açores apresentam aspetos geomorfológicos muito diversificados, consoante os tipos de erupção que estiveram na sua origem. O vulcanismo, aliado à tectónica regional e local, explicam o alinhamento dos edifícios insulares bem como a disposição dos principais aparelhos eruptivos, enquanto as formas de relevo são condicionadas pelos estilos eruptivos (efusivos e explosivos), pela dinâmica evolutiva e pelo estado mais ou menos avançado dos processos de erosão. O grau de alteração depende da natureza dos materiais, da topografia e das condições climáticas, designadamente da quantidade de precipitação.

A paisagem dos Açores é caracterizada, em traços gerais, pela orografia vigorosa, onde a elevada altitude está associada ao acidentado do relevo. As ilhas apresentam, em geral, grande desenvolvimento vertical: o interior montanhoso encontra-se rasgado por vales que se entalham profundamente nas encostas até ao nível do mar. As superfícies planas não têm grande expressão territorial, exceto na parte oeste de Santa Maria, na zona de Ponta Delgada e no *Graben* da Ribeira Grande em São Miguel e no *Graben* das Lajes na Terceira. Quanto às áreas planálticas, destaca-se o Planalto Central nas Flores, o Planalto da Achada no Pico e o Planalto dos Graminhais e Achada das Furnas na metade oriental de São Miguel.

Na generalidade da orla costeira erguem-se altas e instáveis falésias que alternam, pontualmente, com pequenas plataformas litorais, constituídas por escoadas basálticas ou pela acumulação de materiais resultantes do desmoronamento das arribas adjacentes (fajãs detríticas). Os substratos rochosos e as praias de calhau são predominantes e só interrompidos por pequenos areais. O traçado da linha de costa apresenta-se retilíneo nos segmentos modelados pelos sistemas de falhas e bastante recortado ou mesmo irregular nos troços confinados às formações lávicas, onde se formam baías e enseadas abrigadas.

A regularidade dos episódios eruptivos faz com que as ilhas sejam pouco evoluídas em termos geomorfológicos (Azevedo, 1998). O crescimento das estruturas insulares resulta da coalescência e sobreposição de numerosos edifícios vulcânicos, com formas e dimensões muito variadas. A implantação de novos aparelhos vulcânicos, ou a reativação de alguns pré-existentes, conduz à recobertura das formações antigas, alterando a configuração da topografia original.

As grandes linhas geomorfológicas dependem das características dos centros emissores. Nos sistemas vulcânicos menos evoluídos, o magma ascende diretamente à superfície, originando vulcanismo fissural, responsável pela formação de domos e cones de escórias, orientados segundo o alinhamento das principais falhas. Por sua vez, nos pontos de interseção de estruturas tectónicas com carácter distensivo (escala oceânica e regional), assiste-se à edificação de vulcões centrais, aparelhos imponentes que se destacam na paisagem pela altitude e declives acentuados. O colapso e/ou explosão das câmaras magmáticas resulta frequentemente na formação de caldeiras, estruturas depressivas de considerável amplitude e profundidade, algumas ocupadas por turfeiras ou lagoas permanentes. Estas bacias endorreicas desempenham funções reguladoras da hidrologia insular, promovendo a recarga dos aquíferos e a formação de complexos de nascentes.

A distribuição da superfície das ilhas, por classes de altitude, revela que cerca de metade do território regional apresenta cotas inferiores a 300m e 45% da superfície encontra-se entre 300 e 800m de altitude. Santa Maria e Graciosa são as ilhas com altitudes médias mais baixas, enquanto na ilha do Pico cerca de 16% da sua área ultrapassa os 800m de altitude, registando-se, na Montanha do Pico, o ponto mais alto de Portugal (2351m). Nas restantes ilhas dos Açores existe maior regularidade quanto à distribuição altimétrica.

2.3.3 | Tipos de solo

Atendendo à natureza vulcânica do Arquipélago dos Açores, os solos dos Açores revelam características peculiares que expressam os tipos de materiais que estão na sua origem. Em termos gerais, são solos modernos que evoluíram sob condições de clima atlântico (temperado e húmido), podendo ser designados de acordo com a nomenclatura proposta por Ricardo *et al.* (1979):

- Litossolos;
- Solos Litólicos (Húmicos e Não-Húmicos);
- Regossolos (Cascalhentos, Psamíticos e Pulverulentos);
- Solos Rególicos (Cascalhentos, Psamíticos e Pulverulentos);
- Aluvissolos;
- Coluvissolos;
- Andossolos (Saturados, Insaturados e Ferruginosos);
- Barros (Pretos e Pardos);
- Solos Mólicos (Solos Mólicos Pardos);
- Solos Pardos (Normais, Ândicos, Ácidos, Francamente Lavados);
- Solos Orgânicos.

Os Litossolos, os Solos Litólicos, os Regossolos e os Solos Rególitos são solos menos evoluídos, formados por materiais não consolidados e grosseiros. Estão associados aos locais de ocorrência de mantos extrusivos, relativamente recentes, com superfícies irregulares e com aspeto escoriáceo e ruiforme. Encontram-se, em parte, cobertos por camadas muito delgadas de piroclastos e/ou material resultante da sua meteorização. Conhecidos regionalmente pelas designações de “mistério” ou de “biscoito” (Ricardo *et al.*, 1979), constituem solos pobres, pedregosos e com baixo valor agronómico.

Os Andossolos são os solos com maior representação nos Açores e derivam de materiais piroclásticos. Na fração argilosa destes solos existem materiais de fraca ordenação estrutural, especialmente alofanas, imogolite, sílica, opalina e ferrihidrite (Azevedo, 1963; Pinheiro, 1990). Estes materiais conferem propriedades muito distintas das propriedades de outros solos minerais, como a baixa densidade aparente, porosidade elevada, dificuldade de dispersão, elevada capacidade de retenção de água, alteração irreversível após a secagem, grande poder de fixação de fosfatos, carga variável elevada associada a altos valores de pH em NaF e baixo teor em bases.

Os perfis dos Andossolos podem apresentar-se pouco diferenciados, sendo de tipo A-C para os Andossolos Víttricos ou de tipo A-Bw-C para os mais evoluídos (Pinheiro, 1990). Com certa frequência, os perfis são mais complexos devido à existência de solos soterrados resultantes da intermitência da atividade vulcânica. Em domínios climáticos marcados pela grande abundância de água, pode ainda ocorrer, a uma profundidade que varia entre 15 cm e 40 cm, a acumulação de sesquióxidos de ferro, parcialmente cimentada e, por vezes, com características de um verdadeiro horizonte plácico. Segundo Madruga (1995), este tipo de horizonte que, de uma maneira geral, se encontra associado a condições de drenagem deficiente, pode surgir na transição entre duas camadas de igual idade e textura, sob solos orgânicos, ou mesmo em situações que envolvem descontinuidades litológicas.

Os Barros são solos tipicamente com perfil A(B)C, de textura fina pelo menos no horizonte B e teor em argila inferior a 30 % e ainda, predominância de minerais do grupo da montemorilonite, responsável pelo fendilhamento nas épocas secas (Ricardo *et al.*, 1979).

Os Solos Mólicos têm perfil mais ou menos diferenciado, com o horizonte A mólico e a que faltam as características típicas dos Andossolos e dos Barros (Ricardo *et al.*, 1979).

Os Solos Pardos, de cor pardacenta apresentam um perfil A(B)C, com horizonte A não mólico, um teor em alofanos inferior a 15 % na sua fração argilosa, baixa presença de minerais montemoriloníticos e as frações de minerais têm diâmetro inferior a 7,5cm. Estes solos possuem menos de 60% de piroclastos de natureza vítrea (Ricardo *et al.*, 1979).

Os Solos Orgânicos são formados em condições de saturação hídrica, permanente ou quase permanente e em zonas sujeitas a temperaturas relativamente baixas. Em geral, apresentam pequena espessura e são constituídos por matéria orgânica com características das turfas ácidas (Ricardo *et al.*, 1979).

2.3.4 | Hidrogeologia

2.3.4.1 | Enquadramento regional

2.3.4.1.1 | Caracterização hidrogeológica

A importância dos recursos hídricos no arquipélago dos Açores pode ser inferida a partir do contributo para o abastecimento público de água, estimado em cerca de 98% (Cruz & Coutinho, 1998). Esta proporção relativa da água subterrânea pode ser considerada como muito elevada, e é superior à verificada em Portugal continental e nos países da UE. O facto de algumas ilhas estarem totalmente dependentes das origens de água subterrânea para o abastecimento público contribui, igualmente, para sublinhar esta importância.

Neste contexto, a água subterrânea é um recurso natural de importância estratégica, e o seu valor para a sociedade açoriana foi, desde a descoberta e povoamento das ilhas, indiretamente reconhecido pelas múltiplas utilizações deste recurso.

Em regiões vulcânicas, como os Açores, a ocorrência, circulação e armazenamento da água subterrânea apresenta especificidades bem contrastantes com outros meios geológicos, refletindo, desde logo, uma acentuada heterogeneidade e anisotropia. Estes aspetos particulares resultam em primeiro lugar da própria edificação das ilhas, a partir de inúmeras erupções vulcânicas de magnitude e tipologia diversas, e de fatores secundários, que podem incrementar ou diminuir o potencial original das formações rochosas como aquíferos, como a alteração ou a fracturação das rochas.

As condições hidrogeológicas observadas nas ilhas vulcânicas, ou nos aquíferos deste tipo em geral, relacionam-se primariamente com o tipo de formações vulcânicas que constituem o substrato regional. Uma descrição aprofundada destas condicionantes, quer primárias, quando são inerentes há génese e tipo de materiais emitidos pelos vulcões, quer secundárias, não se enquadra nos objetivos do presente trabalho, e dados adicionais podem ser encontrados em trabalhos recentes (Cruz, 2004).

Este comportamento específico é demonstrado pela diversidade de valores relativos aos parâmetros hidrodinâmicos observados nos aquíferos formados por sequências vulcânicas compostas por escoadas lávicas ou por depósitos piroclásticos. Neste contexto, os depósitos piroclásticos, resultantes de eventos vulcânicos de natureza explosiva, podem apresentar valores de porosidade entre 30% e 50%, gama que pode ser largamente excedida em formações de

queda recentes constituídas por materiais grosseiros. Ao invés, valores muito reduzidos podem ser observados em depósitos de fluxo soldados. Por seu turno, em escoadas lávicas podem observar-se porosidades tipicamente entre 10% e 50% embora ocorram, igualmente, valores fora deste intervalo.

Os estudos de base que suportaram a realização do presente relatório permitiram a inventariação de 1692 nascentes e 160 furos (Figura 2.3.6). Da Figura 2.3.6 pode verificar-se que a distribuição das nascentes no arquipélago patenteia grandes assimetrias, o que reflete a heterogeneidade inerente ao comportamento hidrogeológico do meio vulcânico, para além dos contrastes geomorfológicos e climáticos existentes.

No decurso da elaboração do Plano Regional da Água (PRA) procedeu-se à definição dos vários sistemas aquíferos, com base nos fatores mais relevantes de índole geológica, nomeadamente a estratigrafia, a litologia e as condicionantes estruturais, e hidrogeológica, como os parâmetros hidrodinâmicos. Os resultados obtidos, e a sua relevância, serão abordados com maior pormenorização no subcapítulo 2.3.4.1 do presente relatório, uma vez que no âmbito do relatório de caracterização preliminar da RH9 a delimitação das massas de água subterrâneas assentou nestas unidades (DROTRH, 2006).

Densidade

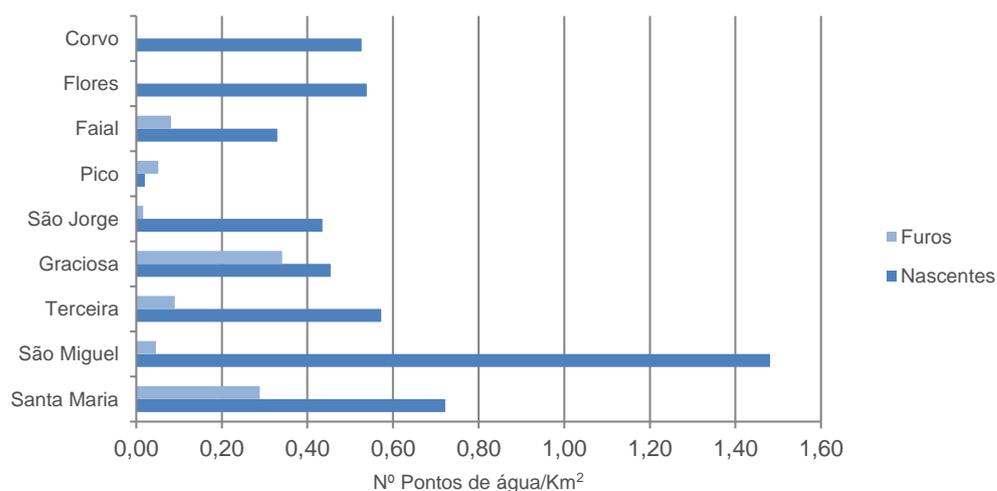


Figura 2.3.6 | Densidade associada à distribuição de pontos de água por ilha.

Em termos gerais, e de acordo com o postulado no PRA, estas massas de água podem ser constituídas por dois tipos principais de aquíferos: aquíferos de altitude (*perched*), limitados por filões ou outras discontinuidades, como por exemplo níveis de piroclastos finos, paleossolos intercalados nas sequências de escoadas lávicas ou as zonas compactas das escoadas aa, e aquíferos basais, caracterizados por um gradiente hidráulico muito reduzido. Os primeiros dominam nas zonas altas das ilhas, e as nascentes relacionadas com estas formações, resultantes da sua descarga natural, permitem identificá-los.

Os aquíferos basais correspondem ao meio saturado geral da ilha, com superfície livre, flutuando sobre a água salgada mais densa, e cuja recarga resulta diretamente da precipitação eficaz ou da transferência hídrica a partir dos níveis aquíferos de altitude. Em numerosas ilhas vulcânicas, e nomeadamente nalgumas zonas dos Açores, a exploração dos

recursos hídricos subterrâneos é feita a partir desta formação aquífera basal, limitada superiormente pelo nível freático e inferiormente pela interface.

No intuito de determinar os parâmetros hidrodinâmicos, tarefa imprescindível à caracterização dos aquíferos, procedeu-se à interpretação dos resultados de ensaios de bombeamento realizados em furos de captação, sempre que foi possível coligir estes dados relativamente às captações instaladas após 2001. Para tal recorreu-se à aplicação de algumas das aproximações clássicas de análise de resultados de ensaios de bombeamento, e sempre que as condicionantes identificadas por Cruz (2004) o permitiam. No que concerne ao tratamento da informação relativa aos furos instalados antes de 2001, retomaram-se, após validação, os valores apurados em Cruz (2001a).

Os valores determinados nos Açores denotam uma grande variabilidade, como expectável face à natureza do meio hidrogeológico. Os caudais específicos variam entre $1,4 \times 10^{-2}$ e 266,67 L/sm, com um valor de mediana igual a 21,99 L/sm, em que os valores mais elevados são observados nas ilhas do Pico (6,25-250 L/sm) e Graciosa (1,36-266,67 L/sm), em furos que captam em escoadas lávicas basálticas *s.l.* recentes e muito fraturadas (Figura 2.3.7). A classe modal corresponde aos valores entre 0 e 45 L/sm (Figura 2.3.8).

Por seu turno, a transmissividade varia entre $2,65 \times 10^{-6}$ e $4,03 \times 10^{-1} \text{m}^2/\text{s}$, com uma mediana igual a $1,62 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$, sendo os valores mais elevados os observados nas ilhas da Graciosa e Pico, em que, de acordo com a classificação de Krásný (1993), respetivamente 91% e 85% dos valores podem ser designados como muito altos ($> 1,16 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$) (Figura 2.3.9). Em oposição, na ilha de Santa Maria, observam-se os valores mais baixos do arquipélago, em que 7% das estimativas podem ser, de acordo com o mesmo esquema classificativo, qualificadas de muito altas ou altas ($1,16 \times 10^{-2} - 1,16 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$). A classe modal corresponde aos valores entre 0 e $0,07 \text{m}^2/\text{s}$ (Figura 2.3.10).

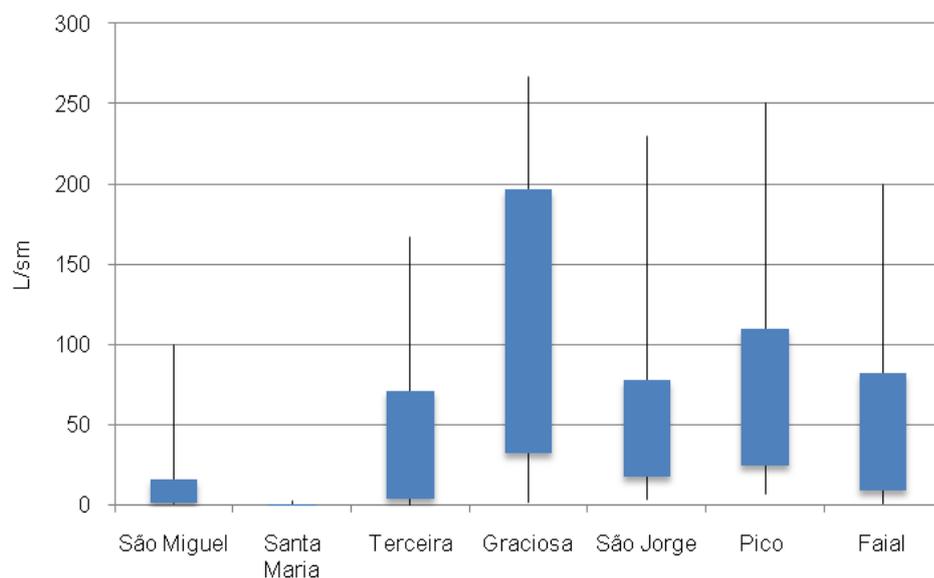


Figura 2.3.7 | Diagrama de caixas (box plot) relativo aos valores de caudal específico na RH9.

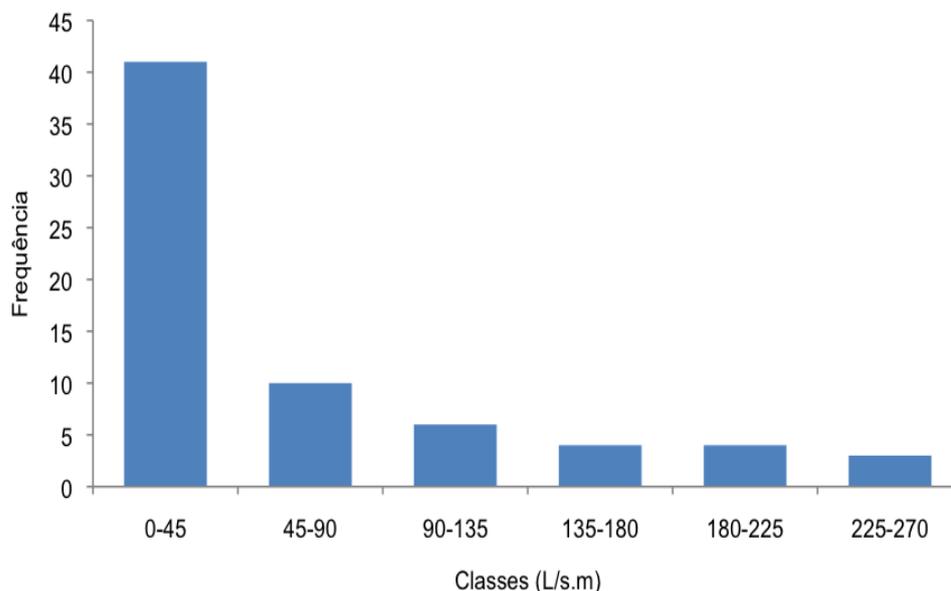


Figura 2.3.8 | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na RH9.

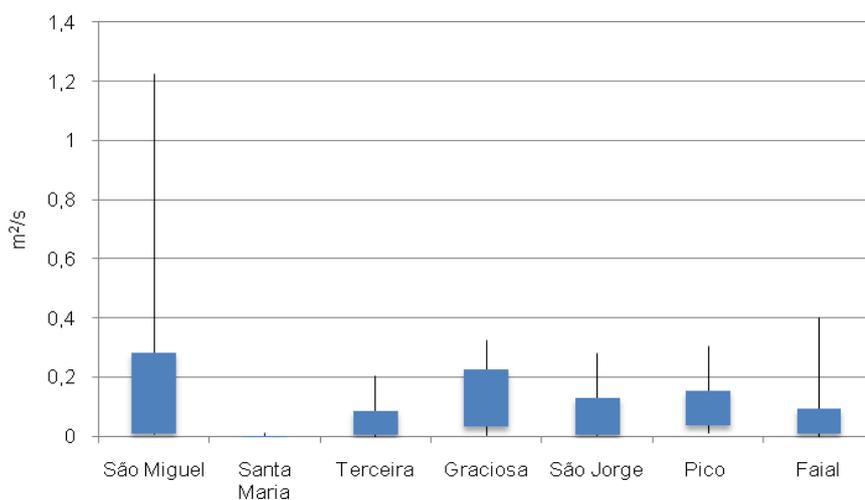


Figura 2.3.9 | Diagrama de caixas (box plot) relativo aos valores de transmissividade na RH9.

As observações do efeito de maré efetuadas na ilha do Pico (Cruz, 1997) e do Faial (Coutinho, 2000) permitiram obter alguns valores de difusividade hidráulica. Os resultados obtidos na ilha do Pico mostram uma grande variabilidade: o valor médio considerando o modelo de aquífero confinado é igual a 114,58m²/s (mediana= 52,11m²/s), enquanto por via do modelo de aquífero semiconfinado a média é igual a 38,08m²/s (mediana= 6,09m²/s). Na ilha do Faial, a difusividade hidráulica no ponto de água correspondente ao furo AC4 é igual a 31,17m²/s, e a 61,85m²/s considerando o atraso, em ambos os casos considerando a solução para aquíferos confinados.

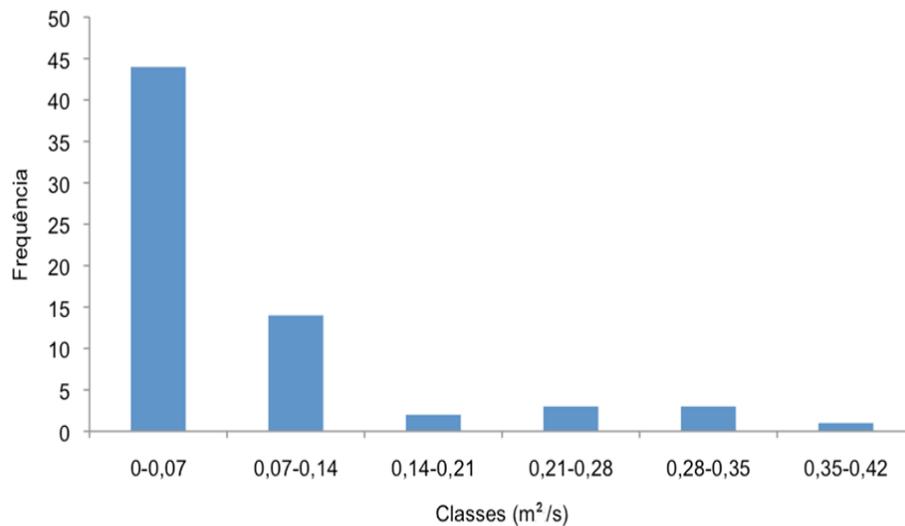


Figura 2.3.10 | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na RH9.

Conjugando as difusividades hidráulicas calculadas a partir da amplitude com os valores estimados de transmissividade, e quando para um mesmo ponto de água se possuíam estes dados, foi estimada grandeza do coeficiente de armazenamento. No caso de cinco furos da ilha do Pico, verifica-se que o coeficiente de armazenamento apresenta valores na ordem de magnitude típica dos aquíferos confinados, com exceção do resultado do furo das ribeiras (JK3), que aponta para um armazenamento similar ao de um aquífero livre. Não obstante, os valores apontados para o coeficiente de armazenamento são compatíveis com os valores característicos de meios fissurados, em que o armazenamento dos blocos e das fraturas é muito baixo.

2.3.4.1.2 | Caracterização hidrogeoquímica

A composição da água subterrânea é, no território da RH9, parcialmente influenciada pela dissolução de minerais primários nas rochas (Cruz & França, 2004). Neste contexto, a solubilização de iões depende da saturação relativamente aos minerais primários, da precipitação de minerais secundários e do comportamento aquoso de cada elemento, que podem conduzir à formação de espécies solúveis ou insolúveis (Aiuppa *et al.*, 2000). Contudo, como em qualquer área, a composição química da água depende de outros fatores tais como a composição da chuva, o clima, o tipo de rocha vulcânica, o tempo de residência da água no aquífero, a pressão e a temperatura (Custódio, 1989). Para a determinação da composição química da água concorre, ainda, para além dos processos naturais, a influência antropogénica.

Como em qualquer região insular, nas ilhas que constituem os Açores a química da água subterrânea é ainda parcialmente controlada pela interação com a água do mar (Cruz & Silva, 2000; Cruz, 2001b; Cruz *et al.* 2010a, 2010b).

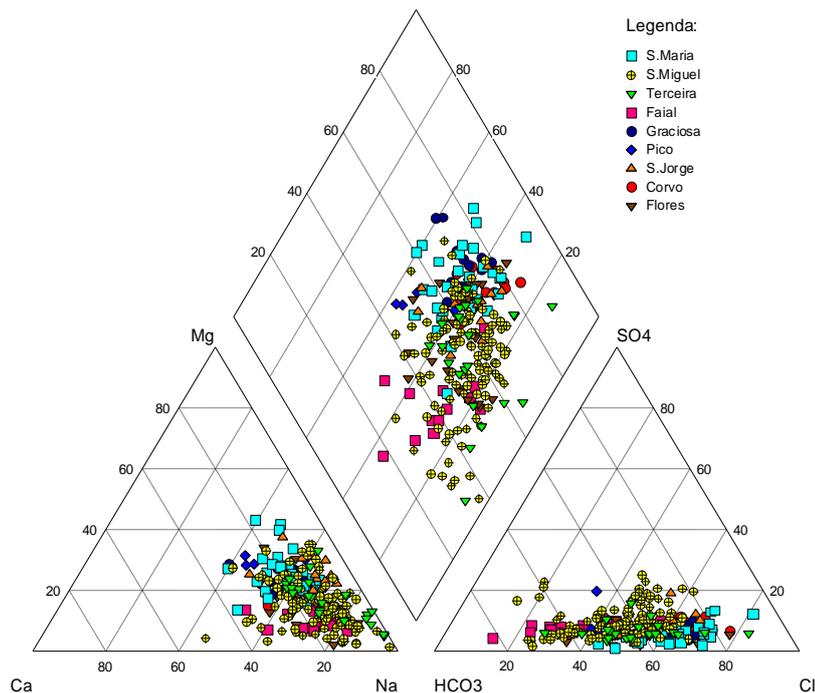
Nas regiões vulcânicas ativas a composição da água subterrânea é, muitas vezes, também afetada pela libertação profunda de voláteis de origem vulcânica, e alguns estudos desenvolvidos nos Açores (Cruz *et al.*, 1999; Cruz & França, 2006; Cruz, 2003) colocam este aspeto em evidência.

As fácies hidrogeoquímicas predominantes no arquipélago dos Açores correspondem a águas do tipo cloretada sódica ou bicarbonatada sódica. Esta tipologia reflete, respetivamente, a ação dos principais mecanismos mineralizadores da água subterrânea nas várias ilhas: (1) influência de sais marinhos, mediante o transporte por ação da chuva e do vento,

ou através da mistura com a água do mar em furos e poços, e (2) dissolução de CO₂ no solo pelas águas infiltradas e hidrólise de minerais silicatados (Cruz & Amaral, 2004).

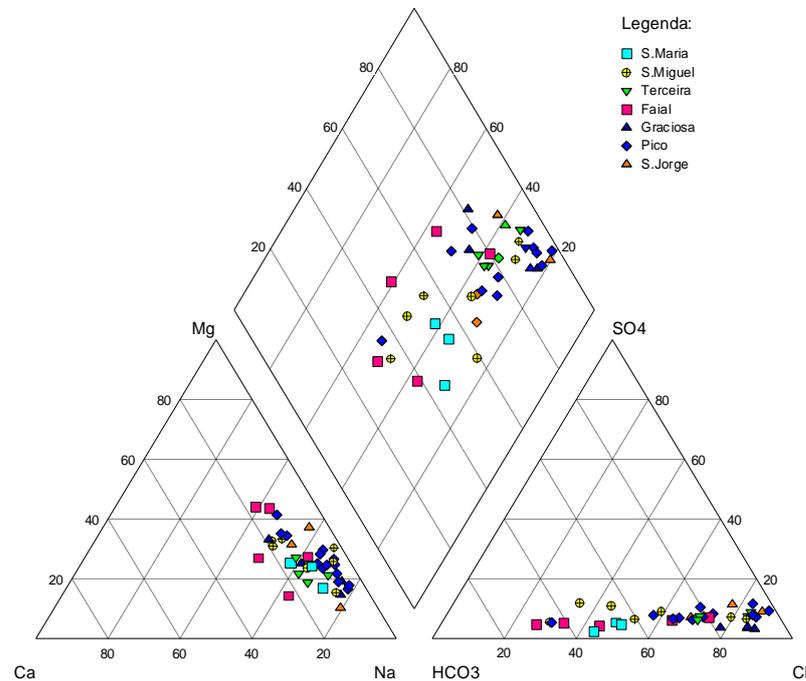
Um aspeto característico do quimismo das águas subterrâneas no arquipélago dos Açores reside no contraste entre águas sem influência vulcânica, nomeadamente aquelas que emergem em nascentes e as captadas em furos, fruto, essencialmente, da magnitude da influência de sais de origem marinha. Por um lado, as nascentes apresentam fácies cloretada sódica a bicarbonatada sódica, correspondendo a fluidos pouco mineralizados, com condutividade elétrica entre 36 e 725 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e, por outro, em oposição, as águas captadas em furos apresentam predominantemente fácies cloretada sódica e mineralizações mais elevadas, em que o valor médio da condutividade é igual a 1044 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ (Figuras 2.3.11 e 2.3.12).

Para além destes processos genéricos ocorrem ainda um elevado número de nascentes de águas minerais e termais, nomeadamente em São Miguel e, com menor expressão, nas ilhas Terceira, Faial, Pico, São Jorge, Graciosa e Flores. Estas emergências refletem sobremaneira o enquadramento vulcânico e tectónico do arquipélago, com sistemas hidrotermais ativos nalgumas ilhas, e o acarreio de gases de origem profunda, como o CO₂, tal como o exemplo descrito no caso da ilha de São Miguel (Cruz *et al.*, 2010c). Ressalva-se que, face ao contexto do presente estudo, as águas minerais não serão alvo de caracterização.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.11 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em nascentes na RH9.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.12 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em furos na RH9.

2.3.4.2 | Hidrogeologia por ilha

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

2.3.4.3 | Hidrogeoquímica por ilha

Esta análise específica por ilha consta dos Volumes de 1 a 9 da presente Parte 2.

2.3.5 | Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas

A determinação das disponibilidades das massas de água, efetuada no decurso da elaboração do PRA, assentou na aplicação do modelo CIELO, acoplado com um módulo específico que permite determinar o escoamento superficial e a recarga aquífera (Azevedo, 1996), e refere-se aos sistemas aquíferos então delimitados (Cruz, 2001; DROTRH-INAG, 2001; Cruz, 2004). Realça-se que, no âmbito do relatório de caracterização da RH9 as massas de água assumiram a mesma delimitação geográfica que os sistemas aquíferos considerados no PRA.

No presente estudo procedeu-se à validação dos dados obtidos no âmbito dos trabalhos de elaboração do 1.º ciclo de planeamento da Região Hidrográfica, por seu turno assentes na informação coligida no PRA, com recurso à realização de novas estimativas, como descrito no ponto 2.2. Desta forma, os valores de recarga apresentados resultam de simulações realizadas com o modelo acima mencionado, o que garante a integração de todo o balanço hídrico, na medida que metodologia similar foi utilizada para a estimativa das variáveis climatológicas de base – precipitação, temperatura e evapotranspiração real – e do escoamento superficial.

O valor bruto da recarga oferece-nos os recursos hídricos subterrâneos renováveis de cada massa de água, visto os dois valores serem equivalentes quando se considera um prazo de tempo alargado (Castany, 1963), o que é o caso. Assim, obtém-se uma medida dos recursos totais, ou disponibilidades potenciais, existentes em cada massa de água. A

avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis, ou seja as disponibilidades reais, será apresentada no ponto 5.1.2.2 do presente relatório (Estado quantitativo das massas de água).

O volume da recarga aquífera aponta para a existência de um volume total de recursos hídricos subterrâneos no arquipélago dos Açores igual a 1 523,9hm³/ano (DROTRH, 2020). Os valores variam entre um mínimo de 7,7hm³/ano, na ilha do Corvo, e um máximo de 518hm³/ano, observados na ilha do Pico, com uma mediana igual a 159,9hm³/ano (Quadro 2.3.2).

As taxas de recarga obtidas no presente estudo são, sempre que possível, comparadas e validadas por comparação com os resultados de estudos realizados anteriormente. Com efeito, vários métodos para a avaliação da recarga foram utilizados em trabalhos efetuados em algumas ilhas dos Açores: Ferreira (1991) e Cruz (1992) aplicaram balanços hídricos sequenciais diários visando a avaliação da recarga, respetivamente, na zona correspondente ao Complexo dos Picos (São Miguel) e na metade ocidental de Santa Maria, enquanto Cruz (1992, 1997) recorreu ainda a estimativas mediante a aplicação do balanço de cloretos. Azevedo (1998), para a ilha das Flores, efetuou uma série de ensaios de percolação, visando determinar a variação da taxa de infiltração, embora não apresente qualquer estimativa quantitativa.

Quadro 2.3.2 | Recursos hídricos subterrâneos e taxas de recarga máxima e mínima por ilha

Ilha	Recursos Totais (hm ³ /ano)	Taxa de Recarga	
		Min. (%)	Máx. (%)
Santa Maria	17,03	14,6	33,2
São Miguel	322,66	16,0	45,0
Terceira	214,26	16,2	48,6
Faial	11,83	12,4	47,5
Graciosa	184,98	8,5	36,2
Pico	517,99	18,5	62,1
São Jorge	87,49	19,0	54,0
Flores	159,99	14,0	32,0
Corvo	7,69	15,9	25,9

A análise detalhada para cada uma das ilhas da RAA consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

2.4 | Caracterização hidrográfica e hidrológica

2.4.1 | Rede hidrográfica

As características hidrográficas de um território traduzem a ação conjugada de múltiplos fatores, como sejam a climatologia, a geomorfologia, a geologia e a ocupação do solo. Em termos climáticos, os principais controlos sobre hidrografia são exercidos pela distribuição espacial e temporal da precipitação, considerando que a densidade de drenagem aumenta com a quantidade e, sobretudo, com a intensidade da precipitação. Nos Açores, as bacias hidrográficas melhor estruturadas desenvolvem-se a partir das zonas mais altas do interior das ilhas, onde a precipitação atinge quantitativos mais elevados.

Por sua vez, as formas de relevo condicionam a energia potencial do sistema de drenagem, sendo responsáveis, em grande parte, pela configuração das redes, num ambiente insular jovem onde as bacias hidrográficas são geralmente de pequena dimensão. Assim, as regiões onde a orografia se apresenta mais acidentada, com declives acentuados, tendem a apresentar maior densidade de drenagem.

A geologia dos terrenos também exerce um papel fundamental na instalação da rede hidrográfica, ditando a sua suscetibilidade à erosão e controlando, em conjunto com os solos, a infiltração. Os fatores geológicos que mais condicionam a drenagem podem ser agrupados em litológicos e estruturais. A litologia determina a maior ou menor facilidade com que uma rede de drenagem se estabelece e controla a sua importância através da permeabilidade. Rochas impermeáveis promovem grande escorrência superficial. Rochas facilmente erodíveis permitem o estabelecimento de redes de drenagem bem estruturadas e por vezes fortemente escavadas. As características estruturais das formações geológicas (topografia e a existência de descontinuidades litológicas e/ou falhas) influenciam decisivamente o curso seguido pelas linhas de água, o perfil e ainda as perdas ou ganhos de caudal ao longo do seu leito.

As características pedológicas, que governam a retenção de água, o escoamento sub-superficial, a infiltração e o coberto vegetal, exercem uma influência determinante no escoamento superficial. O coberto vegetal tem um papel importante na estruturação e estabilização das redes de drenagem. Nas zonas altas das ilhas, as turfeiras de *Sphagnum* spp., atuando como verdadeiras “esponjas”, desempenham funções fundamentais no controlo das escorrências, retendo importantes volumes de água e regulando o regime de escoamento. Outro fator marcante é o micro-relevo, associado a áreas aplanadas ou de vulcanismo recente (zonas de “biscoitos” ou “mistérios”), que nalguns locais consegue anular por completo o escoamento superficial.

No arquipélago dos Açores, a atividade humana já exerce um impacto significativo na hidrologia de superfície e, conseqüentemente, sobre as restantes variáveis do ciclo hidrológico. As operações de arroteamento e a abertura de caminhos de penetração nas partes mais altas das ilhas têm uma influência cada vez mais negativa no sistema de drenagem, alterando o coberto vegetal, os padrões de infiltração, a micro-topografia e a configuração da própria rede hidrográfica.

Atendendo à orografia das ilhas, estruturada, sobretudo, em aparelhos vulcânicos de cronologia diversa, a rede de drenagem superficial tende a distribuir-se de forma radial em torno dos respetivos cones. A ocorrência de depressões topográficas, resultantes, na maior parte dos casos, do colapso das bolsas magmáticas dos antigos vulcões centrais (“caldeiras”), conduz à formação de grandes bacias endorreicas, algumas com lagoas no seu interior. Noutros casos, encontram-se ocupadas por espessas turfeiras de esfagno que contribuem para a acumulação de importantes reservas hídricas, desempenhando assim funções de regulação do sistema hidrológico das ilhas.

A reduzida dimensão das ilhas, a génese vulcânica que determina a geomorfologia e geologia, assim como a especificidade do clima, conduz a que a drenagem superficial nos Açores se proceda essencialmente em regime temporário (ou intermitente), muitas vezes na forma de escoamento do tipo torrencial. Esta generalidade não impede porém que nalgumas ilhas existam cursos de água de regime permanente, estando estas situações dependentes de descargas profundas de lagoas ou da ocorrência de nascentes associadas a aquíferos suspensos.

A análise por ilha está descrita nos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

2.4.2 | Balanço hídrico

A hidrologia de superfície caracteriza-se por se desenvolver em pequenas bacias de drenagem muito heterogéneas em que prevalece o regime de escoamento torrencial. Os registos hidrométricos existentes, nomeadamente de escoamentos e da infiltração, estão associados às linhas de água de regime permanente, estando estas, frequentemente, associadas a descargas profundas de lagoas ou a aquíferos suspensos localizados. Deste modo torna-se difícil generalizar a informação existente à generalidade do território.

A escassez de dados espacialmente distribuídos, sobretudo em altitude, e a não existência de registos de alguns dos parâmetros requeridos para a elaboração do balanço hídrico de superfície com base em observações, conduz a que, no presente trabalho, sejam adotadas algumas generalizações. É o caso dos parâmetros referentes à vegetação, e às características hidrológicas dos solos, designadamente a capacidade de retenção de água útil, tendo sido adotado o valor de 120 mm. No cálculo da evapotranspiração de referência (E_{to}) é utilizado o método de Penman-Montheit, seguindo-se em larga medida as metodologias sugeridas por Allen *et al.* (1998) atendendo à circunstância de se dispor, a partir do modelo climático utilizado, das variáveis requeridas por esta metodologia. O balanço sequencial mensal foi elaborado com base na metodologia de Thornthwaite-Mather.

Atendendo à necessidade de adequar as metodologias de análise hidrológica às características peculiares dos territórios insulares bem como à informação disponível, opta-se por conciliar o espólio informativo das estações climáticas existentes para, a partir dele, serem aplicadas as metodologias determinísticas de base física implícitas no modelo CIELO (Azevedo, 1996). Desta feita o modelo recorre, em cada ilha, aos dados recolhidos numa estação climatológica como dados de referência para, a partir deles, simular as condições em período de tempo equivalente para todo o território. A generalização da informação a todo o território assume assim, o significado inerente ao conjunto de dados de iniciação. Assim, para cada uma das variáveis hidrológicas, e para intervalos de tempo homólogos aos utilizados para a iniciação do modelo, é generalizada a todo o território (ilha) o conceito de ano normal.

A mesma metodologia pode ser empregue para a generalização espacial da informação respeitante aos anos secos e anos húmidos. Porém, e muito embora existam para algumas das ilhas séries climatológicas e pluviométricas suficientemente longas para, a partir das mesmas se concluir quais os valores significativos para estas situações hidrológicas, o facto de essa informação se encontrar dispersa, não foi possível a sua compilação e posterior tratamento pelo que se optou nesta fase de caracterização utilizar apenas os valores médios.

Muito embora a generalidade da informação produzida tenha como base de resolução espacial a célula das matrizes numéricas (100x100m), para o efeito de conciliação de informação de diferente natureza optou-se por uma análise estatística à unidade Bacia Hidrográfica, para as variáveis: P - precipitação; E_{tr} - evapotranspiração real; Sav - superavit hídrico. Os valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas de todas as ilhas da RH9 são apresentados nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

2.4.3 | Escoamento anual

Em geral, as águas superficiais das ilhas são condicionadas não só pelo regime pluviométrico, que é fortemente influenciado pela orografia, mas também, em alguns casos, pela contribuição das principais lagoas. A complexa interligação lagoas-cursos de água tem como consequência o facto de qualquer quantificação hidrológica não poder utilizar as técnicas de cálculo tradicionais (LNEC, 1990).

Para as bacias em estudo não se dispõe de medições regulares de caudais líquidos nas linhas de água, pelo que foi necessário recorrer a métodos indiretos de modo a estimar o escoamento anual na bacia. Com efeito, dispõe-se de um conjunto muito reduzido de dados de escoamento superficial. No entanto, alguns dos valores existentes correspondem a trabalhos específicos levados a cabo em alguns locais que permitem uma certa compreensão do comportamento das bacias em termos de resposta às precipitações no diz respeito ao escoamento superficial.

Atendendo às limitações supracitadas para a generalidade das unidades hidrográficas das ilhas dos Açores, opta-se pela utilização da aproximação genérica sugerida por Azevedo *et al.* (2002) para a avaliação desta componente. Tal como sugerem os autores chama-se, no entanto, a atenção para as limitações do modelo pelo que a sua utilização deve ser entendida como uma aproximação genérica à avaliação destas componentes. O modelo de escoamento utilizado assenta na afetação do superavit hídrico (Sav), que resulta do balanço hídrico sequencial à escala mensal, à relação observada entre a densidade de drenagem da bacia (Dd) e a densidade de drenagem máxima observada no conjunto das unidades drenantes ($Dd_{máx}$). Assim:

$$Esc = \left(a + b \frac{Dd}{Dd_{máx}} \right) Sav$$

Nesta expressão Esc representa o escoamento anual (mm).

Com base na interpretação dos valores de escoamento registados por Azevedo (1998) em algumas das bacias da Ilha das Flores, bem como na avaliação dos respetivos parâmetros de drenagem, foi feita a respetiva calibração dos coeficientes a e b . De acordo com este autor, estas constantes assumem, para a RAA, os valores de 0,06 e 0,7 respetivamente.

Esta expressão empírica tem como fundamento conceptual a convicção clássica de que a densidade de drenagem de alguma forma reflete os diferentes condicionalismos, nomeadamente, os geomorfológicos e geológicos que determinam o escoamento superficial e a infiltração. Assim, da sua aplicação resulta o seguinte comportamento:

- Sempre que existe superavit (Sav) decorrente do balanço de superfície (clima e reserva útil do solo) está garantido um escoamento que, no mínimo (densidade de drenagem = 0), corresponde a $a \cdot Sav$;
- Quando a densidade de drenagem é igual à máxima observada no conjunto das bacias de cada ilha ($Dd_{máx}$) o escoamento atinge $(a+b) \cdot Sav$;
- Entre esses dois limites a fração do Sav que escoa em superfície é condicionada pela relação linear $Dd/Dd_{máx}$;
- Quando Sav é nulo não existe escoamento.

Atendendo aos valores obtidos para o superavit hídrico e para os valores de densidade de drenagem, obtiveram-se os valores de escoamento anual nas diversas bacias. Estes valores estão descritos nos volumes 1 a 9.

2.4.4 | Valores anuais de cheias e secas

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

2.5 | Caracterização socioeconómica

Esta análise é desenvolvida no âmbito geral da RAA, apresentando as especificidades por ilha de forma comparativa, e consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.6 | Caracterização do uso do solo e ordenamento do território

2.6.1 | Capacidade de uso do solo

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

2.6.2 | Usos do solo

Nos Açores, a ocupação do território exibe um padrão semelhante em todas as ilhas, uma vez que os principais povoados implantaram-se, preferencialmente, na faixa costeira e nas imediações das baías mais abrigadas. Esta localização periférica foi mantida aos longos dos séculos, quer pelas necessidades de comunicação, quer por condicionamentos biofísicos, relacionados com a orografia acidentada e com condições climáticas mais adversas registadas em altitude.

A humanização da paisagem açoriana foi um processo gradual, mas com ritmos e intensidades diferenciadas, decorrentes dos ciclos produtivos que marcaram a história económica dos Açores ao longo de mais de 500 anos povoamentos. Numa primeira fase, o arroteamento das florestas para a ampliação das áreas de cultivo limitou-se às zonas de baixa e de média altitude. Porém, as alterações do coberto vegetal expandiram-se para o interior com o desenvolvimento do modelo monocultural baseado na agropecuária. À medida que as pastagens aumentavam de representação, as florestas naturais foram relegadas para as encostas mais íngremes e inacessíveis das ilhas, formando habitats cada vez mais fragmentados. Neste seguimento, as florestas de produção, designadamente os povoamentos de criptoméria, passam a assumir maior importância devido ao aproveitamento da madeira para a construção civil.

Com base na Carta de Ocupação do Solo da RAA (DRA/DOT, 2018) e considerando a situação global do arquipélago (Figura 2.6.1), verifica-se que o uso dominante é a agricultura que ocupa 48,82% da superfície regional. Por sua vez, as florestas e meios naturais e seminaturais equivalem a 42,6%, seguindo-se os territórios artificializados, com 5% e as zonas húmidas com 3,13%. Os restantes 0,45% correspondem às massas de água. Contudo, estes valores globais variam bastante de ilha para ilha, em função das características do território e da intensidade das atividades produtivas.

- Nas ilhas de Santa Maria e São Miguel, a classe Agricultura possui o maior peso (cerca de 58% do total), correspondendo a áreas de 5 642,9 ha e 43 907,1 ha respetivamente;
- As ilhas do Pico (61,7%), São Jorge (61,7%), Flores (57,2%) e Corvo (55,7%) assumem predominância da classe de florestas e meio naturais e seminaturais;

- As ilhas Graciosa e Terceira são aquelas que detêm maiores percentagens da classe agricultura, com 66,6% e 61,5% respetivamente;
- A ilha do Faial possui uma maior equivalência entre as classes agricultura (53,9%) e florestas (41,1%), existindo no entanto um predomínio da primeira.

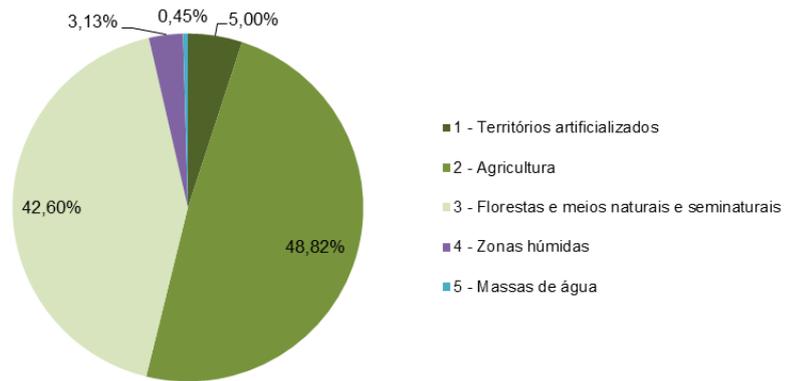


Figura 2.6.1 | Ocupação do uso solo no Arquipélago dos Açores (%).

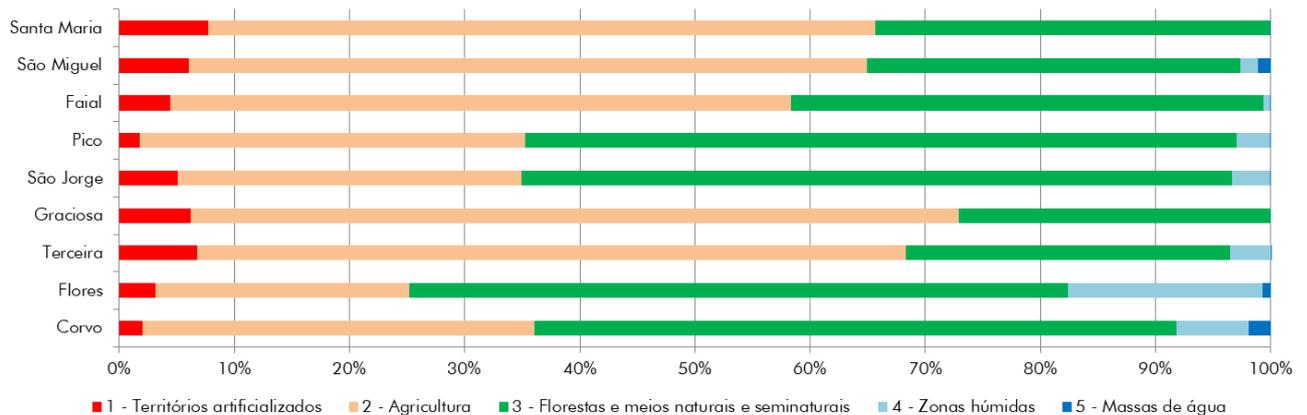


Figura 2.6.2 | Uso do Solo por ilha de acordo com a COS.A/2018 – Nível 1

Quadro 2.6.1 | Área ocupada por classe de Uso do Solo por ilha, ha (COS.A/2018 – Nível 1)

Classe - Nível 1	1 - Territórios artificializados	2 - Agricultura	3 - Florestas e meios naturais e seminaturais	4 - Zonas húmidas	5 - Massas de água	Total
Corvo	34,70	577,52	944,62	107,31	32,08	1 696,23
Flores	445,48	3 112,39	8 066,57	2 385,46	98,07	14 107,96

Terceira	2 706,67	24 635,99	11 279,06	1 407,63	7,84	40 037,19
Graciosa	379,61	4 046,90	1 645,59	0,00	0,00	6 072,10
São Jorge	1 244,81	7 235,59	14 993,41	805,47	10,33	24 289,60
Pico	798,51	14 888,45	27 437,77	1 316,21	18,58	44 459,52
Faial	764,84	9 298,77	7 078,09	96,71	10,02	17 248,43
São Miguel	4 480,61	43 907,00	24 098,41	1 143,73	854,06	74 483,81
Santa Maria	754,90	5 642,87	3 339,26	0,00	3,50	9 740,53
Total	11 610,13	113 345,47	98 882,78	7 262,52	1 034,48	232 135,37

Verifica-se que as massas de água, com uma média regional de cerca de 0,45%, assumem pouco significado na RAA, contudo importa não esquecer que nesta classe estão contempladas apenas as massas de água interiores superficiais interiores, i.e., lagoas e cursos de água (que apresentam uma largura mínima superior a 20 m) e águas costeiras associadas a lagoas costeiras. Numa análise mais específica (nível 3 da COS.A 2018) à classe das massas de água, verifica-se, pela Figura 2.6.2, que mais de 93% respeitam a lagoas, sendo que apenas cerca de 5% das áreas afetadas a essa classe correspondem a cursos de água e apenas 1% constituem lagoas costeiras.

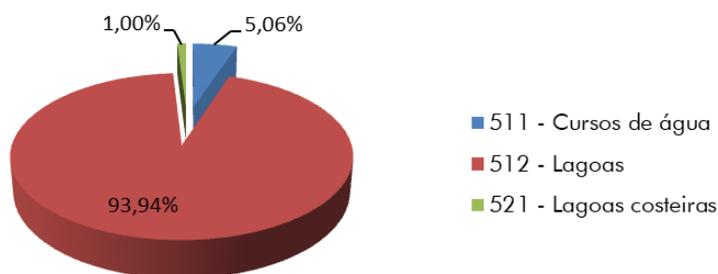


Figura 2.6.2 | Análise COS.A 2018 detalhada para a Classe de Massas de Água – Nível 3

A análise pormenorizada e a outros níveis dos usos e ocupação do solo na RAA é apresentada nos respetivos volumes para cada uma das nove ilhas.

2.6.3 | Sistema de gestão territorial

2.6.3.1 | Enquadramento

Na RAA têm sido desenvolvidas, nos últimos anos, diversas iniciativas políticas nos domínios do planeamento e ordenamento do território das quais se destacam a produção legislativa e a elaboração de planos e de outros instrumentos de intervenção.

Evidencia-se, desde logo, o novo Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial da RAA (RJIGT) - Decreto Legislativo Regional n.º 35/2012/A, de 16 de agosto - que pretende, entre outros intentos, evitar a sobreposição de planos e de políticas de ordenamento do território e urbanismo, melhorando a operacionalização e a flexibilidade dos

instrumentos de gestão territorial. São estabelecidos dois âmbitos de intervenção, os quais compreendem diversas tipologias de planos: o âmbito nacional, regional e municipal (Figura 2.6.3).



Figura 2.6.3 | Âmbitos e tipologias de planos do sistema de gestão territorial da RAA.

Neste contexto, para a análise do sistema de gestão territorial, foram considerados os instrumentos mais relevantes para o planeamento e gestão dos recursos hídricos na RAA, nomeadamente o Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores (PROTA), o Plano Regional da Água (atualmente em processo de alteração), o Programa Regional para as Alterações Climáticas dos Açores (PRAC), o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores (POTRAA), o Plano Setorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores (PSRN2000), os planos especiais de ordenamento do território (PEOT), designadamente os planos de ordenamento da orla costeira, os planos de ordenamento de bacias hidrográficas de lagoas e o plano de ordenamento de área protegida, e, por fim, os planos municipais de ordenamento do território (PMOT), designadamente os Planos Diretores Municipais (PDM). Para cada plano são referenciados os seus objetivos, as orientações estratégicas e as medidas e propostas de ação preconizadas, considerando as matérias que possam ser pertinentes para o PGRH da RH9.

Presentemente, a RAA está dotada de grande cobertura de instrumentos de gestão territorial, contabilizando-se o PROTA, 10 POOC, 5 POBHL, 1 (POAP), 8 planos (programas) setoriais com incidência territorial (PRA, PRAC, PSRN2000, PEPGRA, POTRAA, PAE, PGRIA e PGRH-Açores 2016-2021) e ainda 19 Planos Diretores Municipais (PDM).

No contexto específico em apreço, são claramente de destacar o PRA (já anteriormente abordado na Parte 1 do presente plano), o PGRIA e o PRAC, pela sua natureza e significativa interação e articulação que necessitam de ser asseguradas com o PGRH-Açores.

Os objetivos gerais do PRA em vigor visam estabelecer uma utilização eficiente dos recursos hídricos, tendo em vista a valorização, proteção e a gestão sustentável da água no Arquipélago dos Açores e as suas linhas de orientação estratégica têm particular incidência na melhoria da oferta e gestão da procura da água para as populações e atividades económicas, na proteção da qualidade da água e dos recursos naturais, com destaque para os ecossistemas com especial interesse e ainda a prevenção e minimização da poluição e dos riscos associados a fenómenos hidrológicos

extremos. Não obstante este plano estar atualmente em processo de alteração, estes grandes objetivos e linhas de orientação mantêm-se, sendo apenas atualizados / complementados nos casos em que os referenciais estratégicos que o norteiam assim o determinem.

Assim, dado que o PRA é analisado noutros capítulos deste documento, apresenta-se apenas a síntese das orientações estratégicas e das respetivas linhas de intervenção com relevância para o planeamento dos recursos hídricos (Quadro 2.6.1), que, como referido, se mantêm ainda atuais, mesmo no processo de alteração.

Quadro 2.6.2 | Síntese das orientações estratégicas e das respetivas linhas de intervenção do PRA

Orientação Estratégica	Linhas de Intervenção
Melhorar a oferta e gerir a procura de água para as populações e atividades económicas	<ul style="list-style-type: none"> i) Promover utilizações de água com fins múltiplos e minimizar, adequadamente, os conflitos de usos; ii) Garantir a proteção das origens de água;
Proteger a qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> i) Promover a proteção e melhoria da qualidade da água dos meios hídricos naturais superficiais, subterrâneos, costeiros e de transição; ii) Garantir que a descarga final de águas residuais urbanas e industriais não afete a qualidade e usos dos meios recetores;
Proteger os recursos naturais, com destaque para os ecossistemas de especial interesse.	<ul style="list-style-type: none"> i) Proteger e requalificar o recurso água e o meio envolvente, com vista à sua valorização ecológica, ambiental e patrimonial, assegurando a manutenção da riqueza e diversidade dos sistemas hídricos e dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados; ii) Fomentar a minimização e a compensação dos impactes ambientais causados pela artificialização dos meios hídricos e garantindo a manutenção de um regime de caudais ambientais e, em particular, de caudais ecológicos;
Prevenir e minorar riscos associados a fenómenos hidrológicos extremos e a acidentes de poluição	<ul style="list-style-type: none"> i) Promover a minimização de riscos associados a fenómenos hidrológicos extremos, designadamente pela aplicação correta dos instrumentos de ordenamento do território e tendo em consideração os fatores de risco existentes; ii) Minimizar as situações de risco de poluição acidental e efetuar a gestão adequada das substâncias perigosas; iii) Assegurar a prevenção e o controlo integrado da poluição associada às atividades industriais; iv) Promover a adequada gestão dos resíduos sólidos, reduzindo-se as potenciais fontes de poluição hídrica;
Articular o ordenamento do território com o ordenamento do domínio hídrico	<ul style="list-style-type: none"> i) Articular o ordenamento do território com o do domínio hídrico, definindo adequadas diretrizes e condicionamentos nos IGT e integrando as políticas de recursos hídricos nos diferentes instrumentos de gestão do território; ii) Promover o licenciamento e controlo dos usos do domínio hídrico; iii) Promover a valorização económica dos recursos hídricos de interesse paisagístico, cultural, de recreio e lazer, turístico, energético ou outro, desde que compatível com a preservação dos meios hídricos; iv) Promover o planeamento e gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e costeiras, fomentando o ordenamento dos usos e ocupações do domínio hídrico, nomeadamente da orla costeira, das bacias hidrográficas das lagoas, das ribeiras e das zonas de recarga de aquíferos, através da elaboração de instrumentos de gestão do território adequados;
Ajustar o quadro institucional e adequar o quadro normativo regional	<ul style="list-style-type: none"> i) Otimizar o quadro de gestão da água na Região, nomeadamente o regime de planeamento, o regime jurídico do domínio hídrico e o modelo de gestão dos sistemas aos diferentes níveis do ciclo da água, incluindo o saneamento de águas residuais (SAR);

Fonte: Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A, de 23 de abril

Considerando o breve enquadramento apresentado anteriormente, e tendo por base os instrumentos de gestão de recursos hídricos em vigor na Região Autónoma dos Açores – nomeadamente o PGRI e o PGRH-Açores 2016-2021, os planos de ordenamento de orla costeira, planos de ordenamento de bacia hidrográfica de lagoa para além de outros planos, programas e instrumentos sectoriais, em vigor ou a aguardar publicação, com os quais os mesmos devem ser articulados (de entre vários, destaca-se o Programa Regional para as Alterações Climáticas) - considera-se que a alteração do PRA Açores deve assentar num ajuste à própria natureza e conteúdos / funções dos instrumentos atualmente existentes, às metas e ao atual modelo de governação e atuação das entidades da administração pública regional.

Entende-se assim que conceptualmente o PRA deve assumir um foco estratégico que defina as linhas de orientação e os objetivos estruturantes a alcançar a nível regional, cuja concretização ficará a cargo dos instrumentos com foco operacional - neste caso, o PGRH-Açores e o PGRI.

Esta abordagem integrada permitirá dotar o processo de planeamento de um instrumento com um ciclo de vida mais alargado que assegura a macro-estratégia regional e reflete e monitoriza a sua evolução e tradução no contexto social, económico e ambiental da Região, garantindo a sua coerência com o quadro normativo nacional e internacional e com atenção à articulação intersectorial, emanando orientações e assegurando um fio condutor entre ciclos de planeamento, que são concretizados por instrumentos de ciclo de vida mais curto (6 anos), focados na sua tradução em cada umas das unidades hidrográficas (ilha) que constituem a Região Autónoma dos Açores.

A elaboração da Alteração do PRA teve o seu arranque formal em 2019, com a preparação das linhas base de desenvolvimento dos trabalhos e pretende constituir-se como o referencial da RAA ao nível da estratégia integrada, objetivos e metas para a gestão dos recursos hídricos nos Açores, que é consubstanciada em variadas dimensões também através do PGRH-Açores.

2.7 | Caracterização dos usos e necessidades de água

Este subcapítulo tem como principal objetivo a caracterização e diagnóstico da situação atual e retrospectiva de referência no que respeita aos consumos e necessidades de água por tipologia de uso. As tipologias de uso consideradas foram as seguintes:

- Urbano: contempla uso doméstico de água e outros usos equiparados, tal como comércio e serviços;
- Turismo: contempla uso de água em hotelaria associado à população flutuante estimada, caracterizada pelos turistas e ocupantes temporários da ilha, bem como outros usos ou atividades de índole turística considerados relevantes (p.e. campos de golfe, etc.);
- Agricultura: contempla o uso de água para a produção agrícola, nomeadamente, para a rega de culturas;
- Pecuária: contempla o uso de água para a produção pecuária e outros usos associados à atividade;
- Indústria: contempla o uso de água na atividade associada à indústria, nomeadamente, indústria transformadora;
- Produção de energia: contempla o uso de água na atividade de produção de energia termoelétrica, geotérmica e hidroelétrica;
- Outros usos: contempla o uso de água nas atividades aeroportuária e portuária, bem como usos administrativos ou públicos, e outros usos não especificados ou temporários (p.e. obras).

Esta caracterização permitirá realizar uma avaliação global das pressões associadas ao uso de água e consequentes efeitos na qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Importa referir que a aferição dos resultados foram dificultados pela ausência de informação consolidada por parte das entidades gestoras que na maioria dos casos não apresentam dados sistematizados ou apresentam apenas estimativas baseadas em cálculo e não medições reais, obrigando por vezes a realizar determinadas assunções e considerações extraordinárias que prejudicam a clareza na explanação e interpretação dos resultados.

Devido à grande quantidade de informação envolvida, apenas são apresentados em relatório os principais resultados atualizados para o ano de referência 2019 (ou ano mais recente com informação disponível) ao nível do concelho e ilha, e para todas as tipologias de uso ou setores intervenientes. A análise específica por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

2.8 | Caracterização dos serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

Importa referir que a caracterização dos serviços foi dificultada pela ausência de informação de base alfanumérica e georreferenciada relativamente aos sistemas de abastecimento de água e saneamento de águas residuais atualmente existentes na área de intervenção do PGRH. Esta carência deve ser alvo de medidas corretivas da atual situação no âmbito do presente Plano de forma a mitigar o existente desconhecimento infraestrutural, incapacidade genérica de monitorização e controlo de caudais, e de gestão da intensidade de utilização do recurso, sob pena de inviabilizar o cumprimento de todos os objetivos e metas setoriais relativamente ao estado quantitativo, acessibilidade física, cumprimento dos valores-limite de emissão, e qualidade global dos serviços de abastecimento e saneamento de águas residuais.

2.9 | Análise de perigos e riscos

O presente capítulo enquadra-se nos trabalhos conducentes à elaboração do Relatório de Progresso 1, relativo ao Plano de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (PGIRH) das ilhas Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico, Faial, Flores e Corvo, e posteriormente aos trabalhos realizados para as ilhas de Santa Maria e São Miguel. Neste documento descrevem-se os perigos que atuam ao nível das diferentes ilhas do arquipélago dos Açores e que podem afetar o bom funcionamento das nascentes e furos para abastecimento público.

A caracterização dos perigos geológicos foi, em parte, elaborada com base na recolha e compilação da documentação existente sobre as várias temáticas, produzida ao longo dos últimos anos pelo CVARG.

2.9.1 | Alterações climáticas

Ao contrário dos relatórios anteriores, no presente documento é possível fazer já alguma análise às alterações climáticas previsíveis para as diferentes ilhas do Açores tendo como base os resultados preliminares do projeto ProAAcXXIs (PO Açores 2020 - Projections of Climate Change in the Azores for the 21st Century - Hydrological Implications of Agronomic and Environmental Interest – FEDER, GRANT_NUMBER: Acores-01-0145-FEDER-

000037. A previsão da elevação do nível médio do mar continua a ser feita com base nos resultados apresentados no quinto relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (IPCC, 2013).

2.9.1.1 | A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática

Tal como a generalidade dos arquipélagos atlânticos, a vulnerabilidade das ilhas dos Açores à alteração climática é elevada. Pese embora algumas circunstâncias que atenuam a amplitude da alteração expectável para determinados indicadores climáticos quando comparados com outras zonas do globo, como no caso da temperatura que beneficia do efeito termorregulador do oceano, não devem ser confundidos ou minimizados os impactes resultantes da alta dependência que estas regiões apresentam face ao seu clima e à sua evolução futura. Em boa verdade, atendendo às características geográficas e morfológicas dos territórios insulares de origem vulcânica, mesmo num cenário de menores amplitudes da variação climática expectável, podem corresponder à escala regional impactes ambientais e socioeconómicos mais problemáticos.

Exemplo disso é a particular sensibilidade das regiões insulares no que se refere aos mecanismos climáticos que determinam a hidrologia das ilhas, setor de importância vital e transversal a toda a sociedade, economia e ecossistemas insulares, atendendo ao facto de ser o clima a única fonte natural de água doce, condicionar os mecanismos relacionados com o seu retorno à atmosfera, regular em larga medida as disponibilidades hídricas do solo, bem como a forma como a água escoar em superfície ou se infiltra em profundidade contribuindo para as suas reservas.

Caracterizadas por apresentarem uma grande heterogeneidade geológica, e uma extensão de fronteira com o mar desproporcionada face à pequena dimensão do território, as ilhas dos Açores apresentam processos hidrológicos com uma expressão temporal e espacial peculiar. A predominância do escoamento torrencial de superfície, a rápida e permanente descarga natural dos níveis freáticos, as descargas laterais dos aquíferos através das estruturas fissuradas subsuperficiais (típicas de ambientes vulcânicos), bem como as condições circundantes de apertada fronteira com a água salgada do mar, conduzem a que as reservas em água doce tenham um tempo de residência curto bem como um decaimento muito acelerado da sua qualidade. Estes aspetos revelam-se particularmente sensíveis nas ilhas mais pequenas ou em unidades geológicas mais recentes.

Assim, previsíveis alterações nas características verticais da atmosfera, com implicações no respetivo comportamento microfísico e termodinâmico, bem como a alteração dos atuais padrões da sua circulação e interação com o oceano, com significativas implicações nos respetivos processos de troca de massa e de energia, podem afetar importantes mecanismos responsáveis pela geração, regularização e deposição da precipitação nas ilhas, designadamente os relacionados com a precipitação de origem frontal e orográfica. Da mesma forma é expectável que estas alterações se reflitam nas disponibilidades em água líquida em suspensão e transportada pelo caudal atmosférico, a qual constitui um expressivo montante hídrico intercetado pela vegetação em altitude. É da manutenção e regularidade de todos estes mecanismos que dependem as reservas hídricas insulares, a capacidade produtiva dos sistemas agrícolas, bem como a subsistência de ecossistemas de reconhecida importância universal.

Também no domínio da hidrologia, o incremento da virulência dos episódios meteorológicos extremos, designadamente a ocorrência de períodos prolongados de seca ou a concentração dos fenómenos da precipitação, terá implicações nas reservas hídricas, nos processos de escoamento e nos riscos associados à ocorrência de cheias e de movimentos de massa dos solos.

Da mesma forma, o previsível incremento da severidade climática, quando associado à dispersão territorial, às suas características morfológicas e estruturais, e à sua dependência de acessibilidades por ar ou por mar, afetará de forma previsível a operacionalidade do setor dos transportes, com reflexos na produtividade e na economia, ou mesmo a integridade das respetivas infraestruturas.

Particular atenção deve ser dada à possibilidade de as tempestades tropicais de fim de ciclo que, no passado, se dissipavam às nossas latitudes, poderem ter agora a sua vida e percurso prolongados pela elevação da temperatura superficial da água do mar.

Por outro lado, a subida do nível do mar, também consequência do clima e da sua evolução futura, constituindo uma pressão circundante aos territórios insulares, revela-se como uma séria ameaça aos recursos, ecossistemas e infraestruturas costeiras, bem como às populações e territórios mais periféricos.

2.9.1.2 | A evolução do clima dos Açores

Tendo como base a análise das séries climatológicas produzidas pelos serviços meteorológicos nacionais ao longo do período de tempo em que são efetuadas observações meteorológicas regulares no arquipélago dos Açores, em particular as que resultam das observações na Ilha Terceira a partir da estação meteorológica localizada no hoje designado Observatório José Agostinho, cujo funcionamento ininterrupto desde 1942, ano em que foi inaugurado, bem como a manutenção das suas condições de exposição praticamente inalteradas, garantem uma melhor qualidade das séries, foi possível identificar ao longo da segunda metade do século XX uma evolução consistente da temperatura do ar, a qual indicia já uma tendência de alteração climática que se refletirá em todos os outros elementos do clima (ver quadros e figuras seguintes).

Quadro 2.9.1 | Tendências da temperatura em Angra do Heroísmo (Azevedo, 2016). Fonte: IPMA

Período	Dados válidos		Tendência por década	
	Dias	Anos	Temp. máxima	Temp. mínima
1942-2010	25100	68.8	+ 0.18 °C	+ 0.07 °C
1970-2010	14916	40.8	+ 0.37 °C	+ 0.29 °C
1980-2010	11281	30.9	+ 0.37 °C	+ 0.33 °C

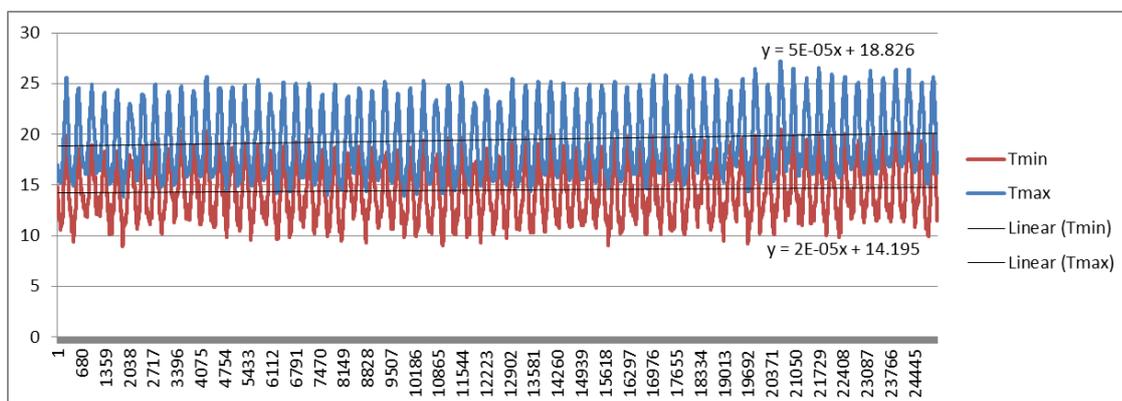


Figura 2.9.1 | Série da evolução das temperaturas máxima e mínimas diárias em Angra do Heroísmo no período de 1942 a 2010 (Azevedo 2016, projeto ProAAcXXIs. . Fonte dos dados: IPMA).

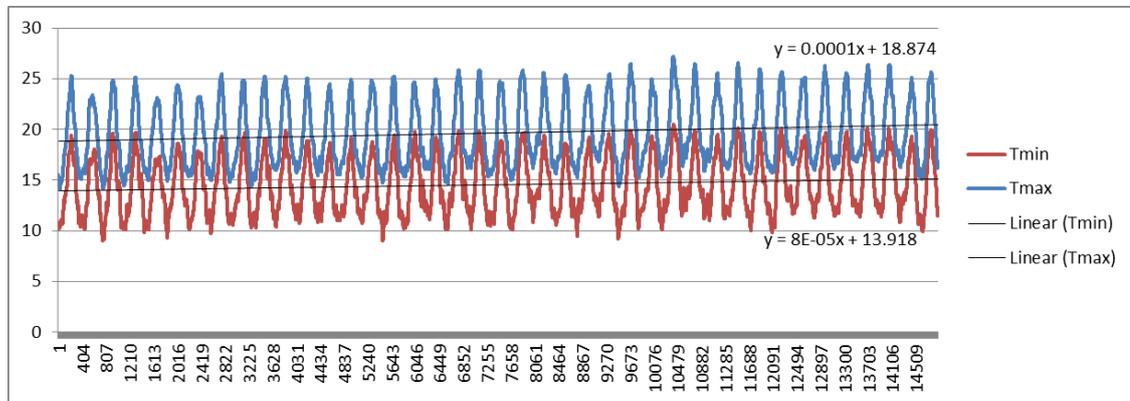


Figura 2.9.2 | Série da evolução das temperaturas máxima e mínimas diárias em Angra do Heroísmo no período de 1970 a 2010 (Azevedo 2016, projeto ProAAcXXIs. . Fonte dos dados: IPMA).

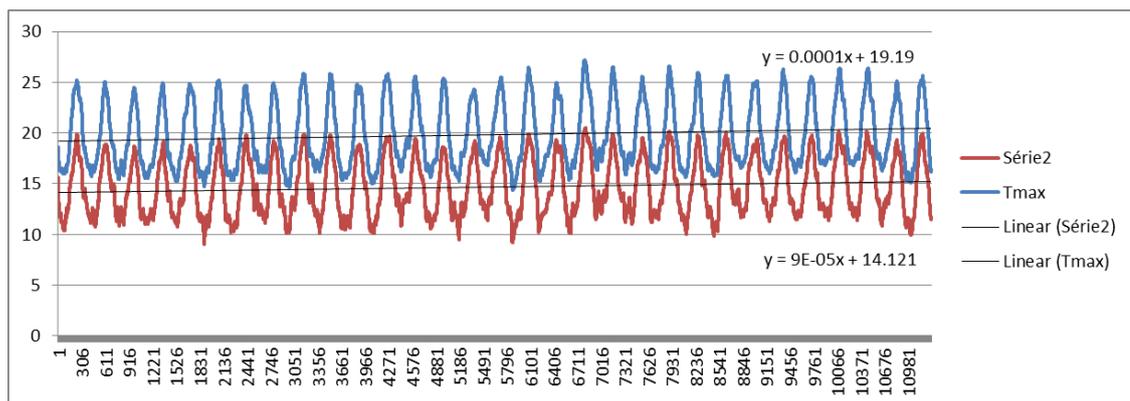


Figura 2.9.3 | Série da evolução das temperaturas máxima e mínimas diárias em Angra do Heroísmo no período de 1980 a 2010 (Azevedo 2016, projeto ProAAcXXIs. Fonte dos dados: IPMA).

2.9.1.3 | Cenários e projeções climáticas para os Açores

Tal como acima referido, no âmbito do presente relatório é já possível apresentar algumas projeções climáticas para as diferentes ilhas dos Açores, designadamente as que a seguir se apresentam tendo como base os resultados preliminares da aplicação dos cenários RCP 4.5 e RCP 8.5 no âmbito do projeto ProAAcXXIs, as quais terão naturalmente implicações de natureza hidrológica a serem consideradas nas avaliações das futuras disponibilidades hídricas das ilhas do arquipélago. Esta preocupação é aliás objeto do projeto HIDROBAL – Avaliação e Espacialização do Balanço Hídrico e Caracterização da Interação Entre as Águas de Superfície e Subterrâneas – o qual decorre no âmbito do projeto MITIMAC – *Mitigating climate change through innovation in the water cycle using low-carbon technologies* – INTERREG V—A MAC 2014-2020 (MAC2/4.1ª/263).

Projeto ProAAcXXIs - Aproximação metodológica:

- i. Regionalização do clima atual - corridas CIELO (Azevedo, 1996) forçadas para cada uma das ilhas dos Açores com os dados das estações de superfície do IM/IPMA para o período de 1961-1990⁴;
- ii. Produção de um clima de controlo tendo em vista a identificação das anomalias do clima futuro – normalização das saídas do modelo EC_Earth⁵ do clima passado, para os mesmos períodos das corridas anteriores, para os três domínios correspondentes a cada grupo das ilhas dos Açores;
- iii. Identificação das anomalias face ao clima de controlo decorrentes dos cenários EC_Earth RCP 4.5 e RCP 8.5 para os horizontes temporais de 2010/2039, 2040/2069, 2070/2099;
- iv. Regionalização dos cenários do clima futuro - corridas CIELO, forçadas com as anomalias para os cenários EC_Earth RCP 4.5 e RCP 8.5 para os mesmos horizontes temporais de 2010/2039, 2040/2069, 2070/2099;
- v. Regionalização das anomalias – comparação numérica, em cada ilha, entre os valores das matrizes das variáveis decorrentes dos diferentes cenários, e para os diferentes períodos, com os correspondentes valores das matrizes do clima de referência.

Projeto ProAAcXXIs - Regionalização das anomalias

Da aplicação do modelo CIELO forçado com dados de iniciação reformulados com as anomalias simuladas para os cenários EC_Earth RCP 4.5 e RCP 8.5 e para os mesmos horizontes temporais de 2010/2039, 2040/2069, 2070/2099, resultam os resultados apresentados nos quadros seguintes.

Quadro 2.9.2 | Anomalias médias anuais das temperaturas máxima, mínima e média (°C) para todas as ilhas

⁴ Nota: nem todas as ilhas dispõem de informação meteorológica suficiente para a determinação das respetivas normais, ou não abrangem todo o período referido

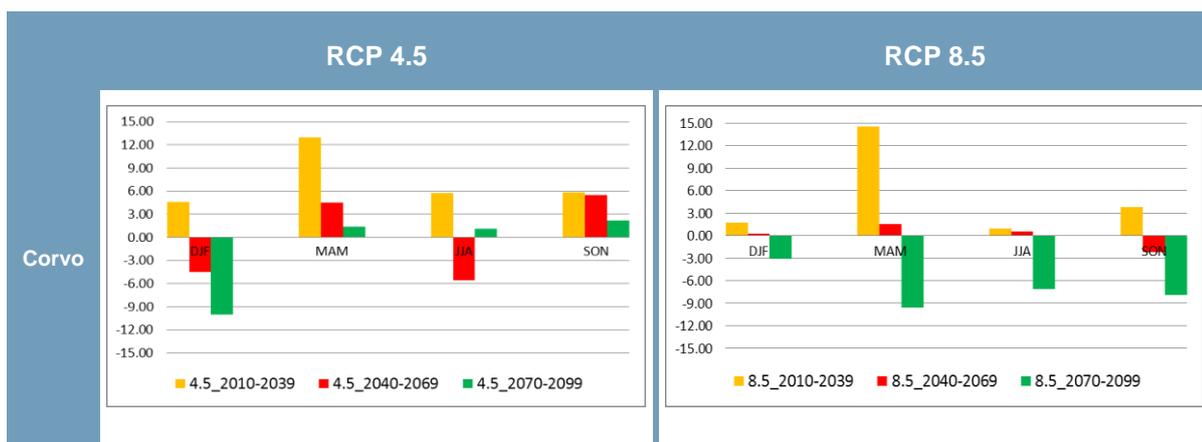
⁵ The EC-Earth é um modelo global desenvolvido por um consórcio europeu a partir do modelo de previsão sazonal do ECMWF (<http://eearth.knmi.nl/>).

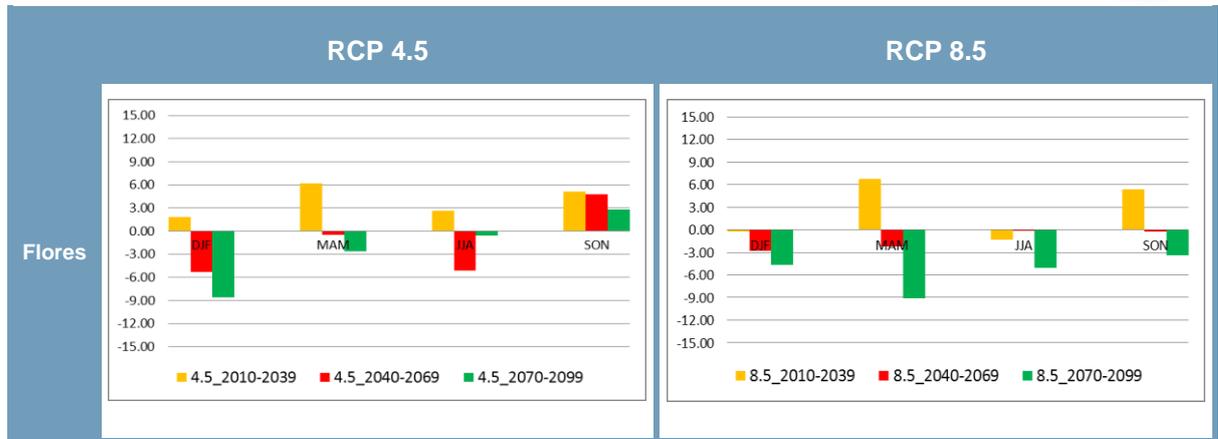
Corvo		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.74	1.16	1.51	0.84	1.50	2.54
TMIN	Ano	0.71	1.18	1.58	0.82	1.56	2.66
TMED	Ano	0.73	1.17	1.54	0.83	1.53	2.60
Flores		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.65	1.06	1.41	0.74	1.40	2.44
TMIN	Ano	0.66	1.14	1.53	0.78	1.52	2.62
TMED	Ano	0.65	1.10	1.47	0.76	1.46	2.53
Faial		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.80	1.28	1.62	0.91	1.65	2.70
TMIN	Ano	0.78	1.29	1.67	0.92	1.68	2.77
TMED	Ano	0.79	1.29	1.65	0.91	1.66	2.73
Pico		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.81	1.32	1.66	0.93	1.69	2.76
TMIN	Ano	0.80	1.33	1.72	0.94	1.73	2.85
TMED	Ano	0.81	1.32	1.69	0.93	1.71	2.80
S. Jorge		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.80	1.29	1.63	0.91	1.66	2.71
TMIN	Ano	0.78	1.30	1.68	0.92	1.69	2.79
TMED	Ano	0.79	1.29	1.66	0.92	1.67	2.75
Graciosa		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.78	1.26	1.59	0.89	1.61	2.65
TMIN	Ano	0.80	1.30	1.68	0.94	1.68	2.76
TMED	Ano	0.79	1.28	1.64	0.91	1.65	2.70
Terceira		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.80	1.29	1.63	0.91	1.65	2.71
TMIN	Ano	0.78	1.29	1.68	0.92	1.69	2.78
TMED	Ano	0.79	1.29	1.65	0.92	1.67	2.74
S. Miguel		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.86	1.37	1.73	0.95	1.79	2.80
TMIN	Ano	0.86	1.39	1.76	0.96	1.81	2.85
TMED	Ano	0.86	1.38	1.74	0.96	1.80	2.83
Sta. Maria		Anomalia unidades (4.5)			Anomalia unidades (8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
TMAX	Ano	0.84	1.35	1.70	0.94	1.76	2.75
TMIN	Ano	0.84	1.36	1.73	0.95	1.78	2.80
TMED	Ano	0.84	1.36	1.72	0.94	1.77	2.78

Quadro 2.9.3 | Anomalias da precipitação anual (%) para todas as ilhas

Corvo		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	6.88	0.25	-2.21	4.88	-0.21	-6.51
Flores		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	3.81	-1.36	-2.96	2.67	-1.59	-5.30
Faial		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	5.62	2.57	1.58	5.07	4.13	-0.66
Pico		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	5.81	2.79	1.93	5.22	4.48	-0.21
S. Jorge		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	6.62	3.50	2.64	6.15	5.17	0.56
Graciosa		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	4.24	0.45	-1.00	3.52	1.77	-4.88
Terceira		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	4.87	1.67	0.28	3.96	2.59	-2.02
S. Miguel		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	4.11	2.03	1.84	3.12	1.23	-2.87
Sta. Maria		Anomalia em percentagem(4.5)			Anomalia em percentagem(8.5)		
Variável		4.5_2010-2039	4.5_2040-2069	4.5_2070-2099	8.5_2010-2039	8.5_2040-2069	8.5_2070-2099
PREC	ANO	5.65	3.22	3.35	5.12	2.08	-2.10

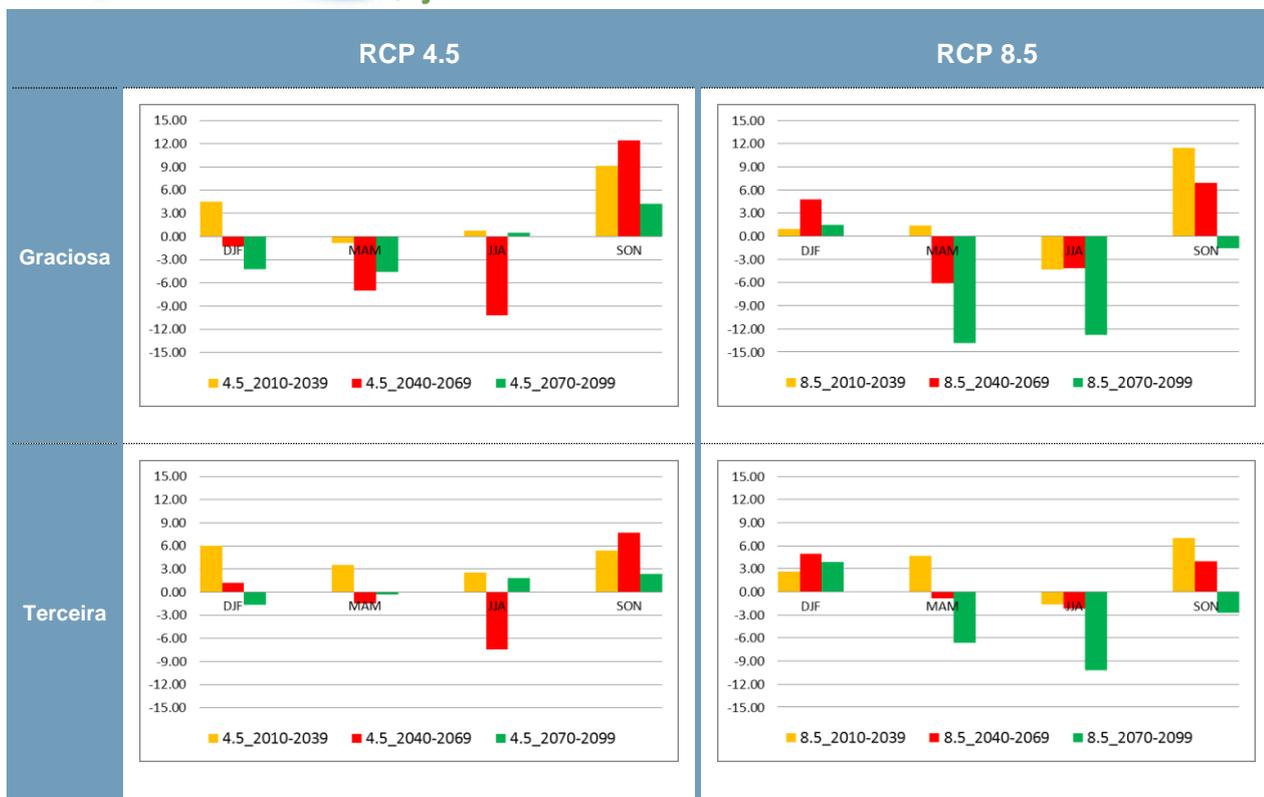
Quadro 2.9.4 | Grupo Ocidental – anomalias da precipitação (%) por agrupamento de meses



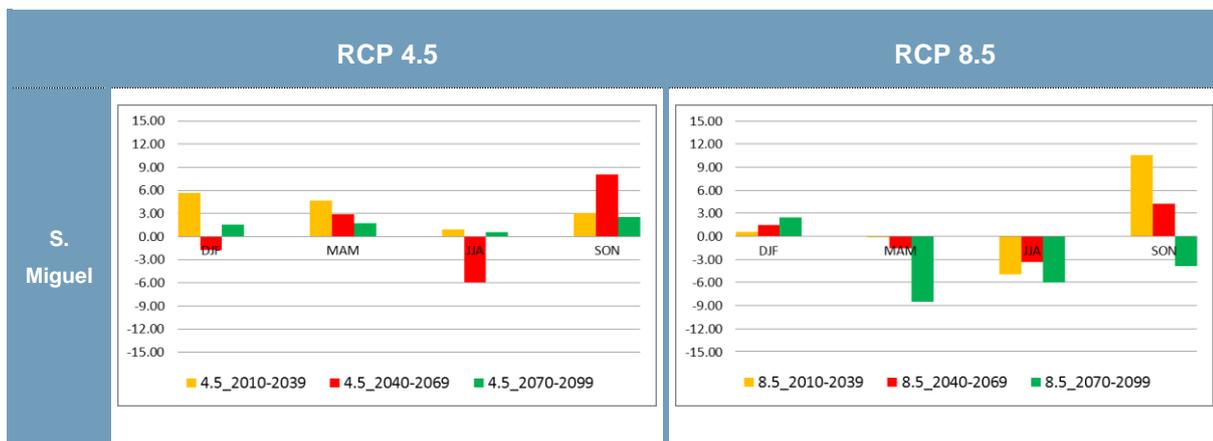


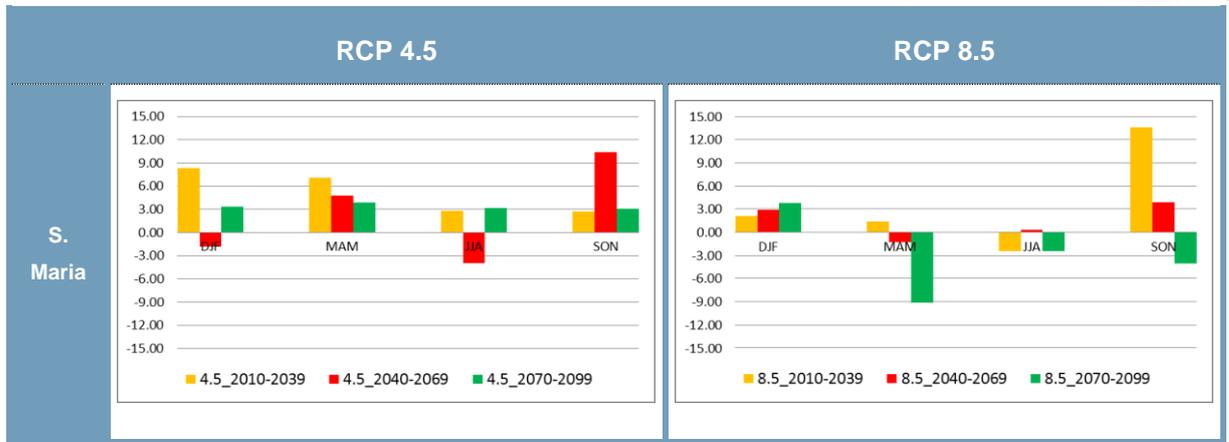
Quadro 2.9.5 | Grupo Central – anomalias da precipitação (%) por agrupamento de meses



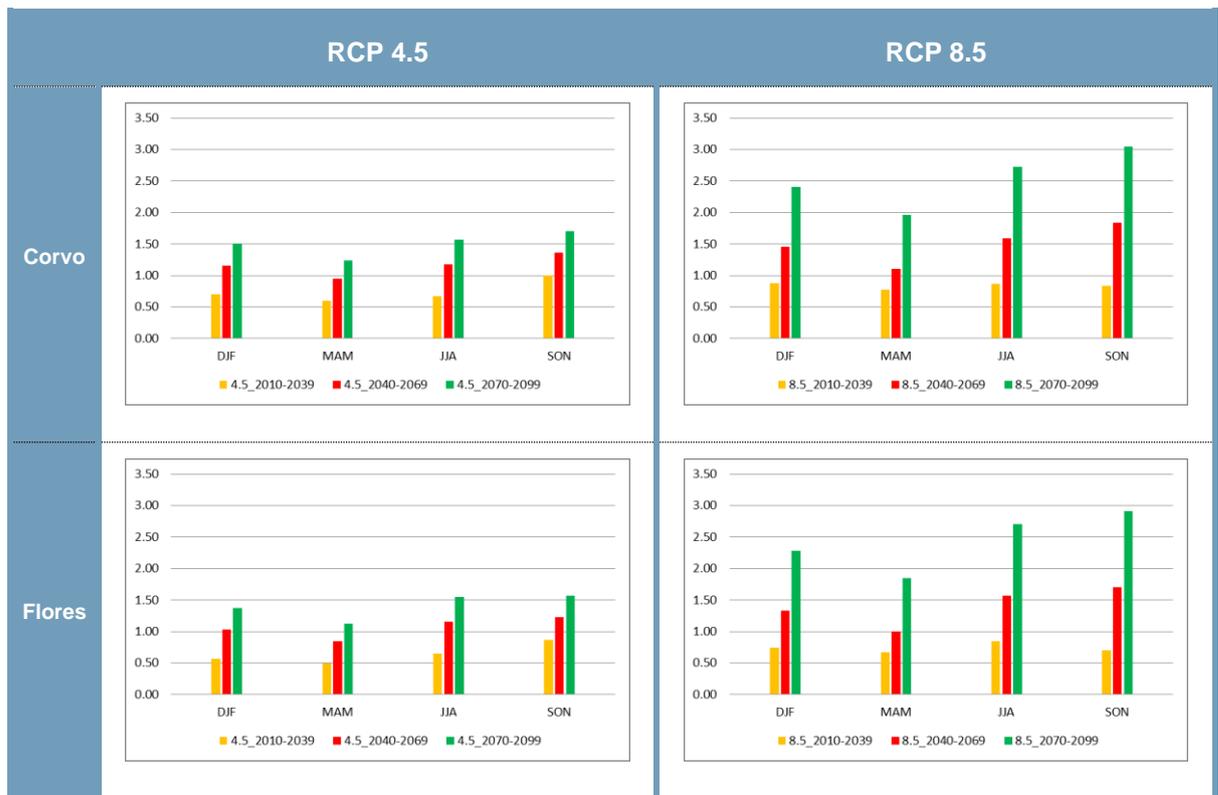


Quadro 2.9.6 | Grupo Oriental – anomalias da precipitação (%) por agrupamento de meses

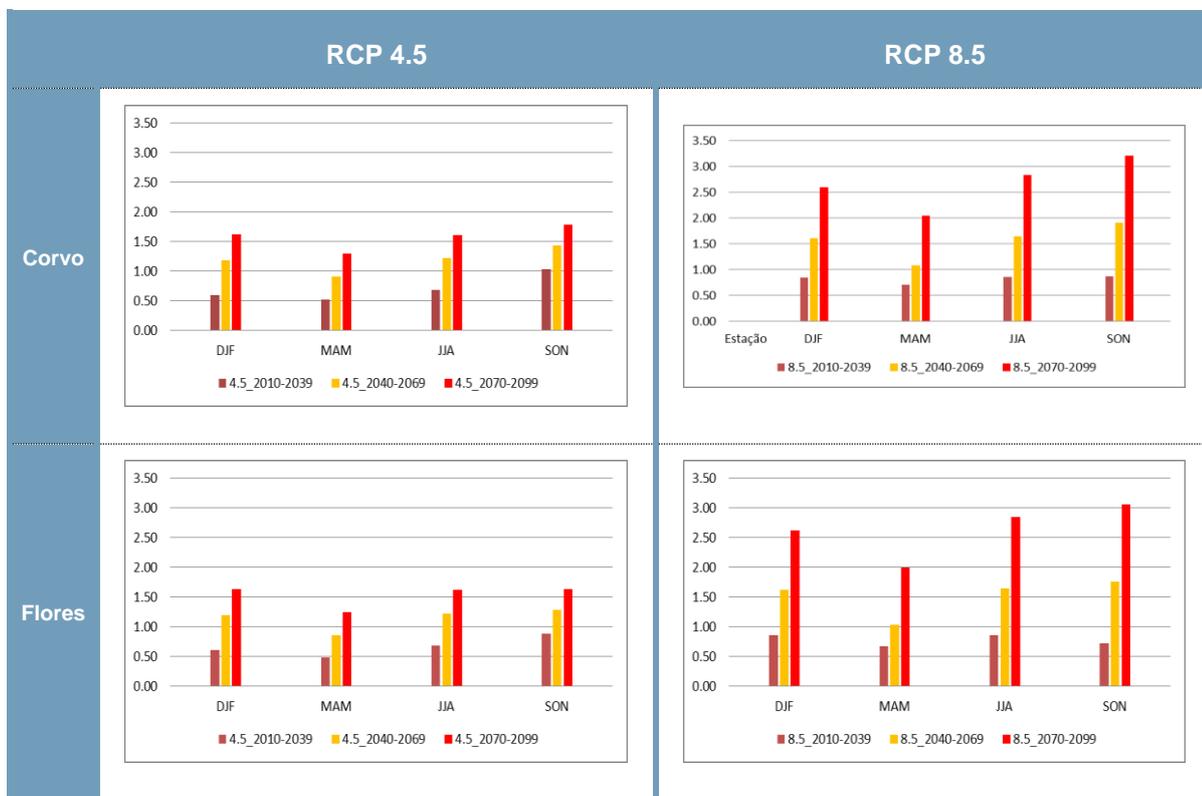




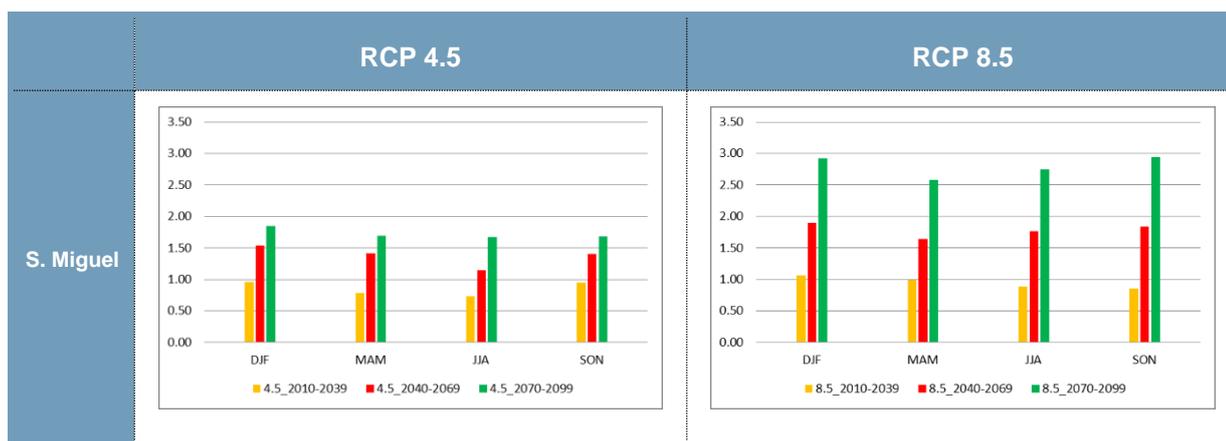
Quadro 2.9.7 | Grupo Ocidental – anomalias da temperatura máxima (°C) por agrupamento de meses

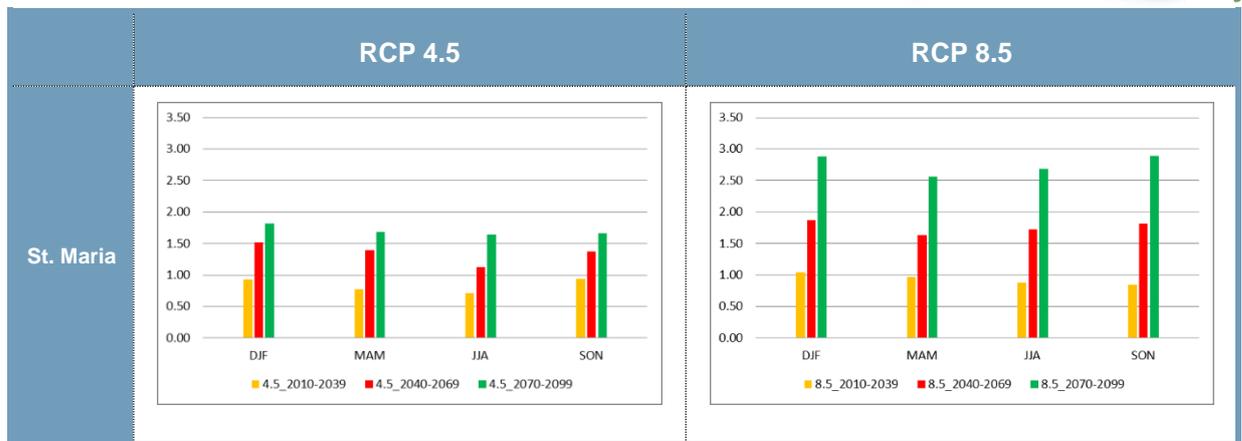


Quadro 2.9.8 | Grupo Ocidental – anomalias da temperatura mínima (°C) por agrupamento de meses

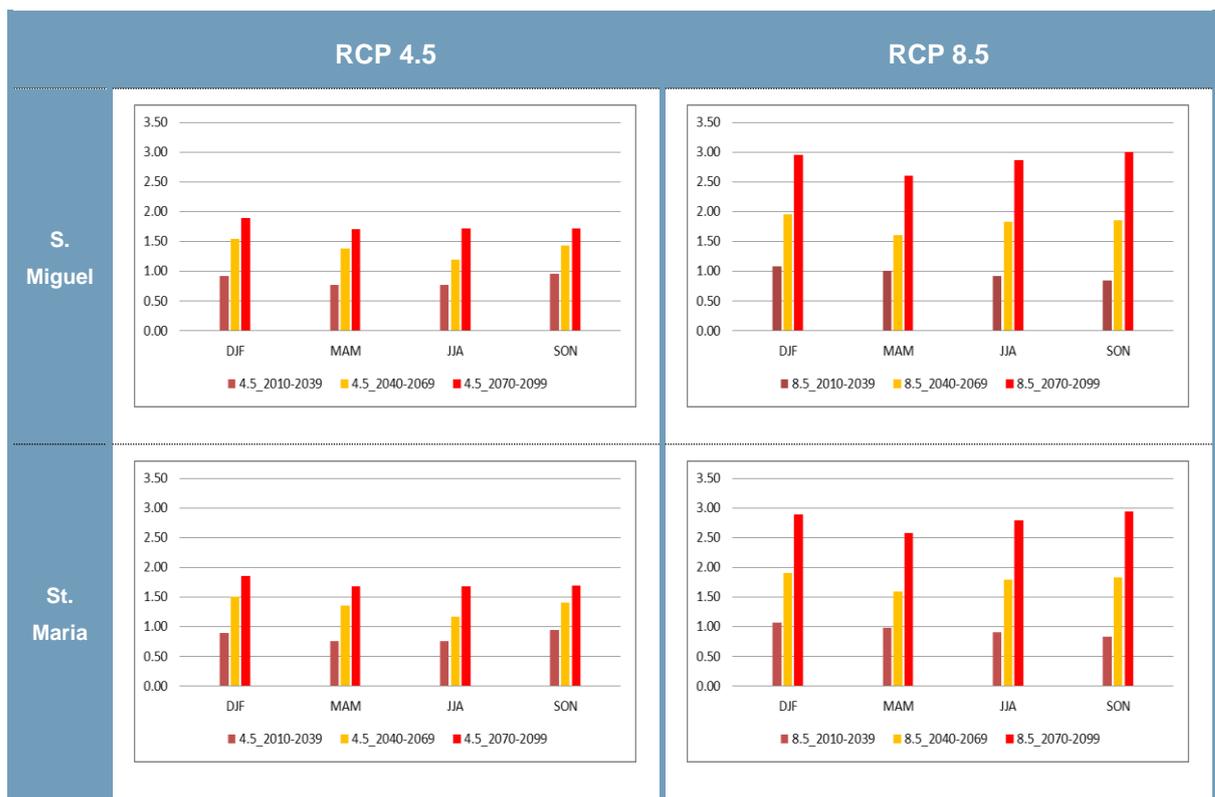


Quadro 2.9.9 | Grupo Oriental – anomalias da temperatura máxima (°C) por agrupamento de meses

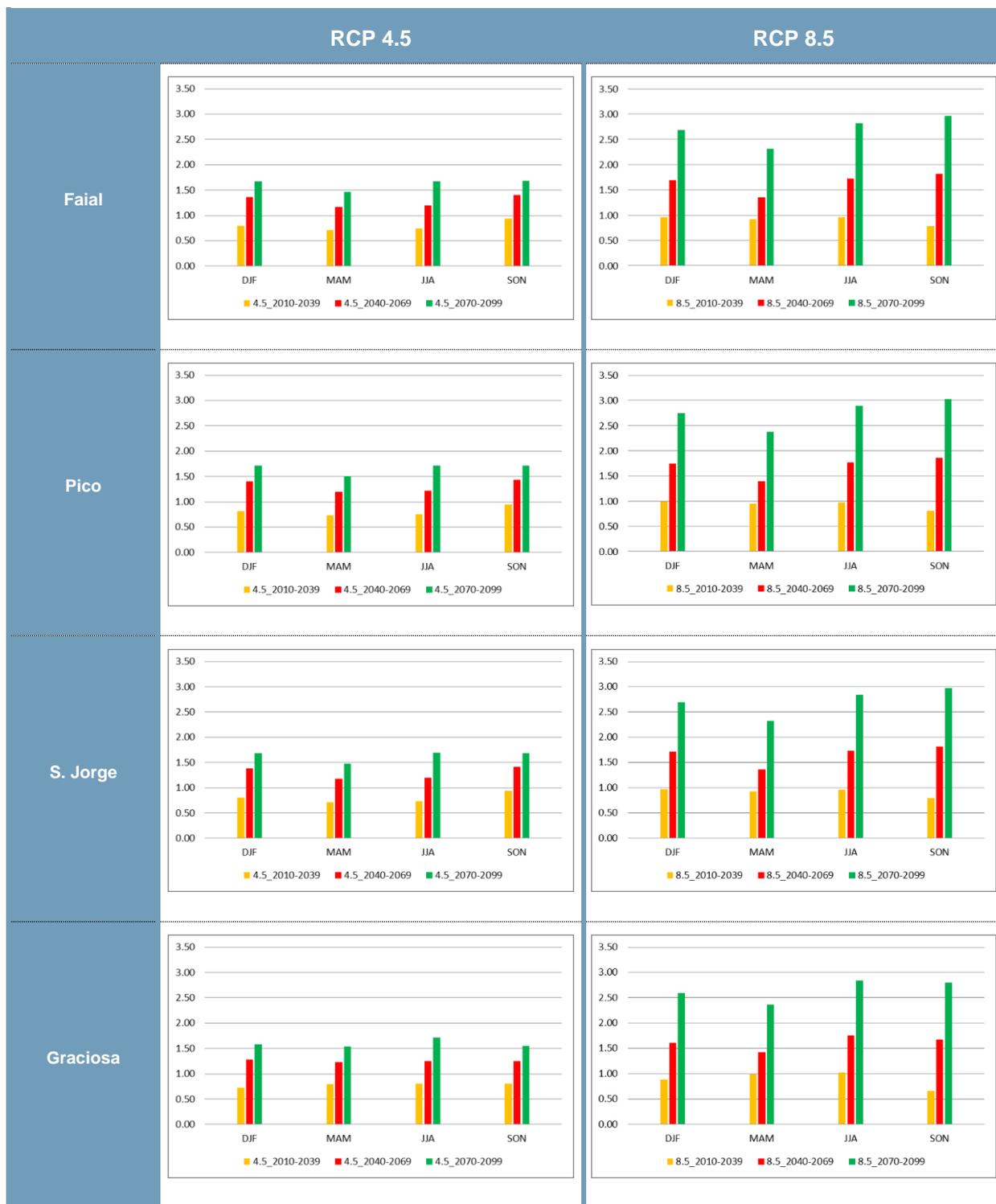


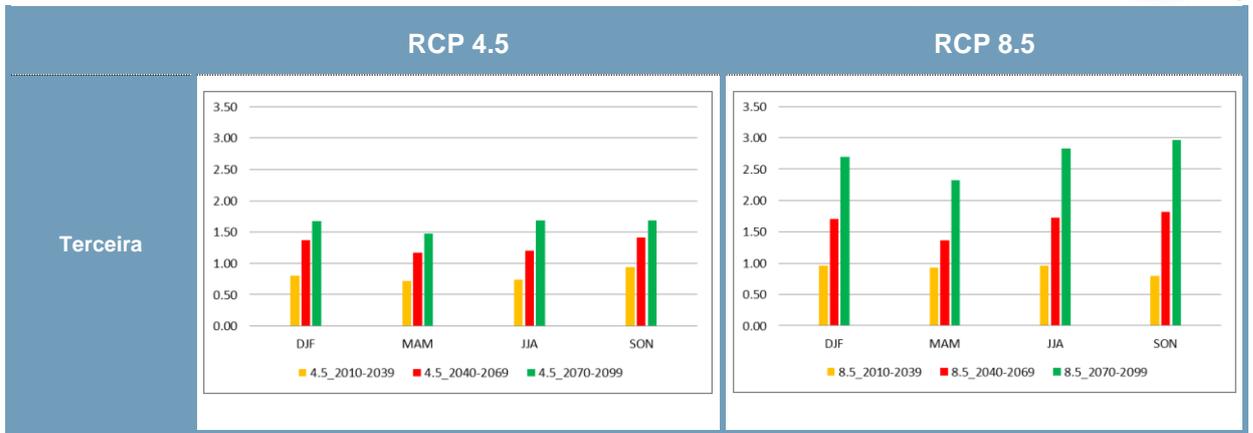


Quadro 2.9.10 | Grupo Oriental – anomalias da temperatura mínima (°C) por agrupamento de meses



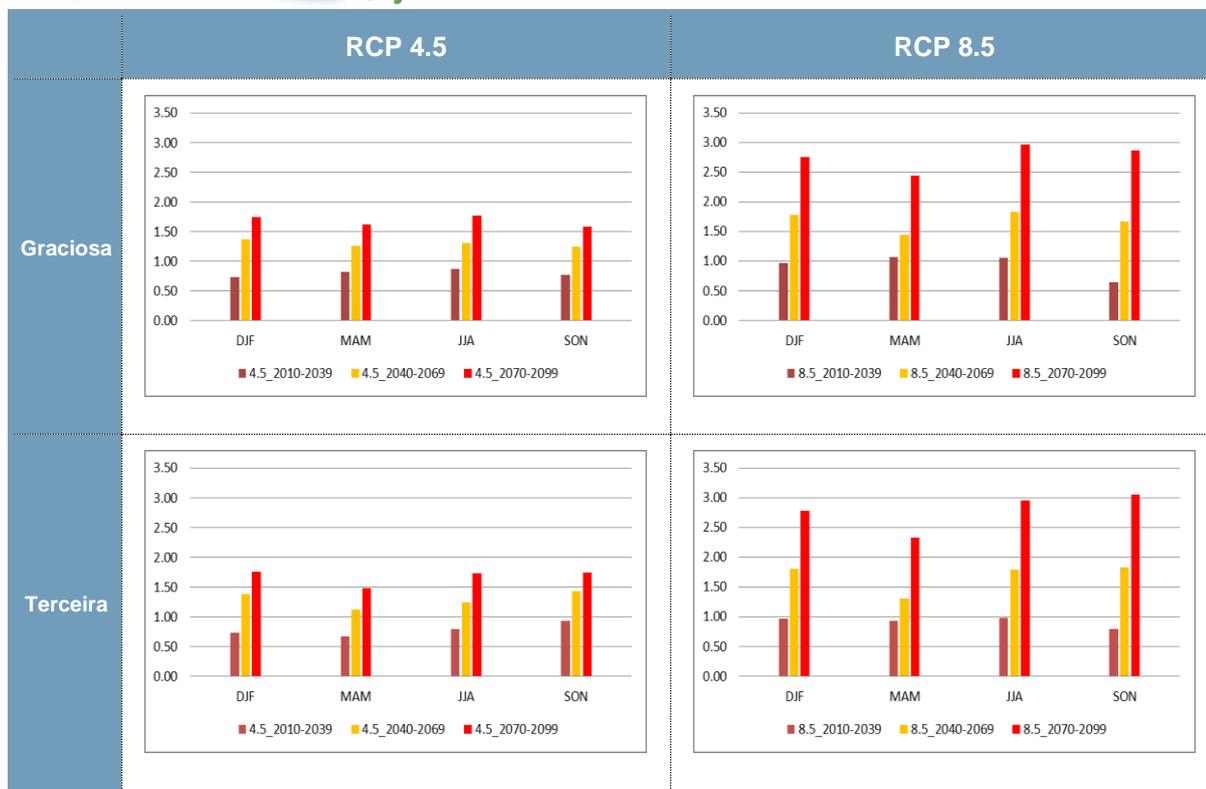
Quadro 2.9.11 | Grupo Central – Anomalias da temperatura máxima (°C) por agrupamento de meses





Quadro 2.9.12 | Grupo Central – Anomalias da temperatura mínima (°C) por agrupamento de meses





Projeto ProAAcXXIs - Resultados Preliminares

A conjugação do trabalho realizado no âmbito do projeto ProAAcXXIs com trabalho desenvolvido anteriormente noutros contextos permite já consolidar algumas ideias sobre o clima futuro das ilhas dos Açores, designadamente:

1) Sobre as anomalias nas temperaturas (Quadro 2.9.2)

- Tal como é expetável, as anomalias das temperaturas médias anuais das máximas, médias das mínimas e média das médias, previstas para os dois cenários (RCPs 4.5 e 8.5) apresentam-se positivas e crescentes ao longo do século para todas as ilhas do Arquipélago dos Açores;
- Salvo algumas exceções identificadas no primeiro terço do século em ambos os cenários, a anomalia nas temperaturas médias das mínimas é ligeiramente superior à das temperaturas médias das máximas;
- O valor de todas as anomalias das temperaturas máximas e mínimas ao longo do ano, e para ambos os cenários, tende a ser superior nos meses de outono e inverno, e menores nos meses de primavera e verão;
- As anomalias médias anuais das temperaturas máxima, mínima e média, apresentam uma ligeira tendência crescente do grupo Ocidental para o grupo Oriental.
- Para o cenário RCP 4.5, e para o fim do século, as anomalias médias anuais das temperaturas máximas atingem valores entre os 1.4°C na Ilha das Flores e os 1,7°C nas ilhas do Pico, S. Miguel e Sta. Maria, enquanto que as anomalias das mínimas variam entre os 1.5°C nas Flores e os 1.8°C na ilha de S. Miguel;

- f) Para o cenário RCP 8.5, e para o fim do século, as anomalias médias anuais das temperaturas máximas atingem valores entre os 2.4°C na Ilha das Flores e os 2,8°C nas ilhas do Pico, S. Miguel e Sta. Maria, enquanto que as anomalias das mínimas variam entre os 2.6°C nas Flores e os 2.9°C na ilha de S. Miguel;

2) Sobre as anomalias na precipitação

- a) Sobre o total anual da precipitação (Quadro 2.9.3) – de uma forma geral, e pese embora as diferenças identificadas para cada ilha, são expeáveis algumas alterações nos totais anuais da precipitação, verificando-se no entanto, para ambos os cenários (RCP 4.5 e 8.5), um período de ligeiro acréscimo no primeiro terço do século XXI que pode atingir os 7% na Ilha do Corvo (RCP 4.5), diminuindo progressivamente para o fim do século até perdas também estimadas que podem atingir os 6% nas ilhas do Grupo Ocidental, e os 5% na ilha Graciosa (RCP 8.5). Para ambos os cenários, verifica-se que as ilhas do grupo Ocidental e a Ilha Graciosa são aquelas que se apresentam mais vulneráveis à perda de precipitação, cuja importância é naturalmente mais gravosa para o caso da Ilha Graciosa atendendo às características da Ilha e aos montantes envolvidos.
- b) Sobre a sazonalidade da precipitação – estima-se, porém, que a evolução dos montantes anuais da precipitação identificada no ponto anterior seja acompanhada por uma alteração significativa da respetiva sazonalidade. A tendência será no sentido de um aumento da anomalia negativa nos meses de estio, sendo esta, em algumas ilhas, compensada por uma concentração da precipitação nos meses de inverno, tendencialmente por via da ocorrência de fenómenos de precipitação mais intensa. A expressão mais significativa da alteração do regime da precipitação corresponderá naturalmente ao cenário de fim do século do RCP 8.5 em que, novamente para o caso das ilhas do Grupo Ocidental e Graciosa, as anomalias de primavera e verão atingem valores mais significativos, não sendo compensadas por precipitação de inverno. Novamente, atendendo aos montantes envolvidos, a ilha Graciosa é aquela que se apresenta mais vulnerável a esta alteração do regime da precipitação;
- c) Sobre a distribuição da precipitação em altitude – os modelos apontam para uma migração da precipitação em altitude. Esta anomalia pode ser explicada pela alteração progressiva ao longo do século das propriedades termodinâmicas do ar em deslocação sobre o território das ilhas. Esta hipótese parece ser corroborada pela precipitação observada nos últimos anos a diferentes altitudes na ilha Terceira⁶.

De acordo com as simulações numéricas dos diferentes cenários da distribuição da precipitação nas diferentes Ilhas dos Açores (cf. Figura 2.9.4), é expectável que as anomalias negativas da precipitação se façam sentir predominantemente e progressivamente nas zonas mais baixas do território, sendo, na generalidade das ilhas, à exceção das Flores e Corvo, compensada por precipitação em altitude. Nestas circunstâncias, pese embora a alteração do valor global da precipitação por ilha possa parecer pouco significativo, especial atenção deve ser dada à redistribuição espacial da precipitação no futuro, já que a simples média matricial da variável por ilha pode camuflar o referido efeito que se reporta de grande impacte agronómico e hidrológico.

1. ⁶ Azevedo E.B. (2016) - ProAAcXXIs project - PO Açores 2020

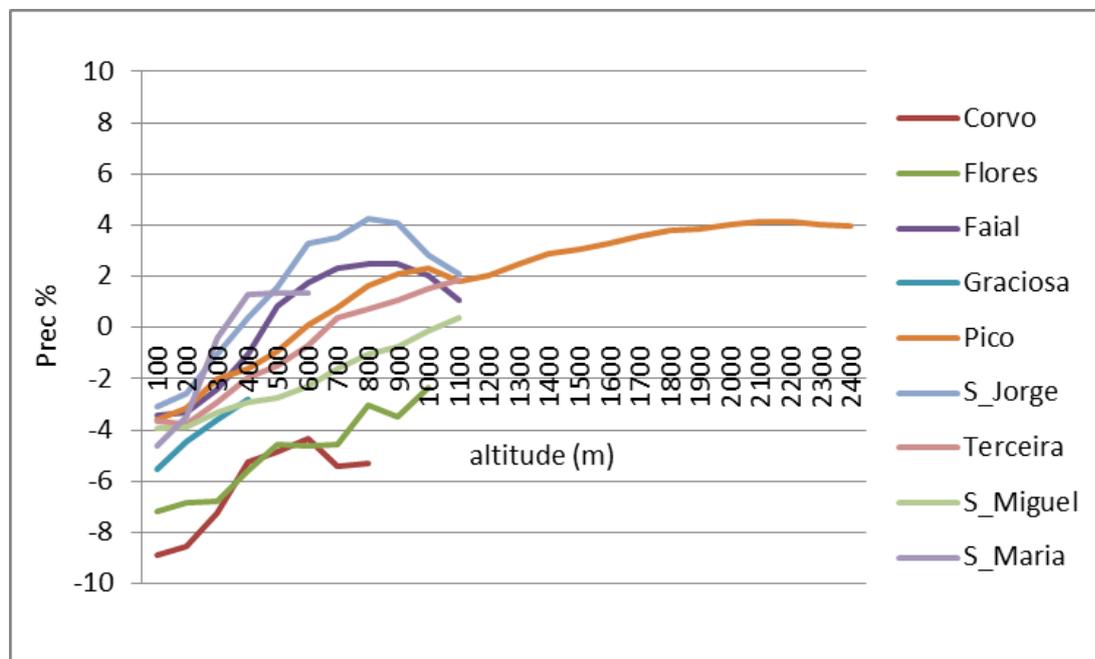


Figura 2.9.4 | Evolução expectável da distribuição das anomalias da precipitação em altitude para as diferentes ilhas dos Açores (projeto ProAAcXXIs)

2.9.1.4. Elevação do nível médio do mar

De acordo com o Programa Regional para as Alterações Climáticas dos Açores (PRAC), 2015, é expectável que os episódios de vento extremo e tempestades possam ocorrer com frequência e intensidade, tendo em conta estudos sobre a frequência dos furacões e Intensidade de furacões. Consequentemente, é esperado que a sobrelevação marítima de origem meteorológica seja maior e mais frequente, o que aumentará o número de eventos de galgamentos costeiros face ao presente. Adicionalmente estes fenómenos de galgamento serão agravados pela esperada subida do nível médio das águas do mar, que no caso dos Açores poderá atingir um metro, até ao final do século.

As zonas costeiras constituem, assim, espaços especialmente vulneráveis às Alterações Climáticas em virtude dos múltiplos impactes que se perspetivam, tais como a subida do nível do mar, a maior ocorrência de eventos climáticos extremos ou as mudanças nos níveis de salinidade e de temperatura dos oceanos.

No que diz respeito às Zonas Ameaçadas pelo Mar (ZAM) identificadas no âmbito do PRAC, foram determinadas pelo estudo “Reserva Ecológica Regional – Caracterização dos Perigos em termos dos Recursos Naturais e delimitação das respetivas Áreas Vulneráveis a considerar no Ordenamento do Território da Região Autónoma dos Açores” de acordo com a metodologia disponível no Portal do Ordenamento do Território dos Açores, (http://ot.azores.gov.pt/store/inc/RiscosNaturais/06_Metodologias/Metodologia_ZAM.pdf). A delimitação das zonas ameaçadas pelo mar assentou nos *run-ups* definidos por Borges (2003) para os Açores e extrapolados para eventos extremos recentes, tempestade do século e eventos de natureza tsunamigénica. Este estudo identifica as diferentes

2.9.1.5. Galgamentos e Inundações Costeiras

Esta análise pormenorizada por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

Como referido no ponto anterior é expectável que os episódios de vento extremo e tempestades possam ocorrer com frequência e intensidade, tendo em conta estudos sobre a frequência e Intensidade de furacões. Consequentemente é esperado que a sobrelevação marítima de origem meteorológica seja maior e mais frequente, o que aumentará o número eventos de galgamentos e inundações costeiras face ao presente. Adicionalmente estes fenómenos de galgamento serão agravados pela esperada subida do nível médio das águas do mar, que no caso dos Açores poderá atingir um metro até ao final do século.

Apesar das limitações ao acesso de informação detalhada, sistematizada e devidamente documentada são diversos os eventos que ocorreram nas últimas três décadas. No Quadro 2.9.13 são apresentados exemplos de eventos ocorridos na RAA.

Quadro 2.9.13 | Eventos ocorridos na RAA associados a galgamentos e inundações costeiras.

INVASÕES DE MAR – OCORRÊNCIAS RAA				
Data	Lugar	Freguesia	Concelho	Observações
25-12-1996	-	São Roque, Lagoa, Ribeira Quente, Vila da Povoação, Faial da Terra	Ponta Delgada, Lagoa, Povoação	Depressão. 7 navios encalharam ou afundaram na área do porto de Ponta Delgada; contentores lançados da doca; Mar invade terra em algumas localidades. Vento de SW com rajadas ~160 km/h;
15-12-2005	-	S. Pedro – S. Roque	Ponta Delgada	Depressão. Ponta da doca do porto de Ponta Delgada destruído. Mar invade terra em algumas localidades provocando 1 vítima mortal em São Roque
28-12-2009	-	São Mateus	Angra do Heroísmo	Galgamentos e inundações; Danos Materiais; Vias de comunicação afetadas e inundações em algumas habitações,
	-	Porto Judeu e Porto Martins	Angra do Heroísmo Praia da Vitória	Galgamentos; Danos Materiais; Vias de comunicação afetadas pelo arremesso de materiais rochosos
2-01-2010	Fajã dos Cubres	Ribeira Seca	Calheta	Galgamento costeiro na Fajã dos Cubres, afetando o caminho de acesso à Fajã da Caldeira de Santo Cristo. Nesta última o mar provocou inundações a cerca de 100 m da linha de costa.
	Fajã da Caldeira de Santo Cristo	Ribeira Seca	Calheta	
23-02-2013	Porto da Urzelina	Urzelina	Velas	Ondulação provoca galgamento no Porto da Urzelina e danos no Museu Etnográfico da Urzelina.
26-09-2011	Rua do Fole	São Pedro	Vila Franca do Campo	Queda parcial de material rochoso basáltico da arriba costeira. Arrastamento de solo junto a moradia.
07/01/2014	Cais do Pico	São Roque	São Roque do Pico	Galgamento e Inundação da área adjacente. Danos materiais.

INVASÕES DE MAR – OCORRÊNCIAS RAA

Data	Lugar	Freguesia	Concelho	Observações
14-12-2015	Prainha, Bahia Palace, Rua Vasco Silveira, Vinha da Areia	São Miguel, Água d'Alto	Vila Franca do Campo	Galgamentos; Danos Materiais; Danos em infraestruturas e acessos a áreas balneares; Vias de comunicação afetadas pelo arremesso de materiais rochosos (Rua Vasco Silveira).
2016	Areias do Borralho	-	Ponta Delgada	Galgamentos; Danos Materiais; Danos em habitações; Via de comunicação afetadas pelo arremesso de materiais rochosos
27-02-2017	Cais do Pico	São Roque	São Roque do Pico	Galgamento e Inundação da área adjacente. Danos costeiros/materiais. Inundação da estrada regional e edifícios na zona do Porto Velho; destruição de muros e do enrocamento de proteção na Av. do Mar
	Marginal dos Biscoitos	Biscoitos	Praia da Vitória	Obstrução da Marginal com detritos oriundos da agitação marítima inusitada
17-10-2017	-	-	-	Furacão Ophelia. Algumas árvores derrubadas. Furacão de Categoria 3 (vento entre 180-210 km/h junto ao centro do furacão). Como passou ao largo do grupo Oriental o impacto foi reduzido em S. Miguel.
(sem data)	Avenida do Mar	S. Pedro – S. Roque	Ponta Delgada	Galgamento e inundação. Danos no parque de estacionamento da zona balnear do forno da Cal e Avenida do Mar.
23 -02-2019	Zonas Balneares da Preguiça e Poça dos Frades	Velas	Velas	Na sequência da passagem da depressão Kyllian registaram-se galgamentos costeiros na ilha de São Jorge nas zonas balneares da Preguiça e Poça dos Frades na Vila das Velas, no Porto dos Terreiros e no Parque de Campismo e Piscinas da freguesia da Urzelina.
	Porto dos Terreiros	Manadas	Velas	
	Parque de Campismo e Piscinas da Urzelina	Urzelina	Velas	
02-10-2019	Porto de Ponta Delgada	Matriz	Ponta Delgada	Galgamento da superestrutura do Porto de Ponta Delgada.
	Poço Além	Porto Judeu	Angra do Heroísmo	Danos em muro
	Refugio	Porto Judeu	Angra do Heroísmo	Galgamento Costeiro Danos em Habitação
	Fajã do Fischer	Feteira	Angra do Heroísmo	Galgamento Costeiro
	Biscoitinho	São Mateus	Angra do Heroísmo	Galgamento Costeiro
Furacão Lorenzo	Zonas Balneares: Negrito e Refugio	São Mateus da Calheta	Angra do Heroísmo	Galgamento Costeiro – Danos em infraestruturas das zonas balneares
	Parque Campismo Salga	Salga	Angra do Heroísmo	Danos em muros e infraestruturas
	Porto comercial Lajes das Flores	Lajes das Flores	Lajes das Flores	Destruição do porto comercial
	Porto comercial Velas	Velas	Velas (S. Jorge)	Danos no manto de proteção na área do cais comercial
	Porto Lajes do	Lajes do Pico	Lajes do Pico (Pico)	Danos no porto comercial

INVASÕES DE MAR – OCORRÊNCIAS RAA				
Data	Lugar	Freguesia	Concelho	Observações
	Pico			
	Porto comercial da Horta	Horta – Matriz; Horta - Angústias	Horta (Faial)	Danos no porto comercial
	Porto Pim; Feteira; Castelo Branco	Horta – Angústias Feteira Castelo Branco	Horta (Faial)	Inundações de estradas e edifícios, com estragos em muros de proteção / suporte e estradas.
15-12-2019	Avenida do Mar	São Roque do Pico	São Roque do Pico	Galgamento e inundação. estragos em muros de proteção e infraestrutura rodoviária com transporte de sedimentos e materiais rochosos de granulometrias de dimensão média a grande.
01-02-2020	Velas Urzelina Casteletes	Velas Urzelina Manadas	Velas	Galgamentos e inundações em diversos pontos da zona costeira, com destruição de muros de proteção, estradas, danos no porto comercial e em equipamentos no porto comercial (ex: contentores).

Nos estudos no âmbito do 2.º ciclo do Plano de Gestão de Risco de inundações da Região Autónoma dos Açores (PGRIA) identificaram quatro zonas críticas de inundação costeira localizadas nas ilhas do Pico (frente urbana de São Roque do Pico) e de São Miguel (São Roque, Lagoa e Ribeira Quente) (https://servicos-sraa.azores.gov.pt/grastore/DSRH/PGRIA/RH9_2Ciclo_Cartas_Risco_Inundacoes.pdf).

Adicionalmente, como resultado do previsto no n.º 3 do artigo 6.º do Decreto Legislativo Regional n.º 30/2019/A, de 28 de novembro, que publica o Programa Regional para as Alterações Climáticas (PRAC) dos Açores, está a ser elaborada, em várias ilhas, cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras para diversos concelhos (no âmbito quer de projetos de revisão de planos diretores municipais, quer de alteração dos planos de ordenamento da orla costeira), com o objetivo de determinar e avaliar as zonas/faixas costeiras suscetíveis de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras, de modo a permitir uma melhor definição nos usos do solo e respetiva ocupação, contribuindo para minimização da exposição de bens e pessoas a estes riscos. Essa informação é apresentada em maior pormenor nos respetivos volumes por ilha.

2.9.2 | Cheias

A Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento e do Conselho, de 23 de outubro, estabeleceu o quadro normativo para a avaliação e gestão dos riscos de inundações no espaço da União Europeia (UE), a fim de reduzir as consequências associadas à ocorrência destes fenómenos aos níveis da saúde humana, do ambiente, do património cultural e das atividades económicas. Entre outras disposições, esta Diretiva, também designada como Diretiva Inundações (DAGRI), determina que os Estados-Membros da UE devem proceder à elaboração das cartas de zonas inundáveis para áreas de risco, cartas de riscos de inundações e planos de gestão dos riscos de inundações (PGRI). Em 2010, esta Diretiva foi transposta para o direito nacional, através do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro.

Em consonância com o disposto na DAGRI, são vários os tipos de inundações que ocorrem no território dos Estados-Membros da UE: cheias de origem fluvial, cheias repentinas, inundações urbanas e inundações marítimas em zonas

costeiras. Os objetivos da gestão dos riscos de inundações são estabelecidos pelos próprios Estados-Membros, baseando-se nas particularidades locais e regionais.

O Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, marca o início de uma nova atitude perante a gestão do risco de inundações, integrando a figura do Plano de Gestão de Risco de Inundação (PGRI) no quadro do planeamento e da gestão da água. Neste diploma legal são definidos os instrumentos de avaliação e de gestão do risco de inundações, e que compreendem uma abordagem faseada:

- i. Avaliação preliminar dos riscos de inundações e identificação das zonas que necessitam de medidas;
- ii. Elaboração das cartas de zonas inundáveis e das cartas de risco de inundações;
- iii. Elaboração dos planos de gestão dos riscos de inundações com base nas cartas elaboradas, incluindo as medidas que se revelem necessárias para mitigação dos riscos identificados.

A DAGRI determina que a avaliação preliminar dos riscos de inundações deve incluir uma “descrição das inundações ocorridas no passado que tenham tido impactos negativos importantes na saúde humana, no ambiente, no património cultural e nas atividades económicas, nos casos em que continue a existir uma probabilidade significativa de inundações semelhantes voltarem a ocorrer no futuro, incluindo a amplitude das inundações e as vias de evacuação das águas, e uma avaliação dos respetivos impactos negativos.”

A Diretiva estabelece, ainda, que se deve proceder à “descrição das inundações significativas ocorridas no passado, sempre que se possam prever consequências prejudiciais significativas resultantes da ocorrência de inundações semelhantes no futuro”.

As situações de inundação mais frequentes na RAA têm origem em cheias rápidas, geralmente resultantes de episódios de precipitação muito intensa. Com consequências especialmente gravosas quando ocorrerem em áreas urbanizadas, muitas vezes em leitos de cheia.

As características fisiográficas das bacias do arquipélago, geralmente de regime torrencial, como as suas pequenas dimensões e declives acentuados, o que se traduz em tempos de concentração reduzidos, são aspetos que contribuem para agravar a perigosidade dos eventos. Os exemplos destas situações abundam na RH9, destacando-se, pelo impacte socioeconómico causado ao longo dos últimos anos, eventos ocorridos nas ilhas de São Miguel, Terceira e Flores.

Este tipo de cheias, pelas características que apresentam, são de difícil previsão, e a sua ocorrência repentina torna muito difícil uma ação reativa baseada em sistemas de alerta, o que sublinha a necessidade imperativa de uma ação preventiva, através do correto ordenamento do território, no sentido de minimizar o risco a elas associado.

De acordo com o PGRI, para a seleção das zonas críticas foram analisadas as 727 bacias hidrográficas do arquipélago dos Açores, tendo as bacias hidrográficas sido classificadas tendo por base três critérios:

1. Registo histórico de cheias/inundações;
2. Cursos de água referenciados nos PME como passíveis de constituir perigo para as populações;
3. Cursos de água que intersectam zonas urbanas definidas nos PDM.

Com base na combinação cumulativa dos três critérios, procedeu-se à hierarquização do risco de cheias/inundações em 3 níveis: Baixo, Moderado e Elevado.

Após a hierarquização do risco de inundações, no caso das bacias hidrográficas com risco de cheia Elevado, foram identificadas cinco bacias hidrográficas onde ocorreram reincidências e/ou vítimas mortais (até dezembro de 2011 – 1.º ciclo do PGRI). Pode então concluir-se que as bacias hidrográficas em questão são recorrentemente atingidas por cheias fluviais, condicionando grandemente a atividade normal das populações.

Nas áreas de risco identificadas foram elaboradas as cartas de zonas inundáveis (CZI). A classificação destas zonas foi feita considerando três cenários de probabilidade de ocorrência: baixo (fenómenos excepcionais), moderado (probabilidade ≥ 100 anos) e elevado (probabilidade < 100 anos).

A determinação das zonas inundáveis foi efetuada através da determinação numérica da probabilidade espacial (susceptibilidade) de cada unidade de terreno ser afetada por um fluxo gravítico. Para tal, os trabalhos do PGRI utilizaram o modelo VORIS - *Volcanic Risk Information System*, considerando-se uma discretização do terreno em unidades ortogonais matriciais de 5 por 5 metros. Os resultados gerados foram calibrados iterativamente com o levantamento do edificado e das infraestruturas afetadas em eventos já ocorridos.

A metodologia necessária para a avaliação da susceptibilidade à ocorrência de cheias nas bacias hidrográficas correspondentes às zonas críticas selecionadas recorreu a: i) tecnologia SIG, especificamente o software ArcGIS; ii) um modelo probabilístico de cálculo de susceptibilidade; iii) ao cálculo das curvas de predição (*prediction rate curves*; PRC) para a validação e classificação dos mapas de susceptibilidade.

No contexto de elaboração do PGRI, e com base na curva predição e na curva de probabilidade calculadas para as cinco zonas inundáveis, assumiu-se que a classe de alta susceptibilidade teria de justificar 80% do edificado e das infraestruturas afetadas por eventos já ocorridos. No caso da classe de média susceptibilidade teria de justificar 90% do edificado e das infraestruturas afetadas por eventos já ocorridos.

Por seu turno, a classe de baixa susceptibilidade teria de justificar a restante área inundada pelo modelo e totaliza 100% do edificado e das infraestruturas afetadas por eventos já ocorridos. A restante área da bacia hidrográfica foi classificada como tendo susceptibilidade nula.

As classes de susceptibilidade definem as áreas com maior probabilidade de ocorrência de cheias. Assim, as áreas com susceptibilidade alta serão aquelas atingidas mais frequentemente. A classe Baixa corresponde às áreas nas quais a probabilidade de ocorrência será menor, no entanto estão associadas às situações mais graves, por atingirem uma maior área inundada.

As cartas de risco de inundações (CRI) identificam para as zonas definidas na avaliação preliminar as potenciais consequências associadas à ocorrência de cheias.

Segundo o Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, as cartas de riscos de inundações “devem indicar as potenciais consequências prejudiciais associadas às inundações nos cenários referidos no n.º 1 do artigo 7.º”, expressos em termos de:

- Número indicativo de habitantes potencialmente afetados;

- Edifícios sensíveis;
- Tipo de atividade económica da zona potencialmente afetada, nomeadamente atividades agrícolas, industriais e serviços considerados fundamentais, tais como infraestruturas de abastecimento público de água e infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, consideradas críticas, e património cultural nacional e mundial;
- Instalações referidas no anexo I do Decreto –Lei n.º 173/2008, de 26 de agosto, que possam causar poluição accidental em caso de inundações, e zonas protegidas identificadas nas subalíneas i), ii) e iv) da alínea j)) do artigo 4.º da Lei da Água, potencialmente afetadas;
- Estabelecimentos abrangidos pelo Decreto –Lei n.º 254/2007, de 12 de julho, que estabelece o regime de prevenção de acidentes graves que envolvam substâncias perigosas e de limitação das suas consequências para o homem e o ambiente;
- Outras informações que a ARH1 ou a CNGRI2 considerem úteis, como a indicação das zonas onde podem ocorrer inundações que transportem um elevado volume de sedimentos e detritos, e informações sobre outras fontes importantes de poluição.

As medidas a aplicar na Região têm em conta as características cheias rápidas, ou repentinas, que resultam geralmente de chuvas muito intensas e concentradas num determinado local, e que são capazes de provocar uma destruição generalizada, agravada por outros fenómenos simultâneos, como deslizamentos de terras/lamas.

A imprevisibilidade, associada ao reduzido tempo de concentração das ribeiras regionais e à curta extensão das bacias hidrográficas, obriga a uma perspetiva proactiva. A ocupação tradicional de áreas de leitos e margens de cursos de água, principalmente daqueles com caudal permanente ou intermitente, beneficiando a ocupação urbana mais concentrada junto à foz, leva a que os maiores constrangimentos se verifiquem essencialmente nestas áreas, o que justifica a aplicação de algumas medidas marcadamente estruturais, por limitações de espaço, sem prejuízo da aplicação de outros tipos de medidas.

São propostas 28 medidas no PGRI, das quais oito de preparação (PP), dez de prevenção (PV), sete de proteção (PT), cinco das quais estruturais), e quatro de resposta de emergência (Quadro 2.9.14).

Quadro 2.9.14 | Medidas propostas no PGRI, 2016

	Medida/Tipologia	Efeito expectável	Abrangência
MEDIDAS DE PREPARAÇÃO			
PP01	Programa de sensibilização regional sobre medidas de prevenção e proteção contra cheias e inundações	Aumentar a sensibilização para esta temática, para que a população e entidades adotem uma postura mais preventiva	RAA

Medida/Tipologia	Efeito expectável	Abrangência
PP02 Implementar a rede hidrometeorológica automática nas bacias hidrográficas do PGRI	Deteção atempada de possíveis movimentos de massa que possam provocar obstruções/represamentos do curso de água. Observação das condições de escoamento em tempo real, através da instalação de webcams. Validação dos tempos de concentração. Capacidade de avaliação da resposta dos cursos de água face às condições meteorológicas. Monitorização e conhecimento do ciclo hidrológico nas bacias hidrográficas. Validação dos modelos utilizados com recurso aos dados reais.	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aigualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PP03 Rever e reforçar a rede hidrometeorológica automática da RAA	Melhorar o conjunto de informação de todas as bacias hidrográficas. Aumentar a capacidade de avaliação da resposta dos cursos de água face às condições meteorológicas. Validar os modelos utilizados na predição das áreas inundáveis.	RAA
PP04 Criação de guia de definição e delimitação do risco de cheia nas ribeiras dos Açores	Contribuir para a padronização e coerência da elaboração de novas cartas, ao nível da administração regional e/ou local	RAA
PP05 Execução de cartografia de maior escala das áreas de risco de inundação	Utilização de dados de maior resolução na modelação.	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aigualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PP06/RE 04 Base de dados operacional de cheias e inundações	Assegurar o conhecimento das ocorrências e condições que as podem potenciar. Suporte a futuros projetos. Interação entre entidades.	RAA
PP07 Definição de níveis de alerta de pluviosidade à escala regional	Prevenção e gestão da proteção civil. Níveis de alerta de pluviosidade ajustados às realidades locais.	RAA
PP08 Estudo de impacto económico das ocorrências de cheias e inundações	Reduzir o impacte económico sobre os agentes privados e públicos	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aigualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
MEDIDAS DE PREVENÇÃO		
PV01 Integração das áreas inundáveis na Reserva Ecológica	Aumentar a responsabilização em termos de ordenamento e gestão ao nível municipal; Prevenir a criação de condições para aumentar o risco	RAA
PV02 Articulação do PGRI com o Plano Regional para as Alterações Climáticas	Ajustamento da avaliação de riscos na medida das tendências resultantes da elaboração e publicação do PRAC. Dotar a RAA de capacidade de análise, planeamento, preparação e resposta que permita diminuir o risco de cheias face aos cenários de alterações climáticas para a região.	RAA

	Medida/Tipologia	Efeito expectável	Abrangência
PV03	Desassoreamento regular do leito dos cursos de água	Redução do risco inerente aos caudais sólidos sobre as infraestruturas. Manutenção das condições de escoamento. Redução do risco de isolamento da freguesia da Fajã Grande relativamente ao escoamento da Ribeira Grande (Ribeira Grande FLO).	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aqualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PV04	Gestão da utilização do solo, nomeadamente alterações de uso, movimentações de solo e gestão de drenagem superficial para prevenção de riscos hidrológicos nas bacias hidrográficas do PGRIA	Minimização da tendência para cheias nas bacias hidrográficas do PGRIA	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aqualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PV05	Estudar o dimensionamento e estrutura de passagens hidráulicas para identificar situações de possível inadequação para escoamento dos caudais de ponta de cheia	Avaliação da dimensão e adequabilidade da infraestrutura ao regime de escoamento.	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aqualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PV06	Monitorização anual do funcionamento e estado das infraestruturas implantadas como medidas estruturais	Prevenir novas ocorrências por mau funcionamento/estado das infraestruturas	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aqualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PV07	Revisão da delimitação das áreas de risco de cheia com base nos caudais de ponta de cheia para os períodos de retorno de 20, 100 e 1000 anos	Revisão e validação da delimitação da cartografia de risco de cheia	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aqualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PV08	Estudo da eventual definição de zonas adjacentes	Aumentar o nível efetivo de segurança de pessoas e bens. Ordenamento correto do território em zonas de risco.	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aqualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PV09	Elaboração do Relatório do Estado das Ribeiras dos Açores (RERA)	Garantir condições de escoamento natural das ribeiras. Aumentar o nível efetivo de segurança de pessoas e bens.	RAA
PV10	Avaliação dos impactos da aplicação das medidas do PGRIA no cumprimento dos objetivos ambientais da Lei da Água/Diretiva-Quadro da Água	Cumprimento dos objetivos ambientais da Lei da Água/Diretiva-Quadro da Água	RAA
MEDIDAS DE PROTEÇÃO (ESTRUTURAIS)			
PT01	Empreitada de Intervenção na Ribeira do Testo	Aumentar a capacidade de escoamento em segurança em consequência dos prejuízos registados aquando da intempérie de março de 2013	Porto Judeu
PT02	Empreitada de Intervenção na Grota do Tapete	Aumentar a capacidade de escoamento em segurança em consequência dos prejuízos registados aquando da intempérie de março de 2013	Porto Judeu

Medida/Tipologia	Efeito expectável	Abrangência	
PT03	Construção de açude de proteção às fundações da ponte da ER de acesso à Fajã Grande	Prevenir o isolamento da Fajã Grande	Ribeira Grande FLO
PT04	Corrigir o dimensionamento e estrutura de passagens hidráulicas inadequadas para escoamento dos caudais de ponta de cheia	Aumentar o nível efetivo de segurança de pessoas e bens	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aigualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PT05	Empreitada de Intervenção na Ribeira da Aigualva	Aumentar a capacidade de escoamento em segurança em consequência dos prejuízos registados aquando da intempérie de dezembro de 2009	Aigualva
MEDIDAS DE PROTEÇÃO (NÃO-ESTRUTURAIS)			
PT06	Estudo de zonas onde seja necessário intervir para regulação do escoamento em cabeceiras de bacias hidrográficas e margens de ribeiras, e onde possam ser aplicadas técnicas de engenharia natural e/ou de recuperação de habitats.	Promoção da retenção natural por parte das turfeiras, com regulação do escoamento e promoção da infiltração. Estabilização de margens de ribeiras.	Povoação; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
PT07	Redução de riscos de inundação associados às práticas de exploração florestal	Diminuição dos riscos hidrológicos decorrentes das atividades associadas à exploração florestal	RAA
MEDIDAS DE RESPOSTA DE EMERGÊNCIA			
RE01	Integração do PGRI nos Planos de Emergência	Melhorar a eficácia dos Planos Municipais de Emergência em situações de cheias	Ribeira Grande SMG; Povoação; Aigualva; Porto Judeu; Ribeira Grande FLO
RE02	Articulação do Plano Regional de Emergência e Proteção Civil dos Açores com o PGRI	Garantir uma resposta eficaz e transversal em caso de cheia. Garantir a necessária articulação com o SRPCBA.	RAA
RE03	Limpeza e renaturalização da Ribeira da Aigualva	Aumentar a capacidade de escoamento em segurança em consequência dos prejuízos registados aquando da intempérie de dezembro de 2009	Aigualva
PP06/RE04	Base de dados operacional de cheias e inundações	Assegurar o conhecimento das ocorrências e condições que as podem potenciar. Suporte a futuros projetos. Interação entre entidades.	RAA

O PGRI encontra-se atualmente na primeira fase do 2.º ciclo de planeamento, com os trabalhos de revisão da Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações que integrarão o próximo ciclo de planeamento, em cumprimento com o ponto 1, do artigo 14.º da referida diretiva.

Os trabalhos do 2.º ciclo de planeamento compreendem também trabalhos de identificação e avaliação dos riscos de inundações costeiras. Por razões de competência orgânica e institucional, estes trabalhos encontram-se em desenvolvimento pela Direção Regional dos Assuntos do Mar da Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, em

colaboração com a Fundação Gaspar Frutuoso e apoio da Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos.

Relativamente à Avaliação Preliminar dos Riscos de Inundações, as bacias consideradas no âmbito do 1º ciclo de planeamento, foram hierarquizadas com base em três tipos de informação de base:

- i. O registo histórico de cheias/inundações;
- ii. Os cursos de água referenciados nos PME's como passíveis de constituir perigo para as populações;
- iii. Cursos de água que intersectam zonas urbanas definidas nos PDM's.

Para seleção das zonas críticas de inundações fluviais/pluviais foram então consideradas apenas as bacias hidrográficas com risco de cheia elevado onde ocorreram reincidências, vítimas mortais e pessoas afetadas.

No âmbito do 2º ciclo de planeamento do PGRI, são reclassificadas todas as bacias hidrográficas do arquipélago verificando os critérios do 1.º ciclo, com a alteração ao critério i), considerando o registo histórico de cheias e inundações com carácter danoso ocorridas entre 2012 e 2018.

Assim, decorrente do processo de hierarquização do risco de cheias/inundações foram classificadas como tendo risco elevado 42 bacias hidrográficas: 1 na ilha de Santa Maria; 20 na ilha de São Miguel; 17 na ilha Terceira; 1 na ilha São Jorge; 1 na ilha do Pico e 2 na ilha das Flores.

Das bacias hidrográficas classificadas como tendo risco elevado, 5 foram reavaliadas e consideradas no âmbito do PGRI 2016-2021. Das restantes, foram selecionadas 6 por terem registo de eventos de cheias/inundações com carácter danoso ocorridos nos últimos 6 anos, nomeadamente:

1. Bacia hidrográfica da Grota da Areia (concelho de Ponta Delgada, ilha de São Miguel);
2. Bacia hidrográfica da Grota do Cinzeiro (concelho do Nordeste, ilha de São Miguel);
3. Bacia hidrográfica da Ribeira de São Bento (concelho de Angra do Heroísmo, ilha Terceira);
4. Bacia hidrográfica da Ribeira da Casa da Ribeira (concelho da Praia da Vitória, ilha Terceira);
5. Bacia hidrográfica da Ribeira Seca (concelho da Calheta, ilha de São Jorge);
6. Bacia hidrográfica da Ribeira Grande e da Ribeira do Dilúvio (concelho da Madalena, ilha do Pico).

No Quadro 2.9.15 apresenta-se o resumo dos eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as seis bacias hidrográficas selecionadas.

Quadro 2.9.15 | Eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as bacias hidrográficas selecionadas (PGRIA – 2º ciclo de planeamento)

Ilha	Bacia hidrográfica	Data	Ocorrência
São Miguel	Grota da Areia	23-02-2016	No Pilar da Bretanha, a estrada cedeu parcialmente, tendo sido encerrada.
	Grota do Cinzeiro	03-09-2015	Foram desencadeadas centenas de movimentos de vertente entre Água Retorta e Pedreira (Nordeste). A estrada regional ficou obstruída em numerosos locais e foi destruída no lugar da Pedreira. Neste local 3 casas foram destruídas e 10 ficaram muito danificadas. Várias pessoas

Ilha	Bacia hidrográfica	Data	Ocorrência
			tiveram de ser realojadas.
Terceira	Ribeira da Casa da Ribeira	06-12-2017	O transbordo da ribeira provocou inundações e uma viatura foi arrastada.
	Ribeira de São Bento	04-09-2015	Inundações na Praça Velha, Ladeira de São Francisco, Rua Direita, Pátio da Alfândega e Marina e em zonas contíguas à cidade de Angra do Heroísmo, nomeadamente Posto Santo, Ribeirinha e São Bento. 11 pessoas foram realojadas e 2 pessoas tiveram ferimentos ligeiros.
São Jorge	Ribeira Seca	28/29-10-2012	Destrução de uma estrada secundária. Esta cheia foi responsável pela destruição de veículos automóveis ligeiros e tratores e por danos em habitações e na Escola Básica/Jardim de Infância da Ribeira Seca (Escola Professor Nemésio Serpa).
Pico	Ribeira do Dilúvio	25-12-2014	Avulsão da Ribeira do Dilúvio provocando a remoção dos materiais de assentamento do pavimento da Rua do Dilúvio e consequente deposição do material remobilizado na Estrada Regional.

O mapeamento do risco de cheia natural por bacia hidrográfica para todas as ilhas da RH9 é apresentado nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

2.9.3 | Secas

Tal como referido no capítulo 2.4.4.2 (este capítulo encontra-se na análise específica por ilha nos Volumes de 1 a 9 da presente Parte 2), as secas não são caracterizáveis de forma eficaz em termos de caudais. Atendendo a este facto, optou-se pela utilização de um índice capaz de traduzir défices em termos de precipitações acumuladas para determinado intervalo temporal. Entendeu-se como regionalmente mais adequado o índice SPI – *Standardized Precipitation Index*.

O índice SPI – *Standardized Precipitation Index*, desenvolvido e apresentado por Mckee, Doesken & Kleist (1993), tem como principal objetivo quantificar o défice de precipitação para diferentes escalas temporais, tendo por base a correspondente probabilidade de ocorrência dos registos de precipitação. Genericamente, o resultado do índice SPI pode ser entendido como o número de desvios-padrão que um determinado valor de precipitação acumulada apresenta face à média histórica correspondente, para a região em análise.

As principais vantagens do SPI na avaliação de situações de seca são:

- a sua simplicidade, sendo unicamente baseado em valores de precipitação mensal;
- a sua versatilidade de cálculo para qualquer escala temporal, possibilitando a representatividade da afetação de seca em diferentes fases do ciclo hidrológico;

- a sua distribuição normalizada, o que possibilita que as frequências de ocorrência das diferentes classes de seca sejam consistentes para qualquer região e escala temporal (Hayes *et al*, 1999).

O cálculo do SPI para qualquer localização é, então, baseado nos registos históricos de precipitação, aos quais é ajustada uma função de distribuição de probabilidade, habitualmente a função *Gamma*. Por sua vez, esta distribuição probabilística é depois transformada na distribuição normal de modo a que o SPI médio, para a região e período de análise, seja 0 e o desvio padrão seja igual à unidade.

A distribuição *Gamma* é dada pela seguinte função densidade de probabilidade $g(x)$ (1):

$$g(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \text{ para } x > 0 \quad (1)$$

Sendo α e β parâmetros de forma e de escala respetivamente, x o valor de precipitação e $\Gamma(\alpha)$ a função *Gamma*.

Desta forma, o cálculo do SPI envolve um ajuste da função de distribuição *Gamma* a uma determinada frequência de distribuição dos valores de registo de precipitação de uma estação de monitorização, sendo os parâmetros α e β estimados de forma específica, para cada escala temporal de análise (1, 3, 6, 9 meses, etc.) e para cada mês do ano. No entanto, uma vez que a função *Gamma* é indefinida para o valor 0, foi considerado que a função de distribuição de probabilidade completa $H(x)$ é dada por (2):

$$H(x) = q + (1 - q)g(x) \quad (2)$$

Sendo q a probabilidade de ocorrência do valor 0, que pode ser aproximada pela frequência de ocorrência de zeros na série de registos e $g(x)$ a probabilidade cumulativa da função *Gamma*. Uma vez que este índice é normalizado, tanto os climas mais secos, como os mais húmidos podem ser representados pelo SPI.

Porém, se as condições de humidade do solo variam com as anomalias de precipitação num curto espaço de tempo de resposta (1 a 3 meses), a recarga de águas subterrâneas, os níveis de escoamento e o armazenamento só sofrem variações num período de tempo mais alargado (6 a 12 meses). Por esse facto, são normalmente consideradas diferentes escalas temporais, de 3, 6, ou 12 meses, por exemplo, para avaliação dos registos de precipitação (McKee, Doesken & Kleist, 1993, 1995; Hayes *et al*, 1999).

O SPI-3 meses reflete a afetação das condições de água no solo a curto e médio prazo e fornece uma estimativa da precipitação sazonal. Como tal é importante comparar esses resultados com escalas de tempo mais longas, pois pode ocorrer um período de precipitação normal durante um período de seca.

Através do SPI-6 meses, por sua vez, é possível distinguir a precipitação ao longo de diferentes estações do ano, o que poderá representar anomalias nas reservas de água e nos caudais dos rios.

O SPI-12 meses está diretamente associado à falta de água em reservas de água, caudais e níveis de água subterrânea, os quais correspondem a escalas de tempo longas. Valores negativos deste índice podem estar, no entanto, associados a valores positivos em períodos inferiores a 12 meses.

A partir dos resultados do índice SPI é, então, possível detetar a ocorrência de défices de precipitação (sempre que se verificam valores negativos de SPI), sendo classificados de acordo com a escala de intensidade de seca, definida por McKee, Doesken & Klein (1993, 1995) e indicada no Quadro 2.9.16.

Quadro 2.9.16 | Escala de classificação do SPI de acordo com a intensidade de seca (McKee, Doesken & Klein, 1993; 1995)

Classificação SPI		
Valores de SPI	Intensidade de seca	Frequência de ocorrência (%)
-0,99 a 0	Seca ligeira	24
- 1,49 a – 1,0	Seca moderada	9,2
- 1,99 a – 1,5	Seca severa	4,4
< - 2,0	Seca extrema	2,3

Fonte: McKee, Doesken & Klein, 1993; 1995

Tal como descrito, os dados de input para o cálculo do índice SPI correspondem a séries completas de precipitação mensal. Assim, foram analisadas as estações meteorológicas/ udométricas e os dados de registos de precipitação mensal existentes em cada ilha. Os resultados por ilha serão apresentados nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

2.9.4 | Erosão hídrica e transporte de material sólido

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

2.9.5 | Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

2.9.6 | Movimentos de massas

O peculiar enquadramento geológico reflete-se, naturalmente, na elevada atividade sísmica e vulcânica registada na região, que normalmente é geradora de fenómenos secundários, como os movimentos de vertente. A situação Atlântica dos Açores é, por outro lado, propícia à ocorrência de períodos marcados por elevadas precipitações, fator que com relativa frequência tem estado na base de importantes movimentos de vertente, como comprovam os eventos registados desde o seu povoamento. A característica mais marcante neste tipo de acontecimentos diz respeito ao seu carácter violento e impetuoso, marcado por vezes com perdas humanas, económicas, culturais e sociais.

Podem ser desencadeados por erupções vulcânicas, sismos e precipitações intensas e/ou prolongadas, ou pela ação conjunta dos precursores atrás mencionados. Apesar das causas geradoras dos fenómenos de instabilidade geomorfológica serem variadas, as condições meteorológicas constituem o processo mais comum para o seu desencadeamento no arquipélago dos Açores.

Do ponto de vista físico, os processos de instabilidade geomorfológica resultam do desequilíbrio entre as forças que induzem a instabilidade de um talude e aquelas que promovem a resistência ao movimento. Este desequilíbrio implica a evolução de uma vertente estável para um estado de instabilidade, através de uma redução da resistência ao corte e/ou um aumento da tensão tangencial. Os fatores mais comuns para a redução da resistência ao corte correspondem à meteorização físico-química e à saturação progressiva dos solos, enquanto os movimentos de soerguimento ou abatimento tectónico, a erosão fluvial, as escavações, o aumento de cargas estáticas e dinâmicas em taludes, a

infiltração da água e o crescimento da vegetação manifestam-se como as principais causas do aumento da tensão tangencial.

De acordo com a classificação apresentada por Varnes (1978) os mecanismos envolvidos nos movimentos de vertente incluem os desabamentos, balançamentos, deslizamentos, expansões laterais e escoadas. Informações detalhadas sobre cada tipologia, materiais envolvidos, descrições e aspetos morfológicos, causas, velocidades na movimentação de cada tipologia podem ser encontrados por exemplo em WP/WLI (1993), Cruden e Varnes (1996), Dikau *et al.* (1996), Zêzere (1997; 2000), Marques (2004) e Amaral (2005).

Observações pontuais permitem verificar que os mecanismos envolvidos que afetam as nascentes e/ou captações de água correspondem às tipologias de desabamentos ou queda de rochas e a deslizamentos translacionais superficiais, podendo estes últimos evoluir para escoadas detriticas, cuja mistura de materiais sólidos indiferenciados (e.g., fragmentos rochosos de natureza e dimensão variável, bem como elementos do coberto vegetal) com a presença de significativas quantidades de água tornam este perigo geológico extremamente destruidor no seu trajeto e acumulação.

O processo de infiltração de água no solo e as variações transientes da pressão de água (na forma negativa – sucção matricial; e na forma positiva – pressão neutra) são os fatores mais comuns no desencadeamento de movimentos de vertente. Existem duas modalidades de mecanismos de instabilização provocadas pela água no solo em resultado da precipitação: (a) diminuição da resistência ao corte por decréscimo da coesão aparente em função da diminuição da sucção em solos não saturados. (b) diminuição da resistência ao corte por aumento das pressões neutras ao nível dos planos de rotura potenciais devido à subida do nível freático. Os dois processos hidrológicos só representam as condições favoráveis à instabilidade caso atinjam uma profundidade crítica, determinada pelo declive do terreno e pelos parâmetros físico-mecânicos.

Os sismos e outros tipos de vibrações nos solos (naturais e antropogénicas) provocam igualmente fenómenos denominados liquefação dos solos. A magnitude dos sismos é determinante no que se refere às áreas afetadas por movimentos de vertente causados por eventos sísmicos. Keefer (1984) sugere que a magnitude crítica para o desencadeamento de movimento de vertente é aproximadamente 4 (Mw). Movimentos de vertente desencadeados por um sismo de tal magnitude ocorrerão numa área na ordem da dezena de quilómetros, tal como se verificou no Vulcão do Fogo a 20 e 21 de setembro de 2005 (Marques *et al.*, 2005), quando um sismo de magnitude 4,3 (ML) gerou algumas centenas de movimentos de vertente por uma área de aproximadamente 10 km². Por outro lado, sismos de magnitudes superiores, como o ocorrido a 9 de julho de 1998 no Faial (5,6MD), poderão gerar movimentos de vertente numa área na ordem da centena ou até milhar de km².

Nos sismos de menor magnitude podem ocorrer ruturas do solo ou de rochas, dando a origem a deslizamentos translacionais superficiais e a queda de blocos, respetivamente. Nos sismos de grande magnitude usualmente estão na origem de movimentos translacionais profundos e de escoadas detriticas de grandes proporções. Exemplos disso são: a escoada de detritos desencadeada pelo sismo de 9 de julho de 1998 na Ribeira do Risco, com um volume aproximado de material envolvido da ordem dos 250000 m³ (Madeira *et al.*, 1998) e a escoada de detritos desencadeada pelo sismo de 22 de outubro de 1522, com um volume de material envolvido aproximado de 4,6 milhões de m³ (Marques, 2004), a qual provocou a morte de 5.000 pessoas e a destruição de Vila Franca do Campo, então capital de São Miguel (Frutuoso, 1522 - 1591†).

A análise dos movimentos de vertente e da sua perigosidade pode ser realizada com recurso a técnicas determinísticas e probabilísticas, baseadas em modelos de estabilidade e análises estatísticas, respetivamente, e que cujas tarefas de execução são complexas e morosas. A componente determinística para avaliação da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente é efetuada através da combinação integrada de modelos hidrológicos e geotécnicos. Este tipo de abordagem apresenta sucesso quando se trabalha a escalas de trabalho reduzidas e específicas (e.g., taludes). No entanto, a escalas mais abrangentes (e.g., escala da bacia, escala regional), o conhecimento espacial das propriedades hidrológicas e geotécnicas, bem como a tipologia dos sistemas hidrológicos das vertentes constituem elementos de difícil quantificação, pelo que este tipo de abordagem raramente é utilizado.

Em oposição, os modelos probabilísticos para a avaliação da suscetibilidade através da análise estatística, constituem ferramentas interessantes na produção de resultados satisfatórios para a identificação de locais com a propensão para a instabilidade geomorfológica. Para tal, um dos requisitos necessários na produção dos algoritmos é através do cruzamento da informação obtida na inventariação sistemática de movimentos de vertente que ocorreram no passado, com vários mapas temáticos (e.g., geologia, declive, litologia, curvatura das vertentes, etc.) da área em estudo.

No âmbito do projeto Riscos, através de uma prestação de serviços para a então SRAM, foram elaboradas as cartas de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente à escala de ilha, para todo o arquipélago dos Açores.

No entanto, têm sido realizados alguns trabalhos de caráter pontual à escala da bacia de modo a avaliar a suscetibilidade a movimentos de vertente para o vale da Ribeira Quente, no concelho da Povoação (Marques *et al.*, 2009). Da análise do trabalho efetuado, e tendo em consideração as características morfométricas de 1495 movimentos de vertente, foi possível identificar que os setores caracterizados com declives superiores a 35°, exposições a SE, S, e SW, morfologias côncavas, as áreas de contribuição superiores a 3000 m², as áreas florestadas, distâncias aos vales entre 80 e 100 m e as classes litológicas constituídas por depósitos piroclásticos pomíticos apresentam uma propensão para o desencadeamento de movimentos de vertente na área de trabalho referida.

Em termos da avaliação da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente desencadeados por eventos sísmicos, Marques *et al.* (2007) elaboraram um trabalho que incidiu sobre a atividade geomorfológica desencadeada pela crise sísmica de 2005 no Vulcão do Fogo, ilha de São Miguel, através da análise com o recurso à regressão logística. Os autores concluíram que os declives superiores a 35°, as classes litológicas que apresentam materiais não coesos como os depósitos piroclásticos pomíticos, e a distância epicentral assumem-se como fatores preponderantes no desencadeamento da instabilidade geomorfológica. A distância epicentral apresenta-se relevante no contexto do desencadeamento de movimentos de vertente, sendo que há uma diminuição da favorabilidade à instabilidade com o aumento da distância epicentral, diretamente relacionada com a atenuação da energia sísmica.

Os resultados dos trabalhos realizados até à presente data podem-se constituir indicadores viáveis para uma análise preliminar da suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente estendida às restantes ilhas do arquipélago visto que o enquadramento morfológico, tectónico e geológico não oferece grandes disparidades.

Assim, a presença de depósitos piroclásticos de queda e de fluxo muito friáveis, caracterizados por valores nulos de coesão e ângulo de atrito interno elevados à saturação, associados a vertentes com declives acentuados, fazem com que algumas zonas do arquipélago dos Açores apresentem uma elevada suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente. Estas áreas correspondem, grosso modo, a arribas (vivas, mortas ou fósseis), escarpas de falha, bordos de caldeiras, taludes e cabeceiras de linhas de água.

A instabilidade em taludes constituídos por um substrato rochoso está intimamente ligada ao tipo de estrutura geológica, à morfologia, ao estado de alteração, ao tipo e natureza dos níveis que constituem os maciços e à presença de fissuras com percolação de água, pelo que é importante identificar quais os fatores condicionantes de modo a quantificar a estabilidade do maciço em relação à sua condição de equilíbrio físico.

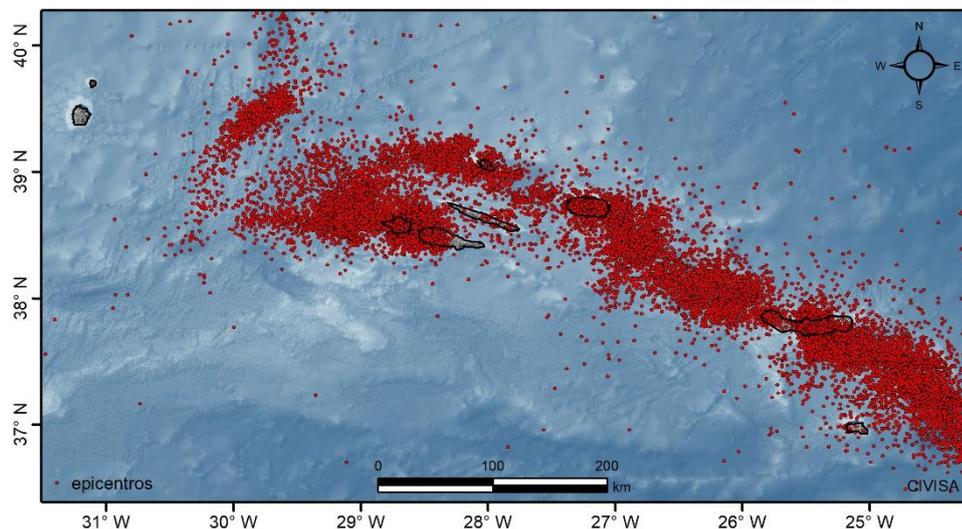
A considerável complexidade geológico-geotécnica, morfológica e hidrogeológica dos terrenos vulcânicos do arquipélago dos Açores conduz a importantes variações espaço-temporais, a diferentes escalas e processos de instabilidade de vertentes. Assim, para uma avaliação pormenorizada dos mecanismos que possam afetar cada nascente/furo de abastecimento público deve de ser efetuado à escala local, em virtude das limitações inerentes às bases cartográficas existentes (e.g., topográfica, geológica).

A análise pormenorizada para cada ilha da RH9 consta dos Volumes 1 a 9 da Parte 2.

2.9.7 | Sismos

As expressões morfológicas de assinatura tectónica de carácter regional e local, a sismicidade instrumental e a documental histórica, permitem verificar que o arquipélago dos Açores se situa sob a influência de relevantes setores sismogénicos.

Neste contexto merece especial destaque a atividade registada ao nível da Crista Média Atlântica (CMA) e ao nível do Rift da Terceira (RT) (Figura 2.9.6).



Fonte: dados do CIVISA (2020)

Figura 2.9.6 | Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2019.

Fruto do enquadramento geoestrutural, algumas ilhas têm sido atingidas por diversos sismos ao longo da história, tendo mesmo atingido intensidades de grau IX-X na Escala de Mercalli Modificada (EMM), por vezes com consequências devastadoras.

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

2.9.8 | Vulcões

A atividade vulcânica observada na região dos Açores tem-se centrado, predominantemente, ao longo do Rifte da Terceira (s.l.). Desde o início do povoamento das ilhas, no século XV, foram registadas pelo menos 28 erupções vulcânicas, 15 das quais em terra e 13 no mar, que cobrem um vasto leque de estilos eruptivos e magnitudes (Medeiros, 2009). Estas erupções concentram-se preferencialmente ao longo do eixo de orientação geral WNW-ESE, havendo a registar nos últimos cinco séculos erupções nas ilhas do Pico, Faial, São Jorge, Terceira e São Miguel.

Da análise da localização e sequência cronológica das várias erupções históricas observadas no arquipélago merece destaque a proporção de erupções submarinas e litorais, que ascende a 48% do total das erupções registadas, sendo este valor provavelmente subestimado, pois nem todas as erupções submarinas se manifestam à superfície do oceano e, mesmo de entre estas, nem todas terão sido observadas.

A atividade vulcânica histórica no arquipélago dos Açores conta cerca de 28 erupções, entre episódios subaéreos e submarinos, abrangendo um largo espectro de estilos eruptivos e magnitudes, o que evidencia o elevado perigo vulcânico a que estas ilhas se encontram sujeitas. As erupções históricas nos Açores localizam-se, grosso modo, ao longo de uma larga faixa de orientação geral WNW-ESE, o designado Rifte da Terceira (s.l.), tendo-se registado erupções nas ilhas de São Miguel, Terceira, São Jorge, Pico e Faial. Muito provavelmente, o número de erupções ocorridas nos últimos cinco séculos é muito superior, uma vez que nem todas as erupções submarinas apresentam manifestações à superfície, e mesmo quando o fazem, poderão não ser observadas. A análise pormenorizada para cada ilha da RH9 consta dos Volumes 1 a 9 da Parte 2.

2.9.9 | Tsunamis

Os *tsunamis* são ondas de grande dimensão geradas por eventos sísmicos com epicentro no mar, erupções vulcânicas ou grandes movimentos de vertente que ocorrem em domínios subaéreos ou submarinos.

A análise do perigo de *tsunamis* nos Açores assume-se como uma tarefa difícil em virtude da documentação histórica existente ser reduzida, incompleta e por vezes dúbia. Contudo, os dados recolhidos revelam que este é um perigo real para o arquipélago. Segundo Cabral (2009), nos últimos 500 anos, o arquipélago dos Açores foi afetado por 12 *tsunamis* com origem em fenómenos geológicos (sismos e movimentos de vertente), por 6 eventos associados a inundações da costa com origem em fenómenos atmosféricos extremos, e ainda por um *tsunami* cuja origem permanece desconhecida.

Cabral (2009) considera seis áreas com potencial tsunamigénico, apresentando estilos tectónicos particulares e mecanismos tsunamigénicos distintos: (1) a região dos Açores, (2) o domínio da Falha Gloria, (3) o domínio do Sudoeste Ibérico, (4) a região dos Grandes Bancos da Terra Nova, (5) a região das Caraíbas e (6) a região das Canárias.

Baptista e Miranda (2009) referem que os *tsunamis* com origem sísmica gerados nos Açores não apresentam potencial para afetar zonas para além do próprio arquipélago, uma vez que resultam maioritariamente de mecanismos de desligamento com baixo potencial tsunamigénico. No entanto, um evento que se localize fora dos limites do arquipélago pode apresentar um potencial tsunamigénico para a região dos Açores dada a existência de oceano livre. O exemplo mais significativo relaciona-se com o originado na sequência do terramoto de 1 de novembro de 1755, que afetou as

zonas costeiras do arquipélago. O *tsunami* atingiu *run-up* de 11 a 15m na ilha Terceira, resultando na morte de 6 pessoas (Andrade *et al.*, 2006).

Ainda no que concerne aos eventos de origem tectónica, Cabral (2009) refere que os *tsunamis* de maior magnitude com registo nos Açores estão maioritariamente associados a sismos com magnitude superior a 7. Aqui se incluem os *teletsunamis* históricos de 1755 e de 1761 gerados no domínio do SW Ibérico. São ainda conhecidos os registos de *tsunamis* de carácter regional como os ocorridos em 1939, 1941, 1969 e 1975, com origem na Falha da Glória e no domínio do SW Ibérico. No que se refere aos eventos locais, gerados na região dos Açores, verifica-se que os sismos mais energéticos estão na origem de *tsunamis* locais de pequena magnitude.

Importa também realçar que o arquipélago dos Açores se situa numa área de grande instabilidade meteorológica que se traduz em frequentes tempestades com ventos fortes e períodos de intensa pluviosidade. Tal facto é responsável pela forte ação erosiva a que as ilhas dos Açores se encontram sujeitas, levando, em muitos casos, à ocorrência de movimentos de vertente de grandes dimensões com potencial tsunamigénico, desencadeados principalmente em arribas.

Um fenómeno menos frequente está relacionado com a geração de *tsunamis* com origem em fatores meteorológicos, sendo, deste modo, denominados por *tsunamis* meteorológicos ou *meteotsunamis*.

Pese embora não sejam conhecidos relatos de *tsunamis* desencadeados pela atividade vulcânica, a ocorrência daqueles fenómenos não deve de ser descurada em virtude do enquadramento vulcânico que o arquipélago dos Açores patenteia.

Em virtude da sua localização geográfica e do seu enquadramento geodinâmico, o arquipélago dos Açores encontra-se vulnerável à ação de *tsunamis* que podem ter origem em fontes tsunamigénicas locais ou distantes. Neste contexto, é de admitir que as zonas litorais, nomeadamente as de cotas mais baixas de todas as ilhas possam ser afetadas por inundações resultantes de *tsunamis* com origem local, regional ou mesmo atlântica.

Tendo em atenção o *run-up* máximo atingido nos eventos passados, bem como a cota a que se localizam a maioria das nascentes e furos para abastecimento público, consideram-se as mais vulneráveis de serem inundadas por um tsunami as áreas costeiras situadas a uma cota inferior a 10m. Neste contexto foi elaborada uma carta de suscetibilidade à inundações por *tsunamis* para cada ilha do arquipélago em análise, tendo em consideração o *run-up* máximo histórico registado. A análise pormenorizada para cada ilha da RH9 consta dos Volumes 1 a 9 da Parte 2.

2.9.10 | Infraestruturas

Na RAA o risco associado às infraestruturas está relacionado com as centrais hídricas e os seus respetivos açudes. Não havendo grandes bacias hidrográficas com a possibilidade de armazenamento de água, as centrais hídricas, ou o aproveitamento a fio de água são a única forma de aproveitamento hidroelétrico desta região.

Um dos problemas das energias renováveis, como a energia hídrica, é a dependência das condições climáticas, não havendo uma constante produção de energia elétrica. No entanto a forte precipitação que se faz sentir no arquipélago e os seus declives acentuados são pontos a favor desta energia. Os declives acentuados originam uma densa rede radial

de drenagem ao longo dos maciços vulcânicos. Esses caudais escoados bem como a sua velocidade de escoamento são grandes.

Existem vários tipos de riscos que podem ser associados às centrais hídricas, como riscos internos e externos. Os riscos internos considerados serão todos os riscos associados à estrutura da central, como rutura do açude, envelhecimento das estruturas e explosão da central. Esta última consideração pode ter como fonte vandalismo, ação humana, ou por ações hidráulicas, como mudanças de pressões. Os riscos naturais, ou externos, considerados serão as tempestades, cheias, deslizamento de terrenos e os sismos. Estes riscos naturais estão associadas a estas centrais, devido às condições geológicas e climatológicas da região (Santos, 2006).

Segundo o Regulamento de Segurança de Barragens, Diário da República, 1.ª série – N.º 198 – 15 de outubro de 2007, artigo 4.º, o planeamento de emergência é um conjunto de medidas que integra a avaliação dos danos potenciais e os procedimentos a adotar pelos diferentes intervenientes com vista a fazer face a situações de emergência associadas a ondas de inundação. O sistema de alerta é definido como o conjunto organizado de recursos humanos e meios técnicos que tem por funções informar os serviços e agentes de proteção civil face à iminência, ocorrência ou evolução de uma situação de emergência. Neste capítulo não serão desenvolvidos esses planos de segurança por falta de informação.

Atualmente existem 12 centrais hídricas na RAA (pertencentes ao Grupo EDA – Eletricidade dos Açores), espalhadas pelos três grupos do arquipélago (Quadro 2.9.17). No grupo Ocidental existe uma única central, a Central Hídrica Além Fazenda, que se situa na ilha das Flores. Esta central produz quase metade da eletricidade que é gerada na ilha das Flores, sendo assim, uma das maiores centrais hídricas da RAA.

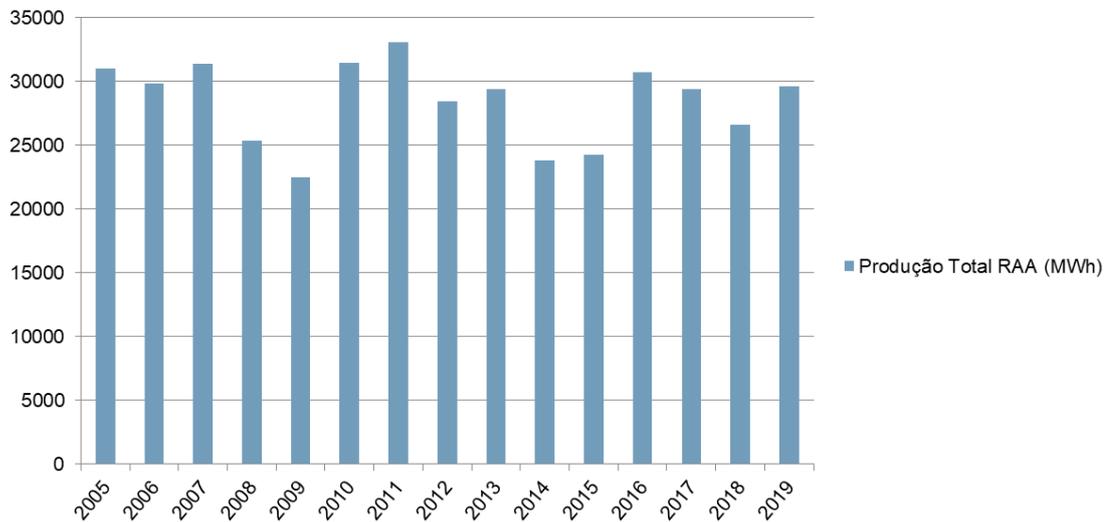
O grupo Central tem quatro centrais, três na ilha Terceira, Central hídrica de Nasce d' Água, de São João de Deus e da Cidade. As centrais da Terceira não têm um valor muito significativo na geração de eletricidade, produzindo uma média anual de 2461MWh. Note-se que entre 2015 e 2018 (inclusive) nenhuma destas centrais esteve em funcionamento, tendo retomado em 2019. A quarta central localizada no grupo central encontra-se na ilha do Faial, na freguesia de Capelo e é denominada de Central Hídrica do Varadouro.

As restantes sete centrais situam-se no grupo Oriental, na ilha de São Miguel. No concelho de Vila Franca do Campo existe duas centrais, a Central Hídrica da Fábrica Nova e a da Ribeira da Praia, o concelho da Ribeira Grande só tem uma central, a do Salto do Cabrito, e por último o concelho da Povoação tem quatro centrais, a dos Tambores, do Canário, da Foz da Ribeira e a dos Túneis, esta última central tem a maior capacidade total de produção de todas as centrais da RAA.

Já em 2010 a EDA anunciou um novo investimento nas energias renováveis. Um dos projetos é a construção de uma central hídrica na Fajã de São João, na ilha de São Jorge, esta central será construída na foz da ribeira com 1MWh. O outro projeto é a construção de uma nova central hídrica na ilha das Flores e a Central Hídrica d Além Fazenda também deverá sofrer remodelações, assim como a sua automatização.

Na Figura 2.9.6 pode visualizar-se a produção total da energia gerada pelas centrais da RAA desde 2005. O total da produção de energia elétrica produzida pelas centrais da RAA tem sido feita de uma forma muito constante, tendo uma exceção em 2009 e 2014 e 2015. O ano de melhor produção foi 2011 com 33,1GWh.

Produção Total RAA (MWh)



Fonte: EDA

Figura 2.9.6 | Energia produzida pelas centrais hídricas da RAA.

Quadro 2.9.17 | Quadro resumo das centrais hídricas da RAA

Nome	Localização	Coordenadas		Data Entrada ao Serviço	Potência instalada (KVA)	N.º de Turbinas	Proprietário
		Latitude	Longitude				
Fábrica Nova	São Miguel	37,737	-25,46	1927	760	1/Pelton	EDA
Ribeira da Praia	São Miguel	37,715	-25,46	1991	1000	2/Pelton	EDA
Salto do Cabrito	São Miguel	37,795	-25,49	2006	670	1/Pelton	EDA
Tambores	São Miguel	37,771	-25,29	1909 / 1950	118	1/Francis	EDA
Canário	São Miguel	37,764	-25,28	1987	500	1/Francis	EDA
Túneis	São Miguel	37,748	-25,30	1954 / 2000	2073	1/Francis	EDA
Foz da Ribeira Quente	São Miguel	37,736	-25,29	1987	1030	1/Francis	EDA
Nasce Água	Terceira	38,683	-27,21	1954	900	1/Pelton	EDA
São João de Deus	Terceira	38,667	-27,22	1954	560	1/Pelton	EDA
Cidade	Terceira	38,661	-27,21	1954	330	1/Pelton	EDA
Varadouro	Faial	38,575	-28,78	1964	400	1/Pelton	EDA
Além Fazenda	Flores	39.472	-31.16	1966/1983	1850	4/Francis (até 2012) 3 (após 2014)	EDA
Total	Açores			1090/2006	10191	15	EDA

Fonte: EDA 2020

A análise pormenorizada para cada ilha da RH9 consta dos Volumes 1 a 9 da Parte 2.

2.9.11 | Poluição acidental

O risco associado à poluição acidental pode ser caracterizado segundo fontes de poluição tóxicas e difusas. Considera-se como poluição tóxica: a poluição causada por uma forma de matéria ou de energia bem identificada, e a poluição difusa: como poluição que é causada por múltiplas matérias ou energias.

2.9.11.1 | Poluição tóxica

No estudo da RH9 foram identificadas várias fontes de poluição tóxica no decorrer da caracterização e avaliação das massas de água superficiais (interiores e costeiras) e subterrâneas, nomeadamente:

- Instalações PCIP: as instalações mencionadas no Decreto-Lei n.º 127/2013, Anexo I, existentes na região do RH9 são:
 - 1.1 – Queima de combustíveis em instalações com uma potência térmica nominal total igual ou superior a 50 MW;
 - 5.4 – Aterros, na aceção da alínea c) do n.º 1 do artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de agosto, alterado pelo Decreto-Lei n.º 84/2011, de 20 de junho, que recebam mais de 10 toneladas de resíduos por dia ou com uma capacidade total superior a 25 000 toneladas, com exceção dos aterros de resíduos inertes;
 - 6.4 – Instalações destinadas a: a) Matadouros com uma capacidade de produção de carcaças superior a 50t/dia; b) ii) Matérias-primas vegetais com uma capacidade de produção de produto acabado superior a 300t/dia ou a 600 toneladas/dia, quando a instalação não funcione durante mais de 90 dias consecutivos em qualquer período de um ano; c) Tratamento e transformação exclusivamente de leite, sendo a quantidade de leite recebida superior a 200t/dia (valor média anual);
 - 6.6 – Instalações para a criação intensiva de aves de capoeira ou de suínos, com espaço para mais de: a) 40 000 aves; b) 2 000 porcos de produção (de mais de 30kg).
- Efluentes Urbanos:
 - Tratamento de águas residuais;
 - Descargas de águas residuais.
- Efluentes Industriais:
 - Indústrias de laticínios;
 - Matadouros;
 - Unidades de preparação de carne;
 - Indústria transformadora da pesca e conservas;

- Indústria cervejeira e de refrigerantes.
- Aterros Sanitários;
- Indústria Extrativa;
- Substâncias Perigosas;
- Transportes Marítimos.

A análise pormenorizada para cada ilha da RH9 consta dos Volumes 1 a 9 da Parte 2.

2.9.11.2 | Poluição difusa

São identificadas para toda a RH9 como principais fontes de poluição difusa:

- As atividades e usos associados à agricultura/floresta e agropecuária;
- As rejeições domésticas e industriais;
- Outras pressões (escorrências de zonas urbanas, lixeiras a céu aberto, limpeza de fossas, operações associadas a atividades marítimas).

A análise pormenorizada para cada ilha da RH9 consta dos Volumes 1 a 9 da Parte 2.

3 | Caracterização das Massas de Água

3.1 | Massas de água superficiais

A identificação e caracterização das massas de água superficiais constituem importantes pontos focais no âmbito do novo quadro da política da água, no sentido em que esses corpos de água constituem as unidades de gestão onde se avaliará o estado do recurso resultante da aplicação dos objetivos ambientais traçados. De acordo com a DQA, uma massa de água de superfície é “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, águas de transição ou uma faixa de águas costeiras”.

A implementação deste conceito de massa de água deve ser entendido como uma ferramenta para a prossecução dos objetivos ambientais e não como um objetivo em si (WFD-CIS, 2003). Neste sentido, uma massa de água deve ser uma subunidade coerente de uma bacia hidrográfica à qual possam ser aplicados os objetivos da DQA. Só uma correta definição e caracterização das massas de água permitirá a determinação precisa do seu estado e a sua comparação com os objetivos ambientais para elas definidos.

3.1.1 | Tipos de massas de água

Os tipos de massas de água são grupos de massas de água com características geográficas e hidrológicas relativamente homogéneas, consideradas relevantes para a determinação das condições ecológicas.

3.1.1.1 | Delimitação das ecorregiões e dos tipos de massas de água

De acordo com a Lei da Água, as massas de água de superfície serão diferenciadas por tipos, adotando uma metodologia de agrupamento de corpos de água com características físicas e morfológicas homogéneas, mediante a aplicação do Sistema A ou do Sistema B. No Sistema A é aplicado um conjunto de fatores obrigatórios, aos quais acresce um conjunto de fatores facultativos no Sistema B.

No âmbito do PRA, procedeu-se inicialmente à diferenciação das massas de água superficiais quanto ao tipo, tendo-se testado a aplicação do Sistema B nas lagoas e do Sistema A nas ribeiras, águas costeiras e massas de água artificiais, em resultado da escassez de informação disponível para estas categorias. Os resultados obtidos com a aplicação do sistema A demonstraram interesse em aplicar o Sistema B na classificação das ribeiras da RH9, tendo em conta as especificidades derivadas das condições geográficas, climáticas e geológicas do arquipélago e de modo a permitir uma maior representatividade desta categoria.

A DQA define para o sistema A, 25 ecorregiões com base nas massas de água interiores (rios e lagos), para os seus Estados-Membros. Como na RAA as massas de água interiores foram tipificadas de acordo com o sistema B, não poderemos delimitar uma ecorregião para este tipo de massas de água.

Nos termos do Decreto-Lei n.º 112/2002, de 17 de abril, o Arquipélago dos Açores encontra-se na Região Hidrográfica 9 de Portugal (RH9), que integra todas as bacias hidrográficas de todas as ilhas do arquipélago, incluindo as respetivas águas subterrâneas e águas costeiras.

3.1.1.1.1 | Ribeiras

A delimitação das MA da categoria rios foi feita de acordo com os critérios previstos no CIS Guidance Number 2 (categoria, tipologia, elementos geográficos, diferentes pressões). Contudo, uma vez que as ribeiras configuravam os tipos de massas de água que tinham sido menos estudados do ponto de vista ecológico, sendo o conhecimento da qualidade hidromorfológica e química muito limitado e inexistente a informação sobre os elementos biológicos, optou-se, de forma conservativa, por considerar a Bacia Hidrográfica (BH) (com uma área mínima de 10km²) e a totalidade da rede hidrográfica nas MA identificadas, por forma a obter a informação de base conducente a uma caracterização representativa desta categoria de MA e abranger as potenciais pressões presentes na BH. Tal abordagem traduziu-se num valor de comprimento total de cada MA elevado, o que foi questionado pela Comissão Europeia (COM) no anterior ciclo de planeamento e revisto no PGRH-Açores 2016-2021.

Assim, até ao ciclo anterior, o que estava delimitado era a BH (com uma área mínima de 10km²) e não a área de drenagem. Em resultado da revisão da delimitação das MA, todas as MA anteriores mantiveram-se inalteradas, apenas com ajustes relativamente ao seu comprimento (i.e. ao que correspondia efetivamente à linha de água da MA), sendo que apenas no caso da ribeira “Ribeira Grande”, na ilha de São Miguel, esta revisão se traduziu numa alteração ao número de MA delimitadas, em que, em vez de esta ribeira corresponder a quatro MA, passou a corresponder a duas MA: 1 - Ribeira Grande (09SMGR0011); 2 - Ribeira das Lombadas (09SMGR006). Esta revisão é descrita em pormenor mais adiante.

A primeira proposta de tipificação das ribeiras dos Açores foi elaborada no âmbito do PRA em 2001 (DROTRH-INAG, 2001), tendo então sido adotado o Sistema A. Essa classificação abrangia apenas 8 ribeiras agrupadas num único tipo (A-R-P/M/S), correspondente a ribeiras com pequenas bacias (10 a 100km²), de média altitude (entre os 200 e 800m) e de natureza siliciosa, localizadas em São Miguel e Flores. Em 2006, no âmbito do Relatório Síntese da Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores (SRAM-INAG, 2006), foi proposta uma nova tipologia para as ribeiras dos Açores assente no sistema B (fatores obrigatórios: latitude, longitude, altitude, dimensão (baseado na área de drenagem) e geologia; fator facultativo: o caudal fluvial – escoamento). Para o fator altitude foi considerada uma única classe de variável contínua, enquanto para o fator geologia foi considerado que todas as ribeiras estão inseridas em bacias de natureza siliciosa (os solos vulcânicos integram na sua composição compostos siliciosos). Para o fator dimensão optou-se por utilizar as classes de dimensão do sistema A, de acordo com as quais todas as ribeiras designadas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores são de pequena dimensão (área de drenagem entre 10 e 100Km²). O fator facultativo caudal (escoamento) fluvial foi constituído por uma única classe que engloba as ribeiras de caudal permanente. A lista de fatores utilizados encontra-se resumida no Quadro 3.1.1.

Quadro 3.1.1 | Lista de fatores utilizados na definição da tipologia das ribeiras na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

	Fatores	Variável	Classes
Fatores obrigatórios	Latitude	Latitude (º)	Classe única que contém os limites da região hidrográfica
	Longitude	Longitude (º)	Classe única que contém os limites da região hidrográfica
	Altitude	Altitude (m)	Variável contínua

	Fatores	Variável	Classes
	Dimensão	Área de drenagem (km ²)	Pequena: $10 \leq P \leq 100$ Média: $100 < M \leq 1\ 000$ Grande: $1\ 000 < G \leq 10\ 000$ Muito Grande: $MG > 10\ 000$
	Geologia	Tipo de solo	Calcário: C Silicioso: S Orgânico: O
Fatores facultativos	Categoria do caudal fluvial	Categoria do caudal	Caudal permanente: P

Esse sistema de tipificação das ribeiras da RH9 permitiu circunscrever a classificação apenas às ribeiras de caudal permanente e eliminar a diferenciação das massas de água em função da altitude, transformando esta numa classe única. Com esta alteração, a autoridade de gestão dos recursos hídricos pretendia evitar a fragmentação das massas de água e abranger um maior número dos cursos de água designados, até então limitado pela dimensão em cada classe de altitude. A classificação aí proposta considera um único tipo (B-R-C/P/S/P) de ribeiras nos Açores. A designação adotada assenta no sistema de classificação utilizado (B), na categoria de massa de água (R), na classe altitude contínua (C), na pequena dimensão das massas de água (P), na composição siliciosas do substrato (S) e na natureza permanente do caudal (P).

Entretanto, os estudos sobre as comunidades biológicas (diatomáceas e macroinvertebrados bentónicos) das ribeiras mostraram a existência de distintas comunidades tipo em locais considerados de referência, isto é, em locais com baixos níveis de pressão antrópica. Gonçalves *et al.* (2007) identificaram três grupos distintos de ribeiras, um característico da ilha das Flores (R_FL) e outros dois dentro da ilha de São Miguel (R_SMG_A e R_SMG_B). Segundo os autores, parece ser óbvio que o fator latitude é bastante importante na distribuição das comunidades no arquipélago dos Açores, mas alertaram para a necessidade de estudos mais aprofundados em relação aos outros elementos (hidromorfológicos e físico-químicos) definidos pela DQA, que deverão ser efetuados para confirmar a validade destes tipos definidos somente pela componente biológica e para a necessidade do aumento dos locais de referência para validar os resultados obtidos, uma vez que o universo de locais até então estudado era composto por apenas seis possíveis locais de referência.

Apesar de ainda subsistirem numerosas lacunas no que se refere à caracterização hidromorfológica destas massas de água, nomeadamente a necessidade de implementação do sistema de caracterização e avaliação do habitat ribeirinho (e.g. RHS – River Habitat Survey), o conhecimento sobre as comunidades biológicas destes habitats é hoje bastante mais vasto. Dados recentes sobre as comunidades de organismos bentónicos (diatomáceas e macroinvertebrados) das ribeiras que integram a rede de monitorização das massas de água interiores da Região Hidrográfica Açores mostram que a sua distribuição está fortemente correlacionada com a altitude. Esse gradiente altitudinal é evidente quando se analisam a totalidade das ribeiras (Figura 3.1.1), onde poderá estar mascarado pelo aumento da pressão antrópica com a diminuição da altitude, como também quando consideramos apenas as ribeiras com impacte antrópico pouco significativo (Figura 3.1.2). Este resultado não é surpreendente pois é conhecida a relação entre a distribuição das diatomáceas e dos macroinvertebrados com a altitude (e.g. Van Dam, Mertens, Sikeldam, 1994; Dudgeon, 2008; Hughes *et al.*, 2009; Fisher *et al.*, 2010).

De acordo com Dudgeon (2008), a altitude é o principal fator determinante da composição e diversidade dos macroinvertebrados em ribeiras de regiões tropicais. Numa recente caracterização em larga escala, abrangendo 1197 locais e 1397 amostras, de diferentes tipos de biótopos de diatomáceas em diversos países da Europa e a sua relação com diversas variáveis ambientais, confirmou-se que a altitude é um dos principais fatores na explicação da variabilidade das comunidades de diatomáceas bentónicas (Fisher *et al*, 2010). De acordo com os autores deste estudo, o efeito da altitude está provavelmente relacionado com carateres hidrológicos, tais como, a sazonalidade do caudal e a velocidade e tipo de corrente, separando troços de rios de baixa altitude e elevada ordem dos troços localizados a altitude elevada e de baixa ordem.

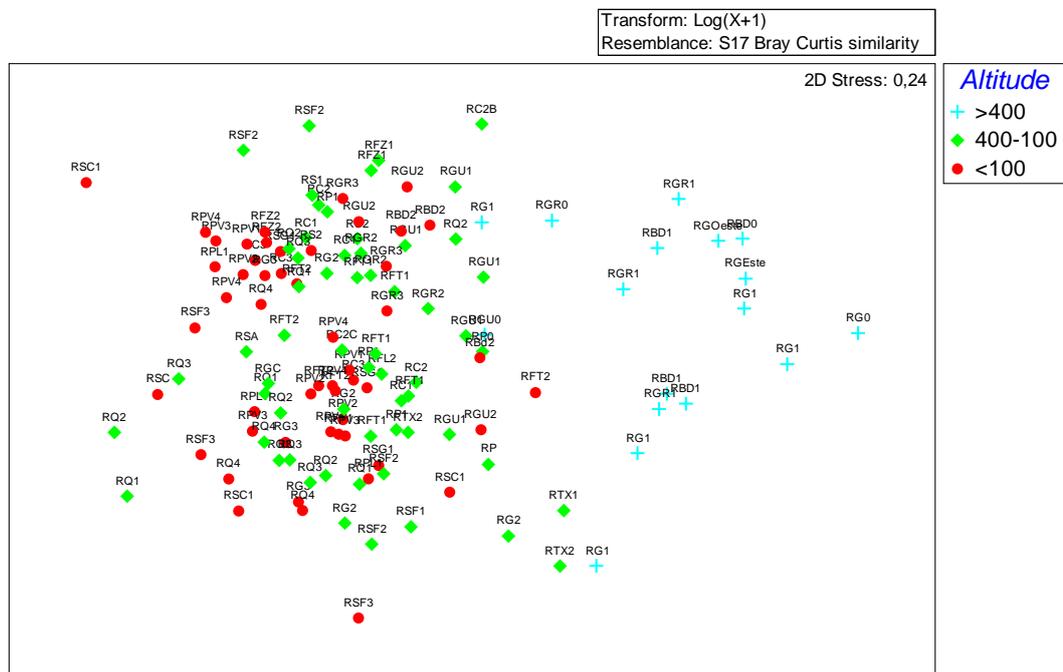


Figura 3.1.1 | Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas de todas ribeiras integrantes da rede de monitorização da Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1).

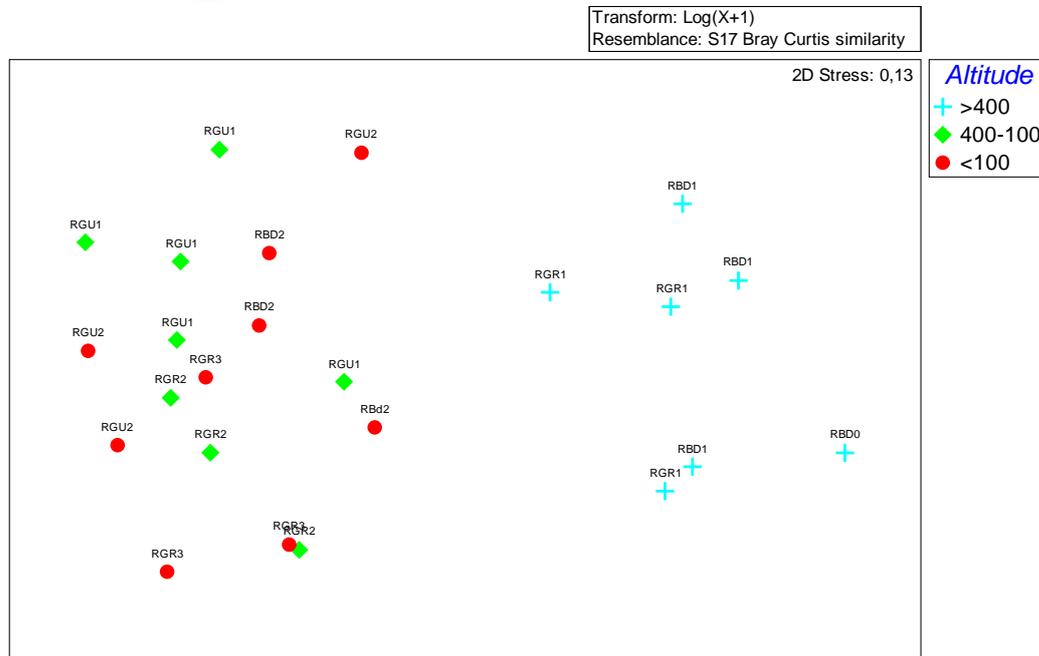


Figura 3.1.2 | Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas das ribeiras consideradas de referência na Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1).

Independentemente de eventuais variações entre ilhas, os resultados da caracterização das ribeiras dos Açores sugeriam a necessidade de separação de, pelo menos, dois tipos altitudinais que reflitam de forma mais coerente e homogênea as características morfoclimáticas e biológicas destes ecossistemas. Contudo, a baixa representatividade dos locais incluídos na rede de monitorização de ribeiras da RH9 não permitem estabelecer com rigor os limites de separação altitudinal entre esses tipos.

Contudo, e tal como já referido ao longo do desenvolvimento do ciclo anterior e na sequência de algumas questões levantadas pela COM relativamente à extensão das massas de água da categoria Rios (Ribeiras) na RH9, foi revista a metodologia e procedimentos de delimitação dessas massas de água com um ajuste à aplicação da área mínima de drenagem de 10km². Como resultado desse ajuste, estas massas de água foram redelimitadas em todas as ilhas. Não há alterações da delimitação da bacia hidrográfica, apenas no “desenho” da massa de água (e consequentemente na sua extensão) que é considerada como massa de água no âmbito da DQA. Essa alteração na delimitação assegura a adequabilidade da atual rede de monitorização, sendo mais ajustada à realidade do que são áreas de drenagem e linhas de água drenantes para a massa de água e, efetivamente, o que é massa de água.

No âmbito dessa revisão, verificou-se ser adequado juntar algumas das massas de água integradas na, comumente designada, “Ribeira Grande”. Esta ribeira estava até ao ciclo anterior dividida em 4 massas de água distintas: Ribeira das Lombadas (09SMGR006), Ribeira das Roças (09SMGR009), Ribeira da Pernada (09SMGR008), Ribeira Grande (09SMGR011). Para além do ajuste do desenho da massa de água à área de drenagem agora assumida, verificou-se que, em resultado do próprio Estado e das medidas que será necessário aplicar a estas massas de água para atingirem o Bom estado, e para além da sua característica de “continuidade”, nomeadamente para a Ribeira da Pernada (09SMGR008), Ribeira das Roças (09SMGR009) e Ribeira Grande (09SMGR011), é mais adequado e viável,

tecnicamente e em termos de gestão, a sua junção numa única massa de água. Assim, essas três massas de água passaram a constituir uma única massa de água, a Ribeira Grande, com o código 09SMGR011. Para além disso, importa destacar que se manteve a massa de água Lombadas individualizada, pois, apesar desta bacia não atingir o limite mínimo de área drenante de 10km², considera-se que pela sua importância ecológica e situação de referência – Bom Estado, deve ser gerida e acompanhada de forma diferenciada.

Assim, aplicando uma redelimitação aos limites e massas de águas e considerando que os troços a maior altitude considerados no anterior ciclo foram agora eliminados pela aplicação de correções na metodologia do limite mínimo da bacia, essa revisão do critério altitudinal deixa de ser aplicável.

Como tal, é considerado um único tipo de ribeiras para a RH9, coincidente com o adotado pela SRAM-INAG (2006) no Relatório Síntese de Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores, cujas principais características são apresentadas no Quadro 3.1.2.

Quadro 3.1.2 | Tipologia identificada para a categoria rios na Região Hidrográfica do Arquipélago dos Açores

Designação do tipo	Fatores Obrigatórios					Fator facultativo
	Altitude (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Dimensão (km ²)	Geologia	Categoria do caudal fluvial
B-R-C/P/S/P	Contínua (C) 0-1105	36°45' a 39°43'	24°32' a 31°17'	Pequena (P)	Silicioso (S)	Permanente (P)

De acordo com os critérios acima descritos, foram designadas 10 massas de água rios pertencentes ao tipo B-R-C/P/S/P na Região Hidrográfica Açores (Quadro 3.1.3).

Quadro 3.1.3 | Tipologia identificada para a categoria rios na Região Hidrográfica do Arquipélago dos Açores

Ilha	Ribeira	Massa de água	
		Nome	Código
Santa Maria	São Francisco	Ribeira de São Francisco	PT09SMA0001
São Miguel	Caldeirões	Ribeira dos Caldeirões	PT09SMG0016
	Faial de Terra	Ribeira do Faial da Terra	PT09SMG0005
	Grande	Ribeira das Lombadas	PT09SMG0006
		Ribeira Grande	PT09SMG0011
	Guilherme	Ribeira do Guilherme	PT09SMG0012
	Povoação	Ribeira da Povoação	PT09SMG0007
	Quente	Ribeira Quente	PT09SMG0004
Flores	Badanela	Ribeira da Badanela	PT09FLO0008
	Grande	Ribeira Grande	PT09FLO0004

3.1.1.1.2 | Lagoas

A primeira proposta de tipificação das lagoas dos Açores foi elaborada no âmbito do PRA (2001), onde foi adaptado o Sistema B abrangendo vinte e duas lagoas divididas em cinco tipos, localizadas em cinco ilhas do Arquipélago. Esta classificação colocou dificuldades pois dois dos tipos incluíam apenas uma lagoa (lagoa Verde e lagoa do Caiado).

Uma segunda proposta foi elaborada por Gonçalves *et al.* (2006b), onde os autores, após uma classificação morfo-climática, definiram três tipos de lagoas para o Arquipélago dos Açores. Nesta tipologia, os principais fatores de separação assentaram na profundidade e na dimensão da massa de água das lagoas. Para a definição das tipologias, estes autores, apresentaram uma proposta que assenta na análise dos fatores indicados no Quadro 3.1.4.

Quadro 3.1.4 | Lista de fatores utilizados na definição da tipologia de lagoas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

	Fatores	Variável	Classes
Fatores obrigatórios	Latitude	Latitude (°)	Classe única que contém os limites da região hidrográfica
	Longitude	Longitude (°)	Classe única que contém os limites da região hidrográfica
	Altitude	Altitude (m)	Baixa: B < 200 Média: 200 < M < 900 Grande: G > 900
	Dimensão	Área do plano de água (km ²)	Micro: 0,01 < MI < 0,5 Muito pequena: 0,5 < MP < 5 Pequena: 5 < P < 10 Média: 10 < M < 100 Grande: G > 100
	Geologia	Tipo de solo	Rochas ácidas (traquitos s.l.) Rochas básicas (basaltos s.l.)
Fatores facultativos	Profundidade média	Profundidade média das águas (m)	Pouco Profunda: PP < 3 Profunda: 3 < P < 15 Muito Profunda: MP > 15
	Forma	Coefficiente de circularidade – K ₀	Alongada k ₀ < 0,5 Elíptica k ₀ > 0,5 - < 0,8 Circular k ₀ > 0,8
	Tempo de residência	Tempo (anos)	Curto < 0,3 Médio > 0,3 - < 1 Longo > 1
	Características de mistura	Mistura	Holomítico Monomítico
Outros fatores	Enquadramento geomorfológico		Caldeira de subsidência Maar Cratera em cone de pedra pomos Cratera em cone de escórias Anel de tufos Depressão tectónica Depressão topográfica
	Índice de permanência		Muito pequeno < 0,1 Pequeno > 0,1 - < 0,5 Médio > 0,5 - < 1 Grande > 1
	Índice de desenvolvimento das margens		Pequeno < 1,2 Médio < 1,2 - < 1,5 Grande > 1,5
	Área da bacia hidrográfica	Área (Km ²)	Muito Pequena < 0,01 Pequena > 0,01 - < 0,1 Média > 0,1 - < 1 Grande > 1
	Declive média da		Pequeno < 25%

Fatores	Variável	Classes
bacia hidrográfica		Médio 25 a 50 % Grande > 50%
Precipitação média anual da bacia hidrográfica	Precipitação (mm)	Baixa < 2 000 Média >2 000 - <4 000 Elevada >4 000

Para os fatores altitude e profundidade média adotaram as classes propostas no Anexo II da DQA. Relativamente à latitude e longitude optaram por considerar uma classe única para todo o arquipélago, considerando que o seu gradiente não se traduz numa diferenciação ecológica destes sistemas. Atendendo às dimensões das lagoas regionais, definiram-se cinco classes de dimensão, consideram como limite mínimo para a classe de micro dimensão 1ha (0,01Km²), o intervalo entre 0,5 e 5km² para as de muito pequena dimensão, 0 entre 5 e 10Km² para as de pequena dimensão e mantiveram-se os intervalos definidos no sistema A da DQA para as classes de maior dimensão (média e grande). A classificação geológica natural comporta apenas duas classes: rochas ácidas e rochas básicas. As rochas ácidas, ricas em sílica, incluem os traquitos em sentido lato. As rochas básicas, com teores de sílica muito inferiores, incluem os basaltos em sentido lato. A caracterização geológica foi feita com base em Zbyszewski (1961), Azevedo (1998) e Nunes (1999). Quanto à morfologia do edifício vulcânico onde se encontra a lagoa – enquadramento geomorfológico – adotaram pela classificação proposta por Constância *et al.* (1997).

Após análise detalhada, Gonçalves *et al.* (2006b) definiram três tipos de lagoas para o Arquipélago dos Açores. Um dos tipos existente apenas na ilha de São Miguel, é constituído pelas lagoas de maior dimensão (área superior a 80ha) localizadas no interior de caldeiras de subsidência, compreendidas entre os 300 e 500m de altitude. São lagoas profundas, monomíticas, com índices de permanência e tempos de residência elevados. O segundo tipo de lagoas, predominante na ilha das Flores, incluem-se lagoas de reduzida dimensão localizadas maioritariamente no interior de crateras de explosão hidromagmática (*Maars*), compreendidas entre os 400 e 550m de altitude. As lagoas deste tipo são igualmente profundas mas têm índices de permanência muito inferiores. O terceiro tipo, presente nas ilhas de São Miguel, Pico, Flores e Corvo, é representado por lagoas de reduzida dimensão, de baixa profundidade, consequentemente sem estratificação, e com um índice de permanência muito baixo ($\leq 0,1$), compreendidas entre os 600 e 800 m de altitude.

Posteriormente, Gonçalves (2008) e Gonçalves *et al.* (2008) verificaram que de todas as comunidades biológicas por eles estudadas (fitoplâncton, diatomáceas e macroinvertebrados bentónicos), o fitoplâncton e as diatomáceas bentónicas são as comunidades que produzem uma classificação mais próxima da obtida pela análise morfo-climática. Contudo, a análise destas comunidades permitiu distinguir apenas dois grupos de lagoas, um deles coincidente com o terceiro tipo morfo-climático e o outro corresponde ao conjunto dos dois primeiros tipos. A junção destes dois tipos de lagoas havia já sido discutida na classificação abiótica (Gonçalves *et al.*, 2006b) tendo sido então confirmada pela análise das componentes fitoplâncton e de diatomáceas bentónicas.

São, assim, definidos dois tipos de lagoas nos Açores: lagoas profundas (B-L-M/MI-MP/S/P) e lagoas pouco profundas (B-L-M/MI/S/PP). O tipo B-L-M/MI-MP/S/P (sistema-B; lagoas-L, média altitude-M; área micro-Mi ou muito pequena-MP; substrato silicioso-S; profundas-P) é caracterizado por lagoas profundas, monomíticas, de pequena a média dimensão, localizadas no interior de caldeiras de subsidência ou crateras de explosão hidromagmática (*Maars*), situadas a média altitude. Nestas lagoas a zona limnética é bastante maior que a zona litoral o que resulta no predomínio das

comunidades planctónicas relativamente às bentónicas. O tipo B-L-M/MI/S/PP (sistema-B; lagoas-L, média altitude-M; área micro-Mi; substrato silicioso-S; pouco profundas-PP) caracteriza-se por lagoas de baixa profundidade, consequentemente sem estratificação, de dimensão muito reduzida, com um índice de permanência muito baixo ($\leq 0,1$) e localizadas a média a elevada altitude. Nestas lagoas a zona limnética está praticamente ausente, predominando, por isso, as comunidades bentónicas litorais.

De acordo com os critérios acima descritos, foram designadas 23 massas de água da categoria lagoas, 12 pertencentes ao tipo B-L-M/MI/S/PP e 11 pertencentes ao tipo B-L-M/MI-MP/S/P, na Região Hidrográfica Açores (Quadro 3.1.5).

Quadro 3.1.5 | Massas de água designadas da categoria lagoas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

Ilha	Lagoa	Tipo	Código da massa de água
São Miguel	Canário	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0017
	Congro	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0001
	Empadadas Norte	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0015
	Empadadas Sul	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0013
	Fogo	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0003
	Furnas	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0002
	São Brás	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0010
	Azul das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0021
	Verde das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0019
	Rasa das Sete Cidades	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0018
	Rasa da Serra Devassa	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0014
	Santiago	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0020
Pico	Caiado	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0004
	Capitão	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0005
	Paúl	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0001
	Peixinho	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0003
	Rosada	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0002
Flores	Comprida	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0005
	Funda	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0001
	Lomba	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0003
	Negra	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0006
	Rasa	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0002
Corvo	Caldeirão	B-L-M/MI/S/PP	PT09COR0001

3.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição

Segundo a DQA, designam-se por **águas costeiras** “as águas de superfície localizadas entre terra e uma linha cujos pontos se encontram a uma distância de uma milha náutica (1 852m), na direção do mar, a partir do ponto mais próximo

da linha de base a de delimitação das águas territoriais, estendendo-se, quando aplicável ao limite exterior das águas de transição”.

Por sua vez, as **águas de transição** designam as “massas de água de superfície na proximidade da foz dos rios, que têm um caráter parcialmente salgado em resultado da proximidade de águas costeiras, mas que são significativamente influenciadas por cursos de água doce”. As massas de água salobra que ocorrem na Região dos Açores não constituem sistemas na proximidade da foz de rios, nem são significativamente influenciados por cursos de água doce. No entanto, constituem massas de água que, pela sua situação de fronteira entre o ambiente terrestre e o ambiente marinho, apresentam características intermédias, nomeadamente no que se refere à salinidade. Encontram-se nestas condições algumas lagoas costeiras de elevada importância em termos ecológicos e socioeconómicos.

De acordo com o RCRH, 2006, a tipologia das águas costeiras foi feita com base no Sistema A, que inclui os seguintes fatores: ecorregião, salinidade média anual e profundidade média das águas. Utilizou-se o sistema A para caracterizar a tipologia das águas costeiras da RH9 indo ao encontro dos estudos disponíveis que indicam grande uniformidade das águas costeiras para os descritores facultativos do sistema B (como a amplitude das marés, a exposição às vagas ou a amplitude térmica das águas), não sendo, portanto, indicativos da composição biológica ou da estrutura das comunidades existentes. No entanto, existe uma insuficiência de dados sobre a qualidade física e química das águas costeiras, hidrodinamismo e dados batimétricos com uma definição fina na zona costeira bem como falta de atualização da informação então recolhida sobre as comunidades fitoplanctónicas.

Os fatores previstos para a definição da tipologia destas massas de água são apresentados no Quadro 3.1.6. Entre os fatores, poderá discriminar-se a latitude e longitude específica de cada grupo de ilhas. A generalidade dos restantes fatores é comum a qualquer ilha.

Quadro 3.1.6 | Lista de fatores propostos para a definição da tipologia das águas superficiais costeiras e de transição da RH9

Categorias	Descritores	Fatores	Variáveis/critérios	Classes
Águas de transição	Obrigatórios	Latitude	Latitude (°)	36° 45' - 39° 43'
		Longitude	Longitude (°)	24° 32' - 31° 17'
		Amplitude das marés	Amplitude média das marés (m)	Pequena amplitude: P <2 Média amplitude: 2 <M <4 Grande amplitude: G > 4
	Facultativos	Salinidade	Salinidade média anual (‰)	Água doce: A <0,5 Oligohalina: 0,5 <O <5 Mesohalina: 5 <M <18 Polihalina: 18 <P <30 Euhalina: 30 <E <40
		Profundidade	Profundidade média das águas (m)	Pouco profunda: PP <3 Profunda: 3 <P <15 Muito profunda: MP > 15
		Temperatura média	Temperatura média das águas (°C)	A definir com base nos dados da rede de monitorização
Águas costeiras	Obrigatórios	Latitude	Latitude (°)	36° 45' - 39° 43'
		Longitude	Longitude (°)	24° 32' - 31° 17'

Categorias	Descritores	Fatores	Variáveis/critérios	Classes
Facultativos		Amplitude das marés	Amplitude média das marés (m)	Pequena amplitude: P < 2 Média amplitude: 2 < M < 4 Grande amplitude: G > 4
		Salinidade	Salinidade média anual (‰)	Água doce: A < 0,5 Oligohalina: 0,5 < O < 5 Mesohalina: 5 < M < 18 Polihalina: 18 < P < 30 Euhalina: 30 < E < 40
		Profundidade	Profundidade média das águas (m)	Pouco profunda: PP < 30 Profunda: 30 < I < 200 Muito profunda: P > 200
		Temperatura média	Temperatura média das águas (°C)	A definir com base nos dados da rede de monitorização

Assim, tendo em conta os condicionalismos anteriormente descritos, as águas costeiras foram classificadas de acordo com os fatores obrigatórios de Eco-Região, salinidade e profundidade, tendo sido identificadas como pertencentes à Eco-Região do Atlântico Norte e como Euhalinas, classe cujos valores de salinidade se encontram entre 30 e 40‰, em toda a gama de profundidades. As três categorias de profundidade (pouco profundas, intermédias e profundas) encontram-se representadas em todas as ilhas. Estas três categorias são propostas, tendo por base o trabalho de Azevedo, 2005, de acordo com a variação da profundidade média, Quadro 3.1.7.

Quadro 3.1.7 | Lista de tipos propostos para a categoria “Água Costeira” nos Açores

Tipo	Ecorregião	Salinidade média anual	Profundidade média
PP	Atlântico Norte	Eu-halino (30-40‰)	Pouco profundas (< 30 m)
I	"	"	Intermédias (30-200 m)
P	"	"	Profundas (> 200 m)

Fonte: Azevedo (2005)

No que respeita às águas de transição, três lagoas costeiras da ilha de São Jorge constituem massas de água que, pela sua situação de fronteira entre o ambiente terrestre e o ambiente marinho, apresentam características intermédias, nomeadamente no que se refere à salinidade. É o caso das lagoas das Fajãs dos Cubres e de Santo Cristo. São pequenas lagoas costeiras com águas salobras, recebem escorrências dulçaquícolas, principalmente águas subterrâneas e constituem ecossistemas com especificidades bastante particulares (Quadro 3.1.8).

Quadro 3.1.8 | Lista de tipos propostos para a categoria “águas de transição” nos Açores

Tipo	Salinidade média anual (‰)	Amplitude de maré (m)
A-T-O/P	Oligohalina: 0,5 < O < 5	Pequena amplitude: P < 2
A-T-M/P	Mesohalina: 5 < M < 18	Pequena amplitude: P < 2
A-T-P/P	Polihalina: 18 < P < 30	Pequena amplitude: P < 2

3.1.1.1.4 | Massas de água fortemente modificadas

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

3.1.1.1.5 | Massas de água artificiais (AA)

De acordo com o Relatório Síntese de Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores (SRAM/INAG, 2006), efetuou-se uma identificação preliminar de massas de água artificiais para a RH9, onde foram apenas encontradas lagoas artificiais nesta categoria de massas de água. A tipologia das massas de água artificiais foi definida com base nos seguintes critérios: latitude, longitude, altitude, dimensão (baseado na área do plano de água) e profundidade (profundidade média das águas). Sendo as lagoas artificiais estanques, o fator geologia não foi tido em conta, uma vez que a qualidade da água não é influenciada pela natureza do solo adjacente.

À data do referido relatório foram identificadas para a RH9 três lagoas artificiais cujas características são apresentadas no Quadro 3.1.9, situando-se uma delas no Corvo – lagoa artificial do Corvo, que não será identificada pois, pelo sistema A de classificação da categoria de massa de água natural equivalente, ou seja, lagos, não possui dimensão relevante.

Quadro 3.1.9 | Principais características das massas de água artificiais identificadas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

Massa de água artificial	Categoria (massa de água natural semelhante)	Altitude (m)	Fatores Obrigatórios		Dimensão (km ²)	Profundidade
			Latitude (°)	Longitude (°)		
Lagoa artificial Altares/Raminho	Lagos	Média	36°45' a 39°43'	24°32' a 31°17'	0,00763	*
Lagoa artificial do Faial	Lagos	Média	36°45' a 39°43'	24°32' a 31°17'	0,0072	*
Lagoa artificial do Corvo	Lagos	Média	36°45' a 39°43'	24°32' a 31°17'	0,0032	*

Contudo, o aperfeiçoamento e evolução das metodologias ao longo dos últimos anos levou à constatação de que, de facto, a adaptação que foi efetuada aos fatores obrigatórios para identificação e delimitação dessas massas de água era demasiado profunda, e não se revelou adequada a identificação dessas massas de água no âmbito do artigo 5.º da DQA, uma vez que seria necessário alterar significativamente as dimensões mínimas obrigatórias para que estas fossem consideradas.

Neste contexto, foi assumido que estas massas de água, designadamente a lagoa artificial do Corvo, não devem ser incluídas no PGRH-Açores 2022-2027, tal como não foram já incluídas nos ciclos anteriores,

3.1.1.2 | Distribuição dos tipos

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

3.1.1.3 | Identificação das condições de referência

A implementação de uma rede de monitorização das massas de água interiores da RH9 para a caracterização físico-química e biológica dessas massas de água iniciou-se em 2003 nas ilhas de São Miguel e Santa Maria, tendo sido alargada às ilhas do Pico, Faial, Flores e Corvo em 2005. Esta rede teve como objetivo caracterizar as massas de água

da RH9 e definir e/ou confirmar os locais de referência para a determinação do estado ecológico. Os resultados obtidos para as águas superficiais interiores (Gonçalves *et al.*, 2005; Gonçalves *et al.*, 2006a; Gonçalves *et al.*, 2007; 2008; Gonçalves *et al.*, 2009a; b) permitiram confirmar que alguns dos locais designados à priori como referências possuem comunidades características de meios com reduzido impacte antrópico mas que outros apresentam alterações significativas nessas comunidades. Seguidamente, apresentam-se os locais considerados de referência para cada categoria e tipo de massa de água superficiais interiores.

3.1.1.3.1 | Ribeiras

Segundo Relatório Síntese de Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores (SRAM & UNAG, 2006), os locais de referência das ribeiras foram designados tendo em conta os critérios de pressão definidos pelo documento guia (WFD-CIS, 2003B). Os locais de referência foram selecionados após uma análise preliminar e superficial das pressões e impactes nas massas interiores de superfície fornecido pela DROTRH (Memorando n.º IDROTRH/2007/352, de 07 de março de 2007), onde foram identificados 6 possíveis locais de referência do único tipo de ribeiras existente [ribeira do Guilherme (São Miguel) – Montante; ribeira Grande (São Miguel) – Montante, ribeira do Faial da Terra (São Miguel) – Montante; ribeira da Praia (São Miguel); ribeira da Badanela (Flores) – Montante; ribeira Grande (Flores) - Montante].

Para a validação biológica destes locais de referência utilizaram-se unicamente os macroinvertebrados bentónicos e as diatomáceas bentónicas como elementos biológicos, cuja composição e abundância foi usada para a caracterização das condições de referência. Excluíram-se os seguintes elementos de suporte: a fauna piscícola, os macrófitos e fitoplâncton. Os primeiros porque a totalidade da fauna piscícola (com exceção da enguia – *Angilla anguilla*) foi introduzida para a prática da pesca desportiva. Os macrófitos não foram utilizados por falta de dados relativos à sua distribuição e à ecologia das espécies presentes. Por último, o fitoplâncton foi retirado com base nos primeiros resultados das campanhas de monitorização, onde se concluiu que este não tem expressão nas ribeiras devido ao regime marcadamente torrencial, característico da RH9.

Os resultados da caracterização biológica (Gonçalves *et al.*, 2005; Gonçalves *et al.*, 2006a; Gonçalves *et al.*, 2007; 2008b; Gonçalves *et al.*, 2009a;b) mostraram que alguns dos locais indicados como possíveis referências [ribeira do Guilherme (São Miguel) – Montante, ribeira do Faial da Terra (São Miguel) – Montante e ribeira da Praia (São Miguel)] manifestam alterações significativas nas suas comunidades biológicas relativamente aos restantes locais de referência. Estas alterações estão em parte relacionadas com a menor altitude a que se encontram estes locais, mas resultam também das alterações nos usos do solo na área da bacia situada a montante desses pontos, nomeadamente, na ribeira do Faial da Terra (São Miguel) – Montante e ribeira da Praia (São Miguel) que se inserem em áreas de floresta de produção e a ribeira do Guilherme (São Miguel) – Montante que abrange áreas de floresta de produção e áreas de vegetação natural mas que foi sujeita a manipulação humana nos anos em que a avaliação foi efetuada.

Através do cruzamento da informação resultante da análise preliminar e superficial das pressões e impactes nas massas interiores de superfície fornecida pela DROTRH (Memorando n.º IDROTRH/2007/352, de 07 de março de 2007) e da validação biológica consideraram-se três locais de referência para as ribeiras dos Açores, conforme indicado no Quadro 3.1.10.

Quadro 3.1.10 | Locais de referência para o tipo de ribeiras existente na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

Tipo	B-R-C/P/S/P
Ribeiras	Ribeira das Lombadas (SMGR0061 e SMGR0062)
	Ribeira da Badanela (FLOR0081 e FLOR0082)
	Ribeira Grande (FLOR0042)

Genericamente, as massas de água deste tipo (B-R-C/P/S/P) em condições de referência caracterizam-se por possuírem água pouco mineralizada, com pH ácido, bem oxigenada e com baixas concentrações de nutrientes onde predominam espécies de diatomáceas indicadoras de boa qualidade da água como *Eunotia exigua*, *Pinnularia subcapitata*, *Planothidium lanceolatum*, *Tabellaria flocculosa* e *Brachysira neoexilis*, entre outras. Os valores das métricas que servirão de referência à classificação do estado das massas de água deste tipo, vulgarmente referidas como condições de referência, são indicados no capítulo 5, onde se descreve o sistema de classificação proposto para a avaliação do estado das massas de água da RH9.

3.1.1.3.2 | Lagoas

De acordo com as orientações do REFCOND (WFD-CIS, 2003b), a utilização de critérios de pressão consiste no método mais eficaz para a seleção de locais de referência, por ser economicamente mais eficaz e evitar a circularidade que pode resultar de uma seleção baseada apenas em critérios ecológicos. Por outro lado, sendo as comunidades de referência definidas como as comunidades biológicas que são esperadas sob condições de prístina, isto é, na ausência (ou quase ausência) de perturbações antropogénicas, a avaliação das pressões e do seu grau de impacte permitirá identificar os locais sem perturbações significativas, que correspondem aos locais de referência.

Esta metodologia baseou-se em Gonçalves *et al.* (2006b) e Gonçalves (2008), onde foi avaliado o grau de impacte de diversas pressões exercidas sobre as massas de água, recorrendo a informações bibliográficas (Porteiro, 2000), cartográficas e a observações no campo (Quadro 3.1.11). As lagoas com uma pressão antrópica mínima ou nula foram selecionadas por estes autores como locais de referência. Ainda de acordo com esses autores e tendo por base a análise de pressões, as lagoas Fogo (São Miguel) e Negra (Flores) foram consideradas locais de referência, contudo, a validação biológica da designação como referência destas lagoas tendo por base estudos de sedimentos (Gonçalves, 2008) ou da composição das comunidades fitoplanctónicas (Gonçalves, 2008; Gonçalves *et al.*, 2008b), revelou que essas massas de água apresentam atualmente um significativo afastamento das comunidades prístina pelo que devem ser excluídas dos locais de referência.

Tendo em conta a remoção das lagoas do Fogo e Negra do conjunto de locais de referência para os lagos dos Açores e a fusão dos tipos morfo-climáticos AL_G/P e AL_P/P num único tipo de lagoas (B-L-M/MI-MP/S/P) consideraram-se quatro locais de referência para as lagoas dos Açores, conforme indicado no Quadro 3.1.12.

Quadro 3.1.11 | Lista das pressões com impacte significativo nas lagoas dos Açores utilizada por Gonçalves *et al.* (2006b)

Atividade	Pressões
Pecuária	Pastoreio intensivo/extensivo
	Fertilização química/orgânica
	Monda química/pesticidas

Atividade	Pressões
	Arroteias/melhoramento
	Cortes para silagem
	Captação de água/abeberramento
Silvicultura	Plantação
	Corte
	Desbaste/manutenção
Agricultura	Fertilização química/orgânica
	Monda química/pesticidas
	Rotação de culturas/lavouras
Turismo/Lazer	Recreio na margem
	Atividades náuticas
Urbanização	Edificação
	Estradas/caminhos
Gestão	Introdução de espécies exóticas
	Remoção de macrófitos
Outras atividades	Extração de inertes
	Captação de água
	Deposição de resíduos sólidos

Quadro 3.1.12 | Locais de referência para os dois tipos de lagoas existentes na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

Tipo	B-L-M/MI-MP/S/P	B-L-M/MI/S/PP
Lagoas	Rasa (FLOL0021)	Empadadas Sul (SMGL0131)
	Comprida (FLOL0051)	Canário (SMGL0171)

Genericamente, as lagoas profundas (tipo B-L-M/MI-MP/S/P) em condições de referência caracterizam-se por possuírem água transparente, pouco mineralizada, com pH ácido a aproximadamente neutro, bem oxigenada em toda a coluna de água e com baixas concentrações de nutrientes. Ao nível das comunidades biológicas, predominam neste tipo de lagoas as comunidades planctónicas (principalmente fitoplâncton) em detrimento das bentónicas (macrófitos, fitobentos e zoobentos). O fitoplâncton apresenta abundância e biomassa reduzidas (a concentração de clorofila *a* é também reduzida), sendo dominado pelas diatomáceas (*Bacillariophyta*), algas douradas (*Chrysophyta*) e Chlorococcales (*Chlorophyta*).

As lagoas pouco profundas (tipo B-L-M/MI/S/PP) em condições de referência caracterizam-se de uma forma geral por possuírem água transparente, com mineralização muito reduzida, com pH ácido, bem oxigenadas em toda a coluna de água e com baixas concentrações de nutrientes. Ao nível das comunidades biológicas, predominam neste tipo de lagoas as comunidades bentónicas (principalmente macrófitos, mas também fitobentos e zoobentos) em detrimento das planctónicas. O fitoplâncton apresenta abundância e biomassa um pouco mais elevada que nas lagoas profundas (a concentração de clorofila *a* é também mais elevada), sendo dominado pelas desmídiaceas s.l. (*Charophyta*), dinoflagelados (*Dynophyta*) e algas douradas (*Chrysophyta*).

Os valores concretos das métricas que servirão de referência à classificação do estado das massas de água desta categoria, vulgarmente referidas como condições de referência, são indicados no capítulo 5, onde se descreve o sistema de classificação proposto para a avaliação do estado das massas de água da RH9.

3.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

3.2 | Massas de água subterrâneas

3.2.1 | Delimitação das massas de água

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.2.2 | Caracterização das massas de água

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.2.2.1 | Características gerais dos estratos da área de drenagem

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.2.2.2 | Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.2.2.3 | Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos

Os fatores determinantes para a delimitação de áreas preferenciais de recarga consideradas no âmbito do presente trabalho são:

- Precipitação útil (precipitação média anual – evapotranspiração real média anual);
- Ocupação do solo;
- Geologia;
- Densidade de drenagem;
- Declive.

Neste contexto, foram elaborados mapas com a distribuição espacial do potencial de recarga, tendo por base o cruzamento cartográfico dos fatores acima mencionados. Finalmente delimitaram-se as áreas preferenciais de recarga, a partir do cruzamento dos fatores referidos, utilizando os *softwares ArcMap® e ArcView®*.

A informação de base para cada um dos parâmetros foi:

- Precipitação útil (elaborada a partir da informação do ponto 2.2 do presente relatório);
- Ocupação do solo (DROTRH, 2007);
- Geologia (Serralheiro *et al.*, 1987);
- Densidade de drenagem;
- Declives.

As classes definidas em cada um dos mapas e os respetivos índices de potencial de recarga (Ipr) estão sistematizados no Quadro 3.2.1.

Quadro 3.2.1 | Classes de potencial de recarga

Fatores	Classes	Índice de potencial de recarga	Potencial recarga
Precipitação útil (mm)	<1 050	1	Reduzida
	1 050 – 1 800	2	Baixa
	1 800 – 2 500	3	Moderada
	2 500 – 3 300	4	Alta
	> 3 300	5	Muito alta
Ocupação do solo	Industrial Urbano Áreas descobertas	1	Reduzida
	Agrícola	3	Moderada
	Pastagem	4	Alta
	Lagoas Floresta Vegetação Natural	5	Muito alta
Geologia	Litologias de permeabilidade reduzida	1	Reduzida
	Litologias de permeabilidade baixa	2	Baixa
	Litologias de permeabilidade mediana	3	Moderada
	Litologias de permeabilidade alta	4	Alta
	Litologias de permeabilidade muito alta	5	Muito alta
Densidade de drenagem (km ⁻¹)	>18	1	Reduzida
	12 - 18	2	Baixa
	8 - 12	3	Moderada
	2,5 - 8	4	Alta
	<2,5	5	Muito alta
Declives (%)	>45	1	Reduzida
	20 - 45	2	Baixa
	10 – 20	3	Moderada
	2 – 10	4	Alta
	<2	5	Muito alta

O mapa de potencial de infiltração foi produzido através do cruzamento dos cinco mapas temáticos e baseou-se na soma dos índices de potencial de infiltração, tendo-se obtido no máximo 21 classes, as quais foram novamente

reduzidas a cinco. As áreas preferenciais de recarga foram extraídas ao mapa anterior, com base na seguinte correspondência final, uniforme para todas as ilhas em análise na RH9, de forma a facilitar eventuais comparações:

- Recarga muito reduzida – $lpr \leq 8$;
- Recarga reduzida – $8 < lpr \leq 12$;
- Recarga moderada – $12 < lpr \leq 16$;
- Recarga elevada – $16 < lpr \leq 20$;
- Recarga muito elevada – $lpr > 20$.

Na Figura 3.2.1 apresenta-se o conjunto de operações efetuadas no decurso do cruzamento da informação constante nos cinco mapas temáticos.

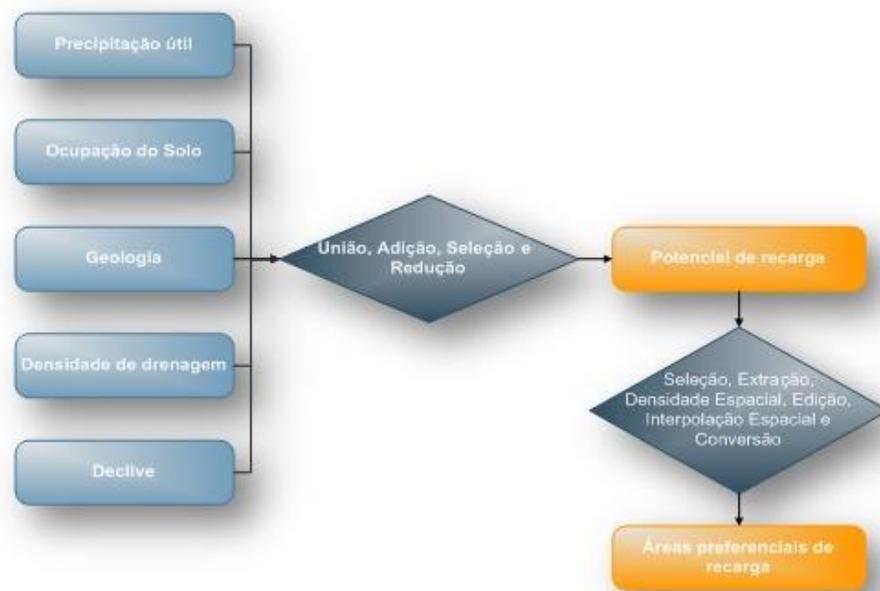


Figura 3.2.1 | Análise espacial utilizada no cruzamento dos mapas temáticos.

3.2.2.4 | Massas de água em risco

O Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, estabelece que as massas de água subterrâneas consideradas como em risco de não cumprir os objetivos da DQA, como definidos na Lei da Água, devem ser alvo de uma caracterização aprofundada, que deve incluir informações relevantes sobre o impacto das atividades humanas. Esta avaliação mais aprofundada visa, por um lado, aferir a importância desse risco e, por outro lado, a identificação das medidas necessárias nos termos do art. 30º da Lei da Água (Lei 58/2005, de 29 de dezembro).

A Portaria n.º 1284/2009, de 19 de outubro, que define o conteúdo dos PGRH, limita o âmbito desta caracterização aprofundada ao disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, mais especificamente no n.º 2.2, Parte II do Anexo I, que contempla informações pertinentes sobre:

- As características geológicas da massa de águas subterrâneas, incluindo a extensão e o tipo das unidades geológicas;
- As características hidrogeológicas da massa de águas subterrâneas, incluindo a condutividade hidráulica, a porosidade e o confinamento;
- As características dos solos e depósitos superficiais na área de drenagem que alimenta a massa de águas subterrâneas, nomeadamente a espessura, a porosidade, a condutividade hidráulica e as propriedades de absorção desses solos e depósitos;
- As características de estratificação das águas no interior da massa de águas subterrâneas;
- O inventário dos sistemas superficiais associados, incluindo ecossistemas terrestres e massas de água superficiais, com os quais a massa de águas subterrâneas está dinamicamente relacionada;
- Estimativas das direções e caudais de transferência de águas entre a massa de águas subterrâneas e os sistemas superficiais associados;
- Dados suficientes para calcular a taxa de recarga global média anual a longo prazo;
- Caracterização da composição química das águas subterrâneas, incluindo a especificação do contributo da atividade humana.

No relatório de síntese de caracterização da RH9 todas as 54 massas de água subterrâneas delimitadas foram designadas como em Bom estado (DROTRH, 2006), e esta classificação eximiria a realização de caracterizações mais aprofundadas à escala das mesmas. Contudo, no presente relatório muitas das informações requeridas na legislação para as massas em risco foram, na verdade, apresentadas para o universo das 54 massas de água subterrâneas delimitadas na RH9, sempre que para tal foi possível coligir informação. São exemplos, a caracterização geológica das massas de água subterrâneas (ponto 3.2), a caracterização hidrogeológica (ponto 2.3.4), a descrição da composição química das águas subterrâneas, incluindo a especificação do contributo da atividade humana das massas de água subterrâneas (pontos 2.3.4 e 4.1.2) e a recarga média anual a longo prazo (ponto 2.3.5).

Relativamente à caracterização dos solos e depósitos superficiais na área de drenagem que alimenta a massa de águas subterrâneas, não existem dados de base ao nível da RH9 que permitam caracterizar, para mais a uma escala adequada, os parâmetros requeridos (espessura, porosidade, condutividade hidráulica e as propriedades de absorção).

No que concerne à caracterização da estratificação das águas no interior da massa de água subterrâneas, também não existem dados que permitam a respetiva análise, quer no âmbito dos resultados analíticos obtidos por intermédio da rede de monitorização do estado químico, quer a partir de outros estudos, nomeadamente de caráter académico.

A identificação dos sistemas superficiais associados, incluindo ecossistemas terrestres e massas de água superficiais, com os quais a massa de águas subterrâneas está dinamicamente relacionada, é efetuada considerando as massas de água de superfície designadas no âmbito do relatório de síntese de caracterização da RH9 (DROTRH, 2006). Não existem estudos que permitam estabelecer esta relação do ponto de vista quantitativo, o que dificultou, inclusivamente,

a determinação do estado quantitativo (ponto 5 do presente relatório), e inibe efetuar estimativas das direções e caudais de transferência de águas.

Neste contexto, para as massas de água subterrâneas em que a análise de estado efetuada no presente relatório contrarie a designação atribuída anteriormente, são identificadas, qualitativamente, as massas de água superficiais e os ecossistemas terrestres associados.

3.3 | Zonas protegidas e áreas classificadas

A DQA, transposta para o direito interno pela Lei da Água, determina que na elaboração dos PGRH devem ser registadas e identificadas as seguintes zonas protegidas (Artigo 4.º):

- Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano;
- Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico;
- Massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas designadas como ZB;
- Zonas sensíveis em termos de nutrientes, incluindo as zonas vulneráveis e as zonas designadas como zonas sensíveis;
- Zonas que exigem proteção especial para a conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água;
- Áreas de infiltração máxima.

Importa salientar que na RH9 as zonas vulneráveis delimitadas ao abrigo da Diretiva relativa à proteção da água contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola referem-se exclusivamente a massas de água de superfície.

3.3.1 | Águas superficiais

3.3.1.1 | Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano

Nos termos do Artigo 7.º da DQA e do n.º 4 do Artigo 48.º da Lei da Água, “em cada região hidrográfica devem ser identificadas todas as massas de água destinadas à captação para consumo humano que forneçam mais de 10 m³ por dia, em média, ou que sirvam para mais de 50 habitantes, assim como, as massas de água previstas para esses fins, e é referida, sendo caso disso, a sua classificação como zonas protegidas”.

A análise por ilha da RH9 consta dos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.3.1.2 | Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico

Na RH9 não estão classificadas massas de água para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico (suporte de vida aquícola), nos termos estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto (águas piscícolas e águas conquícolas). No entanto, a RAA, através do Decreto Legislativo Regional n.º 29/2010/A, de 9 de novembro, alterado e republicado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 31/2012/A de 6 de junho, instituiu o quadro legal da pesca

açoriana, cuja regulamentação determina medidas de conservação, gestão e exploração dos recursos vivos marinhos no Mar dos Açores.

Com a publicação do Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Proteção da Biodiversidade (Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril), foram fixadas algumas medidas provisórias para a captura de espécies marinhas de interesse económico e delimitadas Áreas de Reserva para a Gestão da Captura de Lapas e Cracas (Anexo XIII). Por sua vez, a Portaria n.º 1/2014, de 10 de janeiro, que aprova o regulamento da apanha de espécies marinhas, transpõe a delimitação anterior das Áreas de Reserva para a Gestão de Capturas (Anexo V), alargando a proibição da apanha a qualquer espécie identificada no seu Anexo I (algas, moluscos gastrópodes univalves, moluscos bivalves, equinodermes, crustáceos e moluscos cefalópodes).

A análise detalhada por ilha da RH9 consta dos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.3.1.3 | Massas de água designadas como água de recreio

Na RH9 as massas de água designadas como águas de recreio reportam-se às águas balneares costeiras. O Decreto Legislativo Regional n.º 16/2011/A, de 30 de maio, é o diploma que institui o regime jurídico da gestão das zonas balneares da RAA, da qualidade das suas águas balneares, bem como da prestação de assistência nos locais destinados a banhistas. As competências de coordenação, identificação e monitorização da qualidade da água das zonas balneares são atribuídas à Direção Regional dos Assuntos do Mar da Secretaria Regional do Mar e das Pescas.

A análise detalhada por ilha da RH9 consta dos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.3.1.4 | Zonas sensíveis em termos de nutrientes

Nos termos da legislação em vigor, as zonas sensíveis em termos de nutrientes incluem as áreas designadas como zonas vulneráveis ao abrigo da Diretiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro (Diretiva Nitratos), alterada pelo Regulamento n.º 1881/2003/CEE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de setembro, e as áreas designadas como zonas sensíveis nos termos da Diretiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio (tratamento de águas residuais urbanas), alterada pela Diretiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro.

Zonas Vulneráveis

O Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março, estabelece o regime legal de proteção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, transpondo para o direito nacional a Diretiva Nitratos (Diretiva n.º 91/676/CEE, de 12 de dezembro). Por seu turno, o Decreto Legislativo Regional n.º 6/2005/A, de 17 de maio, transpõe para a RAA a Diretiva Nitratos e a Portaria n.º 47/2006, de 22 de junho, estabelece o Programa de Ação para as Zonas Vulneráveis da RAA, designadas pela Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro, que aprova a Lista Nacional de Zonas Vulneráveis.

Segundo o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, as “zonas vulneráveis são as áreas que drenam para as águas identificadas nos termos do Artigo 4.º (água poluídas ou suscetíveis de poluição e zonas vulneráveis) nas quais se pratiquem atividades suscetíveis de contribuir para a poluição das mesmas”. Na sua identificação, devem ser considerados os seguintes critérios:

- *Águas doces superficiais utilizadas ou destinadas à produção de água para consumo humano que contenham ou apresentem risco de vir a conter uma concentração de nitratos superior a 50 mg/l, se não forem tomadas as medidas previstas no Artigo 7.º (Programas de Ação);*
- *Águas subterrâneas que contenham ou apresentem risco de conter uma concentração superior a 50 mg/l se não forem tomadas as medidas previstas no Artigo 7.º (Programas de Ação);*
- *Lagoas, outras massas de água doce, estuários e águas costeiras que se revelem eutróficas ou se possam tornar eutróficas a curto prazo, se não forem tomadas as medidas previstas no Artigo 7.º (Programas de Ação).*

Na RH9 encontram-se designadas oito zonas vulneráveis correspondentes a lagoas e respetivas áreas de proteção (Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro), as quais estão submetidas a Programas de Ação. Todas as zonas vulneráveis são abrangidas pela regulamentação dos Planos de Ordenamento de Bacia Hidrográfica de Lagoa atualmente em vigor.

Zonas sensíveis

O Decreto-Lei n.º 152/97, de 3 de setembro (com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de novembro, pelo Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de junho, e pelo Decreto n.º 198/2008, de 8 de outubro), transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio (relativa ao tratamento de águas residuais urbanas), alterada pela Diretiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro.

Os diplomas mencionados estabelecem os critérios de identificação das zonas sensíveis e menos sensíveis. Assim, uma determinada extensão de água deve ser identificada como zona sensível se pertencer a uma das seguintes categorias:

- *Lagos naturais de água doce, outras extensões de água doce, estuários e águas costeiras que se revelem eutróficas ou suscetíveis de se tornarem eutróficas num futuro próximo se não forem tomadas medidas de proteção;*
- *Águas doces superficiais destinadas à captação de água potável cujo teor em nitratos possa exceder a concentração de nitrato (50 mg/l) estabelecida nas disposições pertinentes da Diretiva n.º 75/440/CEE, de 16 de julho, relativa à qualidade das águas superficiais destinadas à produção de água potável, se não forem tomadas medidas de proteção;*
- *Zonas em que é necessário outro tratamento, para além do previsto no Artigo 5.º, para cumprir o disposto nas diretivas do Conselho.*

Na identificação de zonas menos sensíveis devem ser consideradas baías abertas, estuários e outras águas costeiras com uma boa renovação das águas que não estão sujeitas à eutrofização nem a empobrecimento de oxigénio, ou cuja eutrofização ou empobrecimento de oxigénio na sequência das descargas de águas residuais urbanas se considera improvável.

O quadro normativo em vigor foi transposto para a RAA através do Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro. Contudo, a publicação da lista de zonas sensíveis e menos sensíveis ao abrigo deste diploma não foi concretizada na Região.

3.3.1.5 | Zonas que exigem proteção especial para a conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água

No que concerne às zonas protegidas para a conservação de habitats e espécies diretamente dependentes da água, consideram-se na RH9 as áreas que integram a Rede Natura 2000 e as áreas abrangidas pelos Parques Naturais de Ilha.

Rede Natura 2000

A Rede Natura 2000 consiste numa estrutura ecológica que resulta da implementação das Diretivas “Aves” e “Habitats”, respetivamente a Diretiva n.º 79/409/CEE do Conselho, de 2 de abril (e subsequentes alterações) e a Diretiva n.º 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio (e subsequentes alterações). Trata-se de uma rede ecológica europeia cujos objetivos visam assegurar a biodiversidade, através da conservação ou do restabelecimento dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagem, num estado de conservação favorável, da proteção, gestão e controlo das espécies, bem como da regulamentação da sua exploração.

O Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro, procedeu à transposição para o direito nacional das Diretivas Aves e Habitats, estabelecendo os princípios e os instrumentos que deverão conter as medidas de gestão e salvaguarda necessárias à garantia de conservação dos habitats naturais e das espécies da fauna e da flora selvagens.

Por sua vez, o Decreto Legislativo Regional n.º 18/2002/A, de 16 de maio, adaptou à RAA a legislação nacional e o Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, retificado pela Declaração de Retificação n.º 48-A/2006, de 7 de agosto, e alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 7/2007/A, de 10 de abril, publicou o Plano Setorial da Rede Natura da RAA.

A Rede Natura 2000 compreende as áreas classificadas como Zonas de Proteção Especial (ZPE) e Sítios de Importância Comunitária (SIC), entretanto classificados como Zonas Especiais de Conservação (ZEC), através do Decreto Regulamentar Regional n.º 5/2009/A, de 3 de junho. Em termos globais, a Rede Natura 2000 na RAA compreende 39 áreas (45464ha), das quais 23 são ZEC (33639ha) e 15 são ZPE (11825ha), abrangendo áreas marinhas e terrestres.

Parque Natural de Ilha

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

3.3.2 | Águas subterrâneas

O presente capítulo desenvolve com maior pormenor a situação relativa às categorias de áreas protegidas que, no contexto hidrogeológico da RH9, estão relacionadas com as massas de água subterrâneas, nomeadamente:

- As zonas designadas por normativo próprio para a captação de água destinada ao consumo humano;
- As zonas de infiltração máxima.

Importa salientar que na RH9 as zonas vulneráveis, delimitadas ao abrigo da Diretiva relativa à proteção da água contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola, referem-se exclusivamente a massas de água de superfície.

3.3.2.1 | Zonas protegidas de interesse para as massas de água subterrâneas

De acordo com o enquadramento legal em vigor, que decorre do espírito da DQA, nos planos de região hidrográfica devem ser identificadas todas as massas de água subterrâneas destinadas à captação para consumo humano que forneçam mais de 10m³ por dia em média ou que sirvam mais de 50 pessoas. Resulta desta disposição, e aliás como sublinhado no Documento-Guia n.º 16 (CEC, 2006), que esta tarefa implica a delimitação da massa de água como um todo, o que implica que as zonas de produção incluam as áreas de proteção imediata, intermédia e alargada dos pontos de água definidos ao abrigo do disposto no Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro. Estas últimas, e sobre as quais efetivamente recaem medidas de proteção, podem por seu turno englobar áreas de mais do que uma massa de água.

As normas e os critérios para a delimitação das zonas de proteção às captações de água subterrânea, quando estas sejam destinadas ao abastecimento público de aglomerados populacionais com mais de 500 habitantes, ou quando o caudal é superior a 100m³/dia, são estabelecidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro. No diploma mencionado, que transpõe para a ordem jurídica interna, a obrigatoriedade de definir as áreas de proteção, são definidas em três zonas contíguas de defesa:

- Zona de Proteção Imediata - imediatamente junto da captação de água subterrânea, deve promover a proteção direta das próprias instalações da captação;
- Zona de Proteção Intermédia - área exterior contígua à zona de proteção imediata, de forma a promover a eliminação ou redução da poluição da água subterrânea, mediante a limitação, ou mesmo proibição, de atividades e/ou instalações suscetíveis de ter um impacto negativo sobre a qualidade da água subterrânea. Estas atividades correspondem a ações diretas, relacionadas com a percolação de poluentes, ou indiretas, por modificação do fluxo natural para a captação ou das condições de infiltração junto do ponto de água;
- Zona de Proteção Alargada - área exterior contígua à zona de proteção intermédia, definida de forma a promover a proteção da água subterrânea face a poluentes persistentes, de difícil atenuação natural (compostos orgânicos, substâncias radioativas, metais pesados, hidrocarbonetos e nitratos). Tal como na área de proteção contígua, as atividades humanas podem ser condicionadas e/ou interditas, atendendo às características do foco de poluição (modo de descarga e volume de poluentes rejeitados) e dos poluentes (natureza) e às condicionantes geológicas e hidrogeológicas.

A análise detalhada por ilha da RH9 consta dos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.3.2.2 | Zonas de infiltração máxima

Relativamente às zonas de infiltração máxima é de referir que as mesmas são definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de março, atualmente revogado pelo Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de Agosto, no qual se estabelece a necessidade de delimitação de áreas estratégicas de proteção e recarga de aquíferos, caindo em desuso a anterior designação. Segundo o Decreto-Lei n.º 239/2012, de 2 de novembro, esta nova categoria de REN corresponde às anteriores cabeceiras de linhas de água e às zonas de máxima infiltração.

Ainda de acordo com o Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de Agosto as áreas de proteção e recarga de aquíferos, incluídas nas áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre, são definidas como “*áreas geográficas que, devido à natureza do solo, às formações geológicas aflorantes e subjacentes e à morfologia do terreno, apresentam condições favoráveis à ocorrência de infiltração e de recarga natural dos aquíferos e se revestem de particular interesse na salvaguarda da quantidade e qualidade da água a fim de prevenir ou evitar a sua escassez ou deterioração.*”

As áreas de infiltração máxima foram consideradas no sistema de valorização e proteção ambiental definido no PROTA, que entre outros aspetos abrangem o sistema hídrico, nas suas componentes superficial e subterrânea, faz com que indiretamente estejam abrangidas nas normas de caráter geral deste Plano. Assim as áreas ecológicas complementares definidas no âmbito do PROTA devem ser entendidas como a macroestrutura ecológica regional a integrar na revisão ou na elaboração dos PMOT, sem prejuízo das adaptações necessárias, com um regime transitório até à publicação da RE.

Todos os PDM em vigor na RAA, com exceção do PDM de Ponta Delgada e Ribeira Grande, têm delimitadas, no âmbito da RE, áreas de máxima infiltração (Praia da Vitória, Santa Cruz da Graciosa, Velas, Madalena, Santa Cruz das Flores, Lajes das Flores e Vila Nova do Corvo) ou áreas de infiltração máxima (Calheta, São Roque do Pico, Lajes do Pico, Horta, Ponta Delgada e Angra do Heroísmo). É de salientar ainda que também foram delimitadas as áreas de proteção e recarga de aquíferos aquando da revisão e publicação dos seguintes PDM: Vila do Porto, Lagoa, Vila Franca do Campo e Nordeste.

Em qualquer caso, em virtude do seu caráter genérico no que concerne às áreas de proteção e recarga de aquíferos, ressaltava-se a impossibilidade de no presente relatório avaliar o sucesso das medidas propostas em cada um dos PDM revistos e publicados bem como avaliar as medidas de proteção e valorização desta componente dos sistemas ambientais definidos no modelo territorial do PROTA para cada uma das ilhas integradas na RH9.

3.4 | Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas

3.4.1 | Águas superficiais

De acordo com a alínea b) do n.º 1, do artigo n.º 29, da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, os PGRH requerem “a identificação das pressões e a descrição dos impactes significativos da atividade humana sobre o estado das águas superficiais e subterrâneas, com a avaliação, entre outras, das fontes tóxicas e difusas de poluição, das utilizações existentes e previstas e das alterações morfológicas significativas”.

O Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, no seu anexo III, regulamenta a avaliação de pressões sobre as águas superficiais e as águas subterrâneas e respetivo impacte. De acordo com o n.º 1.1 deste anexo, devem ser identificadas e avaliadas as pressões antrópicas significativas a que as massas de água superficiais de cada região e bacia hidrográfica podem estar sujeitas, designadamente as provenientes das fontes tóxicas e difusas indicadas neste ponto.

3.4.1.1 | Águas superficiais interiores

Na sequência do exercício de avaliação do impacto das pressões significativas nas águas de superfície da Região Hidrográfica do Arquipélago dos Açores, realizado no âmbito da elaboração do PGRH-Açores 2016-2021 (SRAA, 2015) este subcapítulo pretende atualizar a caracterização da situação de referência no que respeita às pressões antropogénicas sobre as massas de água superficiais interiores. Desta forma, visa-se atualizar os valores das cargas poluentes associados a estas massas de água, bem como a identificação de alterações de natureza hidromorfológica nas mesmas.

A atualização desta caracterização permitirá a avaliação global das pressões e dos efeitos na qualidade da água nas bacias em estudo, bem como contribuirá para a definição de um programa de medidas conducente ao alcançar dos objetivos ambientais a definir para as massas de água.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1, 2, 6 8 e 9 da Parte 2.

3.4.1.2 | Águas costeiras e de transição

No caso das águas de transição e costeiras do arquipélago do Açores, estas apresentam um conjunto de particularidades, que conduzem a uma identificação das pressões nestas massas de água única no planeamento de recursos hídricos no panorama português. Dessas particularidades destacam-se: o facto de serem ilhas, a formação geológica, a dimensão das ilhas, a inexistência de plataforma continental, a sua localização geográfica, especificidades ecológicas e ecossistémicas únicas, a delimitação anelar das massas de água costeiras.

Para Região Autónoma dos Açores, os estudos disponíveis, relacionados com a qualidade marinha, são reduzidos. Deste modo, acresce a dificuldade de quantificar, de forma precisa, as pressões existentes nesta região.

A metodologia proposta apresenta duas fases distintas: uma relacionada com a identificação das principais forças motrizes e uma segunda onde se identificam e quantificam as principais pressões relevantes. A identificação das principais forças motrizes (ou Driving Forces na terminologia DPSIR), que se definem como qualquer intervenção humana que produza um efeito ambiental, baseou-se na análise de diversos trabalhos e na experiência e no conhecimento da região. Relativamente à identificação das pressões, para as massas de água costeiras e de transição, decorre do desenvolvimento de um modelo que pretende qualificar as pressões originadas em todas as bacias hidrográficas da ilha, a partir das estimativas das cargas domésticas, industriais e da agropecuária geradas, entre outros setores relevantes, que podem atingir as águas costeiras através das linhas de água ou por descargas diretas.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.4.2 | Águas subterrâneas

3.4.2.1. | Caracterização das cargas poluentes tóxicas

No presente capítulo procede-se à análise das pressões sobre as massas de água subterrâneas associadas à poluição tóxica e difusa. A caracterização dos impactos decorrentes das fontes de poluição tóxica decorre do disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, nomeadamente da alínea b, parte II do anexo I, e para suporte à elaboração

desta tarefa no âmbito dos planos de gestão de região hidrográfica, a UE preparou, inclusivamente, um guia técnico específico (CEC, 2003).

Na categoria das cargas poluentes tóxicas integram-se as descargas de águas residuais urbanas, que eventualmente poderão provocar impactes sobre a qualidade das águas subterrâneas como sugerido por Cruz *et al.* (2010a), e as cargas relacionadas com as indústrias de lacticínios e de transformação de carnes. Com base na informação existente, foram estimadas as cargas poluentes, expressas de acordo com os parâmetros CBO5 (carência bioquímica de oxigénio), CQO (carência química de oxigénio), N (azoto total), P (fósforo total) e SST (sólidos suspensos totais). A seleção destes parâmetros para a estimativa das cargas poluentes tóxicas derivou dos próprios dados de base disponíveis, e os cálculos foram efetuados por bacia hidrográfica. Face à qualidade dos dados de base existentes, e atendendo à unidade espacial para a qual foram realizados os cálculos, optou-se por não agregar a informação final por massa de água subterrânea, na medida que a realização desta operação podia incrementar o erro associado à estimativa inicial.

Relativamente às cargas poluentes difusas foram integradas nesta categoria as emissões associadas às atividades pecuária e florestal, traduzidas em função do mesmo conjunto de parâmetros acima referenciados, calculados por bacia hidrográfica.

Necessariamente, dos parâmetros mencionados, merecem particular atenção aqueles que podem apresentar um impacte sobre a qualidade das águas subterrâneas, nomeadamente os nutrientes azoto e fósforo. Contudo, salienta-se que face ao comportamento do fósforo no meio natural, em que ocorre sobre a forma de espécies de reduzida solubilidade, este elemento acaba por ter um impacte muito pouco significativo sobre a qualidade da água subterrânea relativamente às espécies azotadas.

Ao invés, o azoto (N) apresenta-se em solução segundo três espécies predominantes, duas aniónicas, o nitrito (NO_2^-) e o nitrato (NO_3^-), e uma catiónica, a amónia (NH_4^+). As espécies aniónicas dissolvidas são estáveis numa gama ampla de condições ambientais, pelo que são facilmente lixiviadas e transportadas em solução, constituindo, neste contexto, um maior risco para a qualidade da água subterrânea. Comparativamente com estas formas de carga negativa, a amónia é menos móvel, devido ao facto de tender a ser fortemente adsorvida nas superfícies minerais do solo (Hem, 1985).

A ocorrência de espécies azotadas na água depende da importância deste elemento na nutrição das plantas e animais, mediante a incorporação natural no solo, quer ainda de outros processos resultantes das atividades humanas. A fixação biológica, simbiótica e não simbiótica, é responsável pela maior parte do azoto incorporado no solo, estimado em 17.2×10^7 T/ano (Chatt, 1976 *in* Loução, 1991), e depende da presença de proteínas catalizadoras.

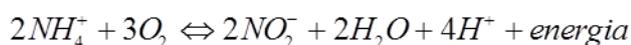
Alguns microrganismos de vida livre, como alguns géneros de bactérias heterotróficas aeróbias (*Azotobacter*, *Beijerinckia*) e anaeróbias (*Clostridium*) procedem à fixação não simbiótica. Outras bactérias, que vivem na dependência de plantas superiores, realizam a fixação simbiótica, de entre as quais se salientam as do género *Rhizobium* (Martinez *et al.*, 1990).

A concentração do azoto no solo sobre a forma de matéria orgânica implica que este elemento, para ser utilizado pelas plantas, tenha de sofrer um processo de mineralização, mediante a degradação bioquímica da matéria azotada. Esta transformação é controlada por microrganismos e pode decompor-se em três fases principais.

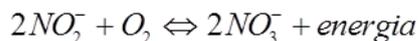
No decurso da primeira fase, denominada aminificação, as proteínas e outros compostos azotados são transformados em aminas e aminoácidos. Na fase subsequente, a amonificação, assiste-se à transformação das aminas e aminoácidos em compostos amoniacais por ação de microrganismos heterotróficos.

A nitrificação é a última fase deste processo, conduzindo, por oxidação dos compostos amoniacais à formação do ião nítrito e, posteriormente de nitrato. Este mecanismo de oxidação, catalisado por microrganismos autotróficos, pode ser representado por duas reações sucessivas (Martinez *et al.*, 1990):

- Formação de nítrito por oxidação do ião amónio, num processo controlado pelas nitrosobactérias (nitrosomonas)



- Formação de nitrato por oxidação do nítrito, num processo controlado pelas nitrobactérias (*nitrobacter*)



A poluição da água por nitratos pode acarretar graves perdas económicas, resultantes da implementação de programas de prevenção e recuperação de aquíferos contaminados, da necessidade de prospetar e explorar novos pontos de água, bem como dos custos inerentes ao tratamento da água contaminada (Martinez *et al.*, 1990).

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.4.2.2 | Avaliação de potenciais impactes associados à poluição tóxica

Um dos elementos de suporte da análise relativa ao impacte das pressões tóxicas sobre o estado químico das massas de água subterrâneas corresponde à vulnerabilidade à poluição, como proposto no Documento-Guia n.º 3 (CEC, 2003), para o qual se recorreu à metodologia DRASTIC (Aller *et al.*, 1987). Optou-se pela utilização desta metodologia quer face à facilidade de discriminação espacial de áreas de vulnerabilidade diversa, quer face à ampla disseminação desta metodologia, em ambientes geológicos e hidrogeológicos muito variáveis, o que facilita a comparabilidade dos resultados.

Para este objetivo considera-se, no presente trabalho, que a vulnerabilidade à poluição corresponde a uma propriedade intrínseca de um sistema hidrogeológico, que depende da sensibilidade do mesmo a impactes de origem natural ou humana (Zaporozec, 1994).

Na RH9 a primeira cartografia de vulnerabilidade foi elaborada a uma escala 1: 200 000, desadequada para os objetivos do presente relatório, e resulta de uma abordagem muito grosseira, assente sobre as litologias dominantes, zonas de recarga e topografia (LNEC, 1993). Posteriormente, a mesma equipa produziu nova abordagem publicada a uma escala semelhante, estritamente assente sobre critérios geológicos, geomorfológicos e estruturais (LNEC, 2001).

O método DRASTIC permite obter uma informação relativa, resultante da ponderação de sete valores, entre 1 e 5, associados a outros tantos parâmetros cuja descrição pode ser consultada na referência original (Quadro 3.4.1). No presente trabalho, não se promoveu a comparação dos resultados obtidos com a ponderação genérica com aqueles

resultantes da utilização dos coeficientes específicos aplicáveis à poluição por pesticidas, cuja aplicação se julgou desnecessária na medida que os dados de monitorização não revelavam impactes decorrentes destas substâncias.

Após a quantificação do valor absoluto dos índices DRASTIC, procedeu-se à respetiva representação espacial de acordo com divisão dos resultados em cinco classes:

- Vulnerabilidade muito baixa (índice DRASTIC inferior a 99);
- Vulnerabilidade baixa (índice DRASTIC entre 100 e 119);
- Vulnerabilidade baixa a moderada (índice DRASTIC entre 120 e 139);
- Vulnerabilidade moderada (índice DRASTIC entre 140 e 159);
- Vulnerabilidade elevada (índice DRASTIC 160 e 179);
- Vulnerabilidade muito elevada (índice DRASTIC superior a 180).

Quadro 3.4.1 | Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação

Parâmetro DRASTIC	Índice DRASTIC										Peso	Min.	Máx.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Profundidade da zona não saturada											5	5	50
Recarga											4	4	36
Tipo de material de aquífero											3	3	30
Tipo de solo											2	2	20
Topografia											1	1	10
Impacto da zona não saturada											5	5	50
Conductividade hidráulica											3	3	30
												23	226

Ainda com o objetivo de avaliar o potencial impacte das atividades antropogénicas, expressas sobre a forma de focos de poluição tópica, elaborou-se uma cartografia de riscos. Para este efeito, foram elaborados mapas com a distribuição espacial do índice de risco, tendo por base o cruzamento cartográfico, suportado pela utilização dos softwares ArcMap® e ArcView®, dos fatores a seguir mencionados:

- Cargas poluentes tópicas (domésticas ou industriais);
- Ocupação do solo (DROTRH, 2007);
- Vulnerabilidade à poluição da água subterrânea.

Após a quantificação do valor absoluto do índice Risco, procedeu-se à respetiva representação espacial de acordo com divisão dos resultados em cinco classes:

- Risco muito reduzido (índice inferior a 5);
- Risco reduzido (índice entre 5 e 10);
- Risco moderado (índice entre 10 e 15);
- Risco elevado (índice entre 15 e 20);
- Risco muito elevado (índice entre 20 e 25).

Para a ocupação do solo consideraram-se no caso da poluição tóxica doméstica as categorias 111, 112 e 133 patentes na carta de ocupação de solo (COS.A/2018; DRA, 2019), enquanto para a poluição tóxica industrial foram tomadas em linha de conta as áreas ocupadas pelas categorias 21, 23, 24 e 131 do mesmo estudo. No caso da poluição difusa, considerou-se a categoria 213 para a elaboração dos mapas de risco respeitantes à poluição pecuária, enquanto para a poluição associada à atividade florestal foram utilizadas as categorias 211, 212 e 214 da COS.A/2018.

Para efeitos de comparação de resultados ao nível de todas as ilhas que compõem a RH9 optou-se por considerar os mesmos intervalos quando da classificação em categorias das cargas poluentes.

Os resultados obtidos mostram, para cada ilha, as áreas onde é expectável que ocorram maiores impactes sobre as massas de água subterrâneas. Salienta-se, contudo, que apenas se obtém um resultado relativo, que permite a comparação de áreas contíguas, uma vez que não se discriminam os impactes de acordo com o valor absoluto de carga poluente. Assim, em sequência, apenas se apresentam os mapas relativos ao azoto total por ser, de entre as cargas poluentes que foi possível estimar, aquela que pode causar impactes mais significativos.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.4.2.3 | Avaliação de potenciais impactes associados à poluição difusa

Para avaliar os eventuais impactes decorrentes da poluição difusa procedeu-se de forma similar à adotada para a poluição tóxica. Para este efeito, foram elaborados mapas com a distribuição espacial do índice de risco para a poluição difusa associada à pecuária e às atividades agrícola e florestal.

Os resultados obtidos mostram, para cada ilha, as áreas onde é expectável que ocorram maiores impactes sobre as massas de água subterrâneas. Salienta-se, contudo, que apenas se obtém um resultado relativo, que permite a comparação de áreas contíguas, uma vez que não se discriminam os impactes de acordo com o valor absoluto de carga poluente. Assim, em sequência, apenas se apresentam os mapas relativos ao azoto total, por ser de entre as cargas poluentes que foi possível estimar, aquela que pode causar impactes mais significativos.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.4.2.3 | Intrusão salina

No presente capítulo procede-se à análise das pressões sobre as massas de água subterrânea associadas à salinização da água subterrânea, resultante da mistura com sais de origem marinha. A análise de pressões decorrentes da intrusão salina em aquíferos costeiros não está explicitamente considerada no âmbito do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de Março, nem consta no elenco de matérias que obrigatoriamente os Planos de Gestão de Região Hidrográfica devem contemplar (Portaria n.º 1284/2009, de 19 de Outubro). Esta matéria também não consta do documento-guia específico elaborado pela União Europeia (CEC, 2003).

A salinização é porventura o processo de contaminação da água mais disseminado no mundo, e as suas consequências têm vindo a ser descritas nalgumas ilhas dos Açores. A salinização implica o incremento do conteúdo em algumas das espécies dissolvidas na água, assim como da mineralização total da mesma, e em ilhas oceânicas como as dos Açores pode ser causada sobretudo por intrusão marinha nos sistemas aquíferos basais, e secundariamente por aerossóis enriquecidos em sais de origem marinha. As modificações na composição da água devem-se não só há ocorrência de mistura, como também a processos hidrogeoquímicos induzidos, de que a ocorrência de trocas iónicas é o exemplo mais comum. Em resultado da salinização observa-se um impacte sobre a qualidade da água, que inclusivamente pode inibir a sua utilização para diversos fins, como o abastecimento humano.

A ocorrência da salinização de aquíferos costeiros está frequentemente associada à sobre-exploração, que ocorre quando numa dada massa de água subterrânea a extração efetuada é superior à recomendada, dando origem à depleção de aquíferos, com a descida dos níveis, o que pode implicar por exemplo, custos de bombeamento mais elevados, à degradação da qualidade da água e, inclusivamente, à existência de impactes sobre a qualidade ecológica de massas de água de superfície associadas ou de zonas húmidas, em virtude da destruição dos habitats e da redução da biodiversidade.

Não obstante a definição de sobre-exploração poder ser alvo de alguma subjetividade, em virtude da incerteza associada à estimativa dos recursos renováveis, e ao facto de uma tendência sustentada de descida do nível de água poder não ser um critério seguro para determinar se a extração é igual, ou superior, à recarga, no presente relatório adota-se o conceito mais generalista, mesmo que perdendo algum do respetivo significado hidrogeológico de base. Assim, qualitativamente, uma situação de sobre-exploração é aquela em que, como usualmente é descrito, um aquífero poderá estar quando a extração média ao longo de alguns anos é igual ou superior ao volume médio de recarga.

A ocorrência de fenómenos de intrusão salina, e a análise dos seus efeitos, tem sido alvo de vários estudos técnicos referentes à realidade na RH9 (Cruz & Silva, 2000; Cruz *et al.* 2010b, 2011) e motivou, na sequência dos resultados do primeiro ciclo de Planeamento da Região Hidrográfica, que a Direção Regional do Ambiente lançasse um estudo que visa elaborar um diagnóstico relativo aos processos de intrusão salina em massas de água subterrânea das ilhas do Pico e da Graciosa. Este estudo, ainda em curso, resulta das medidas RH9_B_010, RH9_S_020 e RH9_S_025, contempladas no anterior Plano de Gestão de Região Hidrográfica.

De forma a identificar os locais em que a pressão associada à intrusão salina é mais acentuada, identificaram-se, com base na informação obtida com a rede de monitorização do estado químico, todos os furos de captação que captam em aquíferos basais, e dentro deste grupo aqueles cuja concentração em cloretos é superior a 225mg/L, valor critério considerado no ponto 5 do presente relatório. Considerou-se ainda, para além do teor em cloreto, que em resultado do carácter conservativo desta espécie é um indicador por excelência do processo de salinização da água subterrânea por

mistura com água do mar, a distribuição dos valores da condutividade elétrica medida nos mesmos pontos, para o que se considerou uma divisão dos valores em quatro classes de acordo com a divisão dos mesmos em quartis.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

3.4.2.4 | Captações de água

De acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, no caso em que a caracterização preliminar das massas de água subterrâneas, elaborada de acordo com o respetivo anexo I, determine uma situação de risco de incumprimento dos objetivos ambientais, devem ser inventariadas as localizações dos pontos de captação de água destinada ao consumo humano ou outro, onde a extração média exceda 10 m³/dia. Em alternativa, no caso das captações de água destinadas ao consumo humano, pode ser adotado um limiar de 50 pessoas abastecidas para que se proceda à inventariação. Em ambos os casos, e independentemente do critério seguido, devem ser também inventariadas as taxas médias anuais de captação (CEC, 2003).

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

4 | Redes de Monitorização

4.1 | Rede de monitorização do estado das massas de água

A RH9 possui, atualmente, uma rede de monitorização biológica e físico-química das massas de água, que tem como objetivo caracterizar o estado das massas de água desta região hidrográfica a fim de dar cumprimento às Diretivas Comunitárias em vigor, nomeadamente à DQA. Esta rede de monitorização visa, concretamente, a classificação dos estados ecológicos e químico das águas superficiais e do estado químico das águas subterrâneas. A implementação da referida rede ocorreu de forma faseada no tempo e no espaço pelas diversas ilhas do Arquipélago em resultado dos condicionalismos financeiros existentes. Iniciou-se em 2003 nas ilhas de São Miguel e Santa Maria, tendo-se expandido em 2005 às ilhas do Pico, Faial, Flores e Corvo. A partir de 2007, a rede de monitorização estendeu-se a todas as ilhas, realizando-se de forma contínua e regular desde então.

A rede de qualidade da RH9 abrange todas as massas de água relevantes, de forma a cumprir as periodicidades previstas no DL 77/2006, e, em função dos resultados de monitorização que têm vindo a ser obtidos, a rede poderá ser otimizada/melhorada para aprofundamento do conhecimento dos ecossistemas insulares que, pela sua natureza vulcânica, são distintos dos ecossistemas continentais e das suas condições ecológicas.

No caso das massas de água costeiras e de transição, a rede de monitorização iniciou-se em 2008 para as águas costeiras nas ilhas de Santa Maria, São Miguel e Terceira e para as águas de transição na ilha de São Jorge. Posteriormente em 2011 foi alargada às massas de água costeiras ilhas do Pico, Faial, Graciosa, São Jorge, Flores e Corvo.

4.1.1 | Águas superficiais

Em concordância com os requisitos constantes na Lei da Água, os PGRH devem contemplar a identificação de redes de monitorização, assim como a avaliação dos resultados dos programas de monitorização, no que concerne à disponibilidade e ao estado de todas as massas de água alvo de impactes induzidos por pressões. Neste quadro, o presente capítulo define uma metodologia que perspetiva a análise coerente e exaustiva do estado das águas superficiais, subterrâneas e de zonas protegidas, com o objetivo último de assegurar o respetivo controlo de qualidade.

Nos termos do artigo 46º da Lei da Água, o objetivo de alcançar o Bom estado ecológico e químico das massas de água superficiais (ou Bom potencial ecológico e Bom estado químico para as massas de água artificiais ou fortemente modificadas) visa, quando necessário, a aplicação de medidas tendentes à sua proteção e à melhoria do estado. A verificação dos estados ecológico e químico deve, assim, ser auxiliada pelo uso de programas de monitorização de vigilância, operacional e de investigação, cujos alvos de análise referem-se aos elementos de qualidade determinantes do estado ecológico, isto é, elementos biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos, e a substâncias químicas prioritárias determinantes do estado químico.

A monitorização de vigilância visa completar o processo de avaliação do impacto, ajudar a elaborar futuros planos de monitorização e avaliar as alterações a longo prazo nas condições naturais e em resultado do alargamento da atividade antropogénica.

A monitorização operacional determina o estado das massas de água identificadas como estando em risco de não cumprimento dos objetivos ambientais e avalia as alterações do estado dessas massas, resultantes da implementação dos programas de medidas.

A monitorização de investigação destina-se a complementar as monitorizações de vigilância e operacional, sendo aplicável nos casos de falta de conhecimento sobre as causas de eventuais excessos de poluentes responsáveis pelo não cumprimento de objetivos ambientais e nos casos de avaliação da magnitude e impacto de poluição ambiental.

4.1.1.1 | Rede de vigilância

A monitorização de vigilância cumpre o objetivo de avaliar continuamente o estado das massas de água. A monitorização de vigilância deve ser efetuada considerando um número de massas de água suficiente para fornecer uma avaliação coerente do estado da globalidade das massas de água. Em qualquer caso, será adequado utilizar uma subamostragem estatisticamente representativa para posterior extrapolação.

Neste âmbito, e considerando o contexto específico da RH9 para águas superficiais costeiras e de transição, a monitorização deve ser estabelecida em pontos onde o volume de água presente seja significativo, tendo em conta o contexto específico de cada ilha da RH9.

Em cada ponto de amostragem, conforme decorre do normativo legal, a monitorização deve ser realizada considerando parâmetros indicativos dos elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e físico-química geral. Devem também ser alvo de análise os poluentes da lista prioritária dos contaminantes, descarregados nas bacias/sub-bacias hidrográficas, e outros poluentes com descargas significativas na bacia ou sub-bacia hidrográfica.

A monitorização de vigilância deve decorrer durante o período mínimo de um ano, ao longo do período de vigência de cada PGRH. Não obstante, se o exercício de monitorização de vigilância do PGRH anterior tiver demonstrado que a massa de água em questão atingiu um estado classificado de “bom” e a análise do impacto das pressões antropogénicas não tiver revelado qualquer alteração dos impactos sobre a massa de água, a monitorização de vigilância deve ser efetuada uma única vez, durante a vigência de 3 PGRH consecutivos. Relativamente aos parâmetros indicativos dos elementos de qualidade físico-química, de suporte aos elementos biológicos, para as massas de água superficiais, devem aplicar-se as frequências previstas no Quadro 4.1.1

Na RH9, foram implementadas redes de monitorização de vigilância das massas de água com a duração de três anos durante a vigência dos anteriores ciclos de PGRH: de 2010-2012 para as massas de água interiores, de transição e costeiras, e de 2015-2018 para as massas de água interiores e de transição. O estado atual das massas de água superficiais interiores e de transição apresentado nos respetivos capítulos dos volumes específicos para cada ilha é baseado nos resultados da rede de monitorização que vigorou de 2015-2018.

Salvaguarda-se, novamente, a importância da necessidade da frequência do programa de monitorização permitir a obtenção de resultados fiáveis, pelo que o seu planeamento e frequência poderão sofrer adaptações, conforme o levantamento de necessidades especificadas para a RH9, ao longo da implementação dos planos.

4.1.1.1.1 | Ribeiras

A rede de monitorização implementada na RH9 integra 10 massas de água na categoria rios, a que correspondem 22 locais de amostragem (Quadro 4.1.1). A rede integra ainda três locais adicionais correspondentes a duas ribeiras em Santa Maria e uma em São Miguel (Quadro 4.1.1), que, apesar de não cumprirem os critérios para designação de massa de água, revestem-se de grande importância para a hidrologia das respetivas ilhas. Em cada massa de água/local de amostragem são determinados vários elementos biológicos e físico-químicos de qualidade, para a avaliação do estado ecológico, e algumas substâncias prioritárias para a avaliação do estado químico, para além de substâncias indicadoras de intrusão salina e contaminação microbiológica, com uma frequência trimestral, semestral ou anual conforme o elemento de qualidade (Quadro 4.1.2).

Quadro 4.1.1 | Massas de água da categoria rios abrangidas pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA

Ilha	Ribeira	Massa de água	Local	Localização	
Santa Maria	Grande e Cachaço	-	RGC	Meio	
	Salto	-	RS	Meio	
	São Francisco	PT09SMA0001	SMAR0011	Meio	
São Miguel	Caldeirões/João Vaz	PT09SMG0016	SMGR0161	Meio	
			SMGR0051	Meio	
	Faial de Terra	PT09SMG0005	SMGR0052	Jusante	
			SMGR0061	Montante	
	Lombadas	PT09SMG0006	SMGR0062	Montante	
			PT09SMG0009	SMGR0091	Meio (captação)
	Grande	PT09SMG0011	SMGR0111	Jusante	
			PT09SMG0008	SMGR0081	Meio
	Guilherme	PT09SMG0012	SMGR0121	Montante	
			SMGR0122	Jusante	
	Povoação	PT09SMG0007	SMGR0071	Jusante	
	Praia	-	RP1	Meio (Hidroelétrica)	
SMGR0041			Meio		
SMGR0042			Meio (Hidroelétrica)		
Quente/Amarela	PT09SMG0004	SMGR0043	Jusante		
		Badanela	PT09FLO0008	FLOR0081	Montante
				FLOR0082	Montante
Grande	PT09FLO0004	FLOR0083	Jusante		
		FLOR0041	Montante		
		FLOR0042	Montante		
		FLOR0043	Meio		
			FLOR0044	Jusante	

Quadro 4.1.2 | Elementos de qualidade analisados no âmbito da rede de monitorização de vigilância das massas de água da categoria rios da RH9 e respetiva periodicidade

Tipo			Elementos de qualidade	Periodicidade
Biológicos			Composição e abundância de diatomáceas bentónicas	Semestral
			Composição e abundância de macrófitos	Anual
			Composição e abundância de macroinvertebrados bentónicos	Semestral
Físico-	Elementos gerais	Condições térmicas	Temperatura	Trimestral

Tipo		Elementos de qualidade		Periodicidade
químicos	Condições de oxigenação	Condições de oxigenação	Oxigénio dissolvido	Trimestral
		Salinidade	Condutividade	Trimestral
		Estado de acidificação	pH	Trimestral
			Acidez	Trimestral
			Alcalinidade	Trimestral
		Condições relativas aos nutrientes	Azoto amoniacal	Trimestral
			Azoto Kjeldahl	Trimestral
			Azoto total	Trimestral
			Nitrito	Trimestral
			Nitrato	Trimestral
			Sulfato	Trimestral
			Fósforo solúvel	Trimestral
			Fósforo total	Trimestral
	Poluentes específicos	Substâncias prioritárias	Clorpirifos	Semestral
			Mercúrio	Semestral
			Chumbo	Semestral
			Cádmio	Trimestral
			Hidrocarbonetos	Trimestral
		Outros metais	Manganês	Trimestral
			Ferro total	Trimestral
			Cobre solúvel	Trimestral
			Zinco	Trimestral
			Crómio total	Trimestral
			Arsénio	Trimestral
		Balanço de oxigénio	CBO ₅	Trimestral
			CQO	Trimestral
		Matérias em suspensão	Sólidos suspensos totais	Trimestral
Pesticidas	Bentazona	Semestral		
	Terbutilazina	Semestral		
	Tricoplir	Semestral		
	Desetilterbutilazina	Semestral		
Outros parâmetros	Intrusão salina	Cloreto	Semestral	
		Sódio	Semestral	
Microbiológicos	Coliformes totais		Semestral	
	Coliformes fecais		Semestral	
	Salmonela		Anual	
	Estreptococos fecais		Anual	

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes 1, 2 e 8 da Parte 2.

4.1.1.1.2 | Lagoas

A rede de monitorização implementada na RH9 integra 23 massas de água na categoria lagoas (Quadro 4.1.3). Nestes locais são determinados vários elementos biológicos e físico-químicos de qualidade que permitem a avaliação do estado ecológico, e algumas substâncias prioritárias para a avaliação do estado químico, para além de outros parâmetros, com uma frequência trimestral, semestral ou anual conforme o elemento de qualidade (Quadro 4.1.4). Para além da variação sazonal que é obtida pela análise da evolução dos parâmetros estudados ao longo do ano, o estudo de amostras em diferentes locais de cada massa de água permite efetuar uma análise espacial. Os elementos físico-químicos de qualidade e outros parâmetros não biológicos são estudados aproximadamente no centro da lagoa e em perfil de coluna de água. Os elementos biológicos de qualidade são estudados no centro (fitoplâncton) ou na zona litoral (comunidades bentónicas) das lagoas. O elemento fitoplâncton (incluindo clorofila *a* e feopigmentos) é monitorizado a partir de amostras integradas da zona eufótica.

Quadro 4.1.3 | Massas de água da categoria lagoas abrangidas pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA (SRAM, INAG 2006) e de vulnerabilidade de acordo com a Diretiva Nitratos (INAG, DGADR, 2008)

Ilha	Lagoa	Tipo	Massa de água	Local	Localização / Níveis de profundidade
São Miguel	Canário	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0017	SMGL0171	Central (S)
	Congro	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0001	SMGL0011	Central (S, M e F)
	Empadadas Norte	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0015	SMGL0151	Central (S)
	Empadadas Sul	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0013	SMGL0131	Central (S)
	Fogo	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0003	SMGL0031	Central (S, M e F)
	Furnas	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0002	SMGL0021	Central (S, M e F)
	São Brás	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0010	SMGL0101	Central (S)
	Azul das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0021	SMGL0211	Central (S, M e F)
	Verde das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0019	SMGL0191	Central (S, M e F)
	Rasa das Sete Cidades	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0018	SMGL0181	Central (S)
	Rasa da Serra Devassa	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0014	SMGL0141	Central (S)
Santiago	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0020	SMGL0201	Central (S, M e F)	
Pico	Caiado	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0004	PICL0041	Central (S)
	Capitão	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0005	PICL0051	Central (S)
	Paúl	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0001	PICL0011	Central (S)

Ilha	Lagoa	Tipo	Massa de água	Local	Localização / Níveis de profundidade
	Peixinho	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0003	PICL0031	Central (S)
	Rosada	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0002	PICL0021	Central (S)
Flores	Comprida	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0005	FLOL0051	Central (S, M e F)
	Funda	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0001	FLOL001	Central (S, M e F)
	Lomba	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0003	FLOL0031	Central (S)
	Negra	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0006	FLOL0061	Central (S)
	Rasa	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0002	FLOL0021	Central (S)
	Corvo	Caldeirão	B-L-M/MI/S/PP	PT09COR0001	CORL0011

Profundidade: S - Superfície; M - Meio; F - Fundo

Quadro 4.1.4 | Elementos de qualidade analisados no âmbito da rede de monitorização de vigilância das massas de água da categoria lagos da RH9 e respetiva periodicidade

Tipo		Elementos de qualidade	Periodicidade	
Biológicos		Composição, abundância e biomassa de fitoplâncton	Trimestral	
		Clorofila a e feopigmentos	Trimestral	
		Composição e abundância de diatomáceas bentónicas	Trimestral	
		Composição e abundância de macrófitos	Anual	
		Composição e abundância de macroinvertebrados bentónicos	Trimestral	
Físico-químicos	Elementos gerais	Profundidade máxima (m)	Trimestral	
		Transparência	Profundidade de penetração da luz (disco de Secchi)	Trimestral
			Profundidade da zona eufótica (1)	Trimestral
			Condições térmicas	Temperatura (°C)
		Condições de oxigenação	Oxigénio dissolvido	Trimestral
			% de saturação de oxigénio	Trimestral
		Salinidade	Condutividade	Trimestral
		Estado de acidificação	pH	Trimestral
			Acidez	Trimestral
			Alcalinidade	Trimestral
		Condições relativas aos nutrientes	Azoto amoniacal	Trimestral
			Azoto Kjeldahl	Trimestral
			Azoto total	Trimestral
Azoto orgânico	Trimestral			
Azoto inorgânico total	Trimestral			

Tipo		Elementos de qualidade	Periodicidade
		Nitrito	Trimestral
		Nitrato	Trimestral
		Sulfato	Trimestral
		Fósforo orgânico total	Trimestral
		Fósforo não particulado orgânico	Trimestral
		Fósforo total	Trimestral
		Fósforo particulado orgânico	Trimestral
		Fósforo particulado inorgânico	Trimestral
		Ortofosfatos	Trimestral
		Fósforo inorgânico total	Trimestral
		Fósforo inorgânico solúvel	Trimestral
		Fósforo total solúvel	Trimestral
		Fósforo total particulado	Trimestral
		Fósforo orgânico solúvel	Trimestral
		Substâncias prioritárias e Outros Poluentes	Substâncias prioritárias
Ferro	Trimestral		
Metais	Manganês		Trimestral
	Alumínio		Trimestral
	Turvação		Trimestral
Matérias em suspensão	Sólidos suspensos totais		Trimestral
	Pesticidas		Bentazona
Terbutilazina			Semestral
Tricoplir			Semestral
Desetilterbutilazina			Semestral
Outros parâmetros		Cloreto	Semestral
		Sódio	Semestral
		Sílica	Trimestral
		Potássio	Semestral
		Cálcio	Semestral

(1) Apenas para as lagoas profundas

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes 2, 6, 8 e 9 da Parte 2.

4.1.1.1.2.1 | Afluentes de lagoas

Embora não tenham sido designadas como massas de água no âmbito da DQA, alguns afluentes de lagoas integram a rede de monitorização da qualidade das águas superficiais com o objetivo principal de avaliar as cargas poluentes transportadas para as lagoas através destas fontes tóxicas. A rede de monitorização integra 8 afluentes de lagoas (Quadro 4.1.5) onde são determinados vários elementos biológicos e físico-químicos com uma periodicidade semestral (Quadro 4.1.6).

Quadro 4.1.5 | Afluentes de lagoas abrangidos pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9

Ilha	Lagoa	Afluente	Código	Localização
São Miguel	Fogo	Afluente 1 (N-O)	AFG1	Foz

Ilha	Lagoa	Afluente	Código	Localização
Flores	Furnas	Afluente 2 (N-E)	AFG2	Foz
		Salto da Inglesa	AF1	Foz
	Comprida	Afluente 1	ACM1	Foz
	Funda	Cascata 2 (O)	AFN2	Foz
		Cascata 3 (S-O)	AFN3	Foz
Corvo	Caldeirão	Afluente 1 (S-E)	ACL1	Foz
		Afluente 2 (S-O)	ACL2	Foz

Quadro 4.1.6 | Elementos de qualidade analisados nos afluentes de lagoas no âmbito da rede de monitorização das massas de água superficiais da RH9 e respetiva periodicidade

Tipo		Elementos de qualidade	Periodicidade
Biológicos		Composição e abundância de diatomáceas bentónicas	Semestral
		Composição e abundância de macrófitos	Anual
		Composição e abundância de macroinvertebrados bentónicos	Semestral
Físico-químicos	Nutrientes	Azoto amoniacal	Semestral
		Azoto total	Semestral
		Azoto Kjeldhal	Semestral
		Azoto orgânico	Semestral
		Azoto inorgânico total	Semestral
		Nitrito	Semestral
		Nitrato	Semestral
		Fósforo particulado	Semestral
		Fósforo orgânico total	Semestral
		Fósforo não particulado orgânico	Semestral
		Fósforo total	Semestral
		Fósforo total solúvel	Semestral
		Fósforo particulado orgânico	Semestral
		Fósforo particulado inorgânico	Semestral
	Ortofosfatos	Semestral	
	Balanço de oxigénio	CBO ₅	Semestral
		CQO	Semestral
	Matérias em suspensão	Sólidos totais	Semestral
		Sólidos totais voláteis	Semestral
		Sólidos suspensos totais	Semestral
Sólidos suspensos totais voláteis		Semestral	

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes 2, 6, 8 e 9 da Parte 2.

4.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição

Para cada tipo de massa de águas superficiais devem ser estabelecidas as condições de referência, considerando os elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e físico-químicos representativos. Estas condições específicas de referência devem ser obtidas através de uma rede de monitorização de referência, de modelação, da combinação dos dois anteriores ou de opinião pericial.

A rede de monitorização de referência deve ser constituída por um número suficiente de pontos de monitorização, localizados em massas de água onde a intervenção humana é nula ou escassa, ou seja, onde as massas de água apresentem condições semelhantes às condições pristinas. Assim, as condições de referência devem ser estabelecidas e descritas considerando os indicadores representativos de cada elemento de qualidade biológica, hidromorfológica e físico-química.

Quando não for reconhecido um número adequado de locais de referência representativos de uma região, pode-se optar por construir um modelo de predição utilizando dados disponíveis, ou recorrendo a dados de outras regiões com tipos de massas de água semelhantes.

O recurso à opinião pericial pode ser concretizado nas áreas onde os locais de referência são escassos ou ausentes, e consiste, normalmente, numa indicação das condições de referência previstas e expressas qualitativamente, recorrendo, por exemplo, à paleoreconstrução.

Neste âmbito, e considerando o contexto específico da RH9 para águas superficiais costeiras e de transição, a monitorização foi estabelecida em pontos tendo em conta o contexto específico de cada ilha da RH9. A sua monitorização é extremamente dispendiosa devido à logística que envolve (e. g. navios e equipamento), à dimensão das massas de água e requisitos específicos das diferentes épocas para a monitorização dos diferentes parâmetros biológicos e físico-químicos.

Assim, monitorização é fundamental para a avaliação do estado real das massas de água com o objetivo de serem evitadas situações de implementação indevida de programas de medidas.

Pontos de monitorização

O programa de monitorização de águas de transição e costeiras, implementado pela então SREAT (atual SRAAC), iniciou-se em 2008, incidindo em São Miguel, Santa Maria e Terceira, tendo como objetivo de caracterização as condições de referência, embora até ao momento não tenham sido apresentados valores que a caracterizem e que permitam uma comparação com as condições biológicas e físico-químicas atuais, conduzindo a uma classificação objetiva dos estados de massas de água.

Numa 2.^a fase, iniciada em dezembro de 2010 até fevereiro de 2012, o programa de monitorização consistiu na monitorização de elementos das águas costeiras das ilhas do Pico, São Jorge, Faial, Graciosa, Flores e Corvo e de transição para a ilha de São Jorge (Costa *et al.*, 2012).

Durante o 2.^o ciclo a monitorização foi levada realizada entre 2015 e 2018 para as águas de transição.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

Parâmetros de monitorização

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

Frequência de Monitorização

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

4.1.1.2. Rede operacional

A monitorização operacional visa determinar o estado das massas de água classificadas como estando em risco e contempla, posteriormente, a avaliação das alterações do estado após a implementação do programa de medidas.

Este tipo de monitorização foca, especialmente, os parâmetros relacionados com os elementos de qualidade mais suscetíveis às pressões a que estão sujeitas as massas de água, nomeadamente a monitorização de:

- Parâmetros correspondentes aos elementos de qualidade biológica mais sensíveis às pressões a que as massas de água estão sujeitas;
- Todas as substâncias prioritárias descarregadas e outros poluentes descarregados em quantidades significativas;
- Os parâmetros indicativos do elemento de qualidade hidromorfológica mais sensíveis às pressões identificadas.

Estes elementos constituem requisito de monitorização pelo potencial significativo que apresentam em comprometer o cumprimento dos objetivos ambientais explícitos na Lei da Água, devido ao significado ecológico, toxicológico e físico-químico que comportam para uma massa de água.

Para além das massas de água superficiais, que se encontram em risco de não atingir os seus objetivos ambientais, este tipo de monitorização aplica-se, igualmente, às massas de água em que são descarregadas substâncias prioritárias. Os pontos de monitorização para as substâncias prioritárias são selecionados de acordo com o especificado na legislação que estabelece a norma da qualidade ambiental pertinente. Para todos os outros casos, incluindo para as substâncias prioritárias em relação às quais a referida legislação não forneça orientações específicas, os pontos de monitorização devem ser selecionados de acordo com a seguinte metodologia:

- Para as massas de água em risco de sofrerem pressões significativas de fontes tóxicas, deverão ser selecionados pontos de monitorização suficientes, em cada massa de água, para avaliar a magnitude e o impacto das pressões em causa;
- Para as massas de água em risco de sofrerem pressões significativas de fontes difusas, deverá optar-se pela escolha de pontos de monitorização suficientes, num conjunto selecionado dessas massas, para avaliar a magnitude e o impacto das pressões em causa. A seleção das massas de água deverá ser efetuada de forma que essas massas sejam representativas dos riscos resultantes da ocorrência

de pressões de fontes difusas e dos riscos associados à impossibilidade de atingir o objetivo de um Bom estado das águas superficiais;

- Para as massas de água em risco de sofrerem pressões hidromorfológicas significativas, deverão ser selecionados pontos de monitorização suficientes, num conjunto selecionado dessas massas, para avaliar a magnitude e o impacto das pressões em causa. A seleção dessas massas é indicativa do impacto global da pressão hidromorfológica a que está sujeita a totalidade das massas.

O programa de monitorização operacional pode ser alterado durante o período de aplicação do PGRH, de acordo com a informação obtida no controlo de vigilância. Especificamente para as águas costeiras sugere-se a frequência de monitorização de acordo com o programa proposto no Quadro 4.1.7.

Quadro 4.1.7 | Frequência da monitorização para os elementos de qualidade das águas superficiais costeiras e de transição

Elemento de qualidade	Águas Costeiras	Águas de transição
Biológica		
Fitoplâncton	6 meses	6 meses
Outra flora aquática	3 anos	3 anos
Macroinvertebrados	3 anos	3 anos
Ictiofauna	3 anos	n.a.
Hidromorfológica		
Continuidade	n.a.	n.a.
Hidrologia Contínua	n.a.	n.a.
Morfologia	6 anos	6 anos
Físico-química		
Condições térmicas	3 meses	3 meses
Oxigenação	3 meses	3 meses
Salinidade	3 meses	n.a.
Estado em nutrientes	3 meses	3 meses
Estado de acidificação	n.a.	n.a.
Outros poluentes (*)	3 meses	3 meses
Substâncias prioritárias	1 mês	1 mês

Legenda: n.a. – Não aplicável; (*) - Pesticidas: e.g. Linurão, Bentazona, Imidaclopride, Atrazina, Alacloro, Terbutilazina, Metolacoloro, Glufosinato de amónio, Desetilatrazina, Desetilsimazina, Diurão, Metribuzina, Clorpirifos, Dimetoato, Metalaxil, EPTC2,4-D.

Para além da rede de monitorização operacional direcionada à avaliação da proliferação de cianobactérias em lagoas incluídas em zonas vulneráveis descrita no ponto seguinte, em 2020 foi implementada uma rede de monitorização operacional para avaliação do estado das massas de água interiores e de transição em risco de incumprimento dos objetivos ambientais.

4.1.1.2.1 | Lagoas

A rede de monitorização operacional implementada na RH9 visa avaliar a proliferação de cianobactérias e a concentração das suas toxinas nas lagoas incluídas em áreas designadas como zonas vulneráveis ao abrigo da Diretiva 91/676/CEE, de 12 de dezembro de 1991 (INAG, DGADR, 2008). Esta rede integra 15 massas de água na categoria lagos (Quadro 4.1.8), 13 delas inseridas em zonas vulneráveis às quais acrescem as lagoas do Fogo e Canário. Nos

mesmos locais destas massas de água onde é efetuada a monitorização de vigilância é feita a pesquisa, identificação e quantificação das toxinas associadas ao desenvolvimento de cianobactérias com uma frequência trimestral (Quadro 4.1.9).

Quadro 4.1.8 | Massas de água da categoria lagos abrangidas pela rede operacional das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA (SRAM, INAG 2006) e de vulnerabilidade de acordo com a Diretiva Nitratos (INAG, DGADR, 2008)

Ilha	Lagoa	Tipo	Massa de água	Local	Localização / Níveis de profundidade
São Miguel	Canário	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0017	SMGL0171	Central (S)
	Congro	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0001	SMGL0011	Central (S, M e F)
	Empadadas Norte	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0015	SMGL0151	Central (S)
	Empadadas Sul	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0013	SMGL0131	Central (S)
	Fogo	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0003	SMGL0031	Central (S, M e F)
	Furnas	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0002	SMGL0021	Central (S, M e F)
	São Brás	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0010	SMGL0101	Central (S)
	Azul das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0021	SMGL0211	Central (S, M e F)
	Verde das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0019	SMGL0191	Central (S, M e F)
	Rasa das Sete Cidades	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0018	SMGL0181	Central (S)
	Rasa da Serra Devassa	B-L-M/MI/S/PP	PT09SMG0014	SMGL0141	Central (S)
	Santiago	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09SMG0020	SMGL0201	Central (S, M e F)
Pico	Caiado	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0004	PICL0041	Central (S)
	Capitão	B-L-M/MI/S/PP	PT09PIC0005	PICL0051	Central (S)
Flores	Funda	B-L-M/MI-MP/S/P	PT09COR0001	FLOL001	Central (S, M e F)

Profundidade: S - Superfície; M - Meio; F - Fundo

Quadro 4.1.9 | Parâmetros analisados no âmbito da rede de monitorização operacional das massas de água da categoria lagos da RH9

Tipo de parâmetro		Parâmetro
Biológicos	Fitoplâncton	Biomassa por espécie de cianobactéria
		Concentração de Clorofila a e feopigmentos
	Microcistinas	Microcistinas em solução
		Microcistinas intracelulares
		Microcistinas totais

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes 2, 6, 8 e 9 da Parte 2.

4.1.1.3 | Rede de investigação

A monitorização de investigação visa complementar os outros tipos de monitorização, devendo ser utilizada em casos específicos onde se verifique, por exemplo, falta de informação sobre as causas responsáveis pelo não cumprimento de objetivos ou casos de avaliação da extensão e impacte da poluição ambiental.

Este tipo de monitorização é apenas considerado no caso das massas de água superficiais e deverá ser desenvolvido apenas em determinadas condições, como:

- Quando são desconhecidas as causas pelas quais se verificaram eventuais excessos, de acordo com as normas ambientais e legislação específica;
- Quando a monitorização de vigilância indica a incerteza de se alcançarem os objetivos ambientais em algumas massas de água, especificados na legislação aplicável, e ainda não foi realizada a monitorização operacional para determinar as causas dessa situação;
- Para determinar a magnitude e os impactes de uma contaminação acidental.

O período de monitorização de investigação poderá ser mais intenso em termos de frequência que os restantes programas, de acordo com as necessidades de intervenção para reposição ou cumprimento dos objetivos ambientais, e poderá ser adaptado e ajustado às características específicas das massas de água, ou parte desta, que está sob investigação, ou apenas de determinados elementos de qualidade que forem considerados mais relevantes.

No entanto para a RH9 não está implementada nenhuma rede de monitorização de investigação, mas encontra-se em fase de preparação para os casos identificados no âmbito do Programa de Medidas do PGRH-Açores 2009-2015 (1.º Ciclo) e do 2.º ciclo.

4.1.1.4 | Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização

A rede de monitorização existente na RH9 abrange todas as massas de água relevantes e cumpre as periodicidades previstas no D.L. n.º 77/2006. A rede tem vindo a ser otimizada em função dos resultados obtidos e poderá vir ser modificada no futuro, sempre que tal se justificar, nomeadamente para adaptação a uma eventual redefinição das tipologias de massas de água existentes na RH9.

4.1.1.4.1 | Rede de monitorização das ribeiras

A rede de monitorização das ribeiras contempla elementos de qualidade biológica e físico-química essenciais à determinação dos estados ecológico e químico das ribeiras. Tal como já havia sido constatado no 1.º ciclo do PGRH-Açores, a designação de um número tão reduzido de massas de água nesta categoria poderia por em causa a sua representatividade em cada ilha e a definição dos tipos de ribeiras existentes na RH9, bem como a definição das suas condições de referência. Efetivamente, como foi alertado nos Capítulos 3 e 5 desse mesmo Plano, o reduzido número de ribeiras e de locais de amostragem abrangidos pela respetiva rede de monitorização diminuíram significativamente a robustez da tipologia identificada e das classificações de estado obtidas. Tal situação poderia ser ultrapassada com a redução do valor mínimo da área de drenagem nos critérios da tipologia adotada para 5 km². Contudo, uma vez que as ribeiras configuravam os tipos de massas de água que tinham sido menos estudados do ponto de vista ecológico, sendo o conhecimento da qualidade hidromorfológica e química muito limitado e inexistente a informação sobre os elementos biológicos, optou-se, de forma conservativa, por considerar a Bacia Hidrográfica (BH) (com uma área mínima de 10km²)

e a totalidade da rede hidrográfica nas MA identificadas, por forma a obter a informação de base conducente a uma caracterização representativa desta categoria de MA e abranger as potenciais pressões presentes na BH. Tal abordagem traduziu-se num valor de comprimento total de cada MA elevado, o que foi questionado pela Comissão Europeia (COM) no anterior ciclo de planeamento e revisto no presente PGRH-Açores 2022-2027.

Assim, até ao 2º ciclo, o que estava delimitado era a BH (com uma área mínima de 10km²) e não a área de drenagem. Em resultado da revisão da delimitação das MA, todas as MA anteriores mantiveram-se inalteradas, apenas com ajustes relativamente ao seu comprimento (i.e. ao que correspondia efetivamente à linha de água da MA), sendo que apenas no caso da ribeira “Ribeira Grande”, na ilha de São Miguel, esta revisão se traduziu numa alteração ao número de MA delimitadas, em que, em vez desta ribeira corresponder a quatro MA, passou a corresponder a duas MA: 1 - Ribeira Grande (09SMGR0011); 2 - Ribeira das Lombadas (09SMGR006).

A atual rede de monitorização das ribeiras da RH9 não contempla os parâmetros requeridos para a avaliação dos elementos de qualidade hidromorfológica necessários à classificação do estado ecológico. Face a esta lacuna, será implementado no decurso do PGRH 2022-2027 um sistema de caracterização hidromorfológica destas massas de água, com recurso ao método de avaliação do habitat ribeirinho (e.g. RHS – River Habitat Survey), a exemplo do que foi efetuado no âmbito dos trabalhos de implementação da DQA em Portugal Continental. Este método (RHS) será adotado como ferramenta de caracterização e monitorização de massas de água da categoria rios para diversas valências descritas no elemento de qualidade hidromorfológica. Esta metodologia já foi testada e adaptada aos Açores com sucesso (Medeiros & Gonçalves, 2010; Medeiros, 2011) facilitando a sua implementação. Face a estes constrangimentos, optou-se por considerar, nesta fase, que todas as ribeiras apresentam condições hidromorfológicas adequadas ao suporte da vida aquática.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes 1, 2, e 8 da Parte 2.

4.1.1.4.2 | Rede de monitorização das lagoas

De acordo com o Manual para a Avaliação da qualidade Biológica da Água em Lagos e Albufeiras (INAG 2009a), a frequência de amostragem recomendada para o fitoplâncton é de seis vezes por ano, devendo coincidir uma colheita com cada período sazonal (outono, inverno, primavera) e três colheitas com um intervalo mínimo de três semanas no período potencialmente crítico (junho a setembro). Segundo este manual, a frequência estabelecida permite contemplar a variabilidade sazonal e garante uma precisão aceitável na classificação da qualidade do lago ou da albufeira. Embora esta fosse a frequência recomendável para a monitorização do fitoplâncton na RH9, tal acarretaria um esforço financeiro elevado, provavelmente difícil de suportar nas condições atuais. Por outro lado, os estudos realizados na Região (e.g. Gonçalves, 2008) mostram que uma amostragem trimestral poderá ser suficiente para garantir uma precisão aceitável na classificação da qualidade ecológica das lagoas utilizando o índice de integridade fitoplanctónica (P-IBI) desenvolvido para as lagoas da RH9 (Gonçalves, 2008).

Em relação aos elementos de qualidade hidromorfológica, a rede de monitorização em vigor até 2018 não contemplou a avaliação destes elementos o que limitou a classificação do estado destes parâmetros de suporte às comunidades biológicas. Face a esta lacuna Face a esta lacuna, será implementado no decurso do PGRH 2022-2027 um sistema de caracterização hidromorfológica destas massas de água com recurso ao método de avaliação do habitat lacustre (e.g. LHS – Lake Habitat Survey), que permite avaliar os elementos de qualidade hidromorfológicos requeridos pela DQA

(Rowan *et al.* 2006). Ainda dentro desta temática, foram medidos os níveis limnigráficos até dezembro de 2020 em 15 lagoas da RAA. Apesar de existirem batimetrias de diversas lagoas, subsistem algumas lagoas onde esta caracterização batimétrica está por efetuar.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos Volumes 2, 6, 8 e 9 da Parte 2.

4.1.1.4.3 | Rede de monitorização de águas costeiras e de transição

As campanhas de monitorização existentes, contribuem para o estabelecimento de um estado para as massas de água costeiras e de transição, existindo (de acordo com metodologias recomendadas por Ferreira *et. al.* (2007)) pelo menos uma estação por massa de água. Tal verifica-se na rede de monitorização das águas costeiras e de transição da RH9. No entanto, para as massas de água costeiras, considerando o seu posicionamento, a dimensão das massas de água e os resultados do anterior PGRH sobre o estado ecológico e químico, foram revistos e continuam em redefinição diversos pontos de monitorização em todas as massas de água com o objetivo da amostragem ter representatividade espacial. Por outro lado, o curto período de monitorização e a irregularidade temporal dos planos de monitorização leva a que a representatividade seja reduzida.

Assim, e de acordo com o exposto, apesar de melhorias significativas entre o 1.º e o 2.º ciclo na representatividade da rede para as massas de água costeiras, tendo no presente ciclo de planeamento regredido significativamente para as massas de água costeiras. A rede de monitorização existente terá de ser melhorada no sentido de uma correta avaliação dos estados ecológico e químico das águas superficiais costeiras. De referir, que o período de monitorização é ainda pouco representativo, existindo também a necessidade de o reforçar espacialmente em alguns pontos, em particular nas massas de água intermédias e pouco profundas.

No que respeita às massas de água de transição, a rede é representativa e adequada, incidindo em 100% das massas de água e representando espacialmente as suas características. No que respeita à adequabilidade, importa apenas fazer referência ao facto da monitorização das condições hidromorfológicas necessitar de ser melhorada.

4.1.1.5 | Rede de monitorização de zonas protegidas

4.1.1.5.1 | Zonas balneares

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

4.1.2 | Águas subterrâneas

4.1.2.1 | Enquadramento legislativo comunitário

A monitorização da água subterrânea tem como objetivo proporcionar um conhecimento sobre o estado daquele recurso, nas vertentes quantitativa e qualitativa, o que se revela de grande importância em face da crescente pressão antropogénica sobre as massas de água. Esta informação é recolhida pontualmente, pelo que a seleção dos locais de observação é um aspeto fundamental. Outro aspeto fulcral prende-se com a necessidade de estabelecer um conjunto de procedimentos de recolha das amostras, de forma a garantir que o exemplar coletado é de facto representativo da água contida no aquífero (Fetter, 1999).

No decurso da elaboração do Plano Regional da Água, a ausência de redes de monitorização da água subterrânea correspondia a uma das principais lacunas de conhecimento então identificadas (DROTRH-INAG, 2001). No relatório

respetivo era expressamente mencionado que “no arquipélago dos Açores existe algum atraso relativamente à situação observada em Portugal continental (Lopes & Cupeto, 1999; Ferreira, 2000), que urge recuperar com celeridade, para mais atendendo ao facto da DQA, aprovada em 1998, requerer a monitorização do estado quantitativo e químico das águas subterrâneas”. Neste trabalho era, ainda, referida a necessidade de observar, quando da definição das redes de monitorização nas diversas ilhas que constituem o arquipélago, o disposto na DQA, que na altura ainda não tinha sido transposta para o direito interno.

Com efeito, a DQA dispõe no seu art.º 8º que os Estados-Membros devem garantir a elaboração, até 2006, de programas de monitorização do estado das águas subterrâneas, de forma a permitir uma análise aprofundada dos respetivos estados químico e quantitativo, o que corporiza a crescente importância que estas ações assumem na gestão e planeamento da água. Nomeadamente, são objetivos concretos da monitorização a classificação do estado quantitativo e químico de todas as massas de água subterrâneas, ou grupos de massas de água subterrâneas, e no caso concreto das massas de água suscetíveis de falhar o cumprimento dos objetivos ambientais, a obtenção dos dados necessários para desenvolver os programas de medidas considerados para ultrapassar esta situação.

De acordo com a DQA, a monitorização do estado quantitativo pressupõe a observação do regime de níveis freáticos, de acordo com uma frequência de amostragem que tome em consideração as variações de recarga a curto e longo prazo. A definição da geometria da rede deve atender à eventualidade dos aquíferos terem sido considerados em risco de não cumprirem os objetivos ambientais, ou serem transfronteiriços.

A monitorização do estado químico visa não só a recolha de dados sobre o estado químico das massas de água, como permitir caracterizar tendências crescentes de poluição das águas subterrâneas, com base na observação da condutividade e das concentrações de poluentes. Estes aspetos foram posteriormente desenvolvidos mediante a Diretiva 2006/118/CE, de 12 de dezembro, designada como DAS.

Neste âmbito, na DQA são separados claramente dois tipos de ações de monitorização, nomeadamente a de vigilância, que visa aquilatar a evolução do estado das águas, e a operacional, desenhada para avaliar, por exemplo, a evolução dos programas de medidas implementados.

Em seguida, apresentam-se os pressupostos de base destes dois tipos de redes:

- Monitorização de Vigilância
 - Os seus objetivos são completar e validar a avaliação de impacto das atividades antropogénicas e propiciar dados passíveis de serem utilizados na determinação de tendências a longo prazo, resultantes tanto de alterações das condições naturais como das atividades humanas;
 - A seleção dos pontos de monitorização deve considerar o número de pontos necessários para cada uma das seguintes categorias de massas de água:
 - Massas de água consideradas em risco na sequência da caracterização efetuada nos termos do Anexo II;
 - Massas de água que atravessem a fronteira de um Estado-Membro.

- Os parâmetros fundamentais a monitorizar são o teor de oxigénio, pH, condutividade elétrica, nitratos e amónia, bem como, os parâmetros que traduzam o impacto das atividades antropogénicas quando as massas de água subterrâneas apresentam um risco de não serem consideradas em Bom estado.
- Monitorização Operacional
 - Programas realizados nos períodos intercalares dos programas de monitorização de vigilância (de que são complementares);
 - Os objetivos gerais destes programas operacionais são a determinação do estado químico de todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas em risco e a determinação da presença de eventuais tendências a longo prazo, de origem antropogénica, para o aumento da concentração de qualquer poluente;
 - A frequência deve ser ajustada de forma a determinar o impacte das pressões determinantes, mas, no mínimo, deve ser anual;
 - A seleção dos pontos de monitorização deve assentar, para além das condicionantes colocadas pelos próprios objetivos inerentes, na avaliação do grau de representatividade dos dados de monitorização respeitantes a um dado ponto relativamente à qualidade da massa ou massas subterrâneas correspondentes.

A DQA estabelece, ainda, que no caso concreto das áreas protegidas os programas de monitorização devem ser complementados com os requisitos específicos decorrentes dos normativos comunitários. São expressamente consideradas como áreas protegidas as seguintes zonas:

- Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano (nos termos do art. 7º);
- Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico;
- Massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas designadas como de águas balneares ao abrigo da Diretiva 76/160/CEE;
- Zonas sensíveis em termos de nutrientes, incluindo as zonas designadas como zonas vulneráveis ao abrigo da Diretiva 91/676/CEE (nitratos) e as zonas designadas como zonas sensíveis ao abrigo da diretiva 91/271/CEE (tratamento de águas residuais urbanas);
- Zonas designadas para a proteção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água seja um dos fatores importantes para a proteção, incluindo os sítios relevantes da Rede Natura 2000, designados ao abrigo da Diretiva 92/43/CEE (habitats) e da Diretiva 74/409/CEE (aves).

Relativamente à monitorização das zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano, são alvo todas as massas de água subterrâneas que forneçam mais de 100 m³/dia em média, com o objetivo de evitar que

ocorram alterações de qualidade da água que impliquem tratamento prévio face ao disposto nas normas (Diretiva 80/778/EEC, com as alterações introduzidas pela Diretiva 98/83/EC; transposição nacional mediante o Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, com as alterações introduzidas mediante o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto). Contudo, e ao contrário do estabelecido para as massas de água de superfície nas mesmas condições, a DQA não estipula critérios adicionais para a monitorização destas massas de água subterrâneas.

4.1.2.2 | Enquadramento legislativo nacional

A publicação da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, vulgo Lei da Água, que transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, datada de 23 de outubro, designada por DQA, observou todas as questões relacionadas com a monitorização das águas subterrâneas decorrentes do instrumento legal originário.

A transposição da DQA da União Europeia foi complementada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, relativo a um conjunto de normas eminentemente técnicas e de carácter transitório, dando seguimento ao regime fixado na Lei da Água. Este Decreto-Lei dispõe sobre a monitorização das águas subterrâneas no Anexo VII do respetivo art. 4º, considerando quer as redes destinadas à observação do estado quantitativo, quer do estado qualitativo.

A monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas assenta na definição de uma rede de monitorização de níveis freáticos dos aquíferos, que deve ser desenhada de forma a cumulativamente permitir obter dados que consubstanciem a avaliação do estado quantitativo das massas ou grupos de massas de água subterrâneas, bem como possibilitem a avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis. O número de pontos de medição dos níveis e a frequência dos registos devem atender às variações da recarga aquífera a curto e a longo prazos e, ainda, no caso particular das massas de água subterrâneas em risco de não atingirem os objetivos ambientais especificados designados na Lei da Água (Decreto-Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro), assegurar, respetivamente, uma densidade e um número de medidas suficientes para avaliar o impacto das captações e descargas no nível freático dos aquíferos.

A monitorização do estado químico das águas subterrâneas visa proporcionar um quadro coerente e completo, ao nível de bacia hidrográfica, bem como na deteção de eventuais tendências, a longo prazo, do aumento das concentrações de poluentes associado a uma origem antropogénica.

Como disposto na DQA, são estabelecidos dois níveis de ações de monitorização, complementares, nomeadamente a monitorização de vigilância, e como base nos resultados obtidos em cada iteração, i.e. em cada período de vigência do PGRH, um programa de monitorização operacional. Desta forma, os objetivos e natureza de cada uma das redes associadas a estes programas são diversos, como se caracteriza no Quadro 4.1.10.

Quadro 4.1.10 | Caracterização dos programas de monitorização do estado químico das águas subterrâneas de acordo com a legislação em vigor (face à realidade geográfica da RH9 excluem-se as disposições relativas às massas de água transfronteiriças).

Programa	Características			
	Objetivos	Geometria	Parâmetros	Frequência
Vigilância	Completar e validar o processo de avaliação do impacto Fornecer informações destinadas a serem utilizadas na determinação de tendências a longo prazo, resultantes tanto	São selecionados pontos de monitorização em número suficiente para cada uma das seguintes categorias de massas de água: Massas de água consideradas em risco na sequência da caracterização efetuada nos	Serão monitorizados em todas as massas de água subterrâneas selecionadas os seguintes parâmetros fundamentais: teor de oxigénio; pH; condutividade elétrica; nitratos; amónia. Para as massas de água identificadas, nos termos dos	Para cada período de planeamento.

Programa	Características			
	Objetivos	Geometria	Parâmetros	Frequência
	de alterações das condições naturais como da atividade antropogénica.	termos dos Anexos I e III.	Anexos I e III, como estando em risco significativo de não serem consideradas em Bom estado, são também monitorizados os parâmetros indicativos do impacte das pressões a que estão sujeitas.	
Operacional	Determinar o estado químico de todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas identificadas como estando em risco. Determinar a presença de eventuais tendências a longo prazo, antropogenicamente induzidas, para o aumento da concentração de qualquer poluente.	Efetuada para todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas que, com base tanto no estudo de impacte realizado nos termos do disposto no Anexo III, como na monitorização de vigilância, sejam identificados como estando em risco de não atingirem os objetivos especificados no art. 47º da Lei 58/2005, de 29 de dezembro. A seleção dos pontos de monitorização tem igualmente em conta a avaliação do grau de representatividade dos dados de monitorização.	Indicadores de poluentes responsáveis por a massa ou grupo de massas de água subterrâneas ter sido designada como em risco.	Efetuada nos intervalos entre os períodos de execução dos programas de monitorização de vigilância, com uma frequência suficiente para determinar o impacte das pressões pertinentes, mas, no mínimo, uma vez por ano.

4.1.2.3 | Monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas

De acordo com o disposto na DQA e na Lei da Água uma massa de água subterrânea encontrar-se-á em bom estado quantitativo se (i) a taxa média anual de extração a longo prazo não excede os recursos hídricos subterrâneos disponíveis, (ii) o nível de água subterrânea e os caudais descarregados são suficientes garantir que as massas de água de superfície e os ecossistemas terrestres dependentes das águas subterrâneas cumprem os respetivos objetivos ambientais e, (iii) eventuais alterações na direção do escoamento subterrâneo em consequência de variações de nível não implicam o ocorrência de intrusão salina ou outra intrusão.

Como referido anteriormente, a monitorização do estado quantitativo das massas de água subterrânea é uma das exigências colocadas pela Diretiva-Quadro da Água, A publicação da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que transpõe para o direito interno a DQA, observou todas as questões relacionadas com a monitorização das águas subterrâneas decorrentes do instrumento legal originário.

A transposição da Diretiva-Quadro da Água foi complementada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, relativo a um conjunto de normas eminentemente técnicas e de carácter transitório, dando seguimento ao regime fixado na Lei da Água. Este Decreto-Lei dispõe sobre a monitorização das águas subterrâneas no Anexo VII do respetivo art. 4º, considerando quer as redes destinadas à observação do estado quantitativo, quer do estado qualitativo

A monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas assenta na definição de uma rede de monitorização de níveis freáticos dos aquíferos, que deve ser desenhada de forma a cumulativamente permitir obter dados que consubstanciem a avaliação do estado quantitativo das massas ou grupos de massas de água subterrâneas, bem como possibilitem a avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis. Assim, a monitorização do estado quantitativo, encontra-se regulamentada no âmbito da Portaria n.º 1115/2009, de 29 de setembro, que seu artigo 8.º estabelece a

necessidade de analisar a evolução espaço-temporal dos níveis piezométricos em cada massa de água subterrânea. A análise temporal deve contemplar a projeção de hidrogramas e da formulação de uma análise de tendências, enquanto por seu turno a análise espacial pressupõe a projeção das superfícies piezométricas observadas nos meses de março e setembro, permitindo determinar a direção do escoamento subterrâneo.

O número de pontos de medição dos níveis e a frequência dos registos devem atender às variações da recarga aquífera a curto e a longo prazos e, ainda, no caso particular das massas de água subterrâneas em risco de não atingirem os objetivos ambientais especificados designados na Lei da Água (Decreto-Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro), assegurar, respetivamente, uma densidade e um número de medidas suficientes para avaliar o impacto das captações e descargas no nível freático dos aquíferos.

Para a avaliação da rede de monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas concorre o disposto nos seguintes documentos:

- Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Documento-Guia n.º 7, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2003);
- Documento-Guia n.º 15, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

Com base na informação existente constata-se a inexistência de uma rede de monitorização do estado quantitativo das massas de água subterrânea delimitadas RH9. Esta lacuna, já identificada no âmbito do Plano Regional da Água (Decreto Legislativo Regional 19/2003/A, de 23 de abril), assim como nos anteriores ciclos de planeamento da Região Hidrográfica deve ser corrigida no próximo período de vigência do Plano de Gestão da Região Hidrográfica, na medida que, entre outras vantagens, proporciona informação de base para a determinação do estado das massas de água. Salienta-se, no entanto, que a DROTRH desenvolveu já os estudos técnicos tendentes à definição da geometria da respetiva rede, prevendo-se para o lançamento do respetivo procedimento concursal a curto prazo.

Para este efeito, a administração de Região Hidrográfica promoveu já os devidos estudos técnicos de definição da geometria da rede de monitorização a dotar no decurso da implementação do Plano 2022 – 2027. Neste estudo, e como a DQA, e a Lei da Água identificam o nível das águas subterrâneas como a métrica para determinar o estado quantitativo, a primeira tarefa para a elaboração da proposta de rede de monitorização consistiu no inventário no terreno de todos os furos de captação licenciados na Região Hidrográfica dos Açores, incluindo a averiguação da existência das condições técnicas necessárias à monitorização do nível de água freático/piezométrico, assim como da análise dos respetivos relatórios de execução para averiguação das características hidrogeológicas (Cruz *et al.*, 2018a, 2018b; 2019). Posteriormente, a rede foi projetada considerando quer os pontos de água já existentes e passíveis de utilização, identificados mediante a tarefa acima referida, quer considerando a necessidade de projetar a execução de piezómetros.

A densidade de pontos de monitorização foi definida em função da variabilidade do sistema de escoamento, e das pressões quantitativas existentes. A frequência de monitorização mais apropriada foi igualmente proposta, dependendo do modelo conceptual de cada massa de água subterrânea, e de forma a poder detetar variações de nível de água a curto e a longo prazo dentro da massa de água subterrânea.

Por último, refira-se que não obstante a ênfase dada à medição de níveis de água, foi ainda considerado, em alternativa ou em complemento, o recurso a outros parâmetros, como sejam o caudal de nascentes ou o escoamento de base determinado em hidrogramas de escoamento superficial (CEC, 2003). Esta consideração é importante, pelo menos nalgumas das massas de água das ilhas em estudo, e adicionalmente permitirão definir redes de monitorização em que a razão custo/benefício seja mais vantajosa.

4.1.2.4 | Monitorização do estado químico das águas subterrâneas

Na sequência da implementação do Plano Regional da Água, a Secretaria Regional do Ambiente, atualmente designada por SRAAC, desenvolveu, a partir de 2003, uma rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas. Face aos condicionalismos operacionais decorrentes do esforço financeiro associado a esta tarefa, aliado à escassez de recursos humanos vocacionados para esta área nos Açores, foi tomada a opção de desenvolver o projeto por fases, escalonando ao longo do tempo as amostragens a efetuar nas diversas ilhas que compõem a RH9. Desta forma, só a partir de 2007 foi possível universalizar a rede de monitorização de vigilância a todas as ilhas do arquipélago dos Açores (Figura 4.1.1).

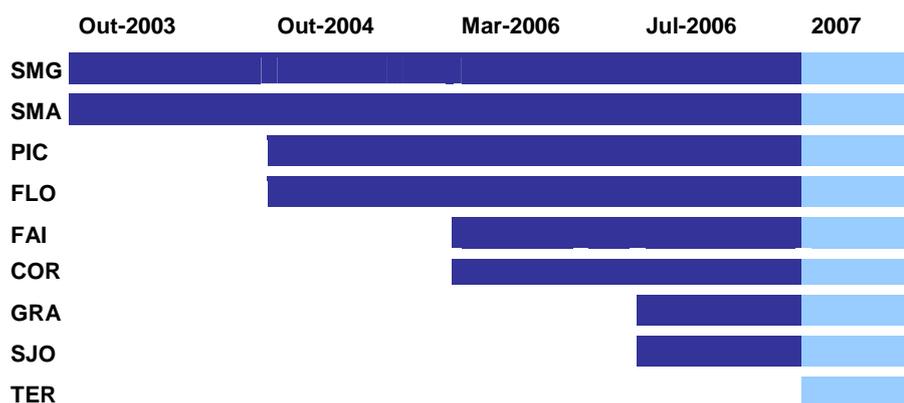


Figura 4.1.1 | Evolução faseada da rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas na RH9.

Os critérios subjacentes à definição da rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas na RH9 encontram-se descritos em Cymbron *et al.* (2005), e visavam genericamente a racionalização no que concerne à representatividade dos meios hídricos e a otimização em termos técnico-económicos. Alguns trabalhos técnico-científicos entretanto publicados contribuem com informação adicional quanto a esta matéria (Cymbron *et al.*, 2006; Cruz *et al.*, 2007a, 2007b, 2010). A ausência de redes pré-existentes determinou a adoção de critérios simplificados, e adequados à informação compilada ao nível do PRA, para o que foram considerados os seguintes critérios na seleção dos pontos de água subterrâneos constituintes da rede de observação:

- Caudal;
- Pressões sobre as massas de água;
- Distribuição geográfica.

A partir de 2009, e na sequência dos resultados entretanto alcançados, a então SRAM passou a operar uma rede de monitorização de vigilância, o que obrigou à realização de alguns ajustes ao nível da seleção dos pontos de água. Neste contexto, e sempre que necessário, no presente relatório faz-se menção às designadas redes antigas e atual, para evidenciar as diferenças entre estes estádios de desenvolvimento da rede de monitorização. A rede mais antiga (< 2009) era composta por 99 pontos de água, dos quais 68 correspondiam a nascentes e 31 a furos de captação (Quadro 4.1.11). Por seu turno, a rede estabelecida em 2009 era composta por 100 pontos de água subterrânea, correspondendo a um aumento global de 1,01% relativamente à anterior, dos quais 69 são nascentes e 31 são furos.

No período de monitorização trienal 2010-2012 a rede de monitorização inicialmente considerada sofreu pequenos ajustes em 2011, resultando na adição de um furo à lista dos pontos de água monitorizados, a que se sucederam algumas alterações no âmbito da rede atualmente em vigor, que contempla no total 67 nascentes e 33 furos (Quadro 4.1.13).

A distribuição geográfica dos pontos de água subterrânea que compõem a rede de monitorização está representada posteriormente à escala de ilha, e será alvo de análise mais pormenorizada no item seguinte do presente relatório.

Quadro 4.1.13 | Composição das redes de monitorização antigas e atual para a observação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH9.

Ilha	Rede < 2009		Rede 2009		Rede 2011		Rede 2018	
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos
Santa Maria	7	5	7	6	7	5	7	5
São Miguel	21	4	24	5	24	5	24	5
Terceira	11	6	11	6	11	7	10	7
Faial	5	5	3	2	3	2	2	3
Pico	2	7	2	7	2	8	2	8
São Jorge	5	1	5	1	5	1	5	1
Graciosa	4	3	3	4	3	4	3	4
Flores	10	---	11	---	11	---	11	---
Corvo	3	---	3	---	3	---	3	---

4.1.2.4.2 | Localização dos pontos de água monitorizados

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

4.1.2.4.3 | Parâmetros e frequência de monitorização

Os parâmetros analisados nas redes antigas e atual de monitorização de vigilância do estado químico, assim como a periodicidade e as metodologias laboratoriais associadas, encontram-se listados no Quadro 4.1.14. No referido Quadro são, ainda, listados os parâmetros microbiológicos contemplados nos programas de monitorização, independentemente do facto de não concorrerem para a análise do estado químico das massas de água.

A periodicidade de determinação dos diversos parâmetros é, na generalidade, semestral, de forma a adaptar as colheitas de acordo com as estações de águas baixas e altas.

Os métodos analíticos utilizados são adequados e vão de encontro ao disposto na legislação. Com efeito, para os doseamentos analíticos efetuados utilizaram-se métodos de referência nacionais e internacionais, que incluíram, na

área da microbiologia, a técnica de filtração por membrana. No domínio da físico-química, usaram-se técnicas como a volumetria, gravimetria, eletrometria, turbidimetria, espectrofotometria de absorção molecular (com deteção no visível, no ultravioleta e no infravermelhos), assim como espectrometria de absorção atómica, usando chama, forno de grafite e gerador de hidretos, e cromatografia gasosa.

A qualidade dos resultados obtidos, aferida a partir dos erros de balanço (EB) calculados para as análises em que os elementos maiores são todos fornecidos (Na; Mg; Ca; K; HCO₃; SO₄; Cl), é, em geral, boa, tomando como referência que os valores devem estar incluídos no intervalo [-5%, +5%].

Quadro 4.1.14 | Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados às redes antigas e atual de monitorização de vigilância do estado químico.

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
Temperatura	S	S	Termometria
pH	S	S	Potenciometria
Condutividade Elétrica	S	S	Condutivimetria
Oxigénio dissolvido	S	S	Volumetria
Azoto amoniacal	S	S	EAM
Nitratos	S	S	Cl
Nitritos	S	S	Cl
Cloretos	A	S	Cl
Cálcio	S	S	EAA
Magnésio	S	S	EAA
Sódio	S	S	EAA
Potássio	S	S	EAA
Bicarbonato	S	S	Volumetria
Sílica	S	S	VIS
Sulfato	S	S	Cl
Fosfatos	S	S	VIS
Alumínio	S	S	EAA
Ferro	S	S	EAA
Cobre	S	S	EAA
Cádmio	S	S	EAA
Mercúrio	S	S	EAA
Manganês	S	S	EAA
Chumbo	S	S	EAA
Arsénio	S	S	EAA
Zinco	S	S	EAA

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
Crómio	S	S	EAA
Selénio	S	S	EAA
Tricloroetileno	S	S	CG-ECD
Tetracloroetileno	S	S	CG-ECD
Hidrocarbonetos totais	S	S	EAM
MCPA	S	----	HPLC/MS-MS
S- Metolacoloro	S	----	HPLC/MS-MS
Glifosato	S	S	HPLC/MS-MS
Linurão	S	S	HPLC/MS-MS
Bentazona	S	S	HPLC/MS-MS
Terbutilazina	S	S	HPLC/MS-MS
Tricoplir	S	S	HPLC/MS-MS
Desetilterbutilazina	S	S	HPLC/MS-MS
Coliformes totais	S	S	Colilert
Coliformes fecais	S	S	Colilert
Esterococos (Estreptococos fecais)	A	A	Enterolert

Como a monitorização dos parâmetros químicos visa a determinação do estado químico das massas ou grupos de águas subterrâneas, os programas adotados devem circunscrever-se, no mínimo, às exigências impostas por este objetivo. Neste contexto, as massas ou grupos de águas subterrâneas estão em Bom estado químico quando se verificam as seguintes condições:

- Conformidade dos resultados da monitorização com as condições definidas no ponto 2.3.2 do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Conformidade dos resultados da monitorização com as normas de qualidade (Anexo I do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro), que retoma genericamente o ponto anterior, e com os limiares estabelecidos;
- Se mesmo que se verificar a não conformidade com uma norma de qualidade ou um limiar, a investigação desenvolvida em seguida demonstrar que: (1) não há risco ambiental significativo e, (2) não são violadas as outras condições definidas no ponto 2.3.2. do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.

De acordo com o disposto no n.º 2.3. do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, para avaliar o estado químico das massas de água subterrâneas concorrem as normas de qualidade definidas na tabela 2.3.2 da secção II do anexo V do referido instrumento legislativo (Quadro 4.1.15).

Quadro 4.1.15 | Normas de qualidade aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.

Poluente	Valor
Nitratos	50 mg NO ₃ /L
Substâncias ativas de pesticidas, incluindo os respetivos metabolitos e produtos de degradação e reação	0,1 µg/L 0,5 µg/L (total)

Por seu turno, a Parte B do Anexo I do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, dispõe que para a avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas devem ser considerados um conjunto de poluentes, listados no Quadro 4.1.16.

Quadro 4.1.16 | Lista de poluentes inerentes à determinação do estado químico das massas de água subterrâneas de acordo com o Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro.

Tipologia	Poluente
Substâncias ou iões, ou indicadores, de origem natural ou resultantes de atividades humanas	Cloreto Sulfato Azoto amoniacal Cádmio Chumbo Arsénio Mercúrio
Substâncias sintéticas artificiais	Tricloroetileno Tetracloroetileno
Parâmetro indicativo de intrusões salinas ou outras	Condutividade elétrica

Do cruzamento da informação constante dos quadros anteriores verifica-se que a rede de monitorização de vigilância da qualidade da água abrange os parâmetros requeridos pela legislação em vigor.

4.1.2.4.4 | Avaliação da representatividade e adequabilidade dos programas de monitorização

4.1.2.4.4.1 | Avaliação da representatividade dos programas de monitorização

Para efeitos de análise da representatividade da rede de monitorização do estado químico, foi calculado o Índice de Representatividade (IR) associado a cada uma das massas de água subterrâneas com rede estabelecida, como proposto no Documento-Guia da Comissão Europeia e em investigação paralela (Grath *et al.*, 2001; CEC, 2009). Para efeitos comparativos, e de forma a avaliar o progresso obtido, o IR foi calculado quer para a rede 2009, quer para a rede 2011.

O IR é uma medida da homogeneidade da rede de monitorização de uma dada massa de água, e deve ser salvaguardado, como um pré-requisito estatístico, para que a agregação dos dados obtidos seja passível de ser efetuada com recurso à média aritmética. Para o seu cálculo, procede-se à determinação da menor distância média

entre os vários pontos de água e os que lhes ficam mais próximos, expressando este valor em função da percentagem da menor distância média para uma rede ótima por intermédio da expressão matemática seguinte:

$$IR = \frac{37,7}{Dist_{med} \sqrt{\frac{k}{A}}} (\%)$$

Em que:

- Dismed, menor distância média entre o ponto de água e os que lhes ficam mais próximos;
- K, número de pontos de água que integram a rede de monitorização;
- A, área da massa de água.

No caso das massas de água em que o número de pontos de água monitorizados é reduzido, e cumulativamente a dimensão máxima da massa de água ao quadrado (Ext) é maior que o produto entre a área e o número de pontos, deve usar-se uma expressão numérica diversa, dada por:

$$IR = \frac{25 \sqrt{\left(\frac{A}{Ext}\right)^2 + \left(\frac{Ext}{k}\right)^2}}{Dist_{med}} (\%)$$

Quando a rede de monitorização apresenta uma geometria triangular ideal o valor de IR é igual a 100%, decrescendo o valor do Índice à medida que a homogeneidade da rede é menor. Para efeitos de caracterização da rede, considera-se que o valor de IR deve ser igual ou superior a 80%, limiar em que a menor distância média é 25% superior à de uma rede com geometria ideal.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

4.1.2.4.4.2 | Avaliação da adequabilidade dos programas de monitorização

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

4.1.2.5 | Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas

4.1.2.5.1 | Enquadramento

A DQA, transposta pela Lei da Água, define as zonas protegidas como as áreas que, face às suas especificidades, exigem proteção especial ao abrigo da legislação comunitária no que respeita à proteção das águas de superfície e subterrâneas ou à conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água.

A Lei da Água dispõe que, da mesma forma que a DQA, para as zonas protegidas as ações de monitorização dos estados químico e quantitativo devem ser complementados pelas especificações constantes de legislação no âmbito da qual tenha sido criada cada uma dessas zonas. Esta especificidade visa assegurar o cumprimento dos objetivos estabelecidos para as zonas protegidas, em especial aqueles que justificaram a criação das mesmas.

De acordo com a mesma legislação são consideradas como zonas protegidas as seguintes:

- As zonas designadas por normativo próprio para a captação de água destinada ao consumo humano ou a proteção de espécies aquáticas de interesse económico;
- As massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas designadas como zonas balneares;
- As zonas sensíveis em termos de nutrientes, incluindo as zonas vulneráveis e as zonas designadas como zonas sensíveis;
- As zonas designadas para a proteção de habitats e da fauna e da flora selvagens e a conservação das aves selvagens em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água seja um dos fatores importantes para a sua conservação, incluindo os sítios relevantes da rede Natura 2000;
- As zonas de infiltração máxima.

Como referido no ponto 3.3.2. do presente relatório, importa restringir a análise das zonas protegidas que realmente podem ter implicações diretas com as massas de água subterrâneas, nomeadamente:

- As zonas designadas por normativo próprio para a captação de água destinada ao consumo humano;
- As zonas de infiltração máxima.

4.1.2.5.2 | Caracterização das redes de monitorização

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

5 | Avaliação do Estado das Massas de Água

5.1 | Sistemas de classificação e avaliação do estado das massas de água

5.1.1 | Águas superficiais

5.1.1.1 | Metodologia geral

A Diretiva Quadro da Água (Parlamento & União Europeia, 2000) estabeleceu um quadro de ação comunitária no domínio da política da água. Esta diretiva impõe a classificação e monitorização do "estado ecológico" das massas de água, definido com base em parâmetros biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos. A determinação dos elementos biológicos envolve entre outros, a análise da flora e fauna aquática, bem como a sua abundância. Na região hidrográfica dos Açores, todos os elementos biológicos de qualidade, com exceção para a fauna piscícola, são monitorizados. A Diretiva Quadro da Água (DQA) considera a fauna piscícola como elemento biológico de qualidade para a avaliação do estado ecológico das massas de água interiores de superfície (Parlamento & União Europeia 2000). O valor deste elemento biológico como indicador de qualidade é reconhecido há muito tempo pela comunidade científica (e.g. Caussé *et al.* 2011), pelo que é largamente utilizado em programas de monitorização de rotina em diversos países europeus e americanos (Meador & Goldstein 2003; Argillier *et al.* 2012; Lyche-Solheim *et al.* 2013). Apesar disso, a monitorização das comunidades piscícolas nas massas de água interiores dos Açores nunca foi implementada por diversos fatores. Por um lado, todos os peixes de água doce, com exceção para a enguia (*Anguilla anguilla*), são espécies exóticas que foram sucessivamente introduzidas pelo homem desde os finais do séc. XVIII não representando, por isso, as condições pristina dos ecossistemas (Gonçalves *et al.*, 2006b; Gonçalves *et al.* 2008b).

Embora a condição de referência na maioria dos ecossistemas aquáticos interiores dos Açores seja a ausência de peixes, vários trabalhos sugerem que a sua introdução causou impactes extremamente negativos na qualidade destes ecossistemas, provocando alterações que variam com a composição e abundância da comunidade (Skov *et al.* 2010; Buchaca *et al.* 2011). Neste sentido deverão ser aferidos os eventuais impactes que possam decorrer da comunidade piscícola introduzida.

Para efeitos de avaliação do estado ecológico das massas de água superficiais foram utilizados os resultados da rede de monitorização nos anos de 2016, 2017 e 2018. Para a avaliação final dos estados das massas de água no âmbito do presente plano, considerar-se-á o valor médio de cada um dos elementos de qualidade no triénio 2016-2018. Desta forma é minimizado o impacto das variações interanuais destes ecossistemas que não representam alterações da sua qualidade sobre o estado dos mesmos. A seleção dos elementos de qualidade para a avaliação do estado ecológico e a determinação das fronteiras entre as classes de qualidade teve por base estudos prévios. Para o efeito, foi efetuado um levantamento da informação mais relevante referente aos ecossistemas interiores de superfície incluída em diversas publicações, nomeadamente INOVA (1996; 1999; 2007), Porteiro (2000), Gonçalves *et al.* (2006a,b; 2007; 2008b) e

Gonçalves (2008), bem como a sua sistematização, dando-se prioridade aos elementos de suporte à avaliação da qualidade hidromorfológica, físico-química e biológica das lagoas.

Como foi referido, a DQA constitui um quadro geral para a avaliação da qualidade, proteção, melhoria e recuperação das massas de água, mas não define em concreto os critérios a adotar por cada estado-membro nessa avaliação. Em Portugal, de acordo com o disposto no número 5 do artigo 46.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, os critérios para a classificação do Estado Ecológico das águas de superfície devem ser definidos em normas a aprovar. Para o cumprimento desta determinação legal, o Instituto Nacional da Água (INAG), em conformidade com os requisitos da DQA, integrou a 1ª fase do Exercício de Intercalibração Comunitário tendo daí resultado os “Critérios Para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – rios e albufeiras” (INAG, 2009). Nesse documento é proposto o sistema de classificação do Estado das massas de água com base no seu Estado Ecológico e Estado Químico e são apresentados os critérios para a classificação do Estado das massas de água da categoria rios e diretrizes para a classificação do Estado de massas de água fortemente modificadas – albufeiras.

A Região Hidrográfica Açores não integrou o Exercício de Intercalibração, pois não tinha meios hídricos comparáveis com os dos restantes Estados Membro, e não foram, assim, definidos formalmente os critérios para a classificação do Estado das suas massas de água. Para além disso, não podem ser adotados os critérios do então INAG (2009) por estes também não incluírem os tipos de massas de água de superfície existentes na Região Hidrográfica Açores. Face a estas limitações optou-se por efetuar uma classificação tendo por base os estudos científicos desenvolvidos recentemente nos Açores (Gonçalves *et al.*, 2006b; Gonçalves *et al.*, 2007; Gonçalves, 2008). Apesar de não poderem ser aplicados os critérios de avaliação definidos pelo INAG às lagoas e ribeiras dos Açores, nomeadamente os que dizem respeito aos elementos biológicos utilizados na avaliação do estado ecológico e aos valores de fronteira entre as classes de estado para cada um desses elementos, adotar-se-á o sistema global de classificação aí proposto, que está em conformidade com o Anexo V da DQA e as orientações dos grupos de trabalho de implementação dessa diretiva (WFD-CIS, 2003a; 2003b; 2005)

O Estado de uma massa de água de superfície é definido em função dos seus estados Ecológico (Figura 5.1.1) e Químico (Figura 5.1.2), considerando-se, de acordo com o princípio do *one out – all out*, o pior dos dois Estados (Figura 5.1.3). Portanto, para alcançar o objetivo do Bom Estado a DQA requer que as massas de água de superfície atinjam pelo menos o Bom Estado Ecológico e o Bom Estado Químico.

Embora não faça parte do sistema de classificação do estado das massas de água, a concentração de cianotoxinas nas massas de água superficiais da categoria lagoas é um indicador importante do estado deste tipo de massas de água, particularmente quando um dos principais problemas que as afeta é a eutrofização. Nesta situação, aliada às alterações climáticas presentes e futuras, a proliferação de cianobactérias e a produção de cianotoxinas surgem como uma realidade em crescimento (Paul, 2008; Huisman *et al.* 2018; Mantzouki *et al.* 2018) que se prevê ainda mais intensa em ilhas oceânicas como Açores (Cordeiro *et al.*, 2020). Ciente deste problema, a RH9 implementou uma rede de monitorização operacional, entre 2015 e 2018, para avaliar a concentração de microcistinas nas lagoas (ver capítulo dedicado às redes de monitorização). Com base nestes indicadores foi determinado o estado toxicológico das lagoas designadas como vulneráveis e nas lagoas do Fogo e Canário.

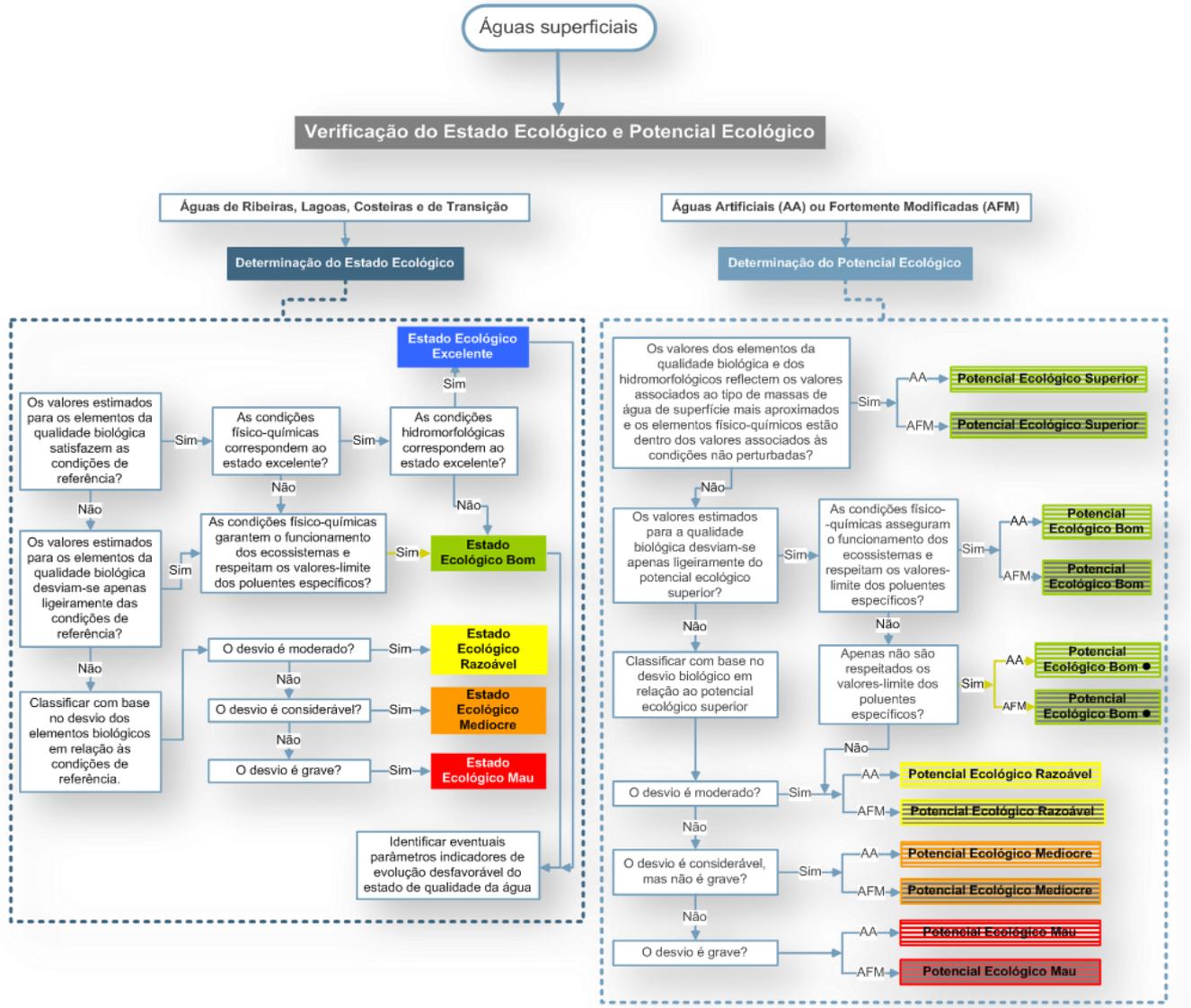


Figura 5.1.1 | Verificação do estado ecológico das massas de água superficiais (adaptado de INAG, 2009).

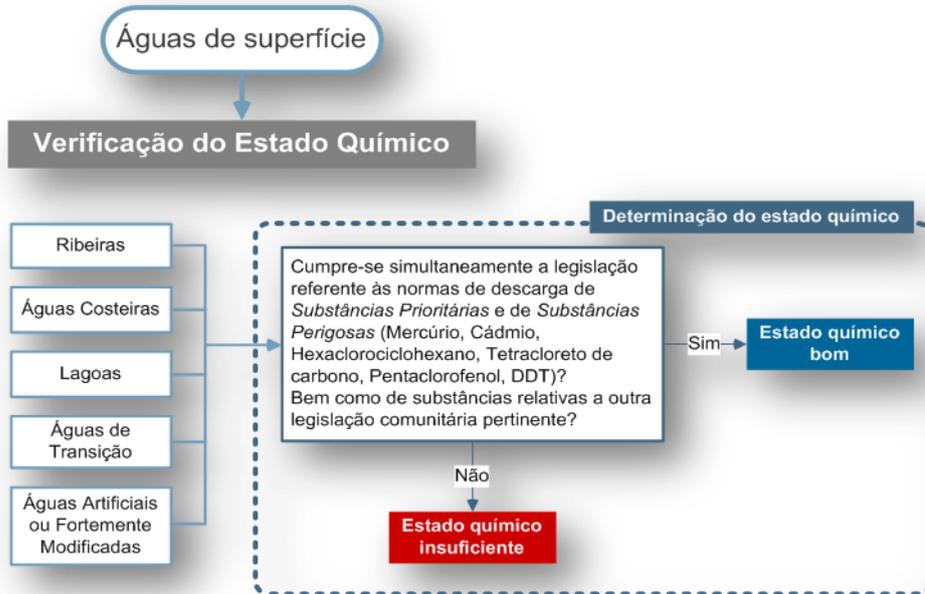


Figura 5.1.2 | Verificação do estado químico das massas de água superficiais (adaptado de INAG, 2009).



Figura 5.1.3 | Esquema conceptual do sistema de classificação no âmbito da Diretiva-Quadro da Água/Lei da Água (adaptado de INAG, 2009).

De referir que uma vez que não existem massas de água artificiais ou fortemente modificadas para nenhuma das categorias de massas de água superficiais da RAA, a análise do potencial ecológico não será considerada na presente avaliação de estado das massas de água superficiais.

5.1.1.2 | Estado ecológico

5.1.1.2.1 | Ribeiras

O Estado Ecológico é a expressão da qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície. A sua classificação é feita com base no desvio relativamente às condições das massas de água do mesmo tipo, em condições consideradas de referência. O Estado Ecológico de referência é, dentro de cada tipo de massa de água, o estado que corresponde à ausência de pressões antropogénicas significativas e sem que se façam sentir os efeitos da industrialização, urbanização ou intensificação da agricultura, podendo ocorrer apenas pequenas alterações nas condições físico-químicas, hidromorfológicas e biológicas.

No âmbito da DQA, a avaliação do estado ecológico é efetuada no sentido da preservação da integridade dos ecossistemas e das suas comunidades biológicas. Para tal, devem ser utilizados elementos indicadores da qualidade biológica dos ecossistemas e elementos de qualidade ambiental necessários ao suporte adequado das comunidades biológicas.

Relativamente aos rios, a DQA identifica como elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico os indicados no Quadro 5.1.1.

Quadro 5.1.1 | Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de rios de acordo com a DQA

Tipo		Elementos de qualidade
Biológicos		Composição e abundância da flora aquática
		Composição e abundância dos invertebrados bentónicos
		Composição, abundância e estrutura etária da fauna piscícola
Físico-químicos	Elementos gerais	Condições térmicas
		Condições de oxigenação
		Salinidade
		Estado de acidificação
		Condições relativas aos nutrientes
	Poluentes específicos	Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água
Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas na massa de água		
Hidromorfológicos	Regime hidrológico	Caudais e condições de escoamento
		Ligação a massas de água subterrâneas
	Condições morfológicas	Variação da profundidade e largura do rio
		Estrutura e substrato do leito do rio
		Estrutura da zona ripícola

No que se refere aos elementos biológicos, aqueles que poderiam ser utilizados na classificação do estado ecológico das ribeiras da Região Hidrográfica Açores são o fitoplâncton, o fitobentos e os macrófitos (outra flora aquática) e os invertebrados bentónicos pois, como já foi afirmado anteriormente, não é efetuada monitorização da fauna piscícola. Contudo, em relação às ribeiras dos Açores, apenas existem estudos consistentes relativamente ao fitobentos

(diatomáceas) e aos invertebrados bentónicos (e.g. Gonçalves *et al.*, 2006b; Gonçalves *et al.*, 2007; Gonçalves, 2008). Ambos os componentes são sensíveis às alterações na qualidade dos ecossistemas, mas as métricas que melhor se adaptam às ribeiras do arquipélago são as relacionadas com os fitobentos (Gonçalves *et al.*, 2006b; Gonçalves *et al.*, 2007; Gonçalves, 2008), uma vez que as métricas utilizadas para a componente invertebrados bentónicos foram desenvolvidas para grandes rios continentais e a sua aplicabilidade na região é limitada (Gonçalves *et al.*, 2008a; Raposeiro & Costa, 2009). Gonçalves *et al.*, (2008a) e Raposeiro & Costa (2009) realçam o facto de ser necessário o desenvolvimento de novas métricas que respondam aos gradientes de qualidade que existem na região. Os mesmos autores verificaram que os índices para fitobentos (IPS; IBD) são mais sensíveis na resposta à contaminação orgânica, enquanto os índices aplicados para os macroinvertebrados dão uma melhor resposta em relação à contaminação por metais pesados. Face a estes resultados bem como ao gradiente altitudinal natural detetado nesta categoria de massas de água, a rede de monitorização está a ser ajustada para melhor responder às exigências da DQA.

A DQA considera para o elemento de qualidade fitobentos, a composição e a abundância. As métricas para avaliar a qualidade ecológica devem basear-se, portanto, nestes dois parâmetros. Os índices bióticos constituem-se, para este efeito, como ferramentas muito úteis pois assentam na sensibilidade das espécies (composição específica) e na sua abundância. Os estudos desenvolvidos (Gonçalves *et al.*, 2008a; 2008b) mostraram que o Índice de Poluossensibilidade Específica (IPS; Cemagreff, 1982) é aquele que melhor traduz a qualidade do ecossistema e que melhor responde às pressões ambientais existentes.

Tendo em consideração estes resultados, adotou-se o IPS para a avaliação dos elementos de qualidade biológica (componente fitobentos) necessária à determinação do estado ecológico. Refira-se que, este mesmo índice irá ser utilizado para a determinação do estado ecológico da maioria dos tipos de rios de Portugal Continental (INAG, 2009).

Relativamente aos elementos de qualidade físico-química, a DQA estabelece duas categorias: os elementos gerais e os poluentes específicos. No que se refere aos poluentes específicos, nomeadamente às substâncias prioritárias listadas no Anexo X do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, e cujas normas de qualidade ambiental (NQA) são definidas na Diretiva 2008/105/CE, e aos outros poluentes específicos (INAG 2009 – anexo B), não existem dados sobre a presença e concentração da maioria deles nas águas das ribeiras dos Açores. Os poucos poluentes específicos que foram pesquisados (e.g. arsénio, crómio, zinco, cobre, mercúrio e chumbo) possuem valores de concentração em todas as ribeiras inferiores às Normas de Qualidade para este tipo de ecossistemas (Diretiva 2008/105/CE; INAG, 2009). Como tal, estes elementos de qualidade físico-química não foram considerados na classificação do estado ecológico das ribeiras dos Açores.

Em relação aos elementos gerais da qualidade físico-química, utilizaram-se os elementos indicados pelo INAG (2009), adaptando-se os valores de referência para os sistemas insulares através da metodologia definida pelo CIS WFD (2003a; 2003b; 2005). Estes elementos, nomeadamente pH, concentração de oxigénio dissolvido, carência bioquímica de oxigénio (CBO5), azoto amoniacal, nitratos e fósforo total.

Os elementos de qualidade hidromorfológica propostos pela DQA estão relacionados com o regime hidrológico e as condições morfológicas das ribeiras (Quadro 5.1.1). Relativamente às ribeiras dos Açores, não existem dados consistentes e sistematizados sobre os componentes desses elementos que poderiam ser utilizados na avaliação da qualidade hidromorfológica (INAG, 2009).

Quanto aos elementos hidromorfológicos, apesar de não se observarem pressões hidromorfológicas significativas, irá ser feito um esforço na implementação de um sistema de avaliação da qualidade hidromorfológica do tipo RHS para rios e LHS para lagos durante a vigência do 3º ciclo.

Os critérios de classificação do Estado Ecológico, expressos na relação entre os diferentes elementos de qualidade biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos segundo as definições normativas do Anexo V, item 1.2 da DQA, encontram-se representados na Figura 5.1.1.

Uma vez ponderados os elementos de qualidade, o Estado Ecológico é expresso numa das seguintes classes: Excelente, Bom, Razoável, Mediocre e Mau. Para efeitos de comunicação gráfica, a estas classes correspondem respetivamente as cores azul, verde, amarelo, laranja e vermelho (item 1.4.2. do Anexo V da DQA).

5.1.1.2.1.2 | Elementos Biológicos de Qualidade

De acordo com a DQA as condições de referência (que correspondem simultaneamente ao estado ecológico excelente) devem ser definidas com base em elementos hidromorfológicos, físico-químicos e biológicos. Utilizando os elementos de qualidade selecionados e tendo por base os dados existentes para as ribeiras de referência determinaram-se as condições de referência e os valores de fronteira entre as diversas classes de estado ecológico para o elemento de qualidade biológica e para os elementos de qualidade físico-química. As fronteiras entre estados de qualidade biológica foram calculadas em rácios de qualidade ecológica (RQE), de acordo com o definido na DQA, dividindo o valor da métrica em cada classe de estado pelo valor da métrica no estado de referência. Para o cálculo das fronteiras entre os estados de qualidade definidos pelos fitobentos utilizou-se o percentil 95 da distribuição dos dados nos locais de referência para a fronteira Excelente/Bom (Figura 5.1.4). Os valores de referência calculados para o único tipo de ribeiras dos Açores e os valores das fronteiras entre as classes de qualidade, expressos em RQE, para o índice IPS para avaliação da qualidade recorrendo às Diatomáceas são apresentados no Quadro 5.1.2.

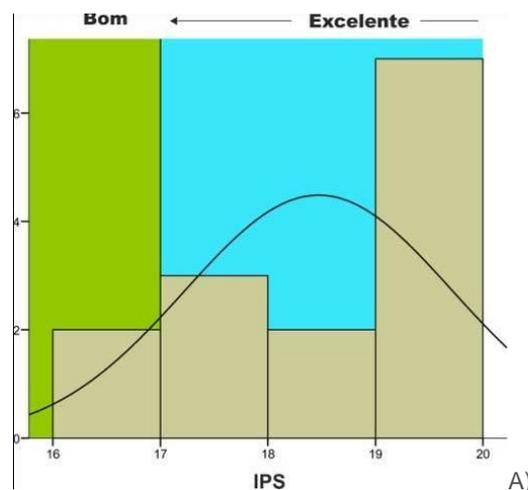


Figura 5.1.4 | Valor de referência para o índice adotado (IPS) para o tipo de ribeira B-R-C/P/S/P.

Salienta-se que, devido à ausência de um número adequado de locais nas ribeiras do tipo B-R-C/P/S/P, não foi possível definir o valor das fronteiras entre as classes de qualidade Razoável a Mau. Deste modo apresentamos as classes do Excelente, Bom e Razoável.

Quadro 5.1.2 | Valores de referência e fronteiras para o tipo de ribeira B-R-C/P/S/P

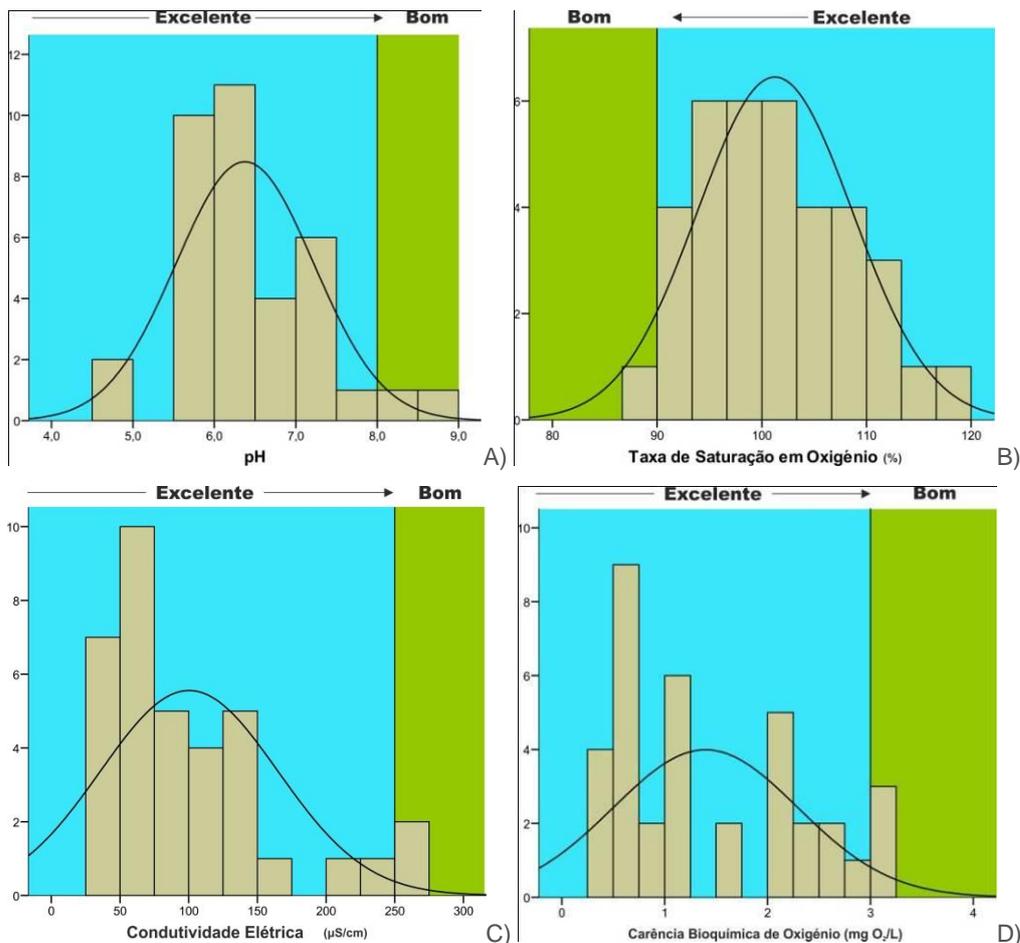
Tipo	Índice adotado	Valor de referência	Exc./Bom (RQE)	Bom/Raz. (RQE)
B-R-C/P/S/P	IPS	19	17 (0,89)	12 (0,63)

Legenda: Estados de qualidade: Exc.- Excelente; Raz.- Razoável. RQE- Rácio de Qualidade Ecológica.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1, 2 e 8.

5.1.1.2.1.1 | Elementos Físico-químicos de Qualidade

Para o cálculo das fronteiras entre os estados de qualidade baseada nos elementos físico-químicos atrás referidos, utilizou-se o percentil 95 da distribuição dos dados nos locais de referência para a fronteira Excelente/Bom (Figura 5.1.5). Para a fronteira entre o Bom e Razoável é importante garantir as condições mínimas para a sobrevivência das comunidades biológicas sendo os limites estabelecidos com base em bibliografia especializada, nomeadamente nos critérios definidos para o território nacional (INAG 2009).



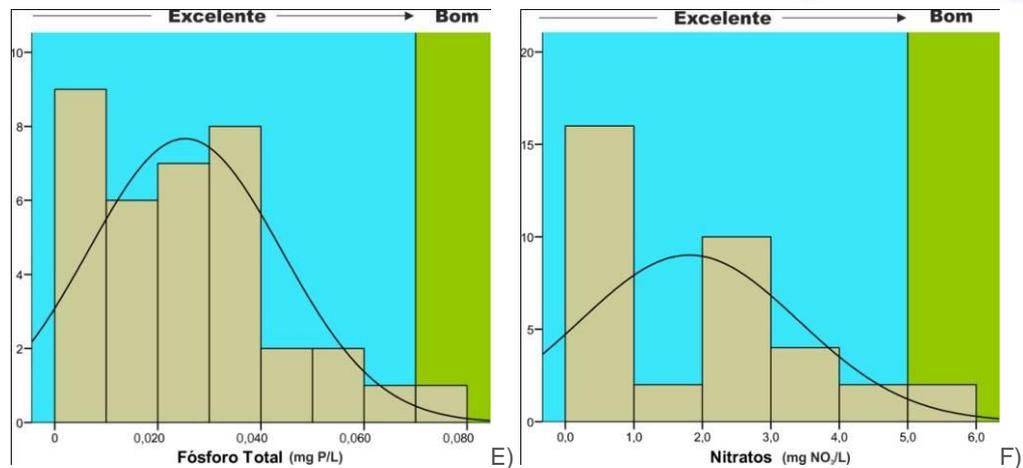


Figura 5.1.5 | Valores de referência para os elementos físico-químicos calculados para o tipo de ribeira B-R-C/P/S/P. A) pH; B) Taxa de Saturação em Oxigénio; C) Condutividade elétrica; D) Carência Bioquímica de Oxigénio; E) Fósforo total e F) Nitratos.

Os valores de referência calculados para as ribeiras do tipo B-R-C/P/S/P e os valores das fronteiras entre as classes de qualidade com base nos elementos físico-químicos são apresentados no Quadro 5.1.3.

Quadro 5.1.3 | Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para o único tipo de rios considerado na Região Hidrográfica Açores

Tipo	Elemento de qualidade	Valor de referência	Exc./Bom	Bom/Raz.
B-R-C/P/S/P	pH	6,2	<8	<9
	Oxigénio dissolvido (%)	101	>90	>80 a 90
	Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	77	>250	>400
	Carência Bioquímica de Oxigénio ($\text{mg O}_2/\text{L}$)	1,1	>3	>6
	Fósforo Total ($\text{mg P}/\text{L}$)	0,022	>0,070	>0,100
	Nitratos ($\text{mg NO}_3/\text{L}$)	2,1	>5	>15

Relativamente aos poluentes específicos, seguindo as orientações oficiais (INAG, 2009), apenas foram definidas duas classes de qualidade para este tipo de elementos: uma correspondente às classes Excelente e Bom (Exc&Bom) e outra correspondente à classe Razoável. A fronteira entre estas duas classes foi definida pela NQA-MA (baseada na concentração média anual), considerando-se que a massa de água tem um estado razoável se o valor da concentração média anual de qualquer dos poluentes específicos for superior à respetiva NQA (Quadro 5.1.4).

Quadro 5.1.4 | Valores fronteira entre as classes de estado ecológico com base nos poluentes específicos para o único tipo de rios considerado na Região Hidrográfica Açores

Tipo	Elemento de qualidade	NQA-MA*	Exc./Bom	Bom/Raz.
B-R-C/P/S/P	Arsénio ($\mu\text{g}/\text{L}$)	50	≤ 50	>50
	Bentazona ($\mu\text{g}/\text{L}$)	100	≤ 100	>100
	Cobre ($\mu\text{g}/\text{L}$)	100	≤ 100	>100
	Crómio ($\mu\text{g}/\text{L}$)	50	≤ 50	>50
	Linurão ($\mu\text{g}/\text{L}$)	1	≤ 1	>1

Tipo	Elemento de qualidade	NQA-MA*	Exc./Bom	Bom/Raz.
	MCPA (µg/L)	2	≤2	>2
	S-Metolacloro (µg/L)	0,14	≤0,14	>0,14
	Zinco (µg/L)	500	≤500	>500

*NQA-MA – Norma de qualidade ambiental baseada na média anual (INAG 2009)

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1, 2 e 8.

5.1.1.2.2 | Lagoas

De acordo com a DQA as condições de referência (que correspondem simultaneamente ao estado ecológico excelente) devem ser definidas com base em elementos hidromorfológicos, físico-químicos e biológicos. Utilizando os elementos de qualidade selecionados e tendo por base os dados existentes para as lagoas de referência determinaram-se as condições de referência e os valores de fronteira entre as diversas classes de estado ecológico para o elemento de qualidade biológica e para os elementos de qualidade físico-química. As fronteiras entre estados de qualidade biológica foram calculadas em rácios de qualidade ecológica (RQE), de acordo com o definido na DQA, dividindo o valor da métrica em cada classe de estado pelo valor da métrica no estado de referência.

Relativamente aos lagos, a DQA identifica como elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico os indicados no Quadro 5.1.5.

Quadro 5.1.5 | Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de lagos de acordo com a DQA

Tipo	Elementos de qualidade	
Biológicos		Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton
		Composição e abundância da restante flora aquática
		Composição e abundância dos invertebrados bentónicos
		Composição, abundância e estrutura etária da fauna piscícola
Físico-químicos	Elementos gerais	Transparência
		Condições térmicas
		Condições de oxigenação
		Salinidade
		Estado de acidificação
	Poluentes específicos	Condições relativas aos nutrientes
		Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água
Hidromorfológicos	Regime hidrológico	Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas na massa de água
		Caudais e condições de escoamento
		Tempo de residência
	Condições morfológicas	Ligação a massas de água subterrâneas
Variação da profundidade do lago		

Tipo	Elementos de qualidade
	Quantidade, estrutura e substrato do leito do lago
	Estrutura das margens do lago

Tal como acontece na categoria rios, apenas o fitoplâncton, o fitobentos e os macrófitos (outra flora aquática) e os invertebrados bentónicos poderão ser utilizados para a classificação do estado ecológico, pois não é efetuada monitorização da fauna piscícola. Embora tenha sido iniciado, recentemente, o estudo dos macrófitos das lagoas (Gonçalves *et al.*, 2009a; 2009b), apenas existem dados consistentes relativamente ao fitoplâncton, ao fitobentos (diatomáceas) e aos invertebrados bentónicos (e.g. INOVA, 1996, 1999; Gonçalves *et al.*, 2006a, 2008b; Gonçalves, 2008), e destes o fitoplâncton parece ser aquele que melhor responde às alterações na qualidade dos ecossistemas (Gonçalves *et al.*, 2006a; Gonçalves, 2008; Gonçalves *et al.*, 2008b).

A DQA considera para o elemento de qualidade fitoplâncton a composição, a abundância e a biomassa. Segundo Gonçalves (2008), estas três características do fitoplâncton estão significativamente correlacionadas com o grau de pressão exercida sobre os ecossistemas lênticos dos Açores, sendo, por isso, reveladoras da qualidade dos mesmos. Este autor propôs um índice multimétrico (P-IBI) baseado na composição, na abundância e na biomassa das comunidades fitoplanctónicas das lagoas dos Açores para a avaliação da qualidade ecológica (Quadro 5.1.6). Tendo em conta que este índice incorpora os três elementos de qualidade fitoplanctónica propostos pela DQA e a sua sensibilidade às alterações ambientais optou-se por utilizá-lo na classificação do estado ecológico das lagoas abrangidas por estes planos de gestão de recursos hídricos. No que diz respeito à métrica biomassa de cianobactérias, tendo-se verificado que algumas espécies deste grupo fitoplanctónico são comuns nos locais de referência e possuem uma distribuição ecológica alargada (Callieri & Stockner, 2000; Stockner *et al.*, 2000) propõe-se neste plano a sua exclusão no cálculo do índice de integridade fitoplanctónica. Assim, as pico-cianobactérias e outras cianobactérias não formadoras de *blooms* não foram consideradas no cálculo da biomassa de cianobactérias.

Quadro 5.1.6 | Critérios de pontuação de cada uma das métricas fitoplanctónicas (baseadas na média anual) para cálculo do índice fitoplanctónico de integridade biótica (P-IBI), diferenciados pelos dois tipos de lagoas (Gonçalves, 2008)

Tipos	Métricas	Critérios de pontuação das métricas			Unidades
		5	3	1	
B-L-M/MI-MP/S/P	Biomassa de cianobactérias	<0,01	0,01-0,1	>0,1	mg/L
	% de cianobactérias	<1	1-5	>5	%
	Biomassa de criptófitas	<0,1	0,1-0,2	>0,2	mg/L
	% de dinoflagelados	>10	1-10	<1	%
	Biomassa total do fitoplâncton	<1	1-5	>5	mg/L
	Clorofila a (superfície)	<3	3-10	>10	µg/L
B-L-M/MI/S/PP	Biomassa de cianobactérias	<0,01	0,01-0,1	>0,1	mg/L
	% de cianobactérias	<0,5	0,5-5	>5	%
	Biomassa de criptófitas	<0,1	0,1-0,2	>0,2	mg/L
	% de dinoflagelados	>10	1-10	<1	%
	Biomassa total do fitoplâncton	<2,5	2,5-10	>10	mg/L

Tipos	Métricas	Critérios de pontuação das métricas			Unidades
		5	3	1	
	Clorofila a (superfície)	<4	4-12	>12	µg/L

Relativamente aos elementos de qualidade físico-química, tal como na categoria rios, a DQA estabelece duas categorias: os elementos gerais e os poluentes específicos. No que se refere aos poluentes específicos, nomeadamente às substâncias prioritárias listadas no Anexo X do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, e cujas normas de qualidade ambiental (NQA) são definidas na Diretiva 2008/105/CE, e aos outros poluentes específicos (INAG 2009 – anexo B), não existem dados sobre a presença e concentração da maioria deles nas águas das lagoas dos Açores. Os poucos poluentes específicos que foram pesquisados (e.g. zinco, cádmio e mercúrio) possuem valores de concentração em todas as lagoas inferiores às Normas de Qualidade para este tipo de ecossistemas (Diretiva 2008/105/CE; INAG, 2009). Como tal, estes elementos de qualidade físico-química não foram considerados na classificação do estado ecológico das lagoas.

Em relação aos elementos gerais da qualidade físico-química, utilizaram-se os indicados por Gonçalves *et al.* (2006b), nomeadamente a transparência da água, a concentração de oxigénio dissolvido e as concentrações de azoto total e fósforo total. Estes quatro descritores enquadram-se nos elementos referidos na DQA como transparência, condições de oxigenação e condições relativas a nutrientes. Os restantes elementos gerais de características físico-químicas indicados na DQA (condições térmicas, salinidade e estado de acidificação) não foram considerados essenciais para a classificação do estado ecológico das lagoas dos Açores porque a sua variabilidade nestas lagoas resulta fundamentalmente do seu enquadramento natural e não de pressões ambientais (Gonçalves, 2008).

Os elementos de qualidade hidromorfológica propostos pela DQA estão relacionados com o regime hidrológico e as condições morfológicas das lagoas (Quadro 5.1.6). Relativamente às lagoas dos Açores, não existem dados consistentes e sistematizados sobre os componentes desses elementos que poderiam ser utilizados na avaliação da qualidade hidromorfológica (INAG 2009). Entre as lacunas nesta matéria destacam-se a ausência de caracterização batimétrica da maioria das lagoas consideradas referências, fundamental para a caracterização do seu regime hidrológico, e a ausência de dados de caracterização da estrutura das margens e do leito das lagoas. Face a estes constrangimentos optou-se por considerar, nesta fase, que todas as lagoas apresentam condições hidromorfológicas adequadas ao suporte da vida aquática.

Os critérios de classificação do Estado Ecológico, expressos na relação entre os diferentes elementos de qualidade biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos segundo as definições normativas do Anexo V, item 1.2 da DQA, encontram-se representados na Figura 5.1.1. Uma vez ponderados os elementos de qualidade, o Estado Ecológico é expresso numa das seguintes classes: Excelente, Bom, Razoável, Medíocre e Mau. Para efeitos de comunicação gráfica, a estas classes correspondem respetivamente as cores azul, verde, amarelo, laranja e vermelho (item 1.4.2. do Anexo V da DQA).

5.1.1.2.2.1 | Elementos Biológicos de Qualidade

As fronteiras entre estados de qualidade biológica foram calculadas em rácios de qualidade ecológica (RQE), de acordo com o definido na DQA, dividindo o valor da métrica em cada classe de estado pelo valor da métrica no estado de referência. Uma vez que na construção do índice já foram discriminados os valores das métricas que o incorporam em

função do tipo de lagoa (Quadro 5.1.7) os valores de referência e as fronteiras entre as classes de estado são idênticas para ambos tipos.

Quadro 5.1.7 | Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico (em RQE) com base no fitoplâncton para os tipos de lagos da Região Hidrográfica Açores

Tipo	Índice adotado	Valor de referência	Exc./Bom (RQE)	Bom/Raz. (RQE)	Raz./Med. (RQE)	Med./Mau (RQE)
B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP	P-IBI	4,7	4,4 (0,94)	3,5 (0,74)	2,5 (0,53)	1,5 (0,31)

Estados de qualidade: Exc.- Excelente; Raz.- Razoável; Med.- Medíocre
RQE- Rácio de Qualidade Ecológica

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 2, 6, 8 e 9.

5.1.1.2.2.2 | Elementos Físico-químicos de Qualidade

Para o cálculo das fronteiras entre os estados de qualidade definidos pelos elementos físico-químicos utilizou-se o percentil 95 da distribuição dos dados nos locais de referência para a fronteira Excelente/Bom (WFD-CIS, 2005) e os valores indicados pelo INAG (2009) ou valores periciais para a fronteira Bom/Razoável. No Quadro 5.1.8 encontram-se os valores de referência e as fronteiras entre as classes de estado químico para as tipologias B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP.

Quadro 5.1.8 | Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para os tipos de lagos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores

Tipo	Elemento de qualidade	Valor de referência	Exc./Bom	Bom/Raz.
B-L-M/MI-MP/S/P	Transparência (m)	3,1	<1,9	<1,0
	Oxigénio dissolvido (mg/L)	9,8	<8,8 ou >11,6	<5,0
	Azoto total (mg N/L)	0,20	>0,30	>0,8
	Fósforo total (mg P/L)	0,02	>0,04	>0,07
B-L-M/MI/S/PP	Transparência (m)	2,0	<0,95*Zmax	<0,5*Zmax
	Oxigénio dissolvido (mg/L)	10,3	<8,5 ou >11,0	<5,0
	Azoto total (mg N/L)	0,30	>0,50	>1,0
	Fósforo total (mg P/L)	0,017	>0,05	>0,07

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 2, 6, 8 e 9.

5.1.1.2.3 | Águas costeiras e de transição

A Diretiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000 introduz o conceito Estado Ecológico, que classifica o estado de uma massa de água relativamente às condições de referência. Deste modo a definição do estado de referência é fundamental, visto a partir da definição/estabelecimento das mesmas permite desenvolver os sistemas de classificação.

De acordo com a Diretiva n.º 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000 e Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março de 2006, anexo V, o Estado Ecológico é classificado tendo em consideração diversos aspetos que se apresentam no quadro seguinte (Quadro 5.1.9).

Quadro 5.1.9 | Elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e elementos físico-químicos a considerar

Tipo	Elementos Biológicos	Elementos Hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos	Elementos Químicos e Físico-químicos de suporte aos elementos biológicos
Águas de Transição	Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton;	Regime de marés;	Elementos gerais;
	Composição e abundância da restante flora aquática;	Direção das correntes dominantes;	Transparência;
	Composição e abundância dos invertebrados bentónicos;	Exposição às vagas;	Condições térmicas;
	Composição e abundância da fauna piscícola;	Condições morfológicas;	Condições de oxigenação;
		Variação da profundidade;	Salinidade;
		Estrutura e substrato do leito;	Condições relativas aos nutrientes;
		Estrutura da zona intermareal;	Poluentes específicos;
			Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água; Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas nas massas de água;
Águas costeiras	Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton;	Regime de marés;	Elementos gerais;
	Composição e abundância da restante flora aquática;	Direção das correntes dominantes;	Transparência;
	Composição e abundância dos invertebrados bentónicos;	Exposição às vagas;	Condições térmicas;
		Condições morfológicas;	Condições de oxigenação;
		Variação da profundidade;	Salinidade;
		Estrutura e substrato do leito;	Condições relativas aos nutrientes;

Tipo	Elementos Biológicos	Elementos Hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos	Elementos Químicos e Físico-químicos de suporte aos elementos biológicos
		Estrutura da zona intertidal;	Poluentes específicos:
			Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água;
			Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas nas massas de água;

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

5.1.1.3 | Estado químico

De acordo com INAG (2009), 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, e que são suscetíveis de causar danos significativos para a flora e fauna e para a saúde humana pelas suas características de persistência, toxicidade e bioacumulação.

Neste âmbito, são relevantes para as massas de água superficiais as substâncias prioritárias indicadas na Diretiva 2008/105/CE para as quais foram definidas Normas de Qualidade Ambiental (NQA) e outras substâncias perigosas para as quais também foram estabelecidas a nível nacional ou comunitário o mesmo tipo de normas (Diretiva 2008/105/CE; Dec. Lei 103/2010).

5.1.1.3.1 | Ribeiras

Tal como foi referido anteriormente, não existem dados sobre a presença e concentração da maioria das substâncias consideradas prioritárias nas águas das ribeiras dos Açores. No entanto, a rede de monitorização de vigilância entre 2015 e 2018 avaliou alguns elementos que se consideram com maior probabilidade de ocorrência na região (Clorpirifos, Chumbo, Mercúrio e Cádmiu).

Para a avaliação do estado químico das ribeiras consideraram-se as substâncias prioritárias que foram monitorizadas tendo-se usado as respetivas NQA para a definição de critérios de qualidade (Quadro 5.1.10). Seguindo as orientações oficiais (INAG, 2009), apenas foram definidas duas classes de qualidade para este tipo de elementos: uma correspondente às classes Excelente e Bom (Exc&Bom) e outra correspondente à classe Razoável. A fronteira entre estas duas classes foi definida pelas NQA-MA (baseada na concentração média anual) e NQA-CMA (baseada na concentração máxima admissível), considerando-se que a massa de água tem um estado insuficiente se o valor da concentração média anual ou o valor máximo de qualquer das substâncias prioritárias for superior à respetiva NQA.

Quadro 5.1.10 | Valores fronteira entre as classes de estado químico com base nas substâncias prioritárias monitorizadas no único tipo de rios considerado na Região Hidrográfica Açores

Tipo	Elemento de qualidade	NQA-MA ¹	Exc./Bom	Bom/Raz.	NQA-CMA ²	Exc./Bom	Bom/Raz.
B-R-C/P/S/P	Cádmiu (µg/L)	0,08	≤0,08	>0,08	0,45	≤0,45	>0,45
	Chumbo (µg/L)	7,2	≤7,2	>7,2	n.a.	n.a.	n.a.

Tipo	Elemento de qualidade	NQA-MA ¹	Exc./Bom	Bom/Raz.	NQA-CMA ²	Exc./Bom	Bom/Raz.
	Clorpirifos (µg/L)	0,03	≤0,03	>0,03	0,1	≤0,1	>0,1
	Mercúrio (µg/L) ³	0,05	≤0,05	>0,05	0,07	≤0,07	>0,07

¹NQA-MA – Norma de qualidade ambiental baseada na média anual (INAG 2009)

²NQA-CMA – Norma de qualidade ambiental baseada na concentração máxima admissível (INAG 2009)

³O mercúrio deve ser analisado no biota (Diretiva 105/2008/CE); as NQA apresentadas referem-se ao biota uma vez que Portugal não definiu NQA para a água que, de acordo com a diretiva, devem ser mais restritivas qua as do biota.

5.1.1.3.2 | Lagoas

À semelhança do que sucede para a categoria rios das massas de água interiores, não existem dados sobre a presença e concentração da maioria das substâncias consideradas prioritárias nas águas das lagoas dos Açores. A substância Clorpirifos foi a única substância prioritária que integrou a lista de parâmetros monitorizados, nas massas de água da categoria lagos, no âmbito da rede de vigilância das massas de água interiores de superfície.

Para a avaliação do estado químico utilizando a concentração de Clorpirifos recorreu-se às respetivas NQA para a definição de critérios de qualidade (Quadro 5.1.11). Seguindo as orientações oficiais (INAG, 2009), apenas foram definidas duas classes de qualidade para este tipo de elementos: uma correspondente às classes Excelente e Bom (Exc&Bom) e outra correspondente à classe Razoável. A fronteira entre estas duas classes foi definida pelas NQA-MA (baseada na concentração média anual) e NQA-CMA (baseada na concentração máxima admissível), considerando-se que a massa de água tem um estado insuficiente se o valor da concentração média anual ou o valor máximo dessa substância prioritária for superior à respetiva NQA.

Quadro 5.1.11 | Valores fronteira entre as classes de estado químico com base na substância prioritária monitorizada (clorpirifos) nos tipos de lagos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores

Tipo	Elemento de qualidade	NQA-MA ¹	Exc./Bom	Bom/Raz.	NQA-CMA ²	Exc./Bom	Bom/Raz.
B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP	Clorpirifos (µg/L)	0,03	≤0,03	>0,03	0,1	≤0,1	>0,1

¹NQA-MA – Norma de qualidade ambiental baseada na média anual (INAG 2009)

²NQA-CMA – Norma de qualidade ambiental baseada na concentração máxima admissível (INAG 2009)

³O mercúrio deve ser analisado no biota (Diretiva 105/2008/CE); as NQA apresentadas referem-se ao biota uma vez que Portugal não definiu NQA para a água que, de acordo com a diretiva, devem ser mais restritivas qua as do biota.

5.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

A avaliação do estado químico baseia-se nos níveis de concentração de substâncias prioritárias e outros poluentes (SPOP), ou seja, que apresentam risco significativo para o ambiente aquático, salientando-se os enumerados na Diretiva n.º 86/208/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1986, na Diretiva n.º 2008/105/CE, de 16 de dezembro de 2008, e no Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro (Quadro 5.1.12 e Quadro 5.1.13).

Quadro 5.1.12 | Normas de Qualidade Ambiental para substâncias prioritárias (Parte A do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)

N.º	Substância	NQA-MA ⁽¹⁾ (µg/l)	NQA-CMA ⁽²⁾ (µg/l)
1	Alacloro	0,3	0,7
2	Antraceno	0,1	0,4
3	Atrazina	0,6	2

N.º	Substância	NQA-MA ⁽¹⁾ (µg/l)	NQA-CMA ⁽²⁾ (µg/l)	
4	Benzeno	8	50	
5	Éter defenílico bromado	0,0002	n.a.	
6	Cádmio e compostos de cádmio (consoante a classe de dureza da água)	0,2	1	≤ 0,45
			2	0,45
			3	0,6
			4	0,9
			5	1,5
7	C10-13 Cloroalcanos	0,4	1,4	
8	Clorfenvinfos	0,1	0,3	
9	Clorpirifos (clorpirifos-etilo)	0,03	0,1	
10	1,2-Dicloroetano	10	n.a.	
11	Diclorometano	20	n.a.	
12	Ftalato di(2-etil-hexilo) (DEHP)	1,3	n.a.	
13	Diurão	0,2	1,8	
14	Endossulfão	0,005	0,004	
15	Fluoranteno	0,1	1	
16	Hexaclorobenzeno	0,01	0,05	
17	Hexaclorobutadieno	0,1	0,6	
18	Hexaclorociclohexano	0,02	0,02	
19	Isoproturão	0,3	1	
20	Chumbo e compostos de chumbo	7,2	n.a.	
21	Mercúrio e compostos de mercúrio	0,05	0,07	
22	Naftaleno	1,2	n.a.	
23	Níquel e compostos de níquel	20	n.a.	
24	Nonilfenol (4-Nonilfenol)	0,3	2	
25	Octilfenol (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol)	0,01	n.a.	
26	Pentaclorobenzeno	0,007	n.a.	
27	Pentaclorofenol	0,4	1	
28	Benzo(a)pireno	0,05	0,1	
	Benzo(b)fluoranteno	Σ=0,03	n.a.	
	Benzo(k)fluoranteno			
	Benzo[g,h,i]perileno	Σ=0,002	n.a.	
Indenol[1,2,3-cd]pireno				
29	Simazina	1	4	
30	Compostos de tributilestanho (Catião tributilestanho)	0,0002	0,0015	
31	Triclorobenzenos (1,2,3-,1,2,4- e 1,3,5-triclorobenzeno)	0,4	n.a.	
32	Triclorometano	2,5	n.a.	
33	Trifluralina	0,03	n.a.	

Legenda: n.a. - Não aplicável

(1) Norma de qualidade ambiental que deve ser comparada com a média aritmética das concentrações da substância especificada medidas em momentos diferentes do ano e que não deve ser excedida;

(2) Norma de qualidade ambiental que deve ser comparada com a concentração máxima anual medida para a substância especificada e que não deve ser excedida.

Quadro 5.1.13 | Normas de Qualidade Ambiental para outros poluentes (Parte B do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010, de 24 de setembro)

Nº	Substância	NQA-MA ⁽¹⁾ (µg/l)	NQA-CMA ⁽²⁾ (µg/l)
6a	Tetracloroeto de carbono	12	n.a.
9a	Aldrina	Σ=0,01	n.a.
	Dieldrina		
	Endrina		
	Isodrina		
9b	DDT total	0,025	n.a.
	p-p'-DDT	0,01	n.a.
29a	Tetracloroetileno	10	n.a.
29b	Tricloroetileno	10	n.a.

O estado químico é definido para duas classes de qualidade: Bom e Insuficiente (INAG, 2009), sendo determinado pelo elemento de pior qualidade química (*one out - all out*).

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

5.1.1.4 | Estado toxicológico

Apesar de não existirem critérios ambientais para definição de qualidade de um ecossistema aquático em função da quantidade de microcistinas produzidas, o Decreto-Lei 306/2007 estabelece que a concentração de microcistinas-LR total não pode exceder 1 µg/L em águas para consumo humano, indo ao encontro das recomendações da Organização Mundial de Saúde para este tipo de águas (WHO, 2003). Por outro lado, a Agência para a Proteção do Ambiente dos Estados Unidos da América (EPA) publicou um documento de trabalho (EPA, 2016) onde aponta a concentração de 4 µg/L de microcistinas como limite máximo para a utilização segura de uma massa de água em atividades de recreio.

Na ausência de regulamentação nacional para a concentração de microcistinas em águas de recreio, propõe-se a adoção do limiar indicado pela EPA para as águas que não são utilizadas para consumo humano – 4 µg/L de microcistinas-LR total – e o referencial indicado pelo Decreto-Lei 306/2007 – 1 µg/L de microcistinas-LR total – para as massas de água que são utilizadas para produção de água para consumo humano (e.g. lagoa do Caiado). Utilizando-se os limiares referidos (Quadro 5.1.14) procede-se à classificação do estado toxicológico das lagoas designadas como vulneráveis e das lagoas do Fogo e Canário como próprias ou impróprias para os possíveis usos.

Quadro 5.1.14 | Critérios para definição do estado toxicológico com base na cianotoxina monitorizada (microcistinas-LR) nas lagoas designadas como vulneráveis e das lagoas do Fogo e Canário pertencentes aos tipos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores

Tipo massa de água	Tipo de uso	Elemento de qualidade	Próprio	Impróprio
B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP	Consumo humano	Microcistinas-LR total (µg/L)	≤1	>1
	Recreio	Microcistinas-LR total (µg/L)	≤4	>4

5.1.1.4 | Síntese

O Estado de uma massa de água de superfície é definido em função dos seus estados Ecológico e Químico, considerando-se, de acordo com o princípio *one out – all out*, o pior dos dois estados. Portanto, para alcançar o objetivo do Bom Estado a DQA requer que as massas de água de superfície atinjam pelo menos o Bom Estado Ecológico e o Bom Estado Químico.

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

5.1.2 | Águas subterrâneas

5.1.2.1 | Metodologia geral

A determinação do estado das massas ou grupos de massas de água subterrâneas é um dos pilares basilares em que se sustenta a gestão dos recursos hídricos numa dada região hidrográfica. No relatório de síntese de caracterização da RH9 todas as 54 massas de água subterrâneas então delimitadas foram designadas como em Bom estado (DROTRH, 2006), e esta classificação eximiria a realização de caracterizações mais aprofundadas à escala das mesmas. Contudo, na medida que o presente relatório corresponde à terceira caracterização aprofundada na RH9, suportada por resultados decorrentes das ações de monitorização empreendidas pelas autoridades competentes, optou-se, numa perspetiva mais conservadora, por proceder à avaliação do estado de todas as 28 massas de água presentemente delimitadas de acordo com as metodologias propostas no Documento-Guia n.º 18 (CEC, 2009).

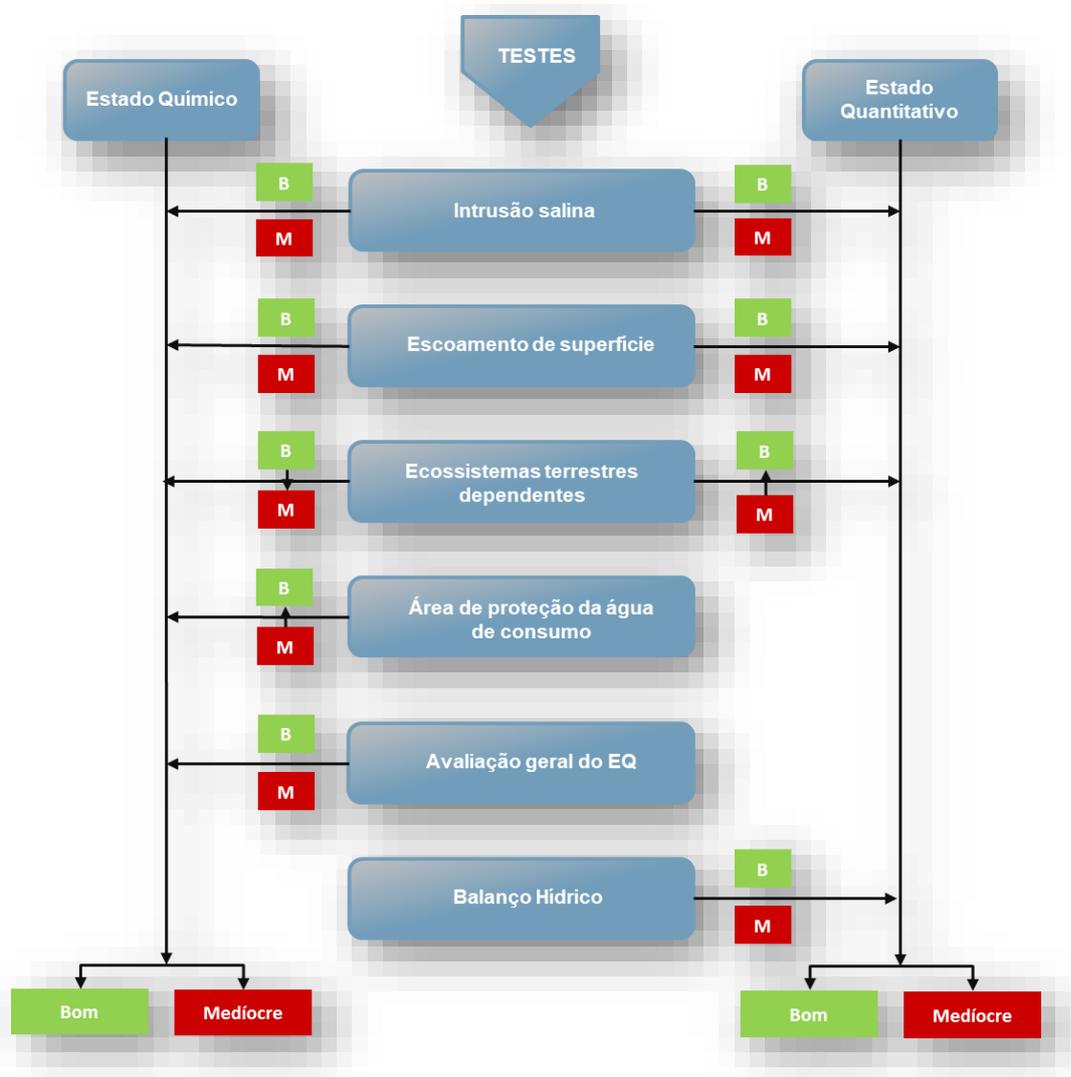
Neste contexto, procedeu-se à aplicação sucessiva de uma série de testes relativos aos estados quantitativo e químico, tendo como resultante desta tarefa a designação de Bom estado ou estado Mediocre (Figura 5.2.1). O pior resultado obtido em cada fileira de testes é adotado como a classificação dos estados quantitativo e químico das massas de água subterrâneas. Por seu turno, a designação global do estado da massa de água subterrânea corresponde à mais adversa das classificações anteriores.

5.1.2.1.1 | Estado quantitativo

No contexto, da Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro, vulgo Lei da Água, que procede à transposição para o direito interno da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, datada de 23 de outubro, designada por DQA, o Bom estado quantitativo das massas ou grupos de massas de água subterrâneas é aquele *“em que o nível freático é tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não são ultrapassados pela taxa média anual de captação a longo prazo, não estando sujeito a alterações antropogénicas que possam impedir que sejam alcançados os objetivos ambientais específicos para as águas superficiais que lhe estejam associadas, deteriorar significativamente o estado dessas águas ou provocar danos significativos nos ecossistemas terrestres diretamente dependentes do aquífero, podendo ocorrer temporariamente, ou continuamente em áreas limitadas, alterações na direção do escoamento subterrâneo em consequência de variações de nível, desde que essas alterações não provoquem intrusões de água salgada ou outras e não indiquem uma tendência antropogenicamente induzida, constante e claramente identificada, suscetível de conduzir a tais intrusões”*.

No âmbito do presente trabalho, para a avaliação do estado quantitativo das águas subterrâneas concorre o disposto nos seguintes documentos:

- Anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Portaria n.º 115/2009, de 29 de setembro;
- Relatório de caracterização da RH9 (DROTRH, 2006);
- Documento-Guia n.º 18, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.1 | Testes relativos à determinação dos estados quantitativo e químico das massas de água subterrâneas.

Por seu turno, a menção às redes de monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas baseia-se nos seguintes documentos:

- Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Documento-Guia n.º 7, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2003);
- Documento-Guia n.º 15, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

5.1.2.1.2 | Estado químico

No contexto, da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, vulgo Lei da Água, que procede à transposição para o direito interno da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, datada de 23 de outubro, designada por DQA, o Bom estado químico das massas ou grupos de massas de água subterrâneas é aquele *“em que as concentrações de poluentes não apresentem: (1) efeitos significativos de intrusões salinas ou outras, (2) cumpram as normas de qualidade ambiental que forem fixadas em legislação específica, (3) não impeçam que sejam alcançados os objetivos ambientais específicos estabelecidos para as águas superficiais associadas nem reduzam significativamente a qualidade química ou ecológica dessas massas e, (4) não provoquem danos significativos nos ecossistemas terrestres diretamente dependentes das massas de água subterrâneas”*.

No âmbito do presente trabalho, para a avaliação do estado químico das águas subterrâneas concorre o disposto nos seguintes documentos:

- Anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro;
- Relatório de caracterização da RH9 (DROTRH, 2006);
- Documento-Guia n.º 18, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

Por seu turno, a menção às redes de monitorização do estado químico das águas subterrâneas baseia-se nos seguintes documentos:

- Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Documento-Guia n.º 7, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2003);
- Documento-Guia n.º 15, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

5.1.2.2 | Estado quantitativo

A avaliação do estado quantitativo é efetuada para todas as massas de água da RH9. Esta abordagem é a mais exigente, não obstante o Documento-Guia relativo à avaliação do estado das massas de água indicar expressamente que, quando existem indícios que as mesmas não estão em risco de incumprimento face aos objetivos quantitativos se

pode depreender que se encontram em Bom estado o que, face aos resultados do PRA (DROTRH-INAG, 2001) e do próprio relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica (DROTRH, 2006), se poderia considerar como viável na generalidade.

De acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, que complementa a transposição da DQA para o direito interno, a avaliação do estado quantitativo é traduzida pelo qualificativo Bom ou Mediocre, e deve assentar na análise das medições efetuadas na rede de monitorização respetiva. Esta rede deve compreender um número adequado de pontos de monitorização representativos e uma frequência de observação dimensionados de forma a permitir avaliar o nível freático em cada massa ou grupo de massas de águas subterrâneas, tomando em consideração as variações da recarga a curto e a longo prazo.

O parâmetro fundamental para a caracterização do estado quantitativo é, de acordo com a legislação em vigor, o nível freático ou piezométrico. Face à ausência de redes de monitorização do estado quantitativo, como referido no ponto 4.1.2 do presente relatório, este âmbito é de alguma forma colocado em causa. No entanto, e como o Documento-Guia n.º 18 da estratégia comum de implementação da DQA refere, a informação sobre os níveis terá geralmente de ser complementada por dados de outro tipo. Por outro lado, há necessidade de adaptar estes pressupostos à realidade da RH9, em que o número de furos é reduzido, ou mesmo inexistente nas ilhas do Corvo e das Flores, na medida que o esforço de captação de águas subterrâneas incidiu especialmente no aproveitamento de nascentes.

Face ao exposto, a impossibilidade de analisar as variações dos níveis freático ou piezométrico por intermédio de séries de observações em redes de monitorização dedicadas, é de alguma forma, atenuado. Desta forma, a determinação do estado quantitativo baseia-se essencialmente na relação entre os recursos disponíveis e a descarga natural dos sistemas, em nascentes, a que acrescem as extrações efetuadas em furos de captação, e assentou especialmente nos seguintes elementos de análise:

- Informação relativa aos recursos hídricos subterrâneos estimados por massa de água, como descrito nos pontos 2.3.5 e 3.2.2.3 do presente relatório;
- Informação relativa às extrações médias anuais efetuadas nos furos de captação, a que se adicionaram os volumes de água descarregados nas nascentes, captadas ou não;
- Informação sobre a contribuição das águas subterrâneas para o escoamento das massas de água de superfície associadas;
- Informação relativa ao estado das massas de água de superfície (ponto 5.1.1);
- Informação relativa à identificação de eventuais ecossistemas dependentes afetados por variações dos níveis ou do escoamento subterrâneo.

5.1.2.2.1 | Critérios de estado quantitativo

Os critérios para que uma massa de água se encontre em Bom estado são os seguintes:

- Os recursos hídricos subterrâneos disponíveis são superiores às extrações médias anuais a longo prazo;
- Não ocorrem incumprimentos das massas de água de superfície associadas, face aos objetivos definidos na DQA e na Lei da Água, por efeito de variações dos níveis freático ou piezométrico induzidos por ação humana, com inerente deterioração do quimismo ou das condições ecológicas;
- Inexistência de danos em ecossistemas terrestres dependentes das massas de água subterrâneas, decorrentes de variações dos níveis freático ou piezométrico induzidos por ação humana;
- Inexistência de intrusões salinas, ou outras, por efeito de alterações do escoamento subterrâneo induzido por ação humana.

A observação destes objetivos é aferida por intermédio da realização em cadeia de uma série de quatro testes, que genericamente permitem avaliar as variações a longo prazo dos níveis freáticos ou piezométricos decorrentes de ações antropogénicas e os seus impactes. Os referidos testes, e uma breve descrição dos mesmos, é apresentada em seguida (CEC, 2009):

- Teste do balanço hídrico
 - O teste do balanço hídrico é efetuado tomando como referência a massa de água como um todo, e baseia-se na relação entre os recursos hídricos subterrâneos médios anuais e, por outro lado, as extrações médias anuais e a contribuição da descarga de águas subterrâneas para a manutenção da qualidade ecológica nas massas de água de superfície associadas (Figura 5.2.2);
 - O Documento-Guia n.º 18 reconhece que o volume de águas subterrâneas efetivamente disponível numa massa de água pode ser substancialmente inferior aos recursos estimados;
 - Na falta de informação apropriada, ou assente em séries temporais consolidadas, a definição do escoamento de base dos cursos de água nas massas de água associadas, que permitiria estimar a contribuição da água subterrânea, não é efetuada. Desta forma, apenas no caso das bacias hidrográficas dos cursos de água designados no âmbito da implementação da DQA (DROTRH, 2006), se procedeu à contabilização da contribuição da água subterrânea para o respetivo escoamento, estimado em 30% do valor médio anual.
- Teste do escoamento de superfície
 - Este teste permite avaliar o incumprimento dos objetivos ambientais das massas de água de superfície associadas, resultante da deterioração da qualidade química e ecológica, por ação de variações de ordem quantitativa nas águas subterrâneas (Figura 5.2.3). Ao contrário do teste anterior, já são particularizados os impactes sobre cada uma das eventuais massas de água de superfície associadas.
- Teste dos ecossistemas terrestres dependentes

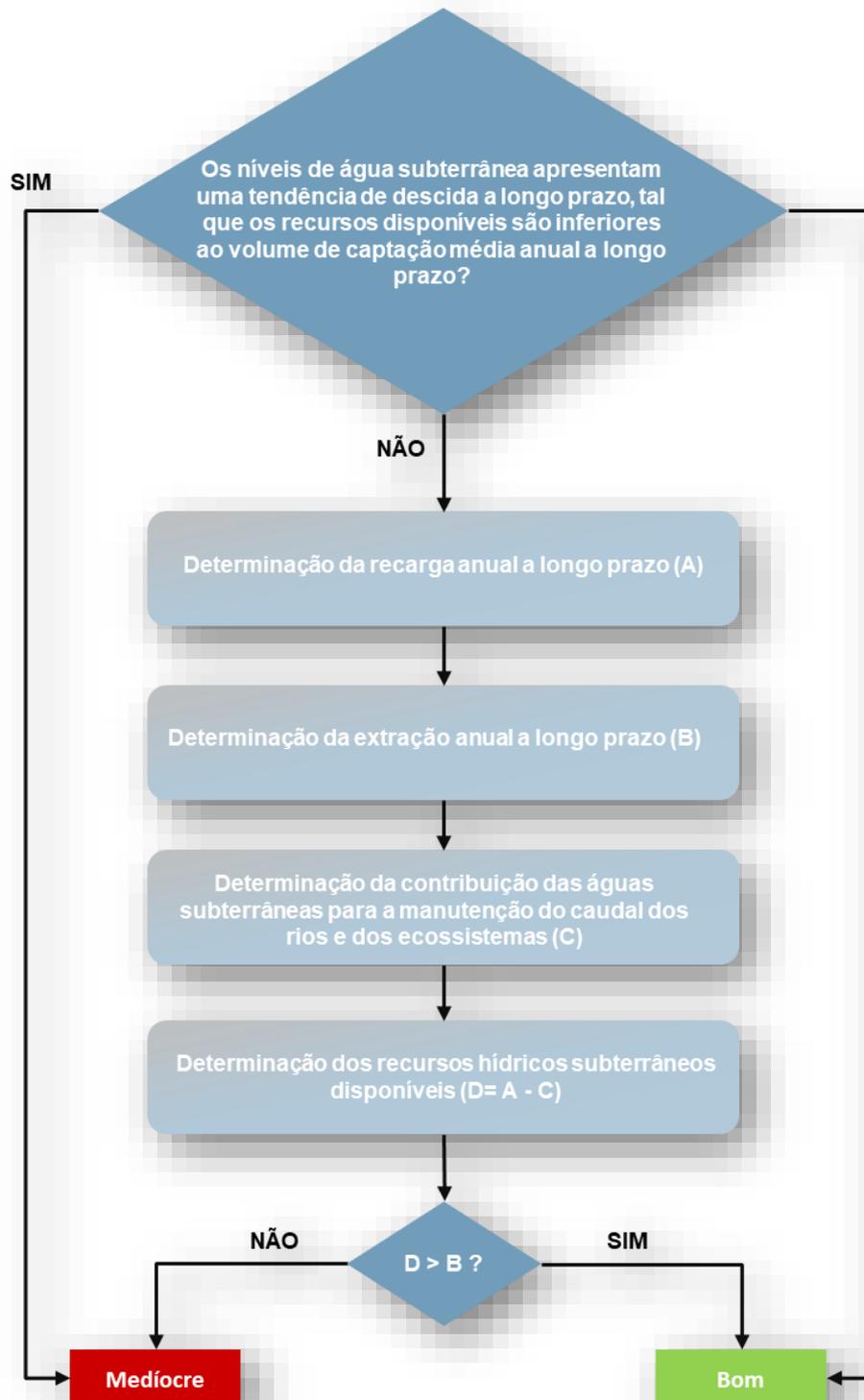
- Avalia se existe algum ecossistema terrestre dependente da massa de água subterrânea afetado em resultado da alteração dos níveis freático ou piezométrico, ou por modificação do escoamento subterrâneo (Figura 5.2.4). Apenas os locais considerados como em risco devem ser considerados na determinação do estado quantitativo quanto a este tema, e esta avaliação pode ser baseada na maior ou menor proximidade a pressões, em comunidades indicadoras ou em informações sobre as condições nos sítios.
- Teste da intrusão salina (ou outra)
 - Este teste avalia a não ocorrência de fenómenos de intrusão salina, ou de água de qualidade inferior a partir de outra qualquer massa de água. Complementa o teste relativo ao mesmo tema aplicado no decurso do processo de determinação do estado químico das massas ou grupos de massas de água subterrâneas.

O volume de águas subterrâneas efetivamente disponível numa massa de água pode ser substancialmente inferior aos recursos estimados por imponderáveis de índole geológica e hidrogeológica (CEC, 2009). No PRA considera-se que a fração dos recursos disponível era de 10% do volume estimado, o que se afigura excessivamente precavido (DROTRH-INAG, 2001).

Em qualquer caso, e de forma a salvaguardar os recursos não exploráveis, no presente trabalho optou-se por considerar uma fração não disponível igual a 40% dos recursos estimados a longo prazo, i.e. a recarga, valor que se estima poder compensar os constrangimentos geológicos e hidrogeológicos e, paralelamente, ser suficiente para assegurar a parte do escoamento subterrâneo que alimenta os cursos de água e que é particularmente importante nos meses mais secos do ano hidrológico. Salienta-se ainda que, ao invés da opção tomada quando da elaboração do Plano Regional da Água, o volume de água emergente nas nascentes não captadas não foi adicionado às extrações, pois é naturalmente descarregado nos cursos de água e, desta forma, o valor a deduzir dos recursos em resultado do escoamento natural acabaria, na prática, por ser ligeiramente superior a 40%.

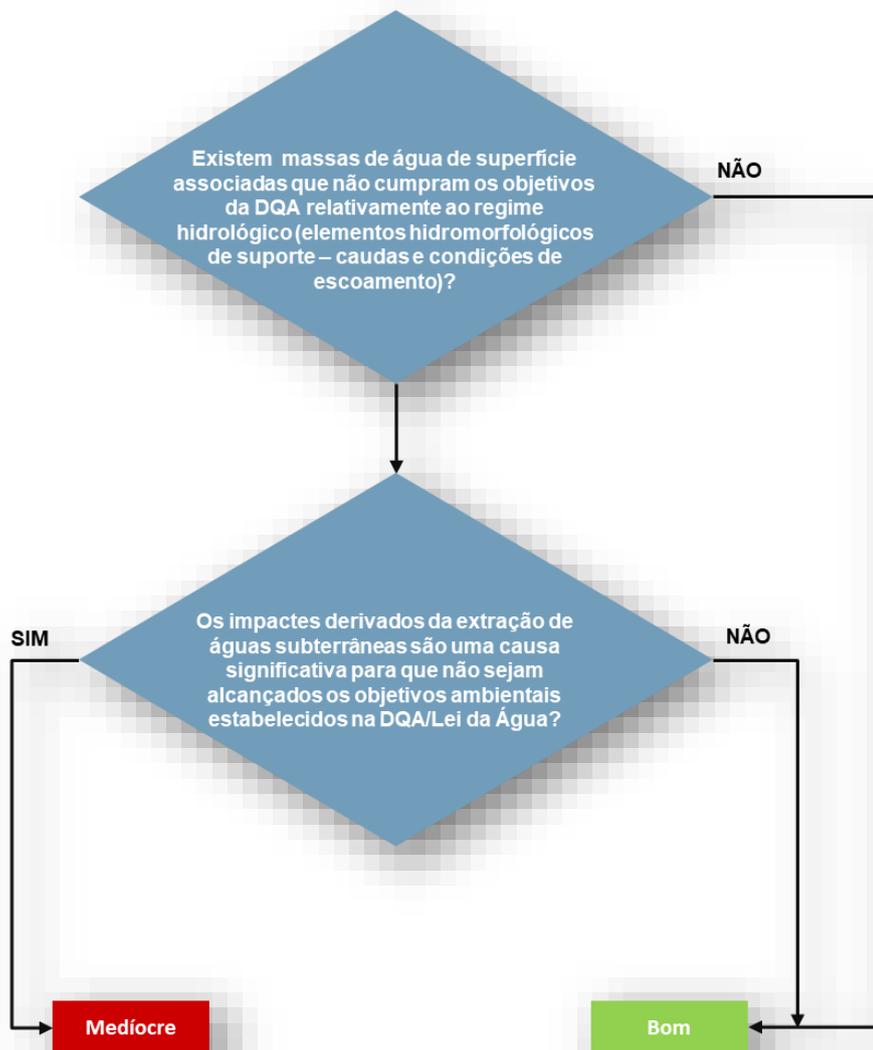
Na falta de informação apropriada, ou assente em séries temporais consolidadas, o escoamento anual médio nas massas de água de superfície associadas foi estimado com base no modelo CIELO. Neste contexto, sempre que existam massas de água de superfície associadas optou-se por considerar uma contribuição adicional das massas de água subterrâneas da ordem de 30%. Esta contribuição é distribuída, para efeitos de cálculo, por todas as massas de água subterrâneas que podem contribuir para o escoamento superficial na bacia designada. Em qualquer caso, e como referido anteriormente, a fração dos recursos não exploráveis já compensará o volume de água subterrânea descarregado naturalmente nos outros cursos de água.

A identificação de danos sobre eventuais ecossistemas terrestres associados às massas de água subterrâneas, e decorrentes de alterações nos níveis ou no regime destas últimas, foi determinada com base na análise de informação existente sobre as ameaças impostas às áreas integradas na Rede Natura 2000, i.e. sobre as SIC e as ZPE (SRAM, 2005, 2007). Recorreu-se ainda à informação, mesmo que indireta, proporcionada pela identificação de espécies (briófitas, plantas vasculares, moluscos, artrópodes e vertebrados) ameaçadas nos Açores (Cardoso *et al.*, 2008). Quer no primeiro caso, quer no segundo, não foram identificados impactos de correntes de alterações no regime das águas subterrâneas.



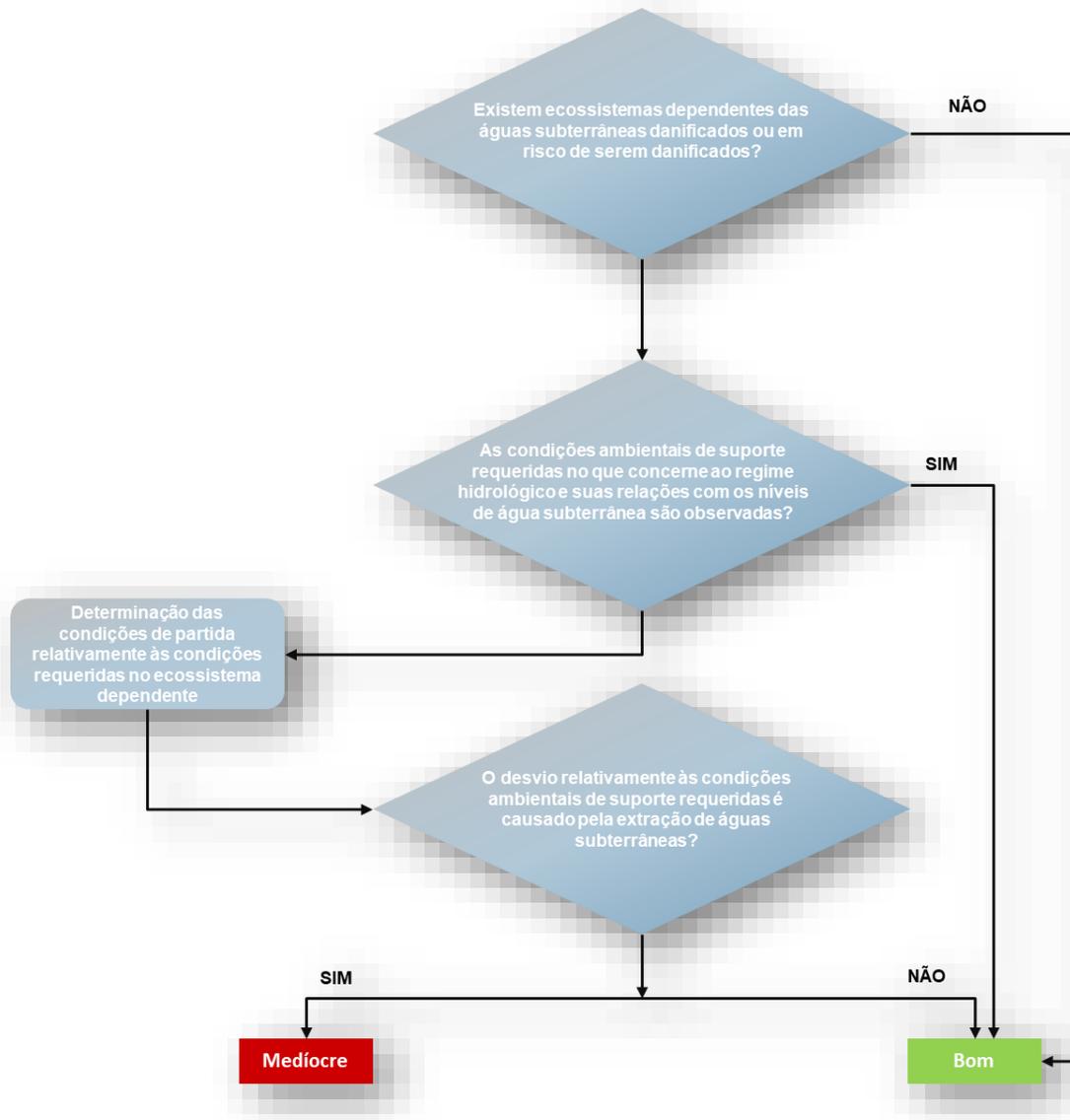
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.2 | Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base no balanço hídrico.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.3 | Teste de determinação do estado quantitativo com base no escoamento de superfície.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.4 | Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base nos ecossistemas terrestres dependentes.

5.1.2.2.2 | Resultados da avaliação do estado quantitativo

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

5.1.2.3 | Estado químico

A avaliação do estado químico é efetuada para todas as massas de água da RH9 . De acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, que complementa a transposição da DQA para o direito interno, a avaliação do estado químico é traduzida pelo qualificativo Bom ou Medíocre, e deve assentar na análise das medições efetuadas

na rede de monitorização respetiva. Esta rede deve compreender um número adequado de pontos de monitorização representativos e uma frequência de observação dimensionados de forma a garantir não só a recolha de dados sobre o estado químico das massas de água, como permitir caracterizar tendências crescentes de poluição das águas subterrâneas, com base na observação da condutividade e das concentrações de poluentes.

Os elementos de referência que concorrem para a avaliação do estado químico são estabelecidos de acordo com o disposto no n.º 2.3. do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, nomeadamente as normas de qualidade definidas na tabela 2.3.2 da secção II do anexo V do referido instrumento legislativo, retomadas no anexo do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, e os limiares a definir para determinados parâmetros e espécies em solução. Os valores normativos estipulados encontram-se discriminados no Quadro 5.1.15, elaborada de acordo com a conjugação das disposições legais decorrentes dos Decretos-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, e n.º 208/2008, de 28 de outubro, e que respeitam nomeadamente às concentrações em nitratos e pesticidas e ao valor da condutividade elétrica da água.

Quadro 5.1.15 | Normas de qualidades aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.

Poluente	Valor
Nitratos	50mg NO ₃ /L
Substâncias ativas de pesticidas, incluindo os respetivos metabolitos e produtos de degradação e reação	0,1µg/L 0,5µg/L (total)
Condutividade elétrica	As modificações deste parâmetro não devem indiciar a ocorrência de intrusão salina ou outras na massa de água

Para a designação de uma massa de água subterrânea como em Bom estado químico concorrem, igualmente, os limiares estabelecidos para as substâncias indicadas nos diversos instrumentos legislativos aplicáveis. Na RH9 já foram estabelecidos valores limiares específicos, publicados por intermédio da Portaria n.º 106/2012, de 16 de outubro, publicado no Jornal Oficial, 1.ª série, n.º 159.

Neste contexto, a determinação do estado químico assentou especialmente nos seguintes elementos de análise:

- Dados hidrogeoquímicos obtidos no âmbito da operação da rede de monitorização de vigilância;
- Informação relativa ao quimismo das massas de água subterrâneas proveniente de outras fontes;
- Informação relativa ao estado das massas de água de superfície (5.2.1.1);
- Informação relativa à identificação de eventuais ecossistemas dependentes afetados pelo quimismo das massas de água subterrâneas;
- Informação sobre os valores limiares (INAG, 2009).

5.1.2.3.1 | Critérios de estado químico

Os critérios para que uma massa de água se encontre em Bom estado são, de acordo com a legislação em vigor, os seguintes:

- As concentrações de poluentes não indiciam a existência de intrusão salina ou outra (para os vários parâmetros requeridos);
- As concentrações dos vários poluentes não ultrapassam as normas de qualidade aplicáveis;
- As concentrações dos vários poluentes na massa de águas subterrâneas não impedem que as massas de água de superfície atinjam os respetivos objetivos ambientais tal como definidos na Lei da Água (para os vários parâmetros requeridos);
- Não ocorre redução significativa da qualidade química e ecológica das massas de água de superfície associadas em resultado da concentração de poluentes nesta última (para os vários parâmetros requeridos);
- Não ocorrem impactes sobre os ecossistemas terrestres dependentes da massa de água subterrânea em resultado da concentração de poluentes nesta última (para os vários parâmetros requeridos);
- As modificações do parâmetro não revelam a ocorrência de fenómenos de intrusão salina ou outra (para a condutividade elétrica).

A observação destes objetivos é aferida por intermédio da realização em cadeia de uma série de cinco testes, de que se apresenta uma breve descrição em seguida (CEC, 2009):

- Teste da avaliação geral do estado químico

Este teste toma como referência a situação na massa de água no seu todo, e assenta na avaliação quer da existência de um risco ambiental significativo associado a um ou mais poluentes, quer da capacidade da massa de água de suportar a produção de água para consumo humano (Figura 5.2.6). A realização do teste pressupõe a observação de critérios de qualidade química, a agregação dos dados químicos referentes aos pontos monitorizados, e a consideração do intervalo de confiança inerente à avaliação e da extensão da excedência.

- Teste da intrusão salina ou outra

Procede à análise da eventual existência de fenómenos de intrusão salina, ou outra, que face ao enquadramento hidrogeológico da RH9 estará relacionado com a salinização por mistura com sais marinhos (Figura 5.2.7). Pressupõe, à imagem do teste anterior, a observação de critérios de qualidade química, a agregação dos dados químicos referentes aos pontos monitorizados, e a consideração do intervalo de confiança inerente à avaliação e da extensão da excedência, assim como, neste caso, da localização desta última.

- Teste da transferência de poluentes

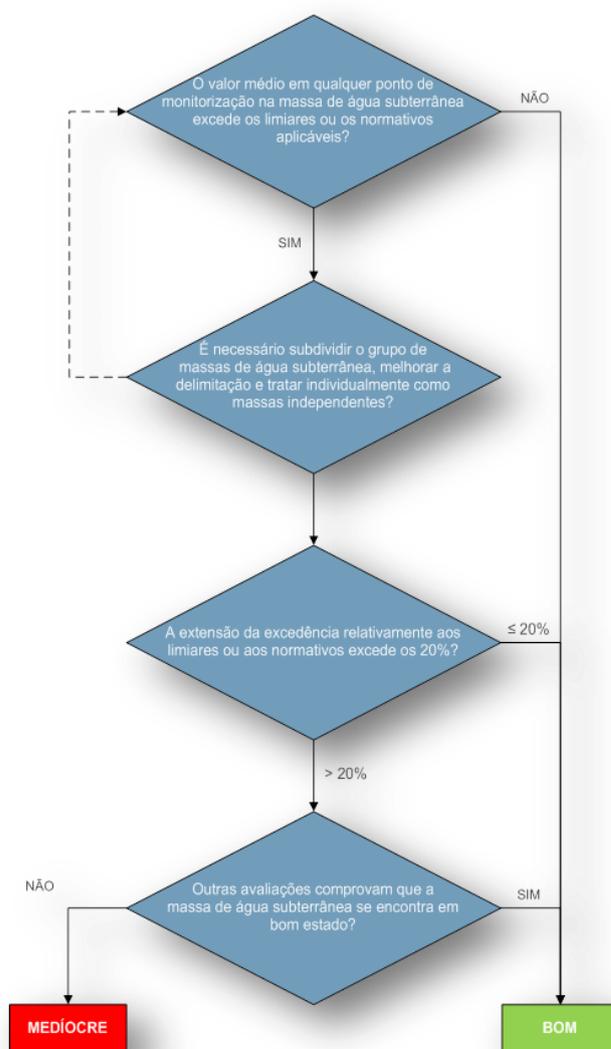
O teste avalia a existência de uma redução significativa da qualidade química e/ou ecológica das massas de água de superfície associadas (Figura 5.2.8). Pressupõe a observação de critérios de qualidade química, a agregação dos dados químicos referentes aos pontos monitorizados, da localização da excedência e do intervalo de confiança inerente à avaliação.

- Teste dos ecossistemas terrestres dependentes

Este teste avalia a existência de danos significativos sobre os ecossistemas terrestres dependentes da massa de água subterrânea (Figura 5.2.9). Implica a consideração de critérios de qualidade química, a agregação dos dados químicos referentes aos pontos monitorizados, o intervalo de confiança inerente à avaliação e a localização da excedência.

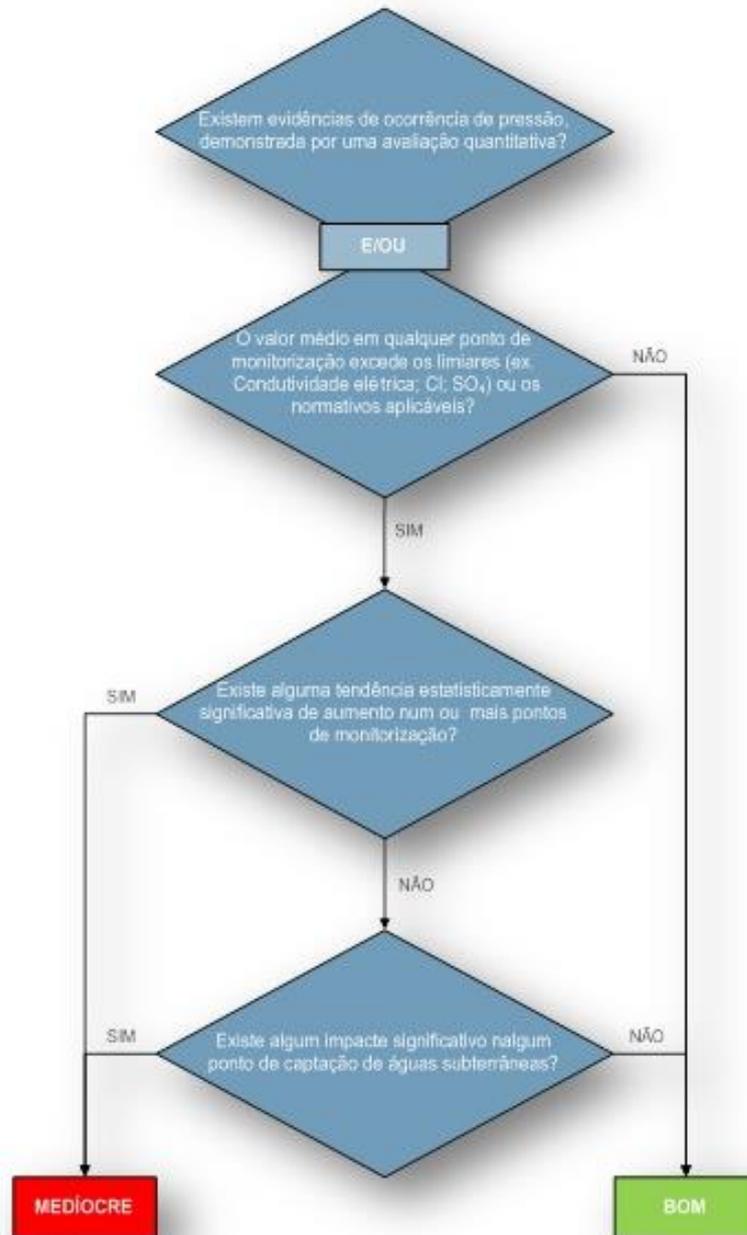
- Teste das zonas de proteção de água para consumo humano

O teste avalia a eventual degradação da qualidade da água destinada à produção de água para uso humano (Figura 5.2.10).



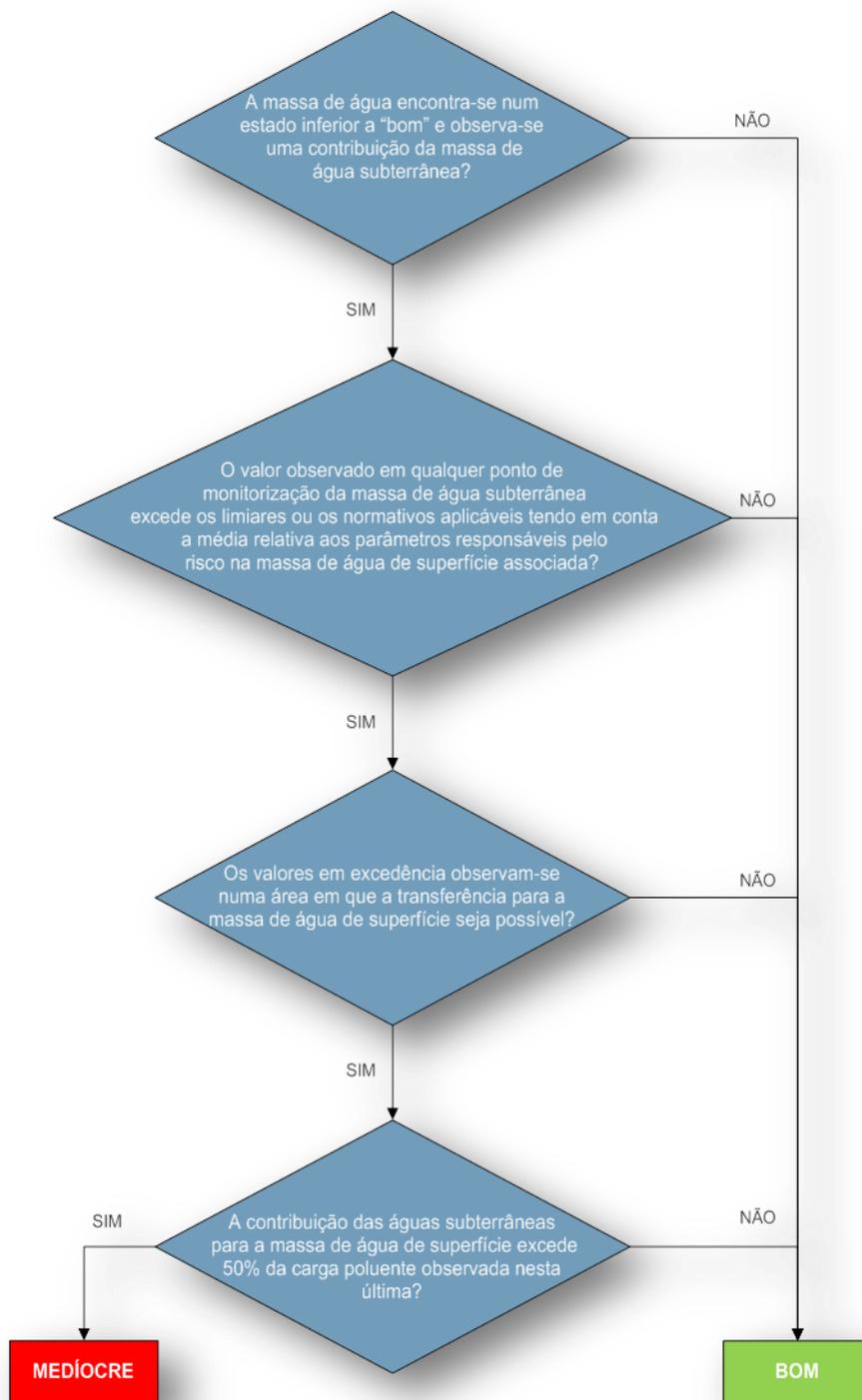
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.6 | Teste de avaliação geral do estado químico.



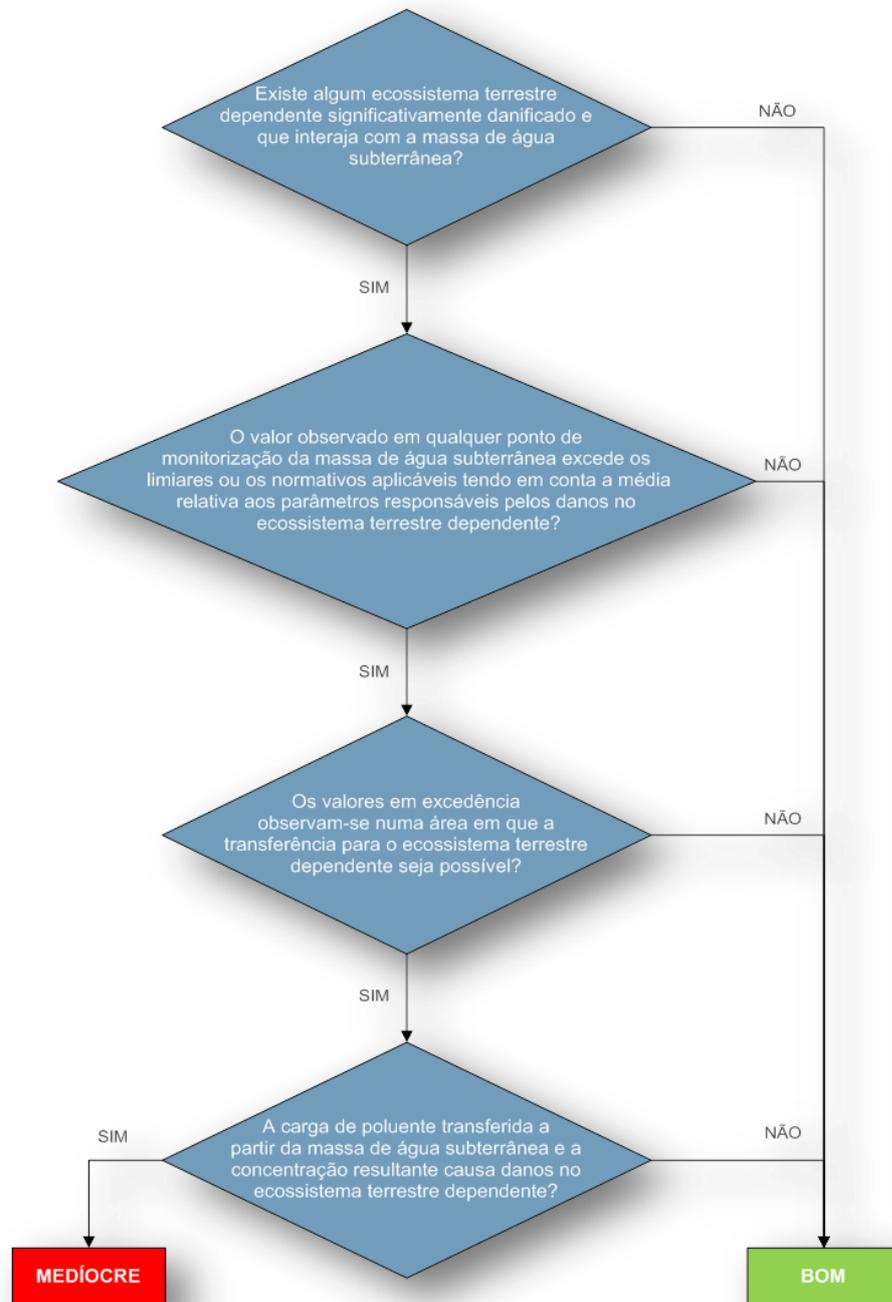
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.7 | Teste de determinação do estado químico com base na existência de intrusão salina ou outra.



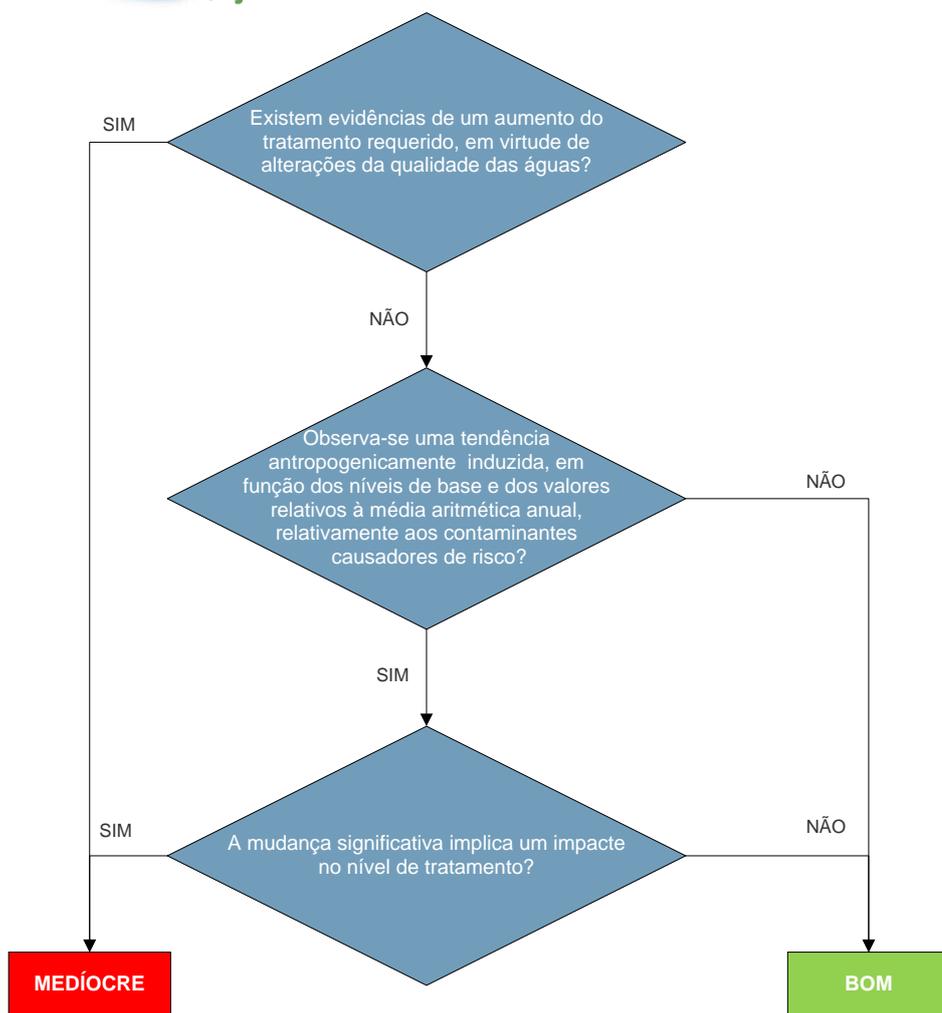
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.8 | Teste de determinação do estado químico com base na transferência de poluentes.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.9 | Teste de determinação do estado químico com base nos ecossistemas terrestres dependentes.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.2.10 | Teste de determinação do estado químico das massas de água subterrâneas com base nas zonas de proteção de água para consumo humano.

5.1.2.3.2 | Resultados da avaliação do estado químico

A análise por ilha consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

5.1.2.4 | Síntese

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização, nomeadamente nos volumes de 1 a 9.

6 | Análise Económica das Utilizações da Água

A DQA, de acordo com os Artigos 9.º e 11.º, preconiza a análise económica das utilizações de água, com o objetivo de promover uma gestão mais eficiente e eficaz dos recursos hídricos existentes nas regiões hidrográficas

A análise económica dos serviços hídricos da RAA, visa numa primeira instância analisar o contributo para a economia regional e nacional dos principais setores utilizadores de água, procurando avaliar a importância e eficiência setorial da utilização da água através de indicadores como a produtividade económica da água, intensidade de utilização e emprego gerado. Num segundo plano, perspetivam-se os desafios futuros que se colocam atendendo às previsões a longo prazo da procura de água e respetiva evolução dos seus usos.

Em concreto, as projeções da evolução dos custos dos serviços hídricos, tendo em atenção o princípio da sua recuperação através de tarifas ajustadas à utilização e afetação eficiente destes recursos, serão relevantes para uma análise de sustentabilidade, não apenas numa ótica estritamente financeira, mas igualmente do ponto de vista ambiental e social.

A pandemia do novo coronavírus coloca desafios sociais, ambientais e económicos que não se enfrentavam há muito tempo. Apesar do elevado contexto de incerteza atual, a pandemia global acabará por ter consequências económicas com uma intensidade sem precedentes a curto prazo.

Efetivamente, esta situação de pandemia está a provocar grandes impactos económicos nas contas das empresas e setor do emprego, com especial foco para a indústria, comércio e turismo.

As interrogações que se colocam não podem, contudo, impedir que se tracem cenários para o território em análise face aos objetivos definidos, mas obrigam à implementação de sistemas de avaliação e monitorização contínua das dinâmicas socioeconómicas que ocorrerão a curto prazo para poder ajustar opções, se assim se justificar.

Importa referir que em virtude da inexistência de dados mais recentes, os dados apresentados são referentes ao ano de 2018 e analisados no âmbito da atualização do Plano Regional da Água.

6.1 | Importância socioeconómica das utilizações da água

A importância socioeconómica das utilizações da água baseia-se na caracterização de um conjunto de indicadores associados aos setores utilizadores da água, designadamente o número de empresas, o respetivo pessoal ao serviço, o volume de negócios e o Valor Acrescentado Bruto (VAB) criado.

Estes indicadores foram calculados para a RAA e, sempre que possível, para cada uma das ilhas, aferindo-se assim a importância económica dos setores utilizadores da água.

Por outro lado, atendendo ao facto da RAA contar já com cerca de 20 anos de ciclos de planeamento de recursos hídricos sistemáticos e consistentes, nomeadamente o Plano Regional da Água (dados de base de 1999-2000), o Plano de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH) 2009-2015 (dados de base de 2008), o PGRH 2016-2021 (dados de base de 2013), a atualização do Plano Regional da Água e o presente PGRH 2022-2027, do qual este Relatório Técnico faz parte, entende-se útil efetuar uma análise de evolução temporal de alguns dados e indicadores, de forma a perspetivar o caminho percorrido e, sempre que possível, algumas tendências de evolução que possam ser interessantes para ter em conta no novo ciclo de planeamento que agora se inicia.

A aferição dos dados e indicadores apresentados neste capítulo implicou a utilização de diferentes metodologias de cálculo, tendo em muitos casos sido utilizadas ponderações ou valores médios referentes ao comportamento regional, procurando dar resposta às lacunas de informação identificadas na resposta à desagregação pretendida.

Neste contexto, a análise da informação disponível (e apresentada nos capítulos anteriores) permite verificar que os setores mais relevantes em termos de necessidades de água na RAA (e, na maior parte dos casos, que simultaneamente contribuem mais significativamente para o número de empresas, o emprego, o volume de negócios e o VAB na economia regional) são os seguintes:

- Agricultura e Pecuária: 30% das necessidades hídricas (considerando apenas os usos consumptivos).
- Indústria transformadora: 9% das necessidades hídricas (considerando apenas os usos consumptivos).
- Turismo: 5% das necessidades hídricas (considerando apenas os usos consumptivos).
- Energia: 72% das necessidades hídricas (considerando os usos consumptivos e os usos não consumptivos).

Assim, em conjunto, estes quatro setores de atividade representam:

- 44% das necessidades hídricas consumptivas regionais.
- 84% das necessidades hídricas consumptivas e não consumptivas regionais.
- 49% do n.º de empresas regionais.
- 36% dos postos de trabalho regionais.
- 32% do volume de negócios das empresas regionais.
- 40% do VAB das empresas regionais.

Estes indicadores (apresentados no Quadro 6.1.1) permitem verificar a importância destes setores para a economia regional, traduzindo a especialização da RAA e a sua importância para a respetiva dinâmica socioeconómica.

Por outro lado, o Quadro 6.1.1 permite também inferir que o setor Agricultura e Pecuária regional destaca-se dos restantes no que diz respeito ao seu contributo para o respetivo setor a nível nacional. Por sua vez, o setor do turismo também contribui mais para a criação de riqueza na RAA, comparativamente com o contributo do setor para a economia nacional. Destaca-se ainda que 25,7% do número de empresas na RAA são do setor agricultura e pecuária.

Quadro 6.1.1 | Contributo dos principais setores utilizadores de água da RH9 para a economia nacional e regional (%) em 2019

Indicadores		Total	Agricultura e Pecuária	Indústria transformadora e extrativa	Energia	Turismo
Pessoal ao serviço	Contributo para a economia nacional	32,34	4,93	17,64	0,32	9,45
	Contributo para a economia regional	37,31	13,54	10,07	1,17	12,52
Empresas	Contributo para a economia nacional	24,40	9,89	5,22	0,34	8,95
	Contributo para a economia regional	39,48	25,65	3,85	0,02	9,96
Volume de negócios	Contributo para a economia nacional	34,58	1,89	23,57	5,18	3,94
	Contributo para a economia regional	31,72	6,12%	15,78%	4,08%	5,73%
VAB	Contributo para a economia nacional	34,13	2,03	22,02	3,92	6,62
	Contributo para a economia regional	38,47	8,37	11,10	6,94	12,05

6.1.1 | Agricultura e Pecuária

Em termos de necessidades de água para a agricultura na RAA, importa notar que estas são marginais quando comparadas com o setor da pecuária. Com efeito, o regadio é praticamente inexistente a nível regional, identificando-se apenas pequenas propriedades, hortas e pomares particulares que são regados nos meses de verão - é sintomático que apenas 5% das explorações agrícolas açorianas possuem sistema de rega, por comparação com a situação nacional (51%) ou da Região Autónoma da Madeira (98%). Deste modo, principalmente durante o período de estiagem, quando as captações deixam de satisfazer as necessidades, é relativamente comum recorrer-se à rede de abastecimento público com o objetivo de suprimir essas carências pontuais, no que respeita particularmente à rega de pequenas hortas e pomares. Uma vez que os valores que lhe estão associados são bastante reduzidos, estes são habitualmente contabilizados como consumos domésticos.

Não obstante, e ao contrário do que se verificava há cerca de 20 anos, durante o primeiro ciclo de planeamento, importa ter em conta que a ocorrência de secas e os seus impactes nas disponibilidades hídricas são já uma preocupação corrente das autoridades regionais, pelo que a evolução das condições climáticas na Região deve ser acompanhada e incorporada nos próximos ciclos de planeamento de recursos hídricos, uma vez que podem alterar substancialmente as realidades conhecidas e percecionadas sobre as utilizações da água.

Por outro lado, a pecuária assenta na fileira do leite e da carne, que contribuem fortemente para as exportações da RAA. O setor leiteiro representa 32% da produção total de leite a nível nacional, e as explorações pecuárias têm uma densidade de ocupação (1,8 Cabeças Normais por hectare de Superfície Agrícola Utilizada) bastante superior à média nacional (0,6).

Em termos de evolução de indicadores socioeconómicos associados ao setor da Agricultura e Pecuária regional ao longo dos ciclos de planeamento de recursos hídricos, pode observar-se na Figura 6.1.1. que o contributo relativo do setor para o número de empresas regionais tem aumentado de forma significativa nos últimos 20 anos, apresentando alguma regularidade ao longo do tempo em termos de peso relativo no emprego, no VAB criado e no volume de negócios das empresas a nível regional (cifrando-se em cerca de 13%, 9% e 7%, respetivamente, em 2018).

Agricultura e Pecuária (% da economia regional)

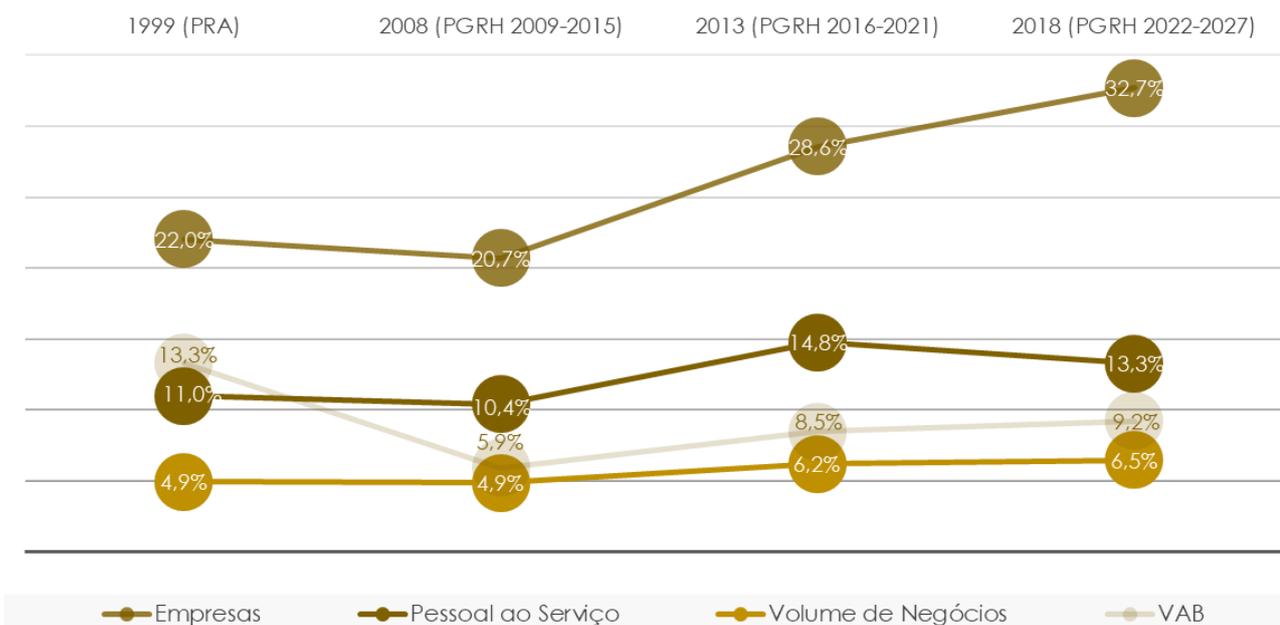


Figura 6.1.1 | Evolução de indicadores socioeconómicos do setor da Agricultura e Pecuária

Fonte: INE, 2020; SREA, 2002.

6.1.2 | Indústria Transformadora

Relativamente à indústria transformadora, a RAA destaca-se pela reconhecida diferenciação dos produtos agroalimentares de qualidade, de segurança alimentar e com maior incorporação de conhecimento, que têm contribuído para a criação de valor acrescentado na economia regional.

A análise de evolução temporal de indicadores socioeconómicos associados ao setor da Indústria Transformadora regional (Figura 6.1.2) permite observar uma tendência de redução da sua importância a nível regional em termos de número de empresas e de emprego (com uma perda de cerca de 4 e 9 pontos percentuais, respetivamente, nos últimos 20 anos), mas com uma tendência de aumento do seu peso relativo em termos de volume de negócios das empresa e de VAB criado na economia regional (representando cerca de 7% e 12%, respetivamente, em 2018), o que poderá ser reflexo de uma crescente evolução tecnológica e automação dos seus processos produtivos, e não propriamente de uma redução da importância económica deste setor à escala regional.

Indústria Transformadora (% da economia regional)

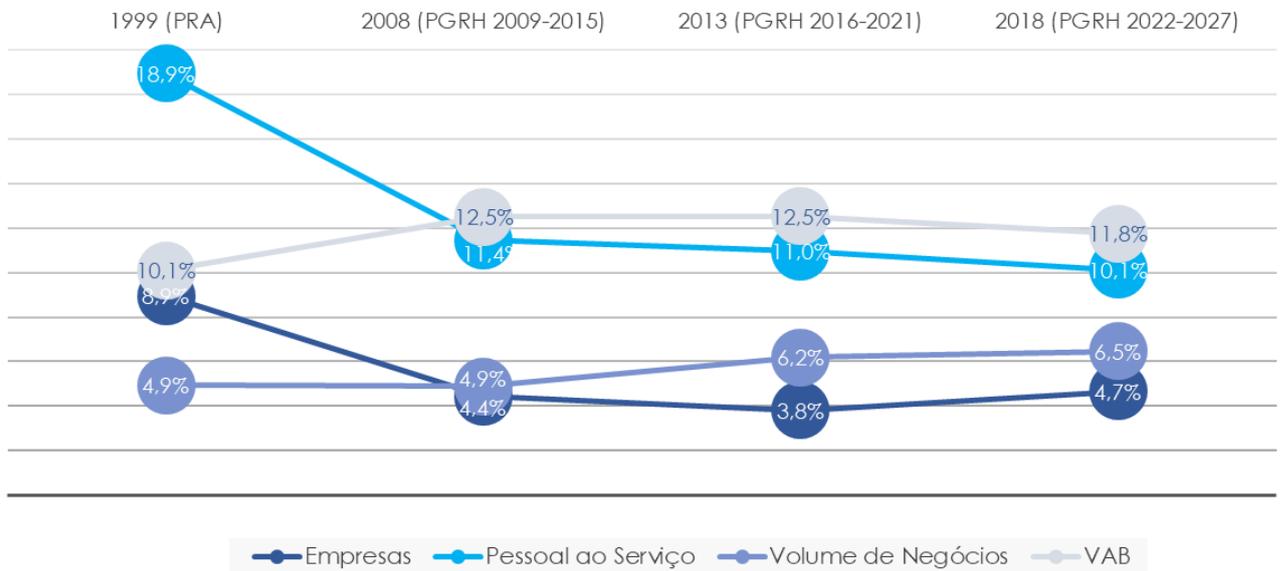


Figura 6.1.2 | Evolução de indicadores socioeconómicos do setor da Indústria Transformadora

Fonte: INE, 2020; SREA, 2002.

6.1.3 | Turismo

A RAA tem vindo a consagrar-se como destino relevante no âmbito do turismo sustentável e de excelência, dotado de especificidades regionais de elevado valor acrescentado, com especial destaque para o turismo da natureza, da descoberta e rural. Atualmente assiste-se a um processo de focagem competitiva da capacidade hoteleira já instalada, das dinâmicas de procura emergente e da aposta em novas correntes de procura turística sensíveis às características sociais e paisagísticas dos Açores, com uma crescente preocupação no ordenamento e na gestão sustentável da oferta e da procura (traduzida na proposta de revisão do Programa de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores, que atualmente aguarda aprovação).

Analisando a evolução temporal de indicadores socioeconómicos associados a este setor na RAA (Figura 6.1.3), pode observar-se uma redução significativa do peso do VAB e do número de empresas do setor do Turismo na economia regional na primeira década do século XX (embora em ambos os casos o valor absoluto desses indicadores tenha aumentado), sendo que a partir de então a importância socioeconómica relativa do Turismo apresenta uma tendência claramente crescente para todos os indicadores analisados, representando em 2018 cerca de 12% do emprego e do VAB, 11% do número de empresas e 5% do volume de negócios das empresas na economia regional. Contudo, é importante referir neste contexto que a pandemia do novo corona vírus terá efeitos negativos significativos nos indicadores anteriormente analisados.

Turismo (% da economia regional)

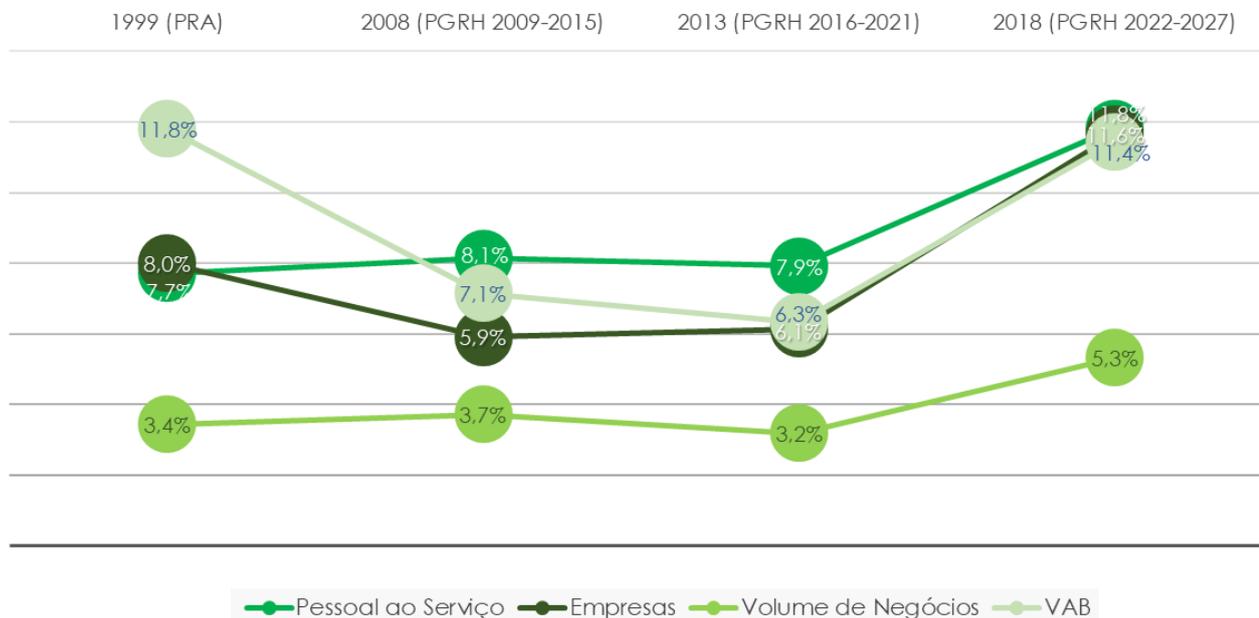


Figura 6.1.3 | Evolução de indicadores socioeconómicos do setor do Turismo

Fonte: INE, 2020; SREA, 2002.

6.1.4 | Energia

A insularidade e a fragmentação territorial determinam as condições de eficiência e de autonomia energética da RAA. Em matéria de aproveitamento de fontes endógenas de produção de energias renováveis utilizadoras de água, deve mencionar-se a produção de energia a partir de centrais hidroelétricas e de centrais geotérmicas. Note-se que subsistem ainda centrais termoelétricas, que permitem garantir a continuidade do abastecimento elétrico em todas as ilhas.

Importa referir que o setor da Energia, embora também seja um significativo utilizador de água, representa um uso maioritariamente não consumptivo, considerando-se que o consumo de água nas instalações hidroelétricas não constitui propriamente uma necessidade, mas antes um aproveitamento adicional de um recurso disponível. No que concerne à produção termoelétrica e geotérmica, as necessidades de água são residuais (sobretudo associadas a processos de refrigeração).

Face aos recursos da Região, mas também aos desafios globais de sustentabilidade, as energias renováveis têm um potencial de crescimento que podem tornar a RAA uma região de referência neste domínio. Em algumas ilhas a produção de energia renovável (hídrica e geotérmica), representa já uma proporção considerável da produção.

A importância socioeconómica do setor da energia, do ponto de vista da riqueza e do emprego gerado, não é tão representativa como no caso dos setores analisados anteriormente. Os dados de evolução temporal disponíveis (Figura 6.1.4) permitem observar que, com exceção do peso relativo do VAB (que apresenta variações muito significativas ao

longo dos últimos 20 anos), os restantes indicadores apresentam um comportamento relativamente consistente ao longo do tempo.

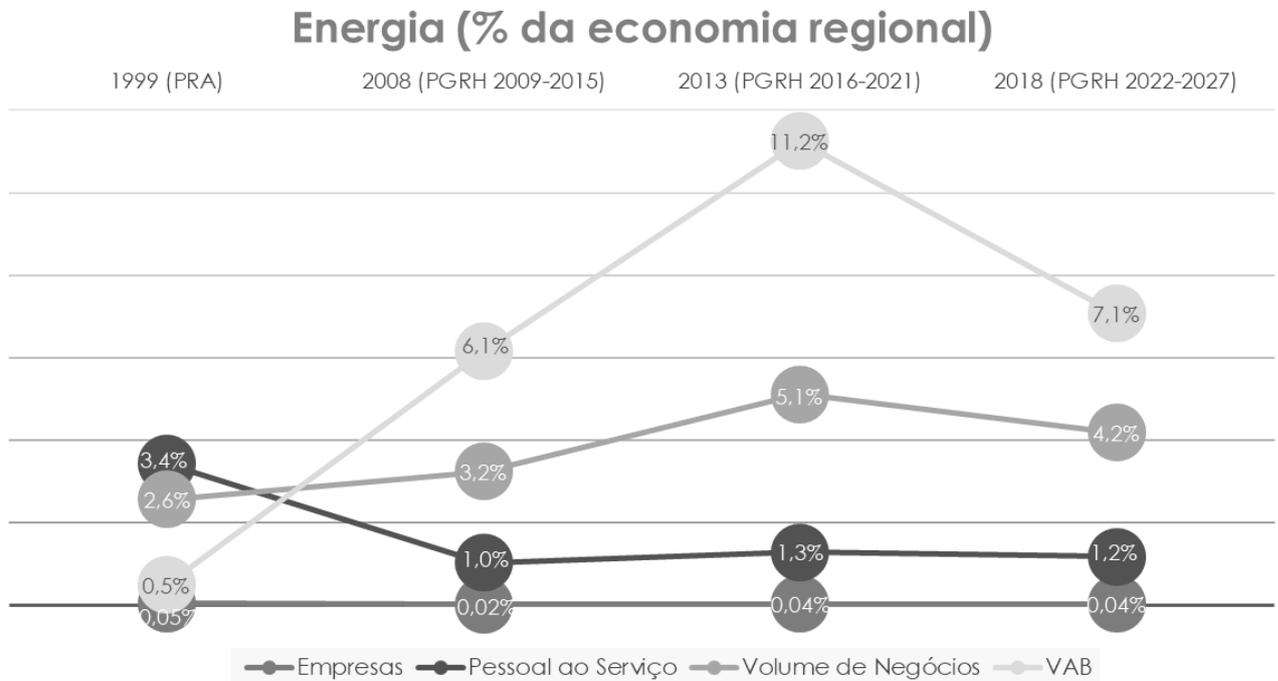


Figura 6.1.4 | Evolução de indicadores socioeconómicos do setor Energético

Fonte: INE, 2020; SREA, 2002.

6.1.5 | Eficiência Setorial das Utilizações da Água

A procura regional da água (para usos consumptivos) foi estimada em cerca de 28 hm³ por ano. O setor urbano, que inclui os utilizadores domésticos, absorve grande parte destas necessidades hídricas (com um volume anual de água correspondente a cerca de 56% das necessidades totais), seguindo-se o setor da agricultura e pecuária (cerca de 30%), da indústria transformadora (cerca de 9%), do turismo (cerca de 5%) e de outros usos - nos quais se incluem as necessidades hídricas para o setor da energia (considerando apenas os usos consumptivos, que excluem a produção hidroelétrica), atividades aeroportuárias e portuárias (com uma representatividade inferior a 1% das necessidades totais).

Uma dimensão relevante para a análise económica das utilizações da água é a perceção da forma como os setores mais significativos utilizam o recurso e o transformam em valor económico, representando a importância socioeconómica da água para a economia regional, e que pode ser traduzida por indicadores como os apresentados no Quadro 6.1.2, nomeadamente:

- **Produtividade económica da água:** representa o VAB (em Euros) gerado por cada m³ de água consumido;

- **Intensidade de utilização da água:** representa o consumo de água (em m³) necessário para gerar cada unidade de VAB (em Euros);
- **Empregabilidade da água:** representa o emprego gerado por cada m³ de água consumido.

Quadro 6.1.2 | Importância e eficiência setorial da utilização da água para a economia regional em 2018

Indicadores	Agricultura e Pecuária	Indústria Transformadora	Turismo	Energia
Produtividade económica da água (€ VAB/m ³)	13,7	57,3	110,2	1,2
Intensidade de utilização da (m ³ /€ VAB)	0,07	0,02	0,01	0,82
Empregabilidade da água (trabalhadores/hm ³)	1104	2774	6411	11

Fonte: INE, 2020.

Importa também neste caso analisar a evolução destes indicadores de eficiência na utilização da água ao longo do tempo na RAA, para identificar tendências de evolução e eventuais prioridades de intervenção setorial - mesmo tendo em conta que esse tipo de análise será tanto mais robusta e menos sensível a conjunturas pontuais quanto maior for a série temporal com dados disponíveis (pelo que importará robustecer esta análise com dados dos próximos ciclos de planeamento).

Neste contexto, a Figura 6.1.5 representa a evolução da produtividade económica da água na RAA para os setores económicos analisados, ao longo dos ciclos de planeamento de recursos hídricos, a nível regional. Observa-se uma clara tendência de redução desta produtividade no setor da Agricultura e Pecuária ao longo do tempo, e tendências em sentido inverso na Indústria Transformadora e no setor da Energia. Por outro lado, a tendência global no setor do Turismo parece ser de um aumento da produtividade ao longo do tempo, pese embora esta análise seja dificultada pela conjuntura do setor entre 2008 e 2013 (no qual se verificou uma redução progressiva do seu VAB, chegando a 30% de perda desde o início desse período) e também pela atual pandemia que irá ter um impacte negativo significativo no setor do turismo e outros setores de atividade.

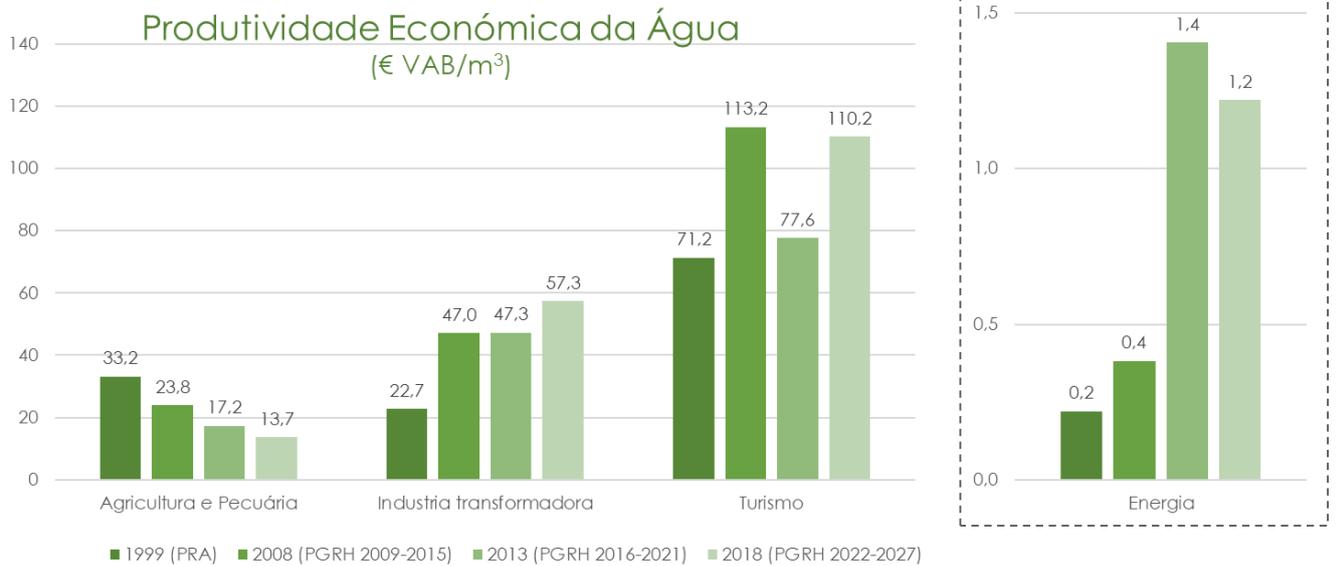


Figura 6.1.5 | Evolução da produtividade económica da água

Fonte: PRA, PGRH 2009-2015, PGRH 2016-2021, INE, 2020

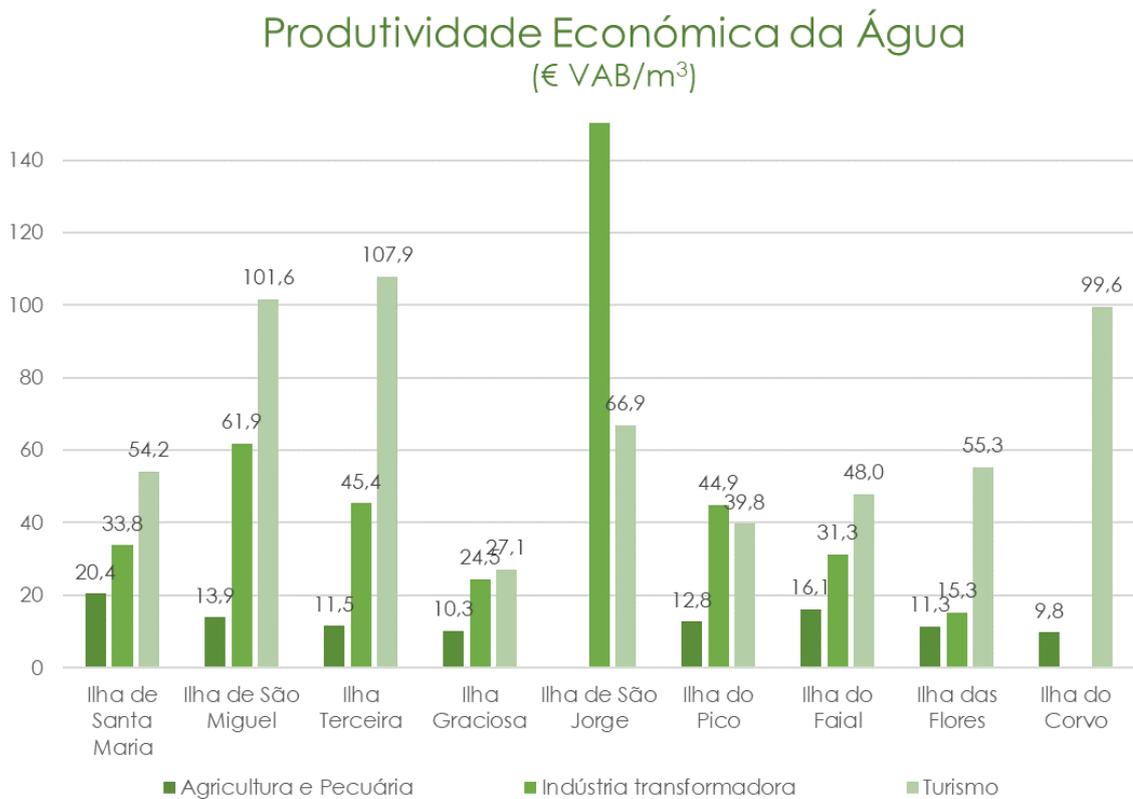


Figura 6.1.6 | Intensidade da utilização da água por ilha por setor de atividade, 2018

Por outro lado, a Figura 6.1.7 representa a evolução da intensidade da utilização da água na RAA para os mesmos setores económicos analisados, ao longo dos ciclos de planeamento de recursos hídricos regionais. Verifica-se que a utilização de água para a geração de riqueza tem aumentado substancialmente no setor da Agricultura e Pecuária (denotando uma aparente redução da sua eficiência ao longo do tempo), ao contrário do que se infere para os setores da Indústria Transformadora e da Energia. No caso das atividades turísticas, e embora denotando um comportamento relativamente irregular devido à conjuntura referida anteriormente, é o setor que apresenta uma intensidade de utilização de água mais reduzida, ou seja, que utiliza menos água para a geração de cada unidade de VAB.

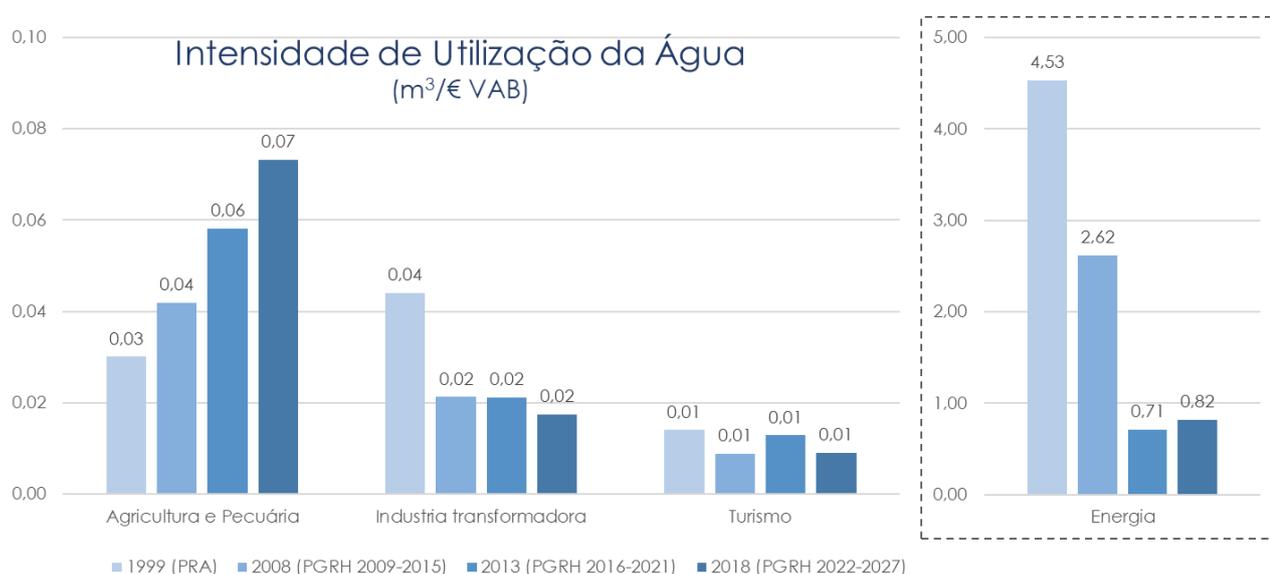


Figura 6.1.7 | Evolução da intensidade da utilização da água

Fonte: PRA, PGRH 2009-2015, PGRH 2016-2021, INE, 2020

A Figura 6.1.8. representa a intensidade de utilização da água por setor de atividade e por ilha. Evidencia-se contudo, que não existe informação disponível para todos os setores de atividade e com o nível de desagregação necessária, que permita efetuar o cálculo destes índices para todas as unidades geográficas e setores económicos.

Intensidade de Utilização da Água (m³/€ VAB)

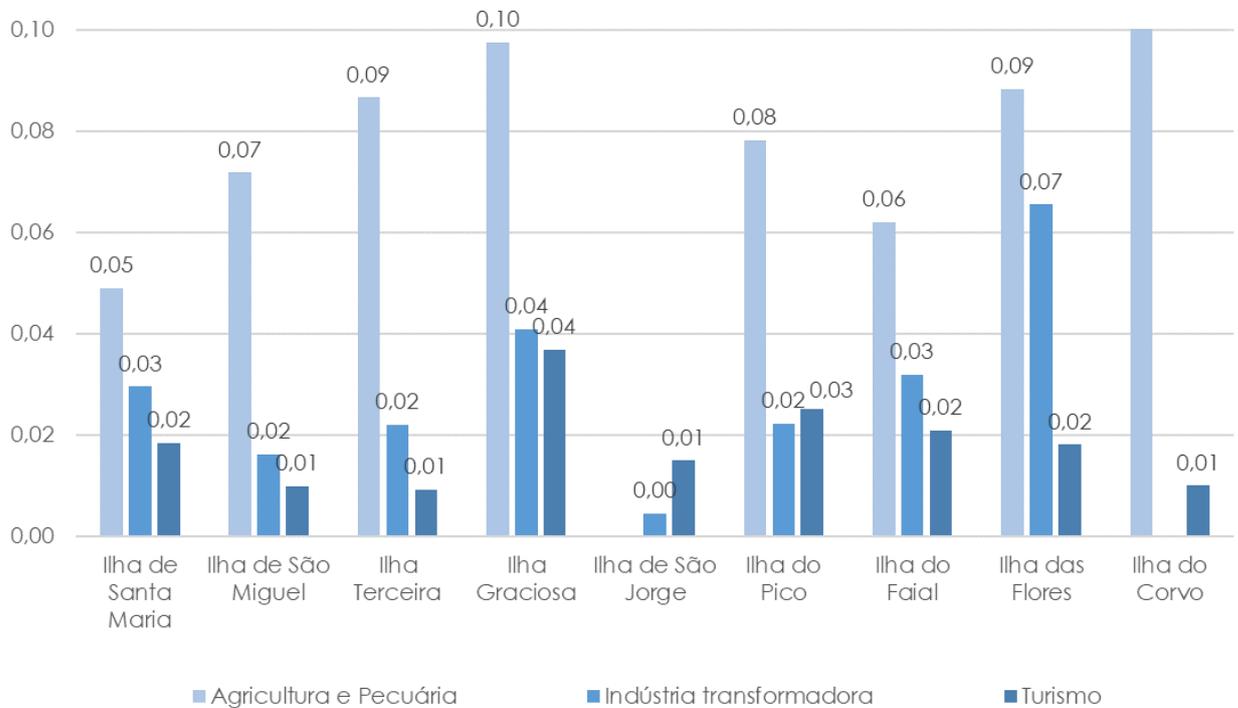


Figura 6.1.8 | Intensidade da utilização da água por ilha e por setor de atividade, 2018

A Figura 6.1.9 sintetiza a evolução da empregabilidade setorial da água (ou seja, o número de empregos por unidade de água consumida), verificando-se que o setor que gera mais empregabilidade em comparação com a água que consome é o do Turismo (embora com uma redução ao longo do tempo, acompanhando a conjuntura de contração já mencionada anteriormente, e que parece estar em recuperação, será novamente gravemente afetado pelo contexto da pandemia do novo corona vírus SARS COV 2). Observa-se também uma clara tendência positiva no setor da Indústria Transformadora (gerando cada vez mais empregos por unidade de água consumida), ao contrário do setor da Agricultura e Pecuária (cuja eficácia a este nível parece estar a reduzir-se na última década). O setor da Energia é tradicionalmente pouco representativo em termos de pessoal ao serviço, e ainda menos quando se analisa do ponto de vista da sua relação com as necessidades hídricas do setor (que são na sua quase totalidade associadas à produção de energia hidroelétrica - envolvendo caudais bastante significativos, mas com fins não consumptivos).

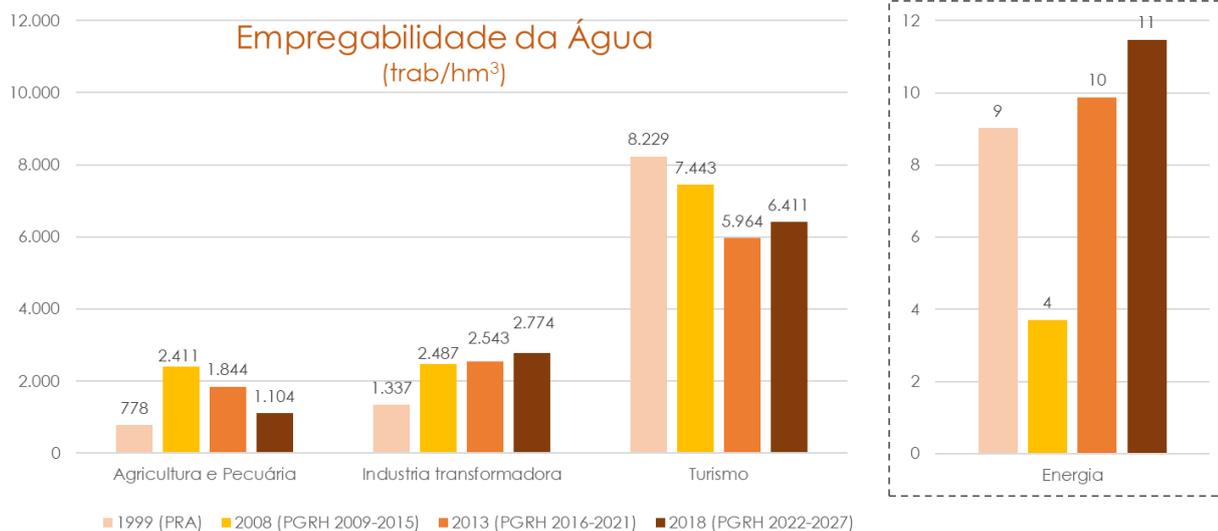


Figura 6.1.9 | Empregabilidade da água

Fonte: PRA, PGRH 2009-2015, PGRH 2016-2021, INE, 2020

A Figura 6.1.10 representa a empregabilidade da água por setor de atividade e por unidade geográfica. Salienta-se contudo, que não existe informação desagregada por ilha que permita calcular este índice para todos os setores de atividade.

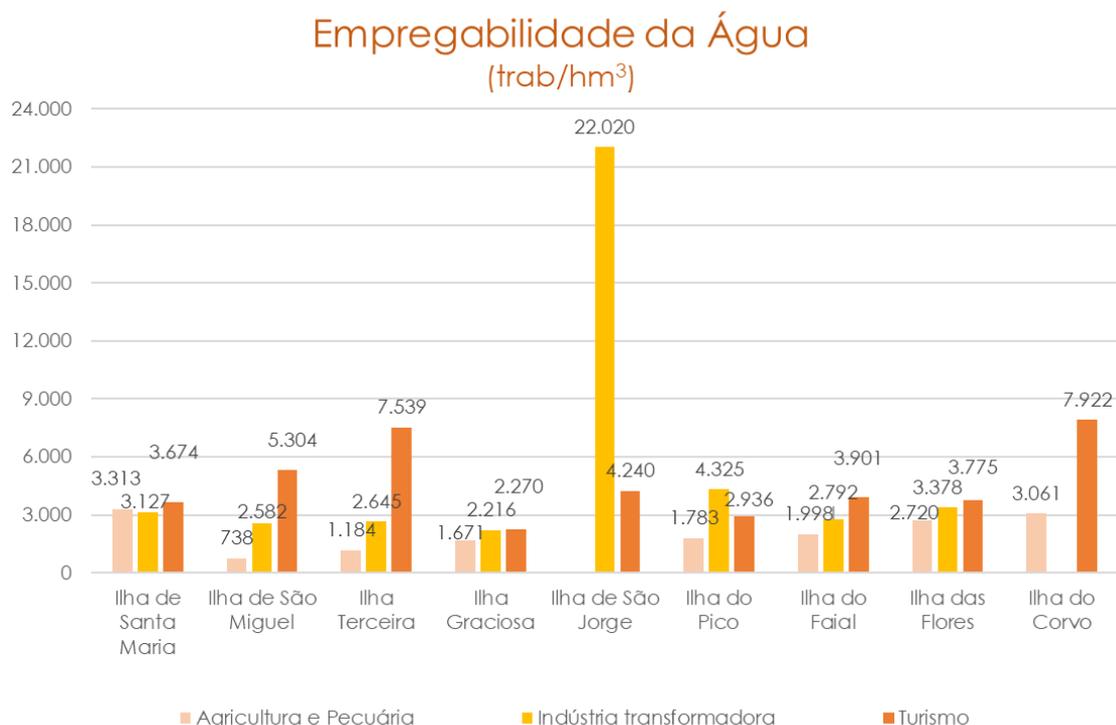


Figura 6.1.10 | Empregabilidade da água por ilha e por setor de atividade, 2018

6.2 | Regime Económico e Financeiro dos Recursos Hídricos

6.2.1 | Enquadramento

A Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água), alterada e republicada pelo Decreto-Lei n.º 130/2012, de 22 de junho, transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva Quadro da Água (DQA - Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro), que revê o regime legal nacional de gestão da água. Entre os princípios que desde então norteiam a gestão dos recursos hídricos a nível nacional contam-se o princípio do valor social da água (pelo qual se reconhece que ela constitui um bem de consumo ao qual todos devem ter acesso para satisfação das suas necessidades elementares), o princípio da dimensão ambiental da água (pelo qual se reconhece que esta constitui um ativo ambiental que exige a proteção capaz de lhe garantir um aproveitamento sustentável), e o princípio do valor económico da água (pelo qual se reconhece que a água, constituindo um recurso escasso, deve ter uma utilização eficiente, confrontando-se o utilizador da água com os custos e benefícios que lhe são inerentes).

Já a DQA estabelecia (no n.º 1 do seu artigo 9.º) que “os Estados Membros terão em conta o princípio da recuperação de custos dos serviços hídricos, mesmo em termos ambientais e de recursos, tomando em consideração a análise económica efetuada de acordo com o Anexo III e, sobretudo, segundo o princípio do poluidor-pagador”.

Neste contexto, uma das componentes fundamentais da Lei da Água é o Regime Económico e Financeiro (consagrado no seu Capítulo VII e aprovado pelo Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de junho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 46/2017, de 3 de maio), que constitui um instrumento da maior importância na concretização dos princípios que estão na génese da referida lei.

As componentes do Regime Económico e Financeiro (REF) dos recursos hídricos contemplam a estimativa dos custos ambientais e de escassez, reconhecendo que os instrumentos económicos e financeiros são fundamentais para a racionalização do aproveitamento dos recursos hídricos, uma vez que existem custos públicos e benefícios particulares significativos e a compensação dos custos e benefícios associados à utilização dos recursos hídricos constitui uma exigência elementar de igualdade tributária.

Sendo esta uma das matérias mais complexas de concretizar no âmbito da análise económica prevista na DQA (e, subsequentemente, na Lei da Água), vários documentos orientadores têm sido produzidos para o efeito. Apesar disso, os conceitos e metodologias que têm vindo a ser aprofundados não são vinculativos, encontrando-se abordagens diferentes adotadas pelos diversos Estados Membros, como noutros domínios de elevada complexidade técnica ou política.

Importa neste contexto explicitar os três tipos de custos da utilização da água que devem ser considerados (e recuperados) através das políticas de preços da água:

- **Custos financeiros dos serviços de água:** que englobam os custos de exploração, os custos de capital e os custos do fornecimento e administração dos serviços;
- **Custos ambientais:** são os custos que os usos da água provocam em termos de degradação qualitativa do meio aquático, provocando um diferencial entre o estado alterado e um estado de referência (que pode ser assumido como o Bom Estado das massas de águas referido na DQA); só

existem custos ambientais se as pressões induzidas pelos usos atuais ultrapassarem a capacidade natural de recuperação ou regeneração do meio;

- **Custos de escassez:** são os custos de oportunidade associados aos usos atuais da água, isto é, os benefícios perdidos por existirem oportunidades de uso que são inviabilizadas (presentes ou futuras) pelos usos presentes do recurso; só existem custos de escassez se as pressões induzidas pelos usos atuais ultrapassarem a capacidade natural de recarga do meio (sendo esta tanto menor quanto maior o índice de escassez, total ou sazonal).

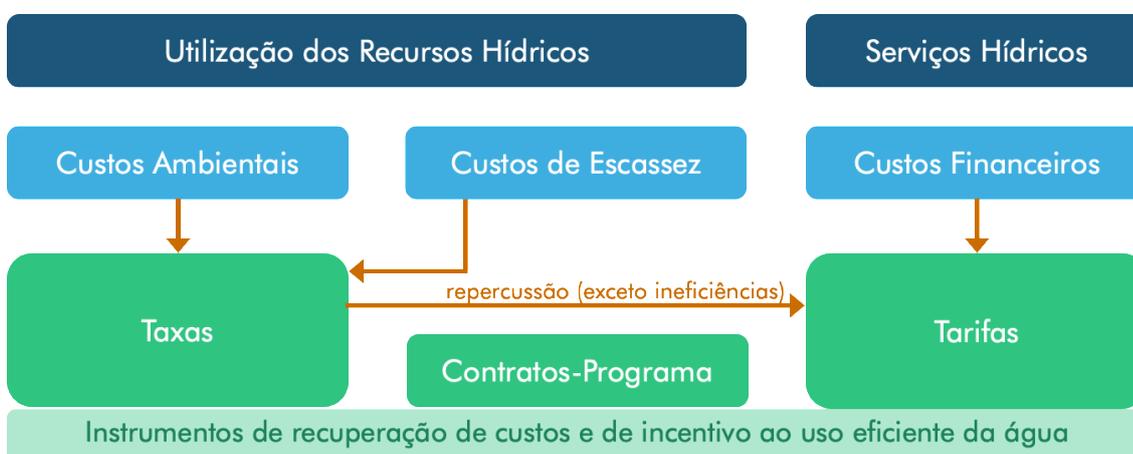


Figura 6.2.1 | Componentes do custo da água e instrumentos económicos e financeiros

O REF prevê a aplicação de três instrumentos económicos e financeiros:

- A Taxa de Recursos Hídricos (TRH);
- As tarifas dos serviços públicos de águas;
- Os contratos-programa relativos a atividades de gestão dos recursos hídricos.

A TRH assenta num princípio de equivalência, o que implica que o utilizador dos recursos hídricos deve contribuir na medida do custo que imputa à comunidade ou na medida do benefício que a comunidade lhe proporciona, uma concretização da igualdade tributária que as ciências do ambiente traduzem geralmente pelas noções do “utilizador-pagador” e do “poluidor-pagador”.

Pretende conter diferenciações variadas, algumas procurando refletir o diferente contributo que cada setor económico deve dar para a gestão sustentável dos recursos hídricos, outras procurando refletir a escassez variada que os recursos hídricos mostram ao longo do território ou, ainda, procurando acautelar grupos de utilizadores em posição de maior carência económica e social. Deste modo, é definido que a TRH será maioritariamente dirigida aos utilizadores de maior

dimensão, que consomem os recursos hídricos com maior intensidade e provocam um desgaste ambiental mais significativo.

O cálculo da TRH considera, assim, a soma das seis componentes (A+E+I+O+U+S), descritas na Figura 6.2.2.

Componente A	Corresponde à utilização privativa de águas do domínio público hídrico do Estado, calculando-se pela aplicação de um valor de base ao volume de água captado, desviado ou utilizado, nomeadamente, na produção de energia hidroelétrica ou termoelétrica, expresso em m ³ , multiplicado pelo coeficiente de escassez aplicável quando não se trate de águas marinhas.	Utilização de águas do domínio público hídrico do Estado
Componente E	Corresponde à descarga, direta ou indireta, de efluentes sobre os recursos hídricos, suscetível de causar impacto significativo, calculando-se pela aplicação de um valor de base à quantidade de poluentes contida na descarga, expressa em kg.	Descarga de efluentes
Componente I	Corresponde à extração de inertes do domínio público hídrico do Estado, calculando -se pela aplicação de um valor de base de € 2,50 ao volume de inertes extraídos, expresso em m ³ .	Extração de inertes do domínio público hídrico do Estado
Componente O	Corresponde à ocupação de terrenos do domínio público hídrico do Estado e à ocupação e criação de planos de água, calculando -se pela aplicação de um valor de base à área ocupada, expressa em m ² .	Ocupação do domínio público hídrico do Estado
Componente U	Corresponde à utilização privativa de águas sujeitas a planeamento e gestão públicos, suscetível de causar impacto significativo, calculando-se pela aplicação de um valor de base ao volume de água captado, desviado ou utilizado, nomeadamente, na produção de energia hidroelétrica ou termoelétrica, expresso em m ³ .	Utilização de águas sujeitas a planeamento e gestão públicos
Componente S	Corresponde à utilização privativa de águas, calculando-se pela aplicação de um valor de base ao volume de água captado ou utilizado para os sistemas de água de abastecimento público, expresso em m ³ .	Sustentabilidade dos serviços urbanos de águas

Figura 6.2.2 | Componentes da Taxa de Recursos Hídricos (TRH)

Por outro lado, as **tarifas** são instrumentos aos quais estão sujeitos todos os utilizadores dos serviços públicos de águas, independentemente da forma de gestão que neles seja adotada.

O regime de tarifas aplicável aos serviços públicos de águas deve permitir a recuperação dos custos associados à provisão destes serviços (incluindo os encargos obrigatórios por lei, como a TRH e as taxas devidas a entidades reguladoras), em condições de eficiência e mediante a diferenciação contabilística das componentes de abastecimento e de saneamento de águas residuais, garantindo a transparência na formação da tarifa a pagar pelos utilizadores e assegurando o equilíbrio económico e financeiro de cada serviço prestado pelas entidades gestoras.

Já os **contratos-programa** relativos a atividades de gestão de recursos hídricos são acordos através dos quais a administração central (ou regional) presta apoio técnico (formação técnica e profissional, elaboração de estudos e pareceres, acompanhamento e fiscalização de projetos, entre outros) e/ou financeiro (participação nos custos de investimento da instalação de tecnologias, meios de autocontrolo e monitorização, construção de infraestruturas e manutenção e recuperação das margens dos cursos de água e das galerias ripícolas), através da prestação de

subsídios, concessão de crédito ou bonificação de juros) a autarquias locais, respetivas associações, empresas concessionárias, entidades privadas, cooperativas ou associações de utilizadores.

6.2.2 | Panorama da Região Autónoma dos Açores

A análise da informação relativa à gestão de recursos hídricos e à operação dos serviços de águas permite concluir que os instrumentos do REF (e, por conseguinte, a garantia da prossecução dos seus princípios) não está a ser plenamente (ou, pelo menos, de forma transparente) aplicada na Região Autónoma dos Açores.

De facto, **dos instrumentos previstos no REF apenas se identifica atualmente a aplicação de tarifas** nos serviços públicos de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais.

Nesse contexto, e de acordo com uma análise efetuada pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA) em 2015, verificava-se uma grande disparidade nos tarifários aplicados aos utilizadores finais dos sistemas públicos de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais na Região Autónoma dos Açores.

Estes tarifários apresentavam divergências sem fundamentação técnica e económica aparente, quer no que respeita à sua estrutura, quer no que respeita aos seus valores, não transmitindo por isso aos utilizadores finais sinais claros que os orientem no sentido de uma utilização mais racional e eficiente dos serviços, e pondo dessa forma em causa a própria sustentabilidade económica das entidades gestoras, comprometendo a prazo a universalidade e a qualidade dos serviços prestados.

Outro aspeto então identificado, foi que a definição de tarifários especiais para os utilizadores mais carenciados não estava devidamente salvaguardada nos sistemas tarifários em vigor, assumindo-se que tão importante como a existência de melhores condições de acessibilidade para este tipo de utilizadores é a padronização e a transparência das regras para atribuição e definição destes benefícios aos utilizadores, efetivamente, mais carenciados.

Nesse contexto, foi publicada em 2015 a Recomendação ERSARA n.º 01/2015 (doravante designada por “Recomendação Tarifária”), com o objetivo de contribuir para a harmonização das estruturas tarifárias que financiam os serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, promovendo novas estruturas tarifárias e regras para a aplicação dos tarifários atendendo a critérios de racionalidade económica e financeira, de sustentabilidade e melhoria do desempenho das entidades gestoras e de recuperação tendencial dos encargos dos serviços.

Segundo o referido diploma, as estruturas tarifárias devem seguir as seguintes orientações gerais:

- Devem compreender uma componente fixa (valor aplicado em função de cada intervalo temporal durante o qual o serviço se encontra disponibilizado ao utilizador final, invariável em função da quantidade faturada) e uma componente variável (valor ou conjunto de valores unitários aplicável em função do nível de utilização do serviço, em cada intervalo temporal), de forma a permitir a repercussão equitativa dos gastos associados aos serviços por todos os utilizadores;
- A aplicação de componentes variáveis pode ser limitada pela inexistência de equipamentos de micromedição, sendo que esta situação deveria ser resolvida no prazo de 3 anos (ou seja, até 2018);

- A aplicação das tarifas deve ser feita de forma proporcional, tendo em conta o princípio da defesa dos interesses dos utilizadores.

Note-se que estas orientações estão alinhadas com o também preconizado pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSARA), entendendo-se que:

- Não deve ser aplicada apenas uma tarifa fixa, pois não reflete no utilizador final o volume de água consumido, encorajando o desperdício e emitindo um sinal errado do ponto de vista ambiental. A ausência desta componente iria penalizar sobretudo as populações mais desfavorecidas que, indiretamente, teriam que suportar os investimentos realizados para proporcionar água a proprietários de segundas residências, a turistas e a população flutuante (ou seja, aqueles que usufruem dos serviços, mas não os utilizam com regularidade);
- Não deve também ser aplicada apenas uma tarifa variável, pois não repercute de forma equitativa os custos por todos os utilizadores finais domésticos, beneficiando utilizadores com mais de uma habitação em detrimento de utilizadores com habitação única.

Como referência, pode notar-se que com base na análise da informação recolhida, sobre as entidades gestoras nacionais ao longo dos anos, complementada com referenciais internacionais, a ERSARA estima que será expectável que o peso dos proveitos resultantes de tarifas fixas se situe num referencial entre 15 a 30% dos proveitos tarifários totais, dependendo das características do território e da tipologia de utilizadores finais.

Conforme o disposto no Decreto-Lei n.º 194/2009, de 20 de agosto, que estabelece o regime jurídico dos serviços municipais de abastecimento público de água, de saneamento de águas residuais e de gestão de resíduos, estão previstos três modelos de gestão destes serviços, designadamente a gestão direta, através das unidades orgânicas do município (serviços municipais ou municipalizados), a gestão delegada, através da delegação de poderes em empresa do setor empresarial local (abreviadamente designada por empresa municipal) e por concessão.

Nos Açores o modelo de gestão dos serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais, adotado na maioria dos concelhos, tem sido por gestão direta - 17 municípios, sendo que somente 2 municípios (Nordeste e Praia da Vitória) adotaram o modelo de gestão delegada.

No que se refere especificamente ao serviço de abastecimento público de água para consumo humano nos Açores, das 19 entidades gestoras a operar em baixa, apenas 3 entidades gestoras (SMAS de Ponta Delgada, SM de Angra do Heroísmo e Praia Ambiente) operam cumulativamente em alta.

Relativamente ao serviço de saneamento de águas residuais apenas 8 entidades gestoras (CM Corvo, CM Lagoa; CM de Santa Cruz da Graciosa; CM de Vila do Porto; CM de Vila Franca do Campo, SMAS de Ponta Delgada, SM Angra do Heroísmo e Praia Ambiente) dispõem de infraestruturas públicas de tratamento de águas residuais, verificando-se a utilização generalizada de fossas sépticas, nas várias ilhas da Região Autónoma dos Açores, tanto em zonas rurais como em zonas urbanas, sendo esta única solução para a recolha e disposição de águas residuais a ser adotada na maioria dos municípios.

No que concerne aos projetos cofinanciados a ERSARA refere no Relatório de Contas de 2019 que foram atribuídos 67.552,12€ (com um valor cabimentado para o mesmo período de 120.000,00€), o que acrescidos aos pagamentos realizados entre 2017-2019, totalizam 8 entidades apoiadas, num valor global de 98.087,32€.

Quadro 6.2.1 | Programa de Apoio à Aquisição de Medidores de Caudal, 2019

Entidades	Valor cabimentado	Valor do apoio
Câmara Municipal de Lajes do Pico	30.000,00€	10.000,00€
Câmara Municipal de Santa Cruz das Flores	30.000,00€	10.000,00€
Câmara Municipal de Vila do Porto	30.000,00€	10.000,00€
Câmara Municipal da Horta	30.000,00€	8.537,07€
SMAS de Ponta Delgada	30.000,00€	8.370,16€
Serviços Municipalizados de Angra do Heroísmo	30.000,00€	8.453,12€
Câmara Municipal de São Roque do Pico	30.000,00€	6.468,84€
Câmara Municipal de Vila Franca do Campo	30.000,00€	5.722,93€

Fonte: ERSARA, 2020

Em 2019, foi ainda criado o Programa de Apoio à Aquisição de Contadores de Água Potável, regulamentado pela Portaria n.º 8/2019 de 5 de fevereiro, tendo sido apoiadas 7 entidades, no valor de 35.892,87 €, conforme se apresenta no Quadro seguinte:

Quadro 6.2.2 | Programa de Apoio à Aquisição de Contadores de Água Potável, 2019

Entidades	Valor do apoio
Praia Ambiente, E.M.	4.135,61€
Câmara Municipal de Vila do Porto	4.494,93€
Câmara Municipal de Velas	2.984,10€
Câmara Municipal da Horta	10.000,00€
Serviços Municipalizados de Angra do Heroísmo	10.000,00€
Câmara Municipal de São Roque do Pico	1.344,63€
Câmara Municipal das Lajes das Flores	2.933,60€

Fonte: ERSARA, 2021

Em 2019 o total de despesas da ERSARA atingiu o valor de 542.488,00 € (quinhentos e quarenta e dois mil, quatrocentos e oitenta e oito euros), numa despesa orçamental corrigida no valor de 1.072.186,00€ (um milhão e setenta e dois mil, cento e oitenta e seis euros), o que se traduziu num grau de execução orçamental global de 51,75%. Na despesa executada por subagrupamento, verificaram-se os seguintes graus de execução orçamental: - Despesas com pessoal com um grau de execução de 94,50%, que correspondeu o valor de 274.986,46 € (duzentos e setenta e quatro mil, novecentos e oitenta e seis euros e quarenta e seis cêntimos); - Aquisição de bens e serviços no valor de 116.413,34 € (cento e dezasseis mil, quatrocentos e treze euros e trinta e quatro cêntimos) correspondente a um grau

de execução de 31,06%, valor, este, baixo, mas justificado por compromissos assumidos no decorrer de 2019, mas que não ficaram concluídos até ao final do exercício, no montante de 96.146,40 €; - Aquisição de bens de capital atingiram o valor de 47.643,21 € (quarenta e sete mil, seiscentos e quarenta e três euros e vinte e um cêntimo), relacionados com a aquisição de material de escritório, informático e técnico, bem como a finalização dos módulos da plataforma digital da qualidade da água e da qualidade de serviços, para uma execução de 49,23%; - Transferências de capital, corresponde o valor de 103.444,99 € (cento e três mil, quatrocentos e quarenta e quatro euros e noventa e nove cêntimos), onde estão incluídos os Apoios à Aquisição de Medidores de Caudal (67.552,12 €) e o Apoio à Aquisição de Contadores de Água Potável (35.892,87 €), o que correspondeu a um grau de execução orçamental de 37,68%.

Em 2019, o total de Receita cobrada atingiu o valor de 625.992,23 € (seiscentos e vinte e cinco mil, novecentos e noventa e dois euros e vinte e três cêntimos), acrescido do valor do saldo transitado na posse do serviço no valor de 503.686,10 € (quinhentos e três mil, seiscentos e oitenta e seis euros e dez cêntimos), o que perfaz com que o valor total da receita se situasse nos 1.129.678,33 € (um milhão e noventa e oito mil, oitocentos e noventa e seis euros e oitenta e oito cêntimos). A receita cobrada compunha-se no subagrupamento de Taxas, multas e outras penalidades, correspondendo o valor de 625.992,23 € (seiscentos e vinte e cinco mil, novecentos e noventa e dois euros e vinte e três cêntimos), à Taxa de controlo de qualidade da água (527.934,06 €), à taxa de regulação de resíduos por habitante (11.878,12 €) e à taxa de regulação de resíduos por tonelada (86.180,05 €).

Assim, a nível contabilístico no ano de 2019, apurou-se um resultado líquido positivo de 27.389,56 € (vinte e sete mil, trezentos e oitenta e nove euros e cinquenta e seis cêntimos).

Apresenta-se de seguida uma síntese das características dos sistemas tarifários aplicados em cada uma das ilhas da Região Autónoma dos Açores.

6.2.3 | Situação por ilha

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

6.2.4 | Nível de Recuperação dos Custos

As orientações da política da água a nível Europeu e nacional preconizam que os tarifários deveriam conter uma estrutura progressivamente uniforme em todo o território regional, devendo os níveis de encargos suportados pelos utilizadores finais evoluir tendencialmente para um intervalo razoável, compatível com a capacidade económica das populações. Contudo, este deverá refletir também um crescente grau de recuperação dos custos pela via tarifária, num cenário de eficiência, nas zonas onde o atual défice é mais notório.

A análise do Nível de Recuperação de Custos (NRC) das entidades gestoras dos serviços de águas foi efetuada com base nos indicadores da ERSARA relativos aos **rendimentos totais**⁷ (dA41 para o abastecimento de água e dS41 para o saneamento de águas residuais) e aos **gastos totais**⁸ (dA42 para o abastecimento de água e dS42 para o saneamento de águas residuais) em 2018.

No Quadro 6.2.3. compilam-se estes indicadores para o caso dos serviços de abastecimento de água.

Quadro 6.2.3 | Nível de recuperação de custos (abastecimento de água)

Entidade Gestora	Rendimentos totais (€'000)	Gastos totais (€'000)
CM Vila do Porto	397	428
CM Lagoa	905	105
Nordeste Ativo	540	455
SMAS Ponta Delgada	8 883	5 709
CM Povoação	431	165
CM Ribeira Grande	2 686	1 275
CM Vila Franca do Campo	747	136
SM Angra do Heroísmo	4 268	2 111
Praia Ambiente	2 190	1 192
CM Santa Cruz da Graciosa	227	378
CM Calheta	N.D.	N.D.
CM Velas	724	847
CM Lajes do Pico	394	378
CM Madalena	397	199
CM São Roque do Pico	215	806
CM Horta	1 147	1 024
CM Lajes das Flores	9	64
CM Santa Cruz das Flores	15	239
CM Corvo	44	74
RAA	24 223	15 583

N.D.: Não disponível

Fonte: ERSARA, 2019.

⁷ Rendimentos totais (operacionais financeiros e outros) gerados, no ano em análise. Incluem os rendimentos operacionais (vendas, prestações de serviços, rendimentos suplementares e outros rendimentos e ganhos operacionais), os rendimentos e ganhos financeiros e outros ganhos.

⁸ Gastos totais (operacionais, financeiros e outros) incorridos, no ano de análise. Incluem os gastos operacionais (custo de vendas, fornecimentos e serviços externos, gastos com pessoal, amortizações e depreciações do exercício e outros gastos e perdas operacionais), os gastos financeiros e outros gastos.

Na Figura 6.2.7 apresenta-se o NRC das entidades gestoras do serviço de abastecimento de água em cada município dos Açores, baseado no indicador da ERSARA A11 – Cobertura de gastos totais, que avalia o nível de sustentabilidade da gestão do serviço em termos económico-financeiros, no que respeita à capacidade das entidades gestoras para gerar meios próprios de cobertura dos encargos que decorrem do desenvolvimento da sua atividade.

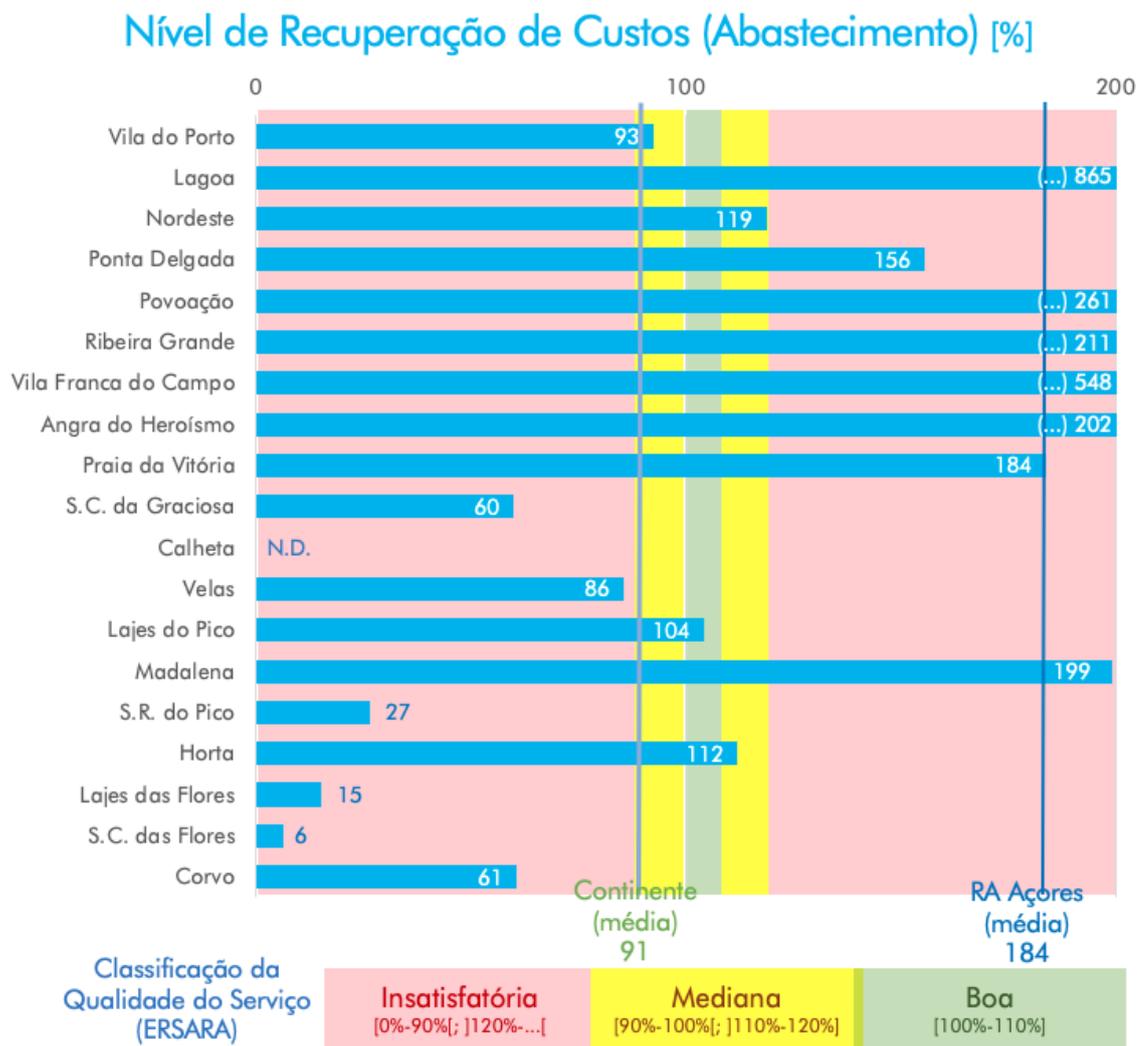


Figura 6.2.7 | Nível de recuperação de custos das entidades gestoras para o serviço de abastecimento de água nos Açores

Fonte: ERSARA,2019

A Figura 6.2.7 permite observar que a média do NRC nos Açores é bastante superior ao verificado em Portugal Continental, com um nível de qualidade do serviço que é classificado como insatisfatório pelos referenciais da ERSARA.

Verifica-se que em mais de metade dos municípios da Região os custos da prestação dos serviços de abastecimento de água são efetivamente recuperados, mas na maior parte deles a níveis que resultam numa classificação de qualidade do serviço insatisfatória por parte da ERSARA, uma vez que representam situações desproporcionadas (que devem ser ponderadas face à acessibilidade económica aos serviços por parte dos seus utentes) ou indiciadoras de subsídição cruzada.

Efetivamente a ERSARA considera existirem oportunidades de melhoria neste contexto, devendo as entidades gestoras procurar garantir a cobertura dos gastos direta e indiretamente suportados com a prestação desses mesmos serviços mas simultaneamente minimizar a subsídição cruzada dos serviços.

Por sua vez, o Quadro 6.2.4 apresenta os mesmos indicadores para o caso dos serviços de saneamento de águas residuais.

Quadro 6.2.4 | Nível de recuperação de custos (saneamento de águas residuais)

Entidade Gestora	Rendimentos totais (€'000)	Gastos totais (€'000)
CM Vila do Porto	5	165
CM Lagoa	81	557
Nordeste Ativo	2	4
SMAS Ponta Delgada	3 640	4 064
CM Povoação	0	58
CM Ribeira Grande	0	761
CM Vila Franca do Campo	164	1 111
SM Angra do Heroísmo	1 298	531
Praia Ambiente	351	325
CM Santa Cruz da Graciosa	17	196€
CM Calheta	N.D.	N.D.
CM Velas	N.D.	N.D.
CM Lajes do Pico	N.D.	N.D.
CM Madalena	N.D.	N.D.
CM São Roque do Pico	0	0
CM Horta	32	62
CM Lajes das Flores	0	13
CM Santa Cruz das Flores	0	50
CM Corvo	20	6
RAA	5 610	7 902

N.D.: Não disponível

Fonte: ERSARA, 2019.

Na Figura 6.2.8 apresenta-se o NRC das entidades gestoras do serviço de saneamento de águas residuais em cada município açoriano, baseado no indicador da ERSARA S04 – Cobertura dos gastos totais, que avalia o nível de

sustentabilidade da gestão do serviço em termos económico-financeiros, no que respeita à capacidade das entidades gestoras para gerar meios próprios de cobertura dos encargos que decorrem do desenvolvimento da sua atividade.

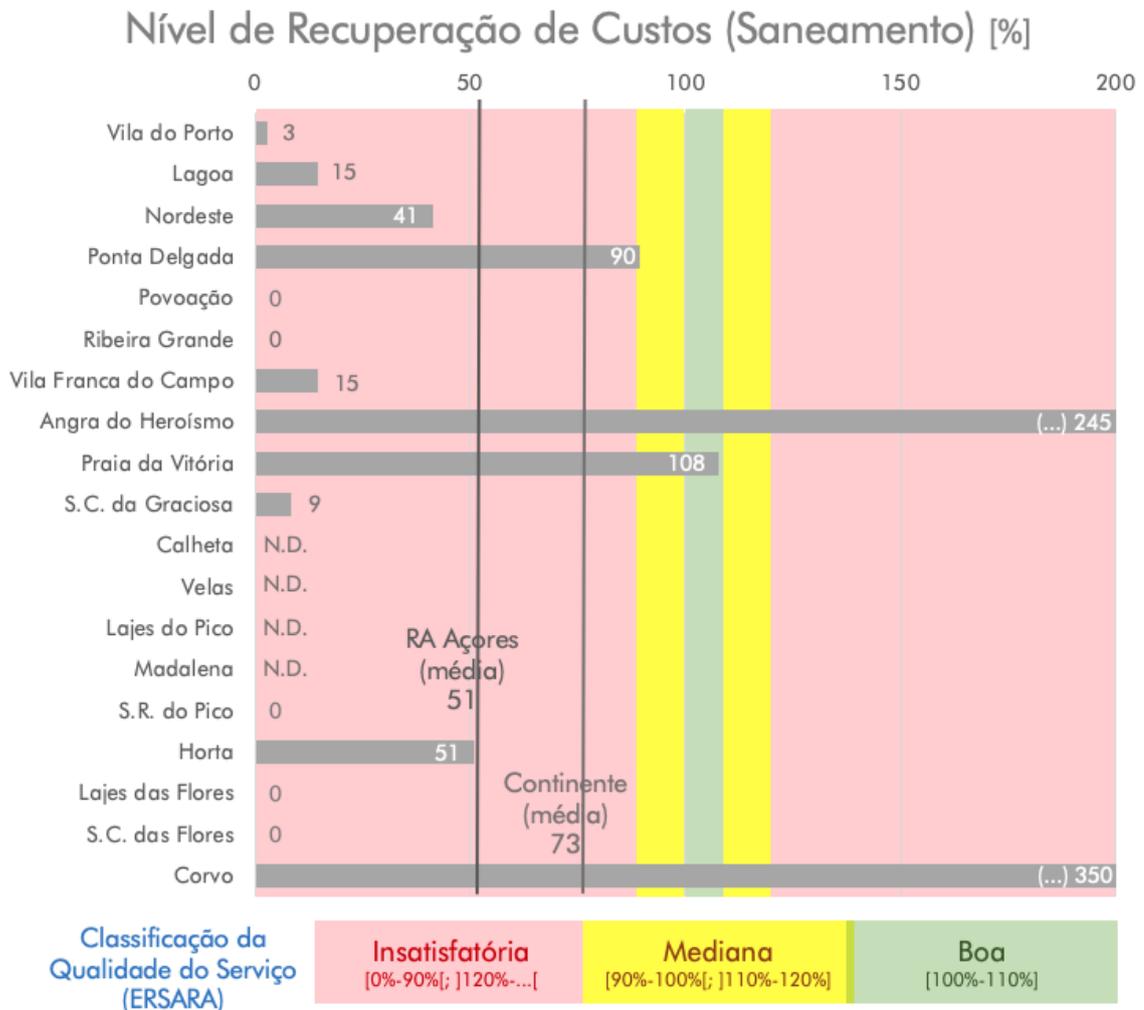


Figura 6.2.8 | Nível de recuperação de custos das entidades gestoras para o serviço de saneamento de águas residuais nos Açores

Fonte: ERSARA,2019

A Figura 6.2.8 permite observar que a média do NRC dos serviços de saneamento de águas residuais nos Açores é inferior ao verificado em Portugal Continental, situando-se em cerca de 50% - que é classificado como um nível de qualidade do serviço insatisfatório pelos referenciais da ERSARA.

Verifica-se que cerca de metade dos municípios da Região não apresentam receitas com os serviços de saneamento (ou não reportam os seus dados), e que os custos destes serviços são efetivamente recuperados apenas nas entidades gestoras das ilhas Terceira e Corvo. Note-se ainda que apenas uma entidade gestora apresenta uma qualidade do serviço classificada como “boa” relativamente a este indicador (Praia Ambiente).

A ERSARA considera existirem oportunidades de melhoria relativamente à recuperação de custos dos serviços de saneamento de águas residuais na Região, devendo as entidades gestoras procurar garantir a cobertura dos gastos direta e indiretamente suportados com a prestação desses serviços, mas simultaneamente minimizar a subsidiação cruzada dos mesmos.

Numa perspetiva de evolução temporal, a Figura 6.2.9 apresenta os NRC que foi possível apurar ao longo dos ciclos de planeamento de recursos hídricos na Região Autónoma dos Açores. Embora a consistência e comparabilidade dos dados possam ter algumas limitações, parece verificar-se uma tendência de aumento do NRC dos serviços de águas a nível regional nas duas últimas décadas.

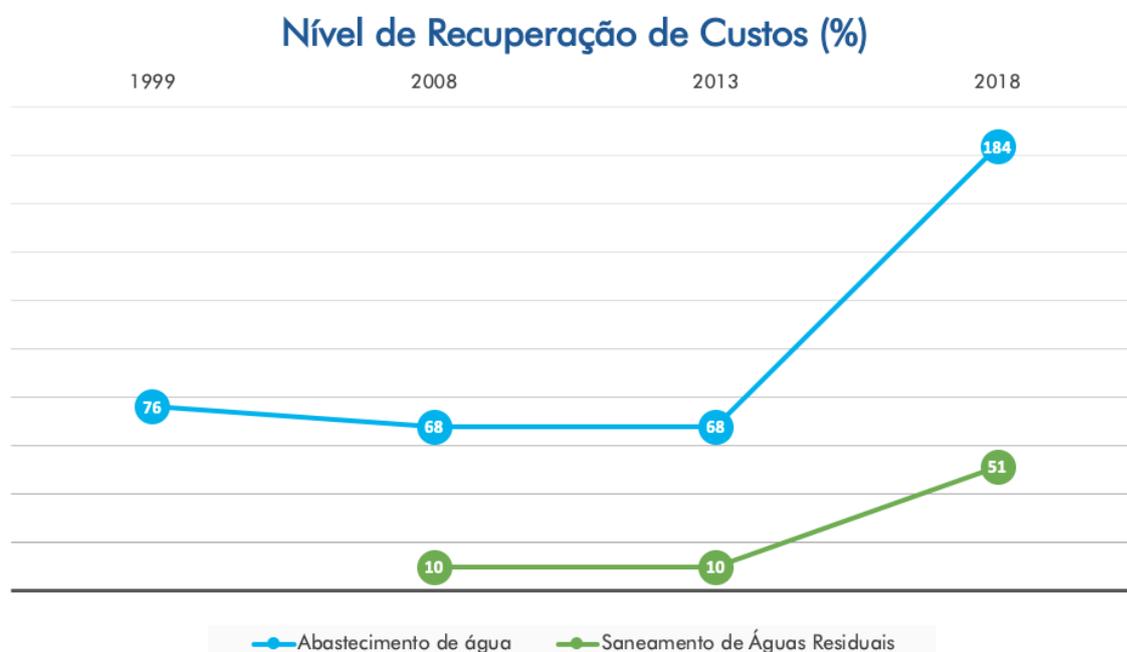


Figura 6.2.9 | Evolução do nível de recuperação de custos

Fonte: PRA, PGRH 2009-2015, PGRH 2016-2021, ERSARA, 2019

Refira-se ainda que apenas foi possível analisar o NRC relativo às entidades gestoras dos serviços públicos de água, não se obtendo dados para analisar outras tipologias de utilizadores e de serviços, como as situações de autosserviço ou os sistemas de abastecimento dedicados às atividades agrícola e pecuária.

6.2.5 | Perspetivas Futuras

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

6.3 | Acessibilidade Económica dos Serviços

6.3.1 | Enquadramento

Os serviços de águas são essenciais ao bem-estar geral dos cidadãos, à saúde pública, às atividades económicas e à proteção do ambiente. Segundo a OCDE, o aumento das tarifas, o desenvolvimento e a adoção de diversas estruturas tarifárias deve-se à necessidade de sinalizar aos consumidores a escassez do recurso, em simultâneo com a necessidade de cobertura dos custos de fornecimento dos serviços de água. Estas ações promovem tanto o uso eficiente da água como o acesso universal ao seu consumo.

Os investimentos efetuados no sector das águas nos últimos anos levam ao crescimento sistemático das tarifas desse serviço, pela necessária recuperação dos investimentos, mas também incorpora os custos relativos aos crescentes requisitos necessários no âmbito do tratamento da água para consumo humano e da qualidade para descarga de águas residuais, com o objetivo de minimização de problemas de saúde pública e de impactes ambientais.

Se, por um lado, estes aumentos das tarifas dos serviços de abastecimento e de saneamento contribuem para a sustentabilidade dos operadores, por outro lado podem criar dificuldades para uma parte dos consumidores, constituindo um sério obstáculo ao princípio universal do acesso a serviços essenciais.

Tendo esse constrangimento em vista, a OCDE⁹ recomendou como limiar de acessibilidade económica aos serviços de água o valor de 3% do rendimento médio disponível das famílias (ou da despesa total média anual), enquanto o Banco Mundial e outras agências financeiras internacionais adotam o valor limite de 5% para os serviços de águas em países em vias de desenvolvimento.

Importa, no entanto, notar que este limiar de referência tem em consideração países menos desenvolvidos, com características socioeconómicas e com sistemas de abastecimento e saneamento substancialmente distintos.

Adaptando estes referenciais ao contexto nacional e regional, a ERSARA considera que o serviço terá uma boa qualidade se o peso do encargo médio com o serviço não ultrapassar os 0,5% do rendimento médio disponível por agregado familiar, classificando-a como mediana se for superior a esse valor mas não ultrapassar 1% do rendimento médio disponível.

6.3.2 | Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas

Para avaliar a acessibilidade económica da população açoriana aos serviços de águas é necessário confrontar o encargo médio com os serviços e o rendimento médio disponível por agregado familiar (Quadro 6.3.1).

⁹ OCDE (2002), Social issues in the provision and pricing of water services.

Quadro 6.3.1 | Rendimentos médios das famílias e encargos com os serviços de águas

Município	Rendimento médio por agregado familiar (€/ano)	Encargo médio com o serviço de abastecimento de água * (€/ano)	Encargo médio com o serviço de saneamento de águas residuais ** (€/ano)
Vila do Porto	22 214,92 €	81,48 €	7,22 €
Lagoa	17 790,41 €	84,60 €	30,60 €
Nordeste	15 653,07 €	112,80 €	0,00 €
Ponta Delgada	26 342,30 €	108,60 €	88,56 €
Povoação	16 452,07 €	84,60 €	0,00 €
Ribeira Grande	17 360,95 €	108,72 €	14,42 €
Vila Franca do Campo	15 727,97 €	72,60 €	15,48 €
Angra do Heroísmo	23 465,87 €	59,76 €	51,00 €
Praia da Vitória	18 444,60 €	117,00 €	75,84 €
Santa Cruz da Graciosa	17 995,16 €	42,00 €	13,20 €
Calheta	18 129,99 €	50,40 €	0,00 €
Velas	20 137,50 €	69,60 €	0,00 €
Lajes do Pico	17 620,62 €	110,40 €	0,00 €
Madalena	21 945,25 €	90,96 €	0,00 €
São Roque do Pico	19 495,80 €	47,16 €	0,00 €
Horta	21 720,53 €	90,36 €	0,00 €
Lajes das Flores	17 483,29 €	9,36 €	0,00 €
Santa Cruz das Flores	21 603,18 €	14,04 €	0,00 €
Corvo	18 539,48 €	26,40 €	0,00 €

* Valor do encargo médio anual suportado por agregado familiar pelo consumo de 120 m³ de água, com base na tarifa aprovada.

** Valor do encargo médio anual suportado por agregado familiar pela recolha e tratamento de 120 m³ de águas residuais, com base na tarifa aprovada, considerando um coeficiente de afluência à rede de 0,90 (de acordo com o estipulado na Recomendação Tarifária da ERSARA).

Fonte: ERSARA, 2019.

Traduzindo estes dados numa análise gráfica, pode observar-se na Figura 6.3.1 que, segundo os critérios da ERSARA, não parecem existir constrangimentos significativos no acesso da população aos serviços de abastecimento de água – apenas em quatro municípios a qualidade do serviço no que diz respeito a este aspeto é classificada como “mediana” (Nordeste, Ribeira Grande, Praia da Vitória e Lajes do Pico), sendo nos restantes municípios considerada como “boa”. No entanto, alguns destes municípios são dos que apresentam uma tarifa aprovada superior à média regional e apresentam níveis de recuperação de custos superiores a 100%, indiciando que há margem para reponderar algumas das práticas tarifárias atualmente em vigor.

Note-se também que a média regional no que diz respeito à acessibilidade económica deste serviço é semelhante à verificada em Portugal Continental, classificando-se como “boa”.

No entanto, é preciso ter presente que esta análise é efetuada com base em valores médios, pelo que importa analisar em detalhe se os agregados familiares que se encontrem em situação de carência económica têm acesso a tarifários especiais adequados para garantir o seu acesso aos serviços.

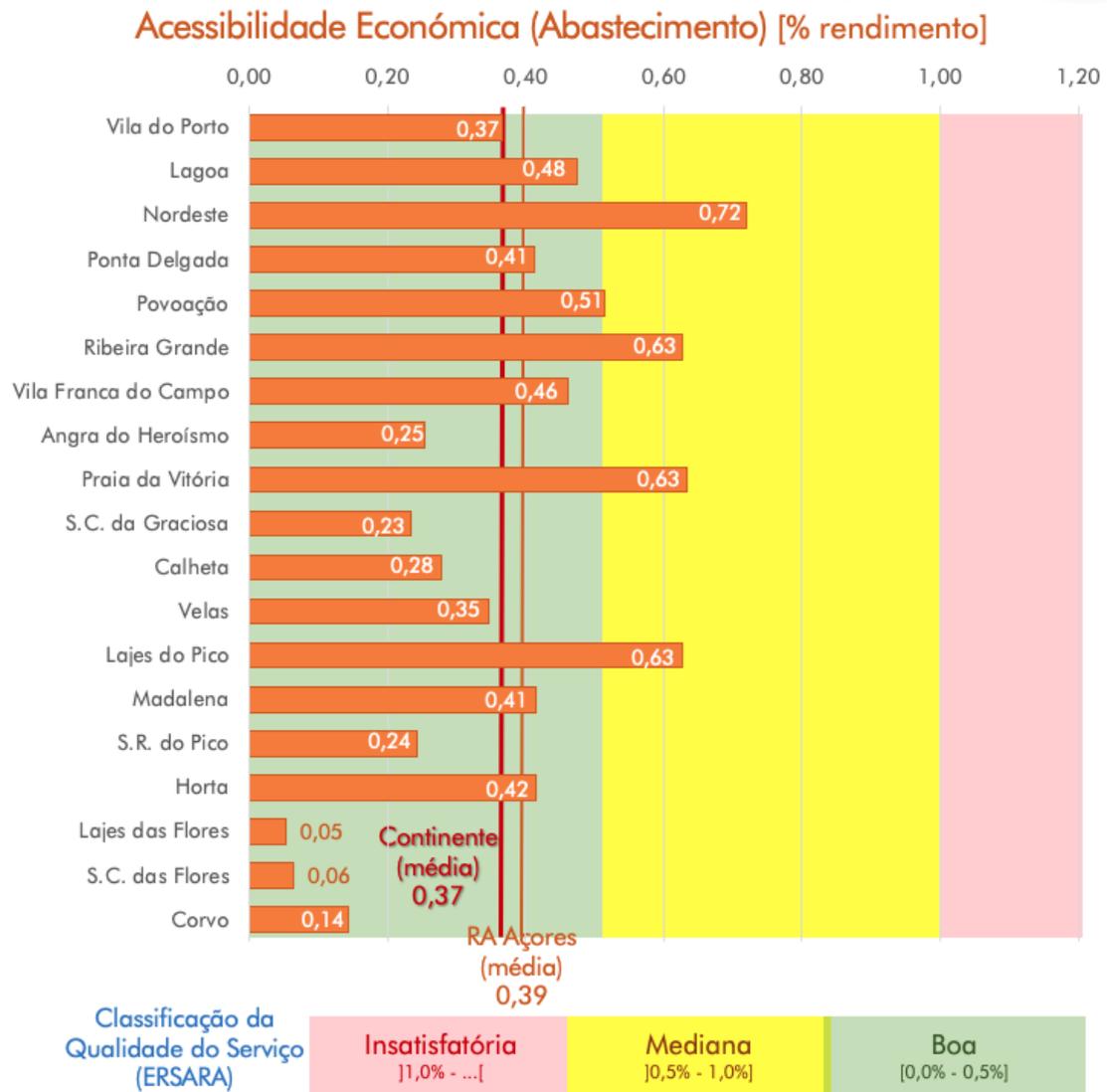


Figura 6.3.1 | Acessibilidade económica dos serviços de abastecimento de água

Fonte: ERSARA, 2019.

Numa outra perspetiva, é também interessante analisar a equidade no acesso à água em função da dimensão do agregado familiar. Nesse contexto, a Associação Portuguesa de Famílias Numerosas tem realizado desde 2015 um Estudo Comparativo dos Tarifários de Abastecimento de Água em Portugal, concluindo reiteradamente que:

- As famílias são discriminadas em função da região onde vivem, porque existem diferenças significativas no preço da água entre municípios estipuladas com base nas suas especificidades geográficas, naturais e populacionais, associadas a condicionantes técnicas e de infraestruturas;
- As famílias são discriminadas em função da sua dimensão existindo, num mesmo município, para famílias com o mesmo consumo per capita, diferenças substanciais no preço por litro de água. Esta

discriminação decorre da construção de tarifários escalonados, pelos municípios, que não têm em consideração a dimensão da família (preço per capita) na definição do valor associado a cada escalão.

O Quadro 6.3.2 apresenta a evolução no Ranking de Equidade Final¹⁰ dos municípios dos Açores, verificando-se que a maior parte dos mesmos encontra-se bem classificado neste índice.

Quadro 6.3.2 | Ranking de equidade no acesso à água para famílias numerosas

Município	Posição no Ranking			
	2018	2017	2016	2015
Lajes das Flores *	1	1	1	1
Santa Cruz das Flores *	1	1	1	1
Corvo	3	4	3	3
Santa Cruz da Graciosa	16	14	11	10
Vila do Porto	24	42	51	53
Vila Franca do Campo	37	26	19	20
Calheta	39	39	39	187
Povoação	44	68	66	66
Ponta Delgada	46	53	44	49
Madalena	58	60	56	140
São Roque do Pico	76	79	75	38
Angra do Heroísmo	87	95	90	92
Horta	111	118	118	110
Nordeste	136	140	142	135
Lagoa	140	62	146	142
Praia da Vitória	152	176	122	93
Lajes do Pico	208	197	200	194
Ribeira Grande	257	259	256	242
Velas	258	260	248	108

* Os municípios das Lajes das Flores e de Santa Cruz das Flores surgem no topo da tabela uma vez que a análise não se enquadra no método de comparação utilizado no âmbito deste estudo, por não terem tarifa variável do abastecimento de água. No entanto, como são os que têm os preços mais baixos do país e o consumo de água tem impacte nulo no preço cobrado pela água, são considerados no primeiro lugar no ranking, tendo em conta a ótica específica do estudo.

¹⁰ A análise da equidade no acesso à água foi realizada para os 308 municípios portugueses através do cálculo do custo real da água (fator fixo e fator variável) para um consumo mensal de 3,6 m³ por pessoa¹ e para dez dimensões familiares diferentes (de 1 a 10 pessoas).

O valor deste índice tem uma relação de proporcionalidade inversa com o nível de equidade, ou seja, quanto mais próximo de 0 for o valor do índice, maior é a equidade.

A Figura 6.3.2 apresenta a evolução do índice de equidade por distrito, observando-se que as regiões que consistentemente registam maior equidade são a Região Autónoma da Madeira e a Região Autónoma dos Açores.

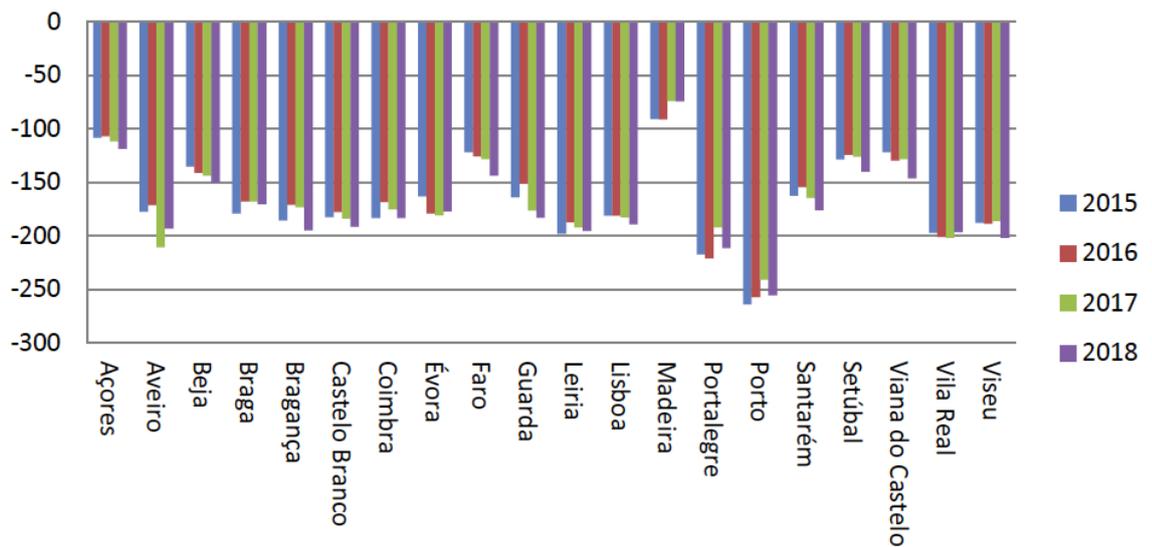


Figura 6.3.2 | Índice de Equidade Final por Distrito

Fonte: APFN, 2019.

No que diz respeito ao serviço de saneamento de águas residuais, a Figura 6.3.3 revela que, segundo os critérios da ERSARA, também não são expectáveis constrangimentos significativos no acesso da população aos serviços de saneamento de águas residuais, uma vez que os encargos médios com este serviço não atingem os 0,5% do rendimento médio das famílias em nenhum dos municípios açorianos, sendo por isso a qualidade do serviço classificado como “boa” em todo o território.

Não obstante, também neste caso é conveniente ter especial atenção aos agregados familiares que se encontrem em situação de carência económica.

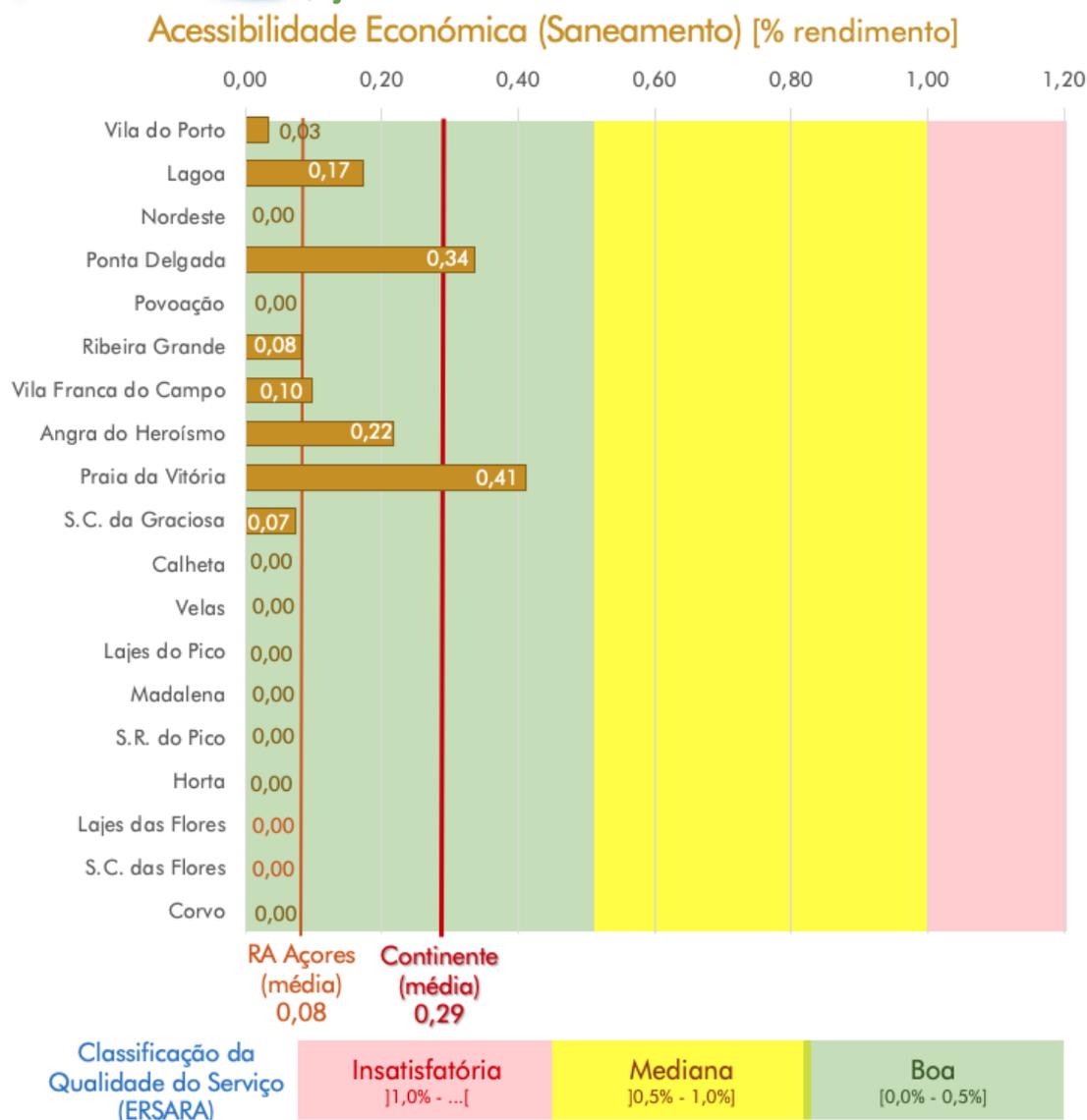


Figura 6.3.3 | Acessibilidade económica dos serviços de saneamento de águas residuais

Fonte: ERSARA, 2019.

6.3.3 | Perspetivas para os Próximos Ciclos de Planeamento

Tendo em conta os resultados obtidos com a análise económica das utilizações da água, podem identificar-se alguns aspetos a ter em conta nos próximos ciclos de planeamento, para promover uma maior eficácia e eficiência económica na utilização e gestão dos recursos hídricos regionais, convergindo dessa forma cada vez mais com as orientações europeias e nacionais na matéria:

- Converter os resultados da análise económica das utilizações da água em medidas concretas e em estratégias mais harmonizadas para estimar e integrar os custos em termos ambientais e de escassez. Neste ponto a ERSARA pode ter um papel decisivo, iniciando um processo de solicitação de cálculo dos custos ambientais e dos custos de escassez por parte das entidades gestoras dos serviços de águas;
- Avaliar os níveis de recuperação de custos e a acessibilidade económica para outros serviços para além dos urbanos (e.g. autosserviço, sistemas de abastecimento dedicados às atividades agrícolas e pecuárias, ...);
- Avaliar a eficácia da atual política de preços em termos dos incentivos de comportamentos de uso eficiente do recurso e da adequabilidade do contributo dos vários setores utilizadores para a recuperação de custos, incluindo as limitações ao nível da base de conhecimento, tanto decorrentes de lacunas conceptuais e metodológicas (e.g. sistemas contabilísticos, sistemas estatísticos, etc.), como institucionais (e.g. articulação e troca de informação entre organismos estatais, nomeadamente entre reguladores e entre estes e os utilizadores);
- Analisar de que forma os subsídios e subsídios-cruzados estão a ser refletidos no cálculo da recuperação de custos;
- Analisar a equidade territorial no financiamento dos serviços públicos de águas (taxas de cofinanciamento; captação do investimento público);
- No município de vila do Porto perspectiva-se que o sector agrícola possa vir a solicitar cada vez mais água da rede na época de verão devido à fraca pluviosidade e por ausência de reservas e captações próprias que subterrâneas, quer de superfície.
- Incluir o preço da água como variável de cenarização, considerando a procura (em sentido económico) de água por diferentes setores e o respetivo cálculo de elasticidades;
- Utilizar os dados da análise económica para melhorar a sustentação económica dos programas de medidas (e.g. custos desproporcionados), facilitando as decisões e os investimentos relacionados com a água;
- Implementar os restantes instrumentos do regime económico e financeiro dos recursos hídricos a nível regional, principalmente a Taxa de Recursos Hídricos (TRH);
- Reponderar os sistemas tarifários em vigor na Região, de forma a reduzir as disparidades no preço da água entre municípios e, eventualmente, definir tarifários específicos por setor de atividade (em função das pressões que os mesmos exercem sobre os recursos hídricos, de forma a incentivar a racionalização do seu uso);

Generalizar a adoção de tarifários familiares ou congéneres, garantindo que a construção dos tarifários assegure que, por princípio, a um mesmo consumo *per capita* corresponda um mesmo preço por metro cúbico. Sempre que o tarifário



base não consiga assegurar este princípio, poderão ser construídos tarifários familiares que façam um ajustamento ao tarifário base.

| Bibliografia

Cordeiro R., Luz R., Vasconcelos V., Fonseca A. & Gonçalves V. 2020. A critical review of cyanobacteria distribution and cyanotoxins occurrence in Atlantic Ocean islands. *Cryptogamie, Algologie* 41 (9): 73-89. <https://doi.org/10.5252/cryptogamie-algologie2020v41a9>. <http://cryptogamie.com/algologie/41/9>

CRUZ, J.V., ANDRADE, C., COUTINHO, R. (2018) - Reavaliação da delimitação de massas de água subterrânea na região hidrográfica dos Açores e proposta de rede de monitorização quantitativa (Fase I). Documento técnico-científico 015/IVAR/CIVISA/18.

CRUZ, J.V., ANDRADE, C., COUTINHO, R. (2018) - Reavaliação da delimitação de massas de água subterrânea na região hidrográfica dos Açores e proposta de rede de monitorização quantitativa (Fases II e III). Documento técnico-científico 018/IVAR/CIVISA/18.

CRUZ, J.V., ANDRADE, C., COUTINHO, R. (2019) - Reavaliação da delimitação de massas de água subterrânea na região hidrográfica dos Açores e proposta de rede de monitorização quantitativa (fases IV e V). Documento técnico-científico 012/IVAR/CIVISA/2019.

DRA (2019) - Carta de ocupação do solo da Região Autónoma dos Açores – COS.A/2018. Direção Regional Ambiente, Ponta Delgada.

DROTRH (2020) - Avaliação e espacialização do balanço hídrico e caracterização da interação entre as águas de superfície e subterrâneas. Projeto HIDROBAL, Relatório de Progresso, DROTRH, Ponta Delgada.

Huisman J., Codd G. A., Paerl H. W., Ibelings B. W., Verspa gen J. M. H. & Visser P. M. 2018. — Cyanobacterial blooms. *Nature Reviews Microbiology* 16 (8): 471-483. <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0040-1>

Mantzouky E., Lürling M., Fastner J., *et al.* 2018. Temperature effects explain continental scale distribution of cyanobacterial toxins. *Toxins* 10 (4): 156. <https://doi.org/10.3390/toxins10040156>

Paul V. J. 2008. — Global warming and cyanobacterial harmful algal blooms, in Hudnell H. K. (ed.), *Cyanobacterial Harmful Algal Blooms: State of the Science and Research Needs*. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. New York, NY, Springer New

Rowan JS, Carwardine J, Duck RW, Bragg OM, Black AR, Cutler MEJ, Soutar I & Boon PJ (2006). Development of a technique for Lake Habitat Survey (LHS) with applications for the European Union Water Framework Directive. *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst.* 16: 637–657

Sibrant, A.L.R., Hildenbrand, A., Marques, F.O. & Costa, A.C.G. (2015) - Volcano-tectonic evolution of the Santa Maria Island (Azores): implications for palaeostress evolution at the western Eurasia-Nubia late boundary. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 291: 49-62.

SRAA, 2015. Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores (RH9) 2016-2021, Secretaria Regional da Agricultura e Ambiente, Horta

As referências dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2, constam dos respetivos volumes.



| ANEXOS

Anexo 2.2.I | Informação climática disponível e considerações metodológicas

1 | Informação climática disponível e aproximações metodológicas

1.1 | Limitações e representatividade da informação

Atendendo às especificidades de enquadramento do Arquipélago dos Açores no que diz respeito ao sistema climático, bem como à heterogeneidade geomorfológica característica de cada uma das suas ilhas, a localização das estações climatológicas, quando existentes, suscitam sérias reservas no que se refere à representatividade dos valores observados em relação ao total da área das ilhas onde se encontram instaladas (ver comentários em rodapé). Na generalidade situadas no litoral, próximas do nível do mar, as estações meteorológicas insulares que tradicionalmente servem de base aos modelos de generalização espacial de base geoestatística são quase sempre as mesmas que se destinam à observação meteorológica para fins sinópticos ou aeronáuticos. Deste modo, e de acordo com os critérios inerentes a este tipo de estações, a informação nelas recolhida, pelo facto de se pretender liberta de influências locais, dificilmente reflete as variações induzidas pelos fatores locais do clima. Aspetos específicos e importantes tais como a orografia e a sua relação com os mecanismos advectivos e de intercepção da radiação, impedem que a informação assim recolhida traduza a diversidade das condições climáticas da generalidade do território.

Mesmo no caso das estações udométricas que, em algumas ilhas, apresentam uma maior densidade, o problema da representatividade espacial apresenta-se como um sério obstáculo à caracterização climática com base exclusiva nos valores nelas observados. De facto, pese embora a pequena dimensão dos territórios em análise, a generalidade dos autores que se defrontam com o estudo da variabilidade climática nas ilhas dos Açores, e, em particular, com a variabilidade espacial da deposição da precipitação e dos fatores que interferem no balanço hídrico, referem as dificuldades da generalização espacial da informação disponível nos diferentes postos udométricos a todo o território¹¹. Este aspeto decorre da complexidade orográfica das ilhas face a um regime climático envolvente muito irregular e caracterizado por um espectro de variabilidade muito elevado, atendendo particularmente à localização geográfica das

¹¹ * Manuel Bettencourt (1979) – a propósito das incongruências das correlações estabelecidas entre a precipitação e a altitude: “... têm uma possível explicação, pois há que atender a que a os valores da precipitação dependem não só da altitude, como também da exposição dos locais que, além do mais, umas vezes estão situados na costa norte e outras vezes na costa sul. Em regra, os valores da precipitação nos Açores são maiores na encosta norte, para a mesma altitude”. em O Clima dos Açores como Recurso Natural – O Clima de Portugal – Fascículo XVIII – INMG.

* Silvério Godinho (1989), a propósito da colmatação de falhas nas séries da precipitação das ilhas dos Açores: “... para o estudo da precipitação em ilhas montanhosa não nos pareceu aplicável o processo de estimar os valores em falta, não só por, para cada ilha, se não dispor de estações suficientes com séries sem falhas, como, dada a natureza das ilhas, a variabilidade espacial ser muito grande, o que levaria a cometer erros grosseiros na sua estimativa”- em Intensidade, duração e Frequência da precipitação no Arquipélago dos Açores – O Clima de Portugal – Fascículo XLVI – INMG.

* José Azevedo (1988), constata sobre valores da precipitação observada na Ilha das Flores: “ Alguns registos udométricos médios globais acentuadamente dissimilares, mas obtidos em Postos Udométricos muito próximos (por exemplo Sta. Cruz1 (1481,2mm) e Sta Cruz2 (1736,5) no Domínio I), ou situados a cotas semelhantes (por exemplo Fe (1815,5), PC(3280,7) e FF (2675,5), no Domínio III), refletem a intervenção do fator orográfico local, que, embora sendo de quantificação complexa, diminui significativamente a representatividade de alguns PU” – em Geologia e Hidrologia da Ilha das Flores – tese de Doutoramento - Universidade de Coimbra.

ilhas e da sua proximidade ao trajeto zonal das perturbações associadas à frente polar. Desta circunstância resulta que as diferentes ilhas estejam expostas a situações meteorológicas que as abordam praticamente de todos os quadrantes e das quais decorrem padrões climáticos distintos e muito complexos¹². Em situação diferente estão, por exemplo, as ilhas do arquipélago da Madeira, dado que a sua localização, mais a sul, lhes garante um padrão climático mais estável decorrente de uma circulação mais regular e persistente.

Neste enquadramento, a constatação do comportamento não linear entre a altitude e a distribuição da precipitação tem levado alguns autores ao ajustamento de formulações empíricas, predominantemente dependentes da altitude, mas em que incluem outros fatores como a distância ao mar ou configurações específicas do relevo¹³. Pese embora o êxito obtido para algumas situações localizadas, muita da variabilidade espacial fica por explicar, sobretudo as assimetrias verificadas para situações de parametrização idênticas. Esta circunstância resulta, em larga medida, do facto de a distribuição dos campos dos diferentes elementos climáticos nas ilhas ser predominantemente determinado pelos mecanismos termodinâmicos e conservação da massa associados ao processo de Föhn¹⁴ (conforme Figura A.2.2.1). Neste contexto, dada a interdependência entre os diferentes parâmetros de estado do ar, a deposição de parte da água que condensa por efeito orográfico, para além de conduzir a uma assimetria na distribuição da precipitação, conduz a transformações significativas nas propriedades das massas de ar em progressão que se refletem nos restantes descritores climáticos. Este mecanismo é assim simultaneamente responsável pela configuração dos campos da pressão, da temperatura e humidade do ar, bem como pelos fenómenos associados à ocorrência de nebulosidade orográfica com reflexos na precipitação (direta ou interceptada), das quais decorre, por outro lado, uma interferência significativa no balanço radiativo em altitude. Neste contexto, a direção e a dinâmica da circulação face às características e ao alinhamento do relevo, bem como as características das massas que o abordam ao longo do tempo assumem papel preponderante” (Azevedo, 1996).

Nestas circunstâncias, e no âmbito do presente trabalho, para além da caracterização do clima de enquadramento com base na informação disponível proveniente nas estações do IPMA, opta-se por uma interpretação da variabilidade espacial dos elementos do clima das diferentes ilhas com base na interpretação dos mecanismos que a determina.

¹² - Pese embora esta evidência, assiste-se frequentemente (particularmente no âmbito de relatórios técnicos) à utilização de metodologias de generalização espacial da informação climática que, na nossa opinião, se afiguram desadequadas face às características e dos territórios insulares e seu enquadramento, designadamente com recurso à utilização de polígonos Thissen, ou mesmo a alguns algoritmos de geoestatística (Krigin), as quais não se compadecem com a exiguidade da densidade das redes de monitorização, incorrendo-se assim em erros grosseiros face ao problema

¹³ - * Rodrigues, R. (1995) – Hidrologia de Ilhas Vulcânicas – Tese de Doutoramento. LNEC, Lisboa;

* Azevedo, J.M. (1988) - Geologia e Hidrologia da Ilha das Flores – Tese de Doutoramento - Universidade de Coimbra;

* Cruz, J.V. (1997) – Estudo Hidrogeológico da Ilha do Pico – Tese de Doutoramento no Ramo da Geologia, Especialidade de Hidrogeologia – Universidade dos Açores.

¹⁴ Roger g. Barry (1992) – Mountain Weather & Climate – 2nd edition – Routledge Editors. London and New York. ISBN 0-415-07112-7. pp. 402

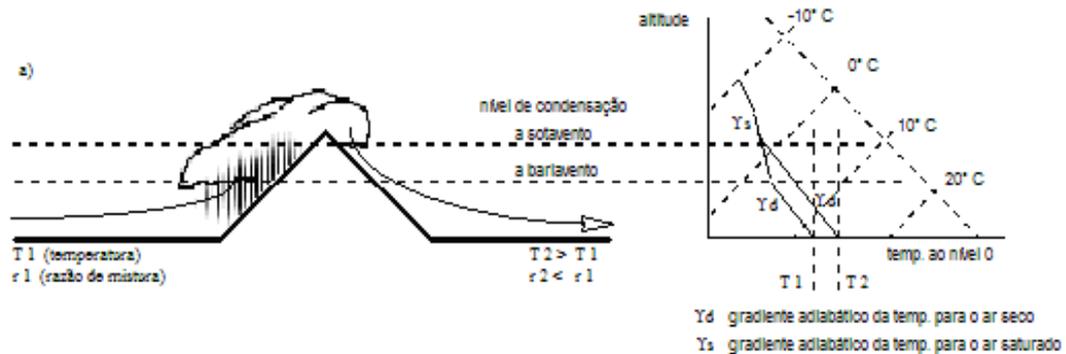


Figura A.2.2.1 | Mecanismos termodinâmicos e da conservação da massa condicionantes dos elementos climáticos.

1.2 | Considerações metodológicas

Generalização espacial da caracterização climática

Atendendo às limitações acima apontadas a generalização espacial do clima de cada uma das ilhas abrangidas pelo presente trabalho é obtida com recurso à utilização de um modelo de base física, o modelo CIELO (acrónimo para Clima Insular à Escala Local) (Azevedo, 1996), calibrado para a ilha Terceira e validado para outras ilhas do arquipélago, bem como para outros enquadramentos insulares (Azevedo, 1996¹⁵; Azevedo *et al.*, 1998¹⁶; Azevedo *et al.*, 1999¹⁷a; Azevedo *et al.*, 1999¹⁸b; Santos *et al.* 2004¹⁹; Miranda *et al.*, 2006²⁰).

No modelo CIELO admite-se existir, na generalidade, uma relação entre o evoluir das características dinâmicas e termodinâmicas das camadas mais baixas da atmosfera em deslocação sobre o território (transporte advectivo) e as transformações dos parâmetros de estado do ar decorrentes de transformações predominantemente de natureza adiabática induzidas pelo evoluir da topografia. Com base neste pressuposto (confirmado em fase de validação), torna-se então possível estimar a evolução das condições climáticas observadas àquele nível que justificam os valores observados numa estação meteorológica de referência que “conhece” a sua posição no contexto orográfico e da dinâmica atmosférica. Deste modo:

¹⁵ Azevedo, E. B.; (1996a) - *Modelação do Clima Insular à Escala Local. Modelo CIELO aplicado à Ilha Terceira* – Tese de Doutoramento pela Universidade dos Açores na especialidade das Ciências do Ambiente. (247p).

¹⁶ AZEVEDO, E. B.; PEREIRA, L. S.; ITIER, B. (1998) – *Modeling the Local Climate in Islands Environments. Orographic Clouds Cover* – In: R.S.Schmenauer & Bridman (Eds.). *First International Conference on Fog and Fog Collection*. IDRC, Ottawa, Canada. Pp 433-436

¹⁷ Azevedo, E. B.; Pereira, L. S.; Itier, B. (1999b) – *Simulation of local Climate in Islands Environments Using a GIS Integrated Model* – Emerging Technologies for Sustainable Land Use and Water Management. – Musy *et al.* (Eds.), Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne, Switzerland.

¹⁸ Azevedo, E. B.; Pereira, L. S.; Itier, B. (1999a) – *Modeling the local Climate in island environments: Water Balance Applications* – Agricultural Water Management **40** (1999) 393-403.

¹⁹ SANTOS, F.D.; VALENTE M.A.; MIRANDA P.M.A.; AGUIAR A., AZEVEDO, E.B.; TOMÉ A.; COELHO F.E. (2004): “CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN THE AZORES AND MADEIRA ISLANDS”, World Resource Review, 16, No 3, 473-491

²⁰ MIRANDA, P.M.; A., M.A. VALENTE, A.R. TOMÉ, R. TRIGO, M. F. COELHO, A. AGUIAR, E. B. AZEVEDO (2006): “O CLIMA DE PORTUGAL NOS SÉCULOS XX E XXI”, F. D. Santos e P. Miranda (editores) Alterações Climáticas em Portugal - Cenários Impactos e Medidas de Adaptação - Projeto SIAM_II, Gradiva, Lisboa, 2006.

- O modelo é baseado no conhecimento das condições observadas num ponto do território (estação de referência)²¹, a sua transposição até ao nível do mar, e o posterior acompanhamento ao longo de um perfil altimétrico específico, do comportamento de um volume de ar, de massa inicial unitária, que se desloca no seio de um fluxo laminar contínuo e que aborda a ilha de acordo com a direção do vento e respetiva velocidade;
- A unidade de volume de ar, obrigada a contornar a ilha em altitude, fá-lo sofrendo expansões e compressões adiabáticas, das quais resultam transformações internas com implicações na variação da respetiva temperatura, humidade relativa e, desde que reunidas as condições necessárias, mudanças de fase da água nele contida;
- Sendo o modelo conservativo no que respeita à massa e à energia, a quantidade total de água contida na unidade de volume no início do seu percurso sobre a ilha iguala, em qualquer ponto do seu trajeto, o conjunto da que permanece sob a forma de vapor, mais a que, em fase líquida, permanece em suspensão e aquela que precipitou até aquela posição da sua trajetória;
- No balanço da componente de vapor de água e da fração líquida no interior da unidade de volume de ar em deslocação, são considerados três processos dos quais resultam implicações na evolução das respetivas características termodinâmicas: i) a condensação (C) que ocorre por arrefecimento adiabático; ii) a evaporação (E) da água líquida em suspensão que ocorre por aquecimento adiabático; iii) a precipitação de uma fração da água estimada em função de um fator α calibrado localmente, que traduz a eficiência do processo (Figura A.2.2.2);

²¹ Aplicações mais recentes do modelo CIELO recorrem a parâmetros de iniciação obtidos a partir dos valores gerados por modelos de menor resolução, designadamente modelos de circulação global (GCM) para a localização das zonas onde é aplicado (cf. SANTOS, F.D.; VALENTE M.A.; MIRANDA P.M.A.; AGUIAR A., AZEVEDO, E.B.; TOMÉ A.; COELHO F.E. (2004): “CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN THE AZORES AND MADEIRA ISLANDS”, World Resource Review, 16, No 3, 473-491)

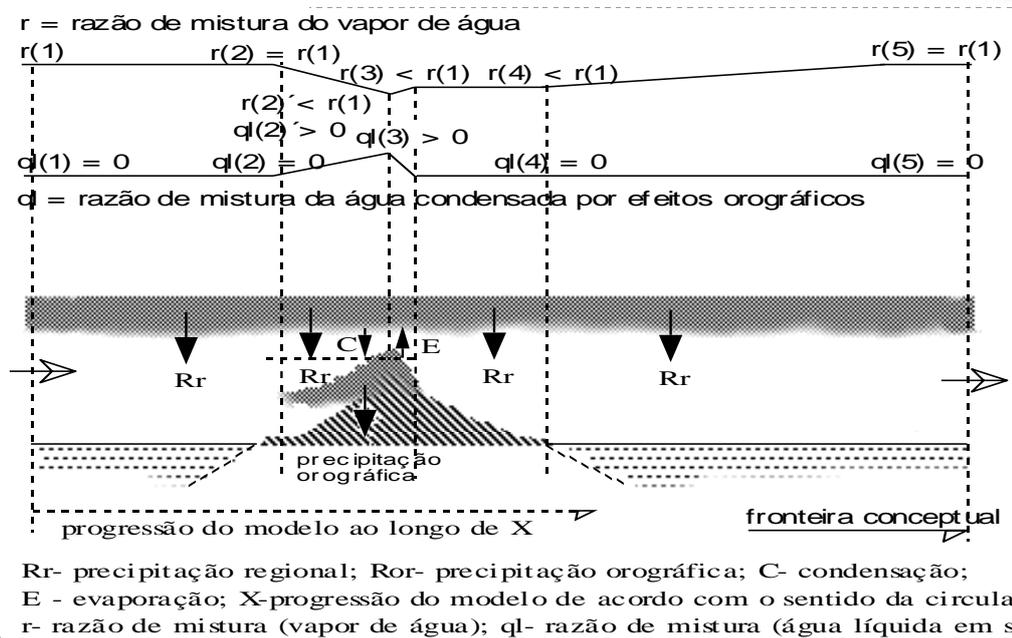


Figura A.2.2.2 | Modelo geral do balanço da água atmosférica na unidade de volume de ar em deslocação sobre o território.

- Na modelação desta última componente considera-se que: i) atingido o ponto de saturação, e mantidas as condições de arrefecimento da massa de ar por ascensão adiabática, resulta um remanescente de água líquida em suspensão considerada como representativa (não em termos absolutos mas em termos relativos) da nebulosidade orográfica média sobre a posição (N); ii) desta, uma fração (α) precipita. O remanescente da água em suspensão na forma líquida ($1-\alpha$) passa à posição seguinte juntando-se-lhe a que condensa nessa posição. A determinação da fração α resulta de um processo de calibração do modelo;
- Posteriormente, na componente radiativa do modelo, a integração bidimensional da componente N, é utilizada como filtro (adimensional) de atenuação da radiação de c.c.o. que atinge a superfície;
- A fração da água que precipita assume-se como representativa do contributo para a precipitação orográfica referente à unidade de volume de ar em deslocação sobre aquela posição (R'_{or}). O campo dos valores obtidos em todas as posições do domínio assume assim o significado da variação relativa da precipitação por efeitos orográficos num determinado enquadramento de condições de fronteira e de iniciação;
- Considerando que a quantificação da precipitação se refere a um determinado intervalo de tempo (>dia) onde se podem observar diferentes condições de iniciação, de orientação e de intensidade da circulação atmosférica (diferentes condições de fronteira), o contributo de cada um dos padrões de circulação para a configuração da distribuição da precipitação é determinado pela ponderação de R'_{or} em função da velocidade média do vento (V_v) em cada um dos rumos observados e em função da respetiva frequência relativa (F_{rv}) no período de tempo considerado. Desta ponderação, aplicada ao

valor de R'_{or} obtido para todas as células do domínio, resulta o padrão da distribuição relativa da precipitação (R''_{or}) para o intervalo de tempo considerado;

- A avaliação absoluta da distribuição da precipitação orográfica (R_{or}) é obtida a partir da afetação dos valores relativos (R''_{or}), a um fator de escala único para todo o domínio (designado por fator de escala D) cujo significado traduz o conjunto dos restantes aspetos que condicionam os fenómenos pluviosos, nomeadamente o tempo decorrido, as características da atmosfera que contribui para a precipitação, a instabilidade atmosférica e a componente vertical da quantidade de movimento. O fator de escala (D) é estimado a partir de um modelo simples de regressão linear, devidamente calibrado localmente, e em função da precipitação regional (R_r) registada na estação de referência que é, também, necessariamente influenciada por aqueles aspetos;
- Assim, a reconstituição do campo do total da precipitação (R_{tot}), durante um determinado intervalo de tempo, é feita integrando as duas componentes - precipitação orográfica (R_{or}) mais a precipitação regional (R_r) - através de três fases: i) determinação da configuração da deposição relativa da precipitação orográfica em todo o domínio; ii) determinação da componente orográfica absoluta afetando o campo da distribuição relativa ao fator de escala D ; iii) determinação do campo do total da precipitação por adição ao campo da componente orográfica o valor da precipitação observado na estação de referência;
- Do balanço de água atmosférica na unidade de volume de ar em movimento sobre o território, baseado na interpretação do total de água na forma líquida e de vapor que o aborda a barlavento em relação ao total das mesmas componentes observadas a sotavento, resulta a noção de eficiência do sistema no que respeita à geração da precipitação orográfica;
- Os valores assumidos pelas diferentes variáveis do modelo (pressão, temperatura, razão de mistura, etc.) no seio da partícula em deslocação geram o padrão unidimensional (perfil longitudinal ao longo da linha) do campo do elemento climático equivalente. Da integração espacial de todos os padrões unidimensionais, um por cada linha de progressão do modelo, resulta o padrão bidimensional do elemento em causa;
- Se durante o período de tempo considerado para a modelação se verificar alteração das condições de fronteira e de iniciação, nomeadamente circulação de diferentes quadrantes, o campo bidimensional do elemento em causa resulta da média ponderada dos diferentes campos gerados, um por cada rumo observado durante o mesmo intervalo de tempo.

Para além da validação do modelo CIELO aquando da sua conceção, a sua utilização generalizada no âmbito de diferentes trabalhos e projetos de investigação têm permitido a sua validação em diferentes enquadramentos insulares.

No contexto do presente trabalho, o “forçamento” do modelo CIELO é feito com recurso à informação das normais climatológicas disponíveis para as estações de “referência”. No entanto, pelo facto de, para algumas ilhas (Pico, S. Jorge e Graciosa), não existirem normais publicadas, recorre-se aos valores de estações da ilha do Faial, sendo posteriormente controlado por valores da precipitação observada em postos udométricos localizados nas respetivas ilhas. Na presente aplicação o modelo utiliza como domínio de cálculo de matrizes numéricas com uma resolução de

100x100m. As respetivas condições de fronteira espacial resultam dos domínios dos parâmetros fisiográficos mais relevantes na deformação climática imposta pela presença de cada uma das ilhas face ao respetivo enquadramento advectivo e radiativo derivados da sua localização geográfica e no contexto da dinâmica atmosférica que as aborda.

O clima nas estações de referência:

Tendo em vista uma caracterização de enquadramento do clima normal junto ao litoral das diferentes ilhas, procede-se a uma caracterização climática com base nos valores do clima observado nas estações de referência adotadas para cada ilha, a partir dos quais, para além de uma caracterização do regime sazonal (à escala mensal) da precipitação, se desenvolve um balanço hídrico sequencial com base no método de Thornthwaite, sendo a respetiva avaliação da evapotranspiração de referência (potencial) feita com recurso ao método de Penman/Montheit. Novamente para o caso das ilhas da Graciosa, S. Jorge e Pico, para as quais não se dispõe de todos os parâmetros necessários para a determinação da evapotranspiração de referência, recorre-se à generalização do seu cálculo com base nos valores desta componente na ilha do Faial (atendendo à sua proximidade), sendo no entanto o balanço feito face à precipitação observada nos postos de cada uma das respetivas ilhas. Também, pela inexistência de dados referentes às propriedades hidrológicas dos solos, é assumido o valor de 120mm de capacidade de reserva útil dos mesmos.

O regime da precipitação anual

Com o objetivo de avaliar o regime anual e interanual da precipitação nas ilhas em estudo recorre-se novamente à localização das estações de referência. Também neste caso, atendendo ao facto de não se dispor de séries suficientemente longas para uma avaliação deste descritor para a generalidade das ilhas, à exceção da de Angra do Heroísmo na ilha Terceira para a qual se dispõe de uma série integral de 131 anos, recorre-se a metodologias alternativas. Assim, baseados na confrontação dos regimes normais da precipitação observados nas restantes ilhas, foi testada (e confirmada) a correlação existente entre os mesmos e o da ilha Terceira e estabelecidos os correspondentes modelos de regressão linear. Com base nos modelos obtidos, e nos valores da série integral de Angra do Heroísmo, foram criadas séries homólogas para as restantes ilhas, a partir das quais são estimados valores para diferentes períodos de retorno, anos secos e anos húmidos.

Regime da precipitação de curta duração

Com base nas séries parciais dos valores máximos anuais da quantidade da precipitação em 24 horas publicados em O Clima de Portugal, fascículo XLVI (Silvério Godinho, 1989)²² são estabelecidas as respetivas curvas de possibilidade udométrica para as diferentes ilhas em estudo.

²² Silvério Godinho (1989) – INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES – O Clima de Portugal, Fascículo XLVI. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.



Anexo 2.3.I | Pontos de água subterrânea

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.

Anexo 2.3.II | características técnicas dos furos de captação

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 7 da Parte 2.



Anexo 2.9.I | Precipitação mensal ponderada

Esta análise consta dos documentos específicos de caracterização por ilha, nomeadamente nos Volumes de 1 a 9 da Parte 2.