

**Volume 6.**

**plano de gestão  
de recursos hídricos da ilha  
pico**

---

| caracterização e diagnóstico da  
situação de referência





# Índice

<b>1   Introdução .....</b>	<b>19</b>
<b>2   Caracterização e Diagnóstico da Ilha do Pico.....</b>	<b>20</b>
2.1   Caracterização territorial.....	20
2.1.1   Enquadramento geográfico e administrativo.....	20
2.1.2   Enquadramento jurisdicional e normativo.....	23
2.1.3   Caracterização do domínio hídrico .....	24
2.2   Caracterização climatológica .....	26
2.2.1   Aspetos gerais - O clima dos Açores.....	27
2.2.2   Os elementos do clima à escala local.....	30
2.2.2.1   Variáveis climáticas nas estações de referência .....	32
2.2.2.2   Balanço da radiação nas estações de referência .....	33
2.2.2.3   Balanço hídrico e classificação climática nas estações de referência.....	33
2.2.2.4   Regime da precipitação nas estações de referência .....	34
2.2.3   Distribuição espacial do clima .....	40
2.3   Caracterização geológica e geomorfológica .....	43
2.3.1   Geologia.....	43
2.3.1.1   Enquadramento geodinâmico.....	43
2.3.1.2   Atividade sísmica .....	45
2.3.1.3   Atividade vulcânica histórica .....	47
2.3.1.4   Caracterização geológica do arquipélago.....	48
2.3.1.5   Caracterização geoquímica do arquipélago.....	49
2.3.1.6   Caracterização geológica da ilha do Pico.....	50
2.3.1.6.1   Modelado vulcânico e tectónica .....	50
2.3.1.6.2   Geologia .....	53
2.3.2   Geomorfologia.....	55
2.3.3   Tipos de solo.....	61
2.3.4   Hidrogeologia.....	64
2.3.4.1   Enquadramento Regional.....	64
2.3.4.1.1   Caracterização hidrogeológica.....	64
2.3.4.1.2   Caracterização hidrogeoquímica.....	68
2.3.4.2   Hidrogeologia.....	70
2.3.4.3   Hidrogeoquímica.....	75
2.3.5   Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas .....	77
2.4   Caracterização hidrográfica e hidrológica.....	79
2.4.1   Rede hidrográfica.....	79
2.4.2   Balanço hídrico .....	81
2.4.3   Escoamento anual.....	84
2.4.4   Valores extremos de cheias e secas .....	87
2.4.4.1   Cheias .....	87
2.4.4.2   Secas.....	90
2.5   Caracterização socioeconómica .....	91
2.5.1   Indicadores demográficos .....	91
2.5.2   Características setoriais e territoriais das atividades económicas.....	101
2.5.2.1   Agropecuária.....	101
2.5.2.2   Pesca.....	104
2.5.2.3   Indústria transformadora .....	106
2.5.2.4   Turismo.....	107
2.5.2.5   Indústria extrativa.....	108
2.5.2.6   Energia .....	109
2.5.2.7   Contas regionais .....	110

2.6   Caracterização do uso do solo e ordenamento do território .....	114
2.6.1   Capacidade de uso do solo .....	114
2.6.2   Usos do solo .....	116
2.6.3   Sistema de gestão territorial .....	118
2.6.3.1   Enquadramento .....	118
2.6.3.2   Metodologia .....	121
2.6.3.3   Análise dos instrumentos de gestão territorial .....	121
2.6.3.3.1   Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores (PROTA) .....	121
2.6.3.3.2   Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores (POTRAA) .....	123
2.6.3.3.3   Plano Setorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores (PSRN2000) .....	124
2.6.3.3.4   Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Pico (POOC PICO) .....	125
2.6.3.3.5   Plano de Ordenamento da Paisagem Protegida de Interesse Regional da Cultura da Vinha da Ilha do Pico (PPIRCVIP) .....	126
2.6.3.3.6   Plano de Ordenamento das Bacias Hidrográficas das Lagoas do Caiado, Capitão, Paul, Peixinho e Rosada, da Ilha do Pico (POBHLP) .....	126
2.6.3.3.7   Plano Diretor Municipal de São Roque do Pico (PDM SÃO ROQUE DO PICO) .....	128
2.6.3.3.8   Plano Diretor Municipal das Lajes do Pico (PDM LAJES DO PICO) .....	128
2.6.3.3.9   Plano Diretor Municipal da Madalena (PDM MADALENA) .....	128
2.6.3.4   Síntese conclusiva .....	128
2.7   Caracterização dos usos e necessidades de água .....	130
2.7.1   Consumos de água por tipologia de uso .....	130
2.7.2   Necessidades de água por tipologia de uso .....	134
2.7.3   Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades .....	138
2.8   Caracterização dos serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais .....	139
2.8.1   Sistema de abastecimento de água .....	139
2.8.1.1   Modelos de gestão .....	139
2.8.1.2   Atendimento do serviço .....	139
2.8.1.3   Origens de água e infraestruturas de captação .....	139
2.8.1.4   Infraestruturas de tratamento de água .....	141
2.8.1.5   Infraestruturas de transporte, elevação, armazenamento e distribuição de água .....	141
2.8.1.6   Inventário de outras infraestruturas hidráulicas .....	142
2.8.2   Sistema de drenagem e tratamento de águas residuais .....	142
2.8.2.1   Modelos de gestão .....	142
2.8.2.2   Atendimento do serviço .....	143
2.8.2.3   Infraestrutura de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais .....	143
2.8.2.4   Infraestruturas de tratamento de águas residuais .....	143
2.8.2.5   Águas residuais produzidas por tipo .....	143
2.9   Análise de perigos e riscos .....	150
2.9.1   Alterações climáticas .....	150
2.9.1.1   A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática .....	150
2.9.1.2   A evolução do clima dos Açores .....	151
2.9.1.3   Cenários e projeções climáticas para os Açores .....	153
2.9.1.4   Elevação do nível médio do mar .....	154
2.9.2   Cheias .....	157
2.9.2.1   Mapeamento do risco de cheia natural por bacia hidrográfica .....	160
2.9.3   Secas .....	161
2.9.3.1   Definição do período de análise .....	164
2.9.3.2   Cálculo do índice SPI - Ilha .....	165
2.9.3.3   Cálculo do índice SPI - Postos .....	168
2.9.4   Erosão hídrica e transporte de material sólido .....	175
2.9.5   Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral .....	176
2.9.6   Movimentos de massas .....	183
2.9.7   Sismos .....	187
2.9.8   Vulcões .....	189
2.9.9   Tsunamis .....	190
2.9.10   Infraestruturas .....	192
2.9.11   Poluição accidental .....	193
2.9.11.1   Poluição tóxica .....	193

2.9.11.2   Poluição difusa.....	194
<b>3   Caracterização das Massas de Água .....</b>	<b>196</b>
3.1   Massas de água superficiais.....	196
3.1.1   Tipos de massas de água .....	196
3.1.1.1   Delimitação das ecorregiões e dos tipos de massas de água.....	196
3.1.1.1.1   Ribeiras .....	197
3.1.1.1.2   Lagoas.....	200
3.1.1.1.3   Águas costeiras e de transição .....	203
3.1.1.1.4   Massas de água fortemente modificadas .....	206
3.1.1.1.5   Massas de água artificiais (AA).....	206
3.1.1.2   Distribuição dos tipos .....	206
3.1.1.3   Identificação das condições de referência .....	207
3.1.1.3.1   Ribeiras .....	207
3.1.1.3.2   Lagoas.....	207
3.1.1.3.3   Águas costeiras e de transição .....	209
3.2   Massas de água subterrâneas.....	210
3.2.1   Delimitação das massas de água .....	210
3.2.2   Caracterização das massas de água.....	211
3.2.2.1   Características gerais dos estratos da área de drenagem .....	211
3.2.2.1.1   Massa de água Arrife .....	211
3.2.2.1.2   Massa de água Lajes.....	212
3.2.2.1.3   Massa de água Madalena – São Roque do Pico.....	212
3.2.2.1.4   Massa de água Montanha.....	212
3.2.2.1.5   Massa de água Piedade .....	213
3.2.2.1.6   Massa de água São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima.....	214
3.2.2.2   Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis .....	214
3.2.2.3   Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos.....	218
3.2.2.4   Massas de água em risco .....	222
3.3   Zonas protegidas e áreas classificadas .....	224
3.3.1   Águas superficiais .....	224
3.3.1.1   Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano .....	224
3.3.1.2   Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico .....	224
3.3.1.2.1   Águas conquícolas.....	226
3.3.1.3   Massas de água designadas como águas de recreio .....	226
3.3.1.4   Zonas sensíveis em termos de nutrientes .....	226
3.3.1.5   Zonas que exigem proteção especial para a conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água .....	228
3.3.2   Águas subterrâneas .....	232
3.3.2.1   Zonas protegidas de interesse para as massas de água subterrâneas .....	232
3.3.2.3   Zonas de infiltração máxima.....	235
3.4   Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas .....	235
3.4.1   Águas superficiais .....	235
3.4.1.1   Águas superficiais interiores.....	236
3.4.1.1.1   Bacia hidrográfica da lagoa do Caiado.....	236
3.4.1.1.1.1   Poluição tóxica .....	236
3.4.1.1.1.2   Poluição difusa .....	237
3.4.1.1.1.3   Captações de água.....	238
3.4.1.1.1.4   Alteração hidrológica.....	239
3.4.1.1.1.5   Alteração morfológica .....	239

3.4.1.1.2   Bacia hidrográfica da lagoa do Capitão.....	240
3.4.1.1.2.1   Poluição tóxica .....	240
3.4.1.1.2.2   Poluição difusa .....	241
3.4.1.1.2.3   Captações de água.....	243
3.4.1.1.2.4   Alteração hidrológica .....	243
3.4.1.1.2.5   Alteração morfológica .....	244
3.4.1.1.3   Bacia hidrográfica da lagoa do Paul.....	244
3.4.1.1.3.1   Poluição tóxica .....	244
3.4.1.1.3.2   Poluição difusa .....	245
3.4.1.1.3.3   Captações de água.....	247
3.4.1.1.3.4   Alteração hidrológica .....	247
3.4.1.1.3.5   Alteração morfológica .....	248
3.4.1.1.4   Bacia hidrográfica da lagoa do Peixinho .....	249
3.4.1.1.4.1   Poluição tóxica .....	249
3.4.1.1.4.2   Poluição difusa .....	249
3.4.1.1.4.2   Captações de água.....	251
3.4.1.1.4.3   Alteração hidrológica .....	251
3.4.1.1.4.4   Alteração morfológica .....	251
3.4.1.1.5   Bacia hidrográfica da lagoa da Rosada.....	252
3.4.1.1.5.1   Poluição tóxica .....	252
3.4.1.1.5.2   Poluição difusa .....	253
3.4.1.1.5.3   Captações de água.....	255
3.4.1.1.5.5   Alteração morfológica .....	255
3.4.1.2   Águas costeiras e de transição .....	256
3.4.1.2.1   Forças motrizes .....	256
3.4.1.2.2   Pressões identificadas .....	261
3.4.1.2.3   Poluição tóxica .....	262
3.4.1.2.3.1   Efluentes urbanos – pontos de descarga .....	263
3.4.1.2.3.2   Efluentes industriais.....	263
3.4.1.2.3.3   Instalações com Regime de Prevenção e Controlo Integrado de Poluição (PCIP) .....	264
3.4.1.2.3.4   Resíduos .....	264
3.4.1.2.3.5   Indústria extrativa .....	264
3.4.1.2.3.6   Turismo .....	265
3.4.1.2.3.7   Substâncias Perigosas .....	266
3.4.1.2.3.4   Transportes marítimos .....	267
3.4.1.2.4   Poluição difusa .....	268
3.4.1.2.4.1   Agricultura/Floresta e Pecuária.....	268
3.4.1.2.4.2   Outras Pressões (Escorrências De Zonas Urbanas, Lixeiras a Céu Aberto, Limpeza de Fossas, Operações Associadas a Atividades Marítimas) .....	271
3.4.1.2.5   Alteração morfológica .....	272
3.4.1.2.6   Pressão biológica .....	278
3.4.1.2.7   Avaliação das pressões nas águas costeiras e de transição.....	280
3.4.1.2.7.1   Identificação das pressões relevantes .....	281

3.4.1.2.7.2   Identificação das pressões significativas .....	288
3.4.1.2.8   Avaliação do risco das massas não alcançarem os objetivos .....	289
3.4.2   Águas subterrâneas .....	289
3.4.2.1   Poluição tóxica .....	289
3.4.2.1.1   Caracterização das cargas poluentes tóxicas .....	290
3.4.2.1.2   Avaliação de potenciais impactes associados à poluição tóxica .....	296
3.4.2.2   Poluição difusa .....	301
3.4.2.2.1   Caracterização das cargas poluentes difusas .....	301
3.4.2.2.2   Avaliação de potenciais impactes associados à poluição difusa .....	302
3.4.2.3   Intrusão salina .....	304
3.4.2.4   Captações de água .....	306
<b>4   Redes de Monitorização .....</b>	<b>310</b>
4.1   Rede de monitorização do estado das massas de água .....	310
4.1.1   Águas superficiais .....	310
4.1.1.1   Rede de vigilância .....	311
4.1.1.1.1   Ribeiras .....	311
4.1.1.1.2   Lagoas .....	311
4.1.1.1.2.1   Afluentes de lagoas .....	314
4.1.1.1.3   Águas costeiras e de transição .....	314
4.1.1.2   Rede operacional .....	318
4.1.1.2.1   Lagoas .....	320
4.1.1.3   Rede de investigação .....	321
4.1.1.4   Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização .....	322
4.1.1.4.1   Rede de monitorização de ribeiras .....	322
4.1.1.4.2   Rede de monitorização de lagoas .....	322
4.1.1.4.3   Rede de monitorização de águas costeiras e de transição .....	323
4.1.1.5   Rede de monitorização de Zonas Protegidas .....	323
4.1.1.5.1   Zonas Balneares .....	323
4.1.2   Águas subterrâneas .....	324
4.1.2.1   Enquadramento legislativo comunitário .....	324
4.1.2.2   Enquadramento legislativo nacional .....	326
4.1.2.3   Monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas .....	328
4.1.2.4   Monitorização do estado qualitativo das águas subterrâneas .....	328
4.1.2.4.1   Historial e critérios de estabelecimento dos programas de monitorização .....	328
4.1.2.4.2   Localização dos pontos de água monitorizados .....	330
4.1.2.4.3   Parâmetros e frequência de monitorização .....	331
4.1.2.4.4   Avaliação da representatividade e adequabilidade dos programas de monitorização .....	335
4.1.2.4.4.1   Avaliação da representatividade dos programas de monitorização .....	335
4.1.2.4.4.2   Avaliação da adequabilidade dos programas de monitorização .....	336
4.1.2.5   Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas .....	337
4.1.2.5.1   Enquadramento .....	337
4.1.2.5.2   Caracterização das redes de monitorização .....	338
<b>5   Avaliação do Estado das Massas de Água .....</b>	<b>340</b>
5.1   Sistemas de classificação e avaliação do estado das massas de água .....	340
5.1.1   Águas superficiais .....	340
5.1.1.1   Metodologia geral .....	340
5.1.1.2   Estado ecológico .....	343
5.1.1.2.1   Ribeiras .....	343

5.1.1.2.2   Lagoas.....	343
5.1.1.2.2.1   Elementos biológicos de qualidade.....	345
5.1.1.2.2.2   Elementos físico-químicos de qualidade.....	346
5.1.1.2.3   Águas costeiras e de transição.....	348
5.1.1.2.3.1   Águas costeiras.....	349
5.1.1.2.3.2   Águas de transição.....	353
5.1.1.3   Estado químico.....	353
5.1.1.3.1   Ribeiras.....	353
5.1.1.3.2   Lagoas.....	353
5.1.1.3.3   Águas costeiras e de transição.....	353
5.1.1.4   Síntese.....	356
5.1.1.4.1   Ribeiras.....	356
5.1.1.4.2   Lagoas.....	356
5.1.1.4.3   Águas costeiras.....	357
5.1.1.4.4   Águas de transição.....	358
5.1.2   Águas subterrâneas.....	358
5.1.2.1   Metodologia geral.....	358
5.1.2.1.1   Estado quantitativo.....	359
5.1.2.1.2   Estado químico.....	361
5.1.2.2   Estado Quantitativo.....	361
5.1.2.2.1   Critérios de estado quantitativo.....	362
5.1.2.2.2   Resultados da avaliação do estado quantitativo.....	366
5.1.2.3   Estado químico.....	368
5.1.2.3.1   Critérios de estado químico.....	369
5.1.2.3.2   Resultados da avaliação do estado químico.....	375
5.1.2.4   Síntese.....	388
<b>6   Análise Económica da Água.....</b>	<b>390</b>
6.1   Avaliação da importância socioeconómica das utilizações da água.....	390
6.1.1   Atividades agropecuárias.....	390
6.1.2   Atividades industriais.....	391
6.1.3   Usos domésticos.....	392
6.1.4   Procura global de água.....	392
6.2. Nível de recuperação custos.....	394
6.2.1   Enquadramento.....	394
6.2.2   Panorama da RAA.....	396
6.2.3   Situação na ilha do Pico.....	397
6.2.4   Perspetivas futuras.....	399
6.3   Aplicação do regime económico-financeiro.....	401
6.3.1   Enquadramento.....	401
6.3.2   Tipologia das estruturas tarifárias aplicadas.....	402
6.3.3   Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas.....	406
<b>7   Referências Bibliográficas.....</b>	<b>410</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>423</b>
Anexo 2.2.1   Informação climática disponível e considerações metodológicas.....	424



Anexo 2.3.I   Pontos de água subterrânea .....	430
Anexo 2.3.II   Características técnicas dos furos de captação.....	432

## Índice de Quadros

Quadro 2.2.1   Variáveis climáticas para a ilha do Pico .....	33
Quadro 2.2.2   Balanço Hídrico Sequencial para a ilha do Pico .....	34
Quadro 2.2.3   Precipitação Mensal (estações do Instituto de Meteorologia) .....	35
Quadro 2.2.4   Contributo (%) de cada mês para a precipitação anual de cada ilha .....	35
Quadro 2.2.5   Precipitação anual em Angra do Heroísmo (1874/2008) .....	37
Quadro 2.2.6   Valores da precipitação anual estimada para vários períodos de retorno (T) e valores médios e limites para anos secos e húmidos .....	39
Quadro 2.2.7   Possibilidade udométrica na ilha do Pico – Madalena (15m).....	40
Quadro 2.3.1   Principais sismos históricos sentidos no arquipélago dos Açores .....	46
Quadro 2.3.2   Distribuição altimétrica da ilha do Pico.....	56
Quadro 2.3.3   Distribuição dos declives da ilha do Pico .....	58
Quadro 2.3.4   Síntese de caracterização da massa de água Arrife .....	70
Quadro 2.3.5   Síntese de caracterização da massa de água Lajes .....	70
Quadro 2.3.6   Síntese de caracterização da massa de água Madalena – São Roque do Pico .....	71
Quadro 2.3.7   Síntese de caracterização da massa de água Montanha .....	71
Quadro 2.3.8   Síntese de caracterização da massa de água Piedade.....	71
Quadro 2.3.9   Síntese de caracterização da massa de água São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima .....	72
Quadro 2.3.10   Valores de parâmetros hidrodinâmicos estimados nas massas de água subterrâneas da ilha do Pico (s.d. – sem dados) .....	74
Quadro 2.3.11   Recursos hídricos subterrâneos e taxas de recarga máxima e mínima por ilha .....	77
Quadro 2.3.12   Recursos hídricos subterrâneos na ilha do Pico .....	78
Quadro 2.4.1   Valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha do Pico .....	82
Quadro 2.4.2   Valores de densidade de drenagem e escoamento anual para as bacias hidrográficas da ilha do Pico .....	85
Quadro 2.4.3   Parâmetros a e b para a ilha do Pico de acordo com os respetivos postos udométricos, e para os diferentes períodos de retorno considerados .....	89
Quadro 2.4.4   Valores de densidade de escoamento de ponta para os diferentes tempos de retorno, e para as principais bacias hidrográficas da ilha do Pico .....	90
Quadro 2.4.5   Expressões regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia para a ilha do Pico .....	90
Quadro 2.5.1   Estimativas da População residente (%) por Local de residência e Grupo etário .....	92
Quadro 2.5.2   Estimativas da População residente (N. <sup>o</sup> ) e taxa de variação da população residente por grupo etário e género .....	93
Quadro 2.5.3   Densidade Populacional .....	93
Quadro 2.5.4   Turistas, ocupantes temporários e população flutuante .....	94
Quadro 2.5.5   Taxa de crescimento natural.....	96
Quadro 2.5.6   Taxa de crescimento migratório.....	96
Quadro 2.5.7   Taxa de crescimento efetivo .....	96
Quadro 2.5.8   Farmácias e postos farmacêuticos (n. <sup>o</sup> ) por localização geográfica .....	98
Quadro 2.5.9   Número total de trabalhadores por atividades, segundo o setor de atividade (CAE-Rev.3), ano 2009 .....	100
Quadro 2.5.10   População ativa (n. <sup>o</sup> ) por local de residência (à data dos Censos 2001) por grupo etário .....	100
Quadro 2.5.11   Explorações agrícolas.....	102
Quadro 2.5.12   Culturas permanentes .....	102
Quadro 2.5.13   Culturas temporárias .....	103
Quadro 2.5.14   Culturas Agrícolas .....	103
Quadro 2.5.15   Dimensão média das explorações, por região (1999-2005) .....	104
Quadro 2.5.16   Efetivo animal por espécie e explorações agrícolas com efetivo animal.....	104

Quadro 2.5.17   Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas do setor das pescas e aquicultura para o ano 2008 .....	106
Quadro 2.5.18   Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas das indústrias transformadoras para o ano 2008 .....	106
Quadro 2.5.19   Dormidas (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual .....	108
Quadro 2.5.20   Hóspedes (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual.....	108
Quadro 2.5.21   Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas de alojamento e restauração para o ano 2008 .....	108
Quadro 2.5.22   Consumidores de eletricidade (N.º) por tipo de consumo para a ilha do Pico.....	110
Quadro 2.5.23   Valor acrescentado Bruto (VAB) a preços de base por ramos de atividade e PIB a preços de mercado, em milhões de euros, base 2000 .....	111
Quadro 2.5.24   Taxa de emprego, taxa de atividade e taxa de desemprego (%) por local de residência à data dos Censos 2001 .....	112
Quadro 2.6.1   Classes de capacidade de uso do solo na ilha do Pico .....	115
Quadro 2.6.2   Orientações estratégicas relevantes do PRA .....	120
Quadro 2.6.3   Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial .....	128
Quadro 2.7.1   Consumo de água para o setor doméstico .....	131
Quadro 2.7.2   Consumo de água para o setor de comércio e serviços.....	131
Quadro 2.7.3   Consumo total de água para o setor urbano .....	131
Quadro 2.7.4   Consumo de água pública nas atividades agrícola e pecuária .....	132
Quadro 2.7.5   Consumo de água pública nas atividades industriais .....	132
Quadro 2.7.6   Consumo de água na produção de energia .....	133
Quadro 2.7.7   Consumo total de água por tipologia de uso para a ilha do Pico .....	133
Quadro 2.7.8   Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano .....	134
Quadro 2.7.9   Necessidades totais de água para uso urbano .....	134
Quadro 2.7.10   Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso turístico (hotelaria) .....	135
Quadro 2.7.11   Necessidades de água para uso turístico (hotelaria) .....	135
Quadro 2.7.12   Necessidades hídricas específicas por tipo de cabeça .....	136
Quadro 2.7.13   Necessidades de água para uso pecuário .....	136
Quadro 2.7.14   Necessidades de água para a indústria transformadora .....	136
Quadro 2.7.15   Necessidades de água para as atividades de indústria extrativa .....	137
Quadro 2.7.16   Necessidades de água na produção de energia .....	137
Quadro 2.7.17   Necessidades totais de água por tipo de uso para a ilha do Pico.....	138
Quadro 2.7.18   Balanço hídrico para a ilha do Pico.....	138
Quadro 2.8.1   Caracterização das captações de água existentes na ilha do Pico .....	140
Quadro 2.8.2   Caracterização de estações de tratamento de água e postos de cloragem existentes no concelho das Lajes do Pico .....	141
Quadro 2.8.3   Caracterização de estações de tratamento de água e postos de cloragem existentes no concelho da Madalena.....	141
Quadro 2.8.4   Caracterização de estações de tratamento de água e postos de cloragem existentes no concelho de São Roque do Pico .....	141
Quadro 2.8.5   Caracterização das estações elevatórias e reservatórios existentes existentes no concelho das Lajes do Pico .....	142
Quadro 2.8.6   Caracterização das estações elevatórias e reservatórios existentes no concelho da Madalena.....	142
Quadro 2.8.7   Caracterização das estações elevatórias e reservatórios existentes no concelho de São Roque do Pico.....	142
Quadro 2.8.8   Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem .....	143
Quadro 2.8.9   Capitações de carga orgânica gerada para o setor urbano .....	144
Quadro 2.8.10   Estimativa de CBO <sub>5</sub> gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem .....	144
Quadro 2.8.11   Estimativa de CQO gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem .....	144
Quadro 2.8.12   Estimativa de SST gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem .....	144
Quadro 2.8.13   Estimativa de azoto gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem.....	145
Quadro 2.8.14   Estimativa de fósforo gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem .....	145
Quadro 2.8.15   Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento .....	145
Quadro 2.8.16   Estimativa do volume total de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino .....	146
Quadro 2.8.17   Estimativa de CBO <sub>5</sub> removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio.....	146
Quadro 2.8.18   Estimativa de CQO removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio.....	147
Quadro 2.8.19   Estimativa de SST removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio .....	147

Quadro 2.8.20   Estimativa de azoto removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio	147
Quadro 2.8.21   Estimativa de fósforo removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio	147
Quadro 2.8.22   Taxas de exportação de nutrientes para o setor agrícola	148
Quadro 2.8.23   Estimativa das cargas orgânicas emitidas pela agricultura em 2009	148
Quadro 2.8.24   Coeficientes de emissão para o setor pecuário por tipo de cabeça	148
Quadro 2.8.25   Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pela pecuária	149
Quadro 2.8.26   Capitações volumétricas e de carga das águas residuais emitidas para o meio para o setor industrial	149
Quadro 2.8.27   Estimativa das águas residuais emitidas pelas principais atividades industriais	149
Quadro 2.8.28   Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pelo setor industrial	149
Quadro 2.9.1   Classes de escoamento de ponta específico de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia	158
Quadro 2.9.2   Classes de densidade de drenagem de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia	159
Quadro 2.9.3   Classes de ocupação de solo de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia natural	159
Quadro 2.9.4   Classes de ponderação do registo histórico de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia	159
Quadro 2.9.5   Escala de reclassificação para o grau de risco de ocorrência de cheias	160
Quadro 2.9.6   Classificação do risco de ocorrência de cheia de acordo com os fatores considerados	160
Quadro 2.9.7   Escala de classificação do SPI de acordo com a intensidade de seca	163
Quadro 2.9.8   Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha do Pico	163
Quadro 2.9.9   Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha do Pico	164
Quadro 2.9.10   Precipitação mensal ponderada – ilha do Pico	164
Quadro 2.9.11   Características de altitude e área de influência (polígonos de Thiessen) das estações selecionadas	168
Quadro 2.9.12   Avaliação dos resultados do SPI por posto	174
Quadro 2.9.13   Classificação da suscetibilidade à erosão	175
Quadro 2.9.14   Valores característicos das marés no porto da Horta	180
Quadro 2.9.15   Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores	181
Quadro 2.9.16   Principais sismos sentidos na ilha do Pico	188
Quadro 2.9.17   Fontes de poluição tóxica na ilha do Pico	194
Quadro 2.9.18   Fontes de poluição difusa na ilha do Pico	195
Quadro 3.1.1   Lista de fatores utilizados na definição da tipologia das ribeiras na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	197
Quadro 3.1.2   Tipo identificado para a categoria rios na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	200
Quadro 3.1.3   Lista de fatores utilizados na definição da tipologia de lagoas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	200
Quadro 3.1.4   Lista de fatores propostos para a definição da tipologia das águas superficiais costeiras e de transição da RH9	204
Quadro 3.1.5   Lista de tipos propostos para a categoria “Água Costeira” nos Açores	205
Quadro 3.1.6   Tipo identificado para a categoria águas costeiras na ilha do Pico	205
Quadro 3.1.7   Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha do Pico	207
Quadro 3.1.8   Lista das pressões com impacte significativo nas lagoas dos Açores utilizada por Gonçalves <i>et al.</i> (2006b)	208
Quadro 3.1.9   Locais de referência para os dois tipos de lagoas existentes na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	208
Quadro 3.2.1   Classes de potencial de recarga	218
Quadro 3.3.1   Águas balneares na ilha do Pico (2010)	226
Quadro 3.3.2   Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha do Pico	229
Quadro 3.3.3   Áreas que integram o Parque Natural da ilha do Pico	231
Quadro 3.3.4   Caracterização das zonas protegidas relativas às massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação	234
Quadro 3.3.5   Caracterização das áreas de proteção dos pontos de água captados para consumo humano	235
Quadro 3.4.1   Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas	237
Quadro 3.4.2   Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa do Caiado	238
Quadro 3.4.3   Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa do Capitão	241
Quadro 3.4.4   Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas	242
Quadro 3.4.5   Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa do Capitão	242
Quadro 3.4.6   Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa do Capitão	243
Quadro 3.4.7   Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a lagoa do Paul	245
Quadro 3.4.8   Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas	246

Quadro 3.4.9   Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa do Paul.....	246
Quadro 3.4.10   Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa do Paul.....	247
Quadro 3.4.11   Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia lagoa do Peixinho.....	249
Quadro 3.4.12   Cargas totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa do Peixinho .....	251
Quadro 3.4.13   Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa da Rosada.....	253
Quadro 3.4.14   Cargas totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa da Rosada .....	254
Quadro 3.4.15   Lista de pressões consideradas .....	262
Quadro 3.4.16   Lista de Instalações abrangidas pelo Diploma PCIP nas ilhas do Grupo Central e Ocidental .....	264
Quadro 3.4.17   Cargas de origem biológica na ilha do Pico .....	269
Quadro 3.4.18   Volumes licenciados na RAA (m <sup>3</sup> /ano).....	273
Quadro 3.4.19   Listagem de portos e portinhos da ilha do Pico.....	276
Quadro 3.4.20   Quantidade de pesca na ilha do Pico .....	278
Quadro 3.4.21   Determinação do nível de pressão pela carga de nutrientes, em águas costeiras e de transição, produzido pelas descargas de nutrientes. Modificado de Borja et al. 2005. S-Sensibilidade; P-Pressão.....	281
Quadro 3.4.2   Número máximo de amostras que poderão não ser conformes (DL 152/97 de 19 de julho, Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A).....	282
Quadro 3.4.23   Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (µg/kg) ..	282
Quadro 3.4.24   Determinação do nível de pressão global gerado pelas pressões mais relevantes em águas costeiras e de transição.....	283
Quadro 3.4.25   Levantamento das pressões consideradas relevantes e sua quantificação.....	284
Quadro 3.4.26   Forças motrizes principais, atuando nas massas de água costeiras, e número de pressões identificadas, pressões por quilómetro quadrado da ilha e por quilómetro linear de linha de costa .....	285
Quadro 3.4.27   Quantificação das pressões relevantes para a ilha do Pico .....	286
Quadro 3.4.28   Avaliação do nível de pressão, em termos de pressão relevante. Determinação da pressão global média. A – Ausente; B – Baixa; M – Moderado; E – Elevada; NS – Não Significativa; S – Significativa.....	288
Quadro 3.4.29   Avaliação do risco de os objetivos da DQA não serem alcançados, baseados no nível significativo de pressão e nos impactos determinado em cada massa de água, modificado de Borja <i>et al.</i> , 2005. Não aparente, provável e verificado são nível equivalente de impactos pela aproximação pressão-impacto.....	289
Quadro 3.4.30   Distribuição das cargas poluentes por bacia hidrográfica de acordo com a origem.....	291
Quadro 3.4.31   Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação.....	297
Quadro 3.4.32   Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de águas delimitadas na ilha do Pico .....	308
Quadro 3.4.33   Quadro comparativo do volume de recursos hídricos subterrâneos, da extração e descarga natural totais e da extração média nos pontos de água com caudal superior a 10m <sup>3</sup> /dia.....	308
Quadro 4.1.1   Massas de água da categoria de 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 .....	312
Fonte: INAG, DGADR, 2007.....	312
Quadro 4.1.2   Elementos de qualidade analisados no âmbito da rede de monitorização de vigilância das massas de água da categoria de lagoas da RH9 e respetiva periodicidade .....	313
Quadro 4.1.3   Ponto de monitorização para os elementos de qualidade biológica e físico-química das águas costeiras, ilha do Pico ..	315
Quadro 4.1.4   Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeiras, ilha do Pico.....	316
Quadro 4.1.5   Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfológica águas costeiras, ilha do Pico .....	316
Quadro 4.1.6   Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade físico-química e química de suporte aos elementos biológicos águas costeiras, ilha do Pico.....	316
Quadro 4.1.7   Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade físico-química e química de suporte aos elementos biológicos águas costeiras, ilha do Pico. ....	317
Quadro 4.1.8   Periodicidade para o programa de monitorização adaptado de Neto <i>et al.</i> (2009a) .....	318
Quadro 4.1.9   Frequência da monitorização de vigilância para os elementos de qualidade das águas superficiais.....	319
Quadro 4.1.10   Massas de água da categoria lagoas 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, 2007).....	320
Quadro 4.1.11   Parâmetros analisados no âmbito da rede de monitorização operacional das massas de água da categoria lagoas da RH9.....	320
Quadro 4.1.12   Zonas balneares da ilha do Pico.....	324

Quadro 4.1.7   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) .....	327
Quadro 4.1.8   Composição das redes de monitorização antiga e atual para a observação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH9 .....	329
Quadro 4.1.9   Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico (Coordenadas UTM Datum WGS84, zona 26N) .....	331
Quadro 4.1.10   Densidade das redes antigas e nova de monitorização do estado químico .....	331
Quadro 4.1.11   Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à rede antiga de monitorização de vigilância do estado químico .....	332
Quadro 4.1.12   Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à nova rede de monitorização de vigilância do estado químico .....	333
Quadro 4.1.13   Normas de qualidade aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março .....	334
Quadro 4.1.14   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 .....	334
Quadro 4.1.15   Cálculo do índice de representatividade para as redes antiga e nova de monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Pico .....	336
Quadro 4.1.16   Lista mínima de parâmetros a monitorizar de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março .....	337
Quadro 1.4.17   Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano .....	339
Quadro 5.1.1   Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de lagos de acordo com a Diretiva-Quadro da Água .....	343
Quadro 5.1.2   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 .....	344
Quadro 5.1.3   Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico (em RQE) com base no fitoplâncton para os tipos de lagoas da Região Hidrográfica Açores .....	345
Quadro 5.1.4   Classificação do estado ecológico com base no elemento biológico fitoplâncton das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão entre os anos de 2005, 2006 e 2008 .....	346
Quadro 5.1.5   Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para o tipo de lagoas B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores .....	346
Quadro 5.1.6   Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade físico-química das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão entre os anos de 2005, 2006 e 2008 .....	346
Quadro 5.1.7   Classificação do estado ecológico das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão entre os anos de 2005, 2006 e 2008 .....	347
Quadro 5.1.8   Elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e elementos físico-químicos a considerar .....	348
Quadro 5.1.9   Classificação dos elementos biológicas para as massas de água costeiras da ilha do Pico .....	350
Quadro 5.1.10   Resultados das análises efetuadas para elementos gerais .....	350
Quadro 5.1.11   Concentração de nutrientes dissolvidos nas massas de água costeiras .....	351
Quadro 5.1.12   Classificação dos físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha do Pico .....	351
Quadro 5.1.13   Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha do Pico .....	351
Quadro 5.1.14   Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha do Pico .....	352
Quadro 5.1.15   NQA para substâncias prioritárias (Parte A do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro) .....	353
Quadro 5.1.16   NQA para outros poluentes (Parte B do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro) .....	354
Quadro 5.1.17   Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes .....	355
Quadro 5.1.18   Classificação do estado das massas de água da categoria lagos e tipo B-L-M/MI/S/PP designadas na ilha do Pico, nos anos de 2005, 2006 e 2008 .....	356
Quadro 5.1.19   Classificação final do estado para às massas de água costeiras da ilha do Pico .....	357
Quadro 5.1.20   Resultados da aplicação do teste do balanço hídrico, em que o Bom estado implica que $Ext < 0,60 * RDisp$ (n.d. – não determinado; n.a. – não aplicável face à inexistência de massas de água de superfície associadas) .....	367
Quadro 5.1.21   Resultados da aplicação do teste do escoamento superficial .....	367
Quadro 5.1.22   Resultados da aplicação do teste dos ecossistemas terrestres dependentes .....	367
Quadro 5.1.23   Normas de qualidade aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março .....	369
Quadro 5.1.24   Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas nas massas de água da ilha do Pico .....	376
Quadro 5.1.25   Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico (n.d. – não determinado; VC – valor critério; VL – valor limiar (INAG, 2009)) .....	385
Quadro 5.1.26   Resultados do teste da avaliação geral do estado químico (n.a. – não aplicável) .....	386

Quadro 5.1.27   Resultados do teste das intrusões salinas ou outras.....	386
Quadro 5.1.28   Resultados do teste da transferência de poluentes.....	386
Quadro 5.1.29   Resultados do teste dos ecossistemas terrestres dependentes.....	387
Quadro 5.1.30   Resultados do teste relativo às zonas de proteção de água para consumo humano.....	387
Quadro 6.1.1   Necessidades anuais de água para a agropecuária.....	391
Quadro 6.1.2   Necessidades anuais de água para as atividades industriais.....	391
Quadro 6.1.3   Necessidades anuais de água para os usos domésticos.....	392
Quadro 6.1.4   Necessidades anuais globais brutas de água.....	393
Quadro 6.2.1   Grau de recuperação dos custos com o serviço de abastecimento de água.....	396
Quadro 6.2.2   Grau de recuperação dos custos com o serviço de saneamento de águas residuais urbanas.....	397
Quadro 6.2.3   Serviços públicos de água – níveis de atendimento.....	397
Quadro 6.2.4   Necessidades anuais de abastecimento através de redes públicas.....	398
Quadro 6.2.5   Análise do grau de recuperação de custos com os serviços públicos de águas na ilha do Pico.....	398
Quadro 6.2.6   Necessidades de investimento futuras.....	399
Quadro 6.2.7   Projeção de receitas tarifárias necessárias.....	400
Quadro 6.3.1   Peso da componente fixa nos encargos das famílias com o serviço de abastecimento - 2009.....	403
Quadro 6.3.2   Encargo variável médio das famílias com o serviço de abastecimento para diferentes níveis de consumo – 2009.....	404
Quadro 6.3.3   Encargos dos utilizadores domésticos e não domésticos com o serviço de abastecimento – 2009.....	404
Quadro 6.3.4   Questões chave para análise da conformidade de um tarifário com a Recomendação Tarifária da ERSAR n.º 1/2009.....	405
Quadro 6.3.5   Capacidade económica das famílias - 2007.....	406
Quadro 6.3.6   Encargos das famílias com os serviços de águas – 2009.....	407
Quadro 6.3.7   Indicadores de acessibilidade económica – 2009.....	407
Quadro 6.3.8   Indicadores de acessibilidade económica – famílias de menores rendimentos – 2009.....	408

## Índice de Figuras

Figura 2.1.1   Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores.....	20
Figura 2.1.2   Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%). .....	21
Figura 2.1.3   Divisão administrativa da ilha do Pico.....	22
Figura 2.2.1   Balanço Hídrico Sequencial para a ilha do Pico. ....	34
Figura 2.2.2   Sazonalidade da precipitação.....	36
Figura 2.2.3   Precipitação anual em Angra do Heroísmo no período de 1874 a 2008. ....	37
Figura 2.2.4   Distribuição da precipitação por classes de frequência precipitação em Angra do Heroísmo (1874/2008). ....	37
Figura 2.2.5   Precipitação em Angra de Heroísmo 1874/2008 (número de anos por classes de frequência). ....	38
Figura 2.2.6   Distribuição da precipitação em Angra de Heroísmo (1874/2008) por classes de frequência. ....	38
Figura 2.2.7   Ajustamento estatístico da precipitação (1874/2008) às leis de GAMMA, GUMBEL e LogNORMAL. ....	38
Figura 2.2.8   Correlação da precipitação média mensal na ilha Terceira com as restantes ilhas.....	39
Figura 2.2.9   Curvas de possibilidade udométrica na ilha do Pico – Madalena (15m).....	40
Figura 2.2.10   Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha do Pico.....	41
Figura 2.2.11   Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha do Pico.....	42
Figura 2.2.12   Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha do Pico. ....	43
Figura 2.3.1   Plataforma dos Açores. ....	44
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 Gloria; RT - Rift da Terceira.....	44
Figura 2.3.3   Carta epicentral dos eventos registados no arquipélago dos Açores entre 1980 e junho de 2006. ....	45
Figura 2.3.4   Localização dos principais sismos históricos na região dos Açores.....	46
Figura 2.3.5   Atividade vulcânica histórica no arquipélago dos Açores.....	48
Figura 2.3.6   Modelo digital de terreno da ilha do Pico, com indicação das três unidades geomorfológicas: 1 – Montanha do Pico; 2 – Planalto da Achada; e 3 – Vulcão do Topo. ....	52

Figura 2.3.7   Principais estruturas vulcano-tectónicas da ilha do Pico.....	53
Figura 2.3.8   Carta Vulcanológica e ampliação da vulcanoestratigrafia da ilha do Pico.....	54
Figura 2.3.9   Carta hipsométrica da ilha do Pico.....	56
Figura 2.3.10   Histograma hipsométrico da ilha do Pico.....	57
Figura 2.3.11   Carta de declives da ilha do Pico.....	58
Figura 2.3.12   Carta de exposições da ilha do Pico.....	59
Figura 2.3.13   Carta das unidades geomorfológicas da ilha do Pico.....	60
Figura 2.3.14   Densidade associada à distribuição de pontos de água por ilha.....	65
Figura 2.3.15   Diagrama de caixas ( <i>box plot</i> ) relativo aos valores de caudal específico na RH9.....	66
Figura 2.3.16   Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na RH9.....	66
Figura 2.3.17   Diagrama de caixas ( <i>box plot</i> ) relativo aos valores de transmissividade na RH9.....	67
Figura 2.3.18   Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na RH9.....	67
Figura 2.3.19   Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em nascentes na RH9.....	69
Figura 2.3.20   Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em furos na RH9.....	69
Figura 2.3.21   Distribuição de pontos de água na ilha do Pico.....	72
Figura 2.3.22   Distribuição de pontos de água na ilha do Pico.....	73
Figura 2.3.23   Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na ilha do Pico.....	74
Figura 2.3.24   Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na ilha do Pico.....	75
Figura 2.3.25   Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes e furos na ilha do Pico.....	76
Figura 2.3.26   Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha do Pico.....	78
Figura 2.4.1   Carta hidrográfica da ilha do Pico.....	80
Figura 2.4.2   Carta da densidade de drenagem da ilha do Pico.....	81
Figura 2.5.1   Estimativas da população residente (N.º) por local de residência.....	91
Figura 2.5.2   Taxa de Natalidade.....	94
Figura 2.5.3   Taxa de Mortalidade.....	95
Figura 2.5.4   Índice de envelhecimento.....	95
Figura 2.5.5   Estabelecimentos de educação/ensino por município segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional, 2008/2009.....	97
Figura 2.5.6   Número de Alunos matriculados segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional do estabelecimento, 2008/2009.....	98
Figura 2.5.7   Trabalhadores por conta de outrem nos estabelecimentos por município, segundo o setor de atividade (CAE-Rev.3) e o sexo, 2008.....	99
Figura 2.5.8   Total de Pesca descarregada no porto da ilha do Pico.....	105
Figura 2.5.9   Valor de Pesca descarregada no porto da ilha do Pico (milhões de €).....	105
Figura 2.5.10   Materiais geológicos explorados e n.º de explorações identificadas.....	109
Figura 2.5.11   Produção de energia elétrica (kwh), por ano.....	110
Figura 2.5.12   PIB – RAA.....	112
Figura 2.5.13   PIB Regional – Taxa de variação anual.....	112
Figura 2.5.14   Taxa média de emprego, série 1998 (%) para a RAA, anual.....	113
Figura 2.5.15   Taxa média de desemprego, série 1998 (%) para a RAA, anual.....	113
Figura 2.5.16   Taxa média de atividade, série 1998 (%) para a RAA, anual.....	114
Figura 2.6.1   Carta de capacidade de uso do solo da ilha do Pico.....	115
Figura 2.6.2   Ocupação do solo no Arquipélago dos Açores (%). .....	117
Figura 2.6.3   Carta de ocupação do solo da ilha do Pico.....	117
Figura 2.6.4   Ocupação do solo na ilha do Pico (km <sup>2</sup> ). .....	118
Figura 2.6.5   Planos Especiais de Ordenamento do Território em vigor na RAA.....	119
Figura 2.6.6   Planos Municipais de Ordenamento do Território em vigor na RAA.....	120
Figura 2.8.1   Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos de abastecimento de água da ilha do Pico.....	140
Figura 2.9.1   Séries temporais de T <sub>min</sub> , T <sub>max</sub> – Angra do Heroísmo/Terceira.....	152
Figura 2.9.2   Precipitação sazonal – Angra do Heroísmo (Terceira).....	153
Figura 2.9.3   Elevação do nível médio do mar na ilha do Pico.....	155

Figura 2.9.4   Elevação do nível do mar na Madalena do Pico. ....	156
Figura 2.9.5   Elevação do nível do mar nas Lajes do Pico. ....	156
Figura 2.9.6   Classificação das bacias hidrográficas da ilha do Pico de acordo com o seu risco de cheia. ....	160
Figura 2.9.7   Exemplo do processo de cálculo do índice SPI. ....	162
Figura 2.9.8   Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha do Pico (período de outubro de 1980 a setembro de 2010). ....	166
Figura 2.9.9   Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha do Pico (período de outubro de 1980 a setembro de 2010). ....	166
Figura 2.9.10   Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha do Pico (período de outubro de 1980 a setembro de 2010). ....	166
Figura 2.9.11   Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto lagoa do Caiado. ....	168
Figura 2.9.12   Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto lagoa do Capitão. ....	169
Figura 2.9.13   Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto lagoa do Paúl. ....	169
Figura 2.9.14   Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Bandeiras. ....	169
Figura 2.9.15   Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Cais Pico. ....	170
Figura 2.9.16   Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Madalena. ....	170
Figura 2.9.17   Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto lagoa do Caiado. ....	170
Figura 2.9.18   Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto lagoa do Capitão. ....	171
Figura 2.9.19   Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto lagoa do Paúl. ....	171
Figura 2.9.20   Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Bandeiras. ....	171
Figura 2.9.21   Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Cais Pico. ....	172
Figura 2.9.22   Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Madalena. ....	172
Figura 2.9.23   Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto lagoa do Caiado. ....	172
Figura 2.9.24   Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto lagoa do Capitão. ....	173
Figura 2.9.25   Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto lagoa do Paúl. ....	173
Figura 2.9.26   Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Bandeiras. ....	173
Figura 2.9.27   Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Cais Pico. ....	174
Figura 2.9.28   Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Madalena. ....	174
Figura 2.9.29   Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha do Pico. ....	176
Figura 2.9.30   Vista aérea da costa na região do vulcão do Pico NE, entre o Monte e a vila da Madalena. ....	177
Figura 2.9.31   Vista aérea do litoral da região oriental, podendo observar-se a saliência entre a Ribeira do Meio e Santa Cruz das Ribeiras. ....	177
Figura 2.9.32   Aspeto dos matérias que constituem a o litoral da ilha do Pico: Escoadas aa (imagem da esquerda), escoadas pahoehoe (imagem central) e cones de escórias. ....	178
Figura 2.9.33   Aspeto dos movimentos de vertente (areeiros) gerados nos flancos do vulcão e que são transportados para o litoral, por ação de chuvas intensas. ....	178
Figura 2.9.34   Aspeto de uma estrada próxima de S. João após um período de chuva. ....	179
Figura 2.9.35   Mapa de declives da ilha do Pico e localização das nascentes e furos para abastecimento público. ....	186
Figura 2.9.36   Furo para abastecimento inserido em área relativamente plana. ....	187
Figura 2.9.37   Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2009. ....	187
Figura 2.9.38   Carta de intensidades máximas históricas (EMS-1998) para a ilha do Pico. ....	189
Figura 2.9.39   Carta de suscetibilidade a <i>tsunamis</i> – Carta produzida a partir da altimetria do IGeoE, na escala 1:25 000. O <i>run-up</i> máximo de cada classe considerada corresponde à cota máxima da área inundada. ....	192
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) ....	199
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) ....	199
Figura 3.1.3   Massa de água designada na categoria de lagos na ilha do Pico. ....	203
Figura 3.1.4   Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha do Pico. ....	205
Figura 3.2.1   Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Arrife no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). ....	215
Figura 3.2.2   Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Madalena – São Roque do Pico no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). ....	215



Figura 3.2.3   Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Montanha no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	216
Figura 3.2.4   Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Piedade no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	216
Figura 3.2.5   Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	217
Figura 3.2.6   Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Lajes no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	217
Figura 3.2.7   Análise espacial utilizada no cruzamento dos mapas temáticos.	220
Figura 3.2.8   Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha do Pico.	221
Figura 3.2.9   Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.	222
Figura 3.3.1   Reservas Integrais da Apanha de Lapas na ilha do Pico.	225
Figura 3.3.2   Rede Natura 2000 na ilha do Pico.	229
Figura 3.3.3   Parque Natural da ilha do Pico.	231
Figura 3.3.4   Massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação. No cartograma representa-se igualmente as áreas de proteção alargada das nascentes captadas e furos para uso humano.	234
Figura 3.4.1   Ocupação do solo na bacia da lagoa do Caiado.	238
Figura 3.4.2   Variação de nível e caudais médios anuais diários captados e afluentes à lagoa do Caiado.	239
Figura 3.4.3   Ocupação do solo na bacia da lagoa do Capitão.	242
Figura 3.4.4   Variação de nível na lagoa do Capitão.	243
Figura 3.4.5   Ocupação do solo na bacia da lagoa do Paul.	246
Figura 3.4.6   Variação de nível na lagoa do Paul.	248
Figura 3.4.7   Ocupação do solo na bacia da lagoa do Peixinho.	250
Figura 3.4.8   Ocupação do solo na bacia da lagoa da Rosada.	254
Figura 3.4.9   Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha do Pico.	257
Figura 3.4.10   Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha do Pico.	258
Figura 3.4.11   Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha do Pico.	259
Figura 3.4.12   Número de animais por bacia hidrográfica na ilha do Pico.	260
Figura 3.4.13   Localização das explorações de inertes cadastradas e áreas de dragagem licenciadas.	265
Figura 3.4.14   Cargas poluentes geradas pela atividade pecuária, por ilha na RAA.	269
Figura 3.4.15   Cargas de origem biológica para a ilha do Pico – Azoto total.	270
Figura 3.4.16   Cargas de origem biológica para a ilha do Pico de acordo com o balanço hidrológico – Azoto total.	271
Figura 3.4.17   Localização das obras de defesa costeira e portuária que contribuem para a artificialização da zona costeira.	274
Figura 3.4.18   Distribuição das infraestruturas portuárias na ilha do Pico.	277
Figura 3.4.19   Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha do Pico.	292
Figura 3.4.20   Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha do Pico.	293
Figura 3.4.21   Distribuição da carga poluente de azoto de acordo com a origem.	294
Figura 3.4.22   Distribuição da carga poluente de fósforo de acordo com a origem.	295
Figura 3.4.23   Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.	298
Figura 3.4.24   Representação cartográfica do risco de poluição tóxica doméstica.	299
Figura 3.4.25   Representação cartográfica do risco de poluição tóxica industrial.	300
Figura 3.4.26   Localização dos locais de destino final de RSU em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrânea.	301
Figura 3.4.27   Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada à atividade pecuária.	303
Figura 3.4.28   Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada às atividades agrícola e florestal.	304
Figura 3.4.29   Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com a concentração em cloreto.	306
Figura 3.4.30   Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m <sup>3</sup> /dia.	308
Figura 3.4.31   Gráfico comparativo do volume médio extraído nos pontos de água com caudal superior a 10m <sup>3</sup> /dia, face à descarga natural total, às extrações totais efetuadas e aos recursos hídricos subterrâneos globais.	309
Figura 4.1.1   Pontos de amostragem nas lagoas do Caiado, Capitão, Paul, Peixinho e Rosada (ilha do Pico).	314
Figura 4.1.2   Evolução faseada da rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas na RH9.	329
Figura 4.1.3   Representação cartográfica das redes antiga e nova de monitorização do estado químico.	330
Figura 5.1.1   Verificação do estado ecológico das massas de água superficiais.	341

Figura 5.1.2   Verificação do estado químico das massas de água superficiais.....	342
Figura 5.1.3   Esquema conceptual do sistema de classificação no âmbito da Diretiva-Quadro da Água/Lei da Água.....	342
Figura 5.1.4   Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha do Pico.....	352
Figura 5.1.5   Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha do Pico.....	355
Figura 5.1.6   Classificação do estado das massas de água da categoria de lagos designadas na ilha do Pico.....	356
Figura 5.1.7   Classificação do estado estado das massas de água costeiras da ilha do Pico.....	358
Figura 5.1.8   Testes relativos à determinação dos estados quantitativo e químico das massas de água subterrâneas.....	360
Figura 5.1.9   Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base no balanço hídrico.....	364
Figura 5.1.10   Teste de determinação do estado quantitativo com base no escoamento de superfície.....	365
Figura 5.1.11   Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base nos ecossistemas terrestres dependentes.....	366
Figura 5.1.12   Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha do Pico.....	368
Figura 5.1.13   Teste de avaliação geral do estado químico.....	371
Figura 5.1.14   Teste de determinação do estado químico com base na existência de intrusão salina ou outra.....	372
Figura 5.1.15   Teste de determinação do estado químico com base na transferência de poluentes.....	373
Figura 5.1.16   Teste de determinação do estado químico com base nos ecossistemas terrestres dependentes.....	374
Figura 5.1.17   Teste de determinação do estado químico das massas de água subterrânea com base nas zonas de proteção de água para consumo humano.....	375
Figura 5.1.18   Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Madalena – São Roque do Pico. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).....	377
Figura 5.1.19   Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Montanha. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).....	377
Figura 5.1.20   Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Piedade. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).....	378
Figura 5.1.21   Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Madalena – São Roque do Pico. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).....	378
Figura 5.1.22   Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Montanha. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).....	379
Figura 5.1.23   Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Piedade. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).....	379
Figura 5.1.24   Resultados da análise de tendências relativo ao valor da condutividade elétrica na massa de água Piedade (linha de tendência representada a azul).....	383
Figura 5.1.25   Resultados da análise de tendências relativo ao valor do teor em cloretos na massa de água Piedade (linha de tendência representada a azul).....	383
Figura 5.1.26   Resultados da análise de tendências relativo ao valor da condutividade elétrica na massa de água Montanha (linha de tendência representada a azul).....	384
Figura 5.1.27   Resultados da análise de tendências relativo ao valor da concentração em cloretos na massa de água Montanha (linha de tendência representada a azul).....	384
Figura 5.1.28   Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Pico.....	388
Figura 5.1.29   Síntese do estado das massas de água subterrâneas da ilha do Pico.....	389
Figura 6.1.1   Necessidades anuais globais brutas de água por setor -2006.....	393
Figura 6.2.1   Perspetiva sobre o grau de recuperação de custos dos serviços públicos de águas na ilha do Pico.....	400
Figura 6.3.1   Encargos dos utilizadores domésticos com serviços de águas (abastecimento e saneamento) – consumo mensal de 10m <sup>3</sup> (2009) - Níveis tarifários aplicados em Portugal por município.....	401

# 1 | Introdução

O presente volume apresenta a caracterização da situação de referência e diagnóstico da ilha do Pico, constante do PGRHI Pico, no que respeita à caracterização e diagnóstico da ilha, caracterização das massas de água, das redes de monitorização, da avaliação do estado das massas de água e a análise económica da água (esta fase foi desenvolvida tendo como ano de referência o ano de 2009 e em alguns casos 2010).

## 2 | Caracterização e Diagnóstico da Ilha do Pico

### 2.1 | Caracterização territorial

#### 2.1.1 | Enquadramento geográfico e administrativo

O Arquipélago dos Açores localiza-se no Oceano Atlântico Norte (Figura 2.1.1), ocupando uma faixa de transição, com características climáticas subtropicais, definida pelas seguintes coordenadas geográficas (pontos extremos): entre 39° 43' 23" (Ponta Norte – ilha do Corvo) e 36° 55' 43" (Ponta do Castelo – ilha de Santa Maria) de Latitude Norte; entre 24° 46' 15" (Ilhéus das Formigas – ilha de Santa Maria) e 31° 16' 24" (Ilhéu de Monchique – ilha das Flores) de Longitude Oeste (SREA, 2008).



Figura 2.1.1 | Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores.

As ilhas dos Açores encontram-se alinhadas segundo um eixo com a orientação geral WNW-ESE, facto concordante com a disposição das principais fraturas que marcam a geodinâmica desta zona. A insularidade e o isolamento do arquipélago, considerados fatores determinantes da biogeografia regional, são confirmados pelas distâncias às costas continentais mais próximas: cerca de 1 400km de Portugal Continental e perto de 3 900km da América do Norte. A separação máxima entre as ilhas atinge 600km, aproximadamente, distância que vai do Corvo a Santa Maria. A disposição longitudinal das ilhas determina que a Subzona Económica Exclusiva (ZEE) dos Açores ocupe 953 633km<sup>2</sup>, correspondendo a 55% e a 16% da ZEE de Portugal e da União Europeia (UE), respetivamente.

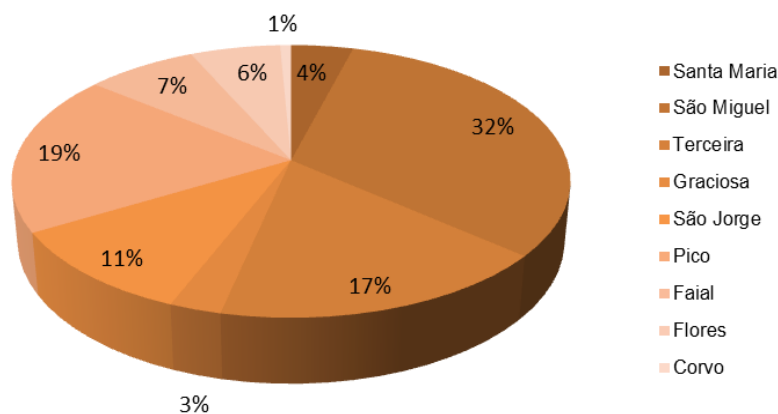
Apesar do afastamento entre os Açores e a Madeira (900km), Canárias (1 150km) e Cabo Verde (2 200km) e da aparente falta de relação entre o vulcanismo destas ilhas, estes arquipélagos constituem a região da Macaronésia. Por

condicionalismos biogeográficos, possui um valioso património natural, correspondente a 19% dos tipos de habitats listados no Anexo I e a 28% das plantas do Anexo II da Diretiva Habitats. Refira-se que a DQA contempla, para efeitos de aplicação do Sistema A de Classificação das Ecorregiões (rios e lagos), a “Região Ibérico-Macaronésica”.

No contexto do espaço europeu, os Açores são reconhecidos como uma região ultraperiférica, conjuntamente com outros territórios insulares (Madeira, Canárias, Guadalupe, Martinica e Reunião) e dos enclaves das Guianas. As condicionantes físicas destas regiões prendem-se com o isolamento geográfico, distância ao continente europeu, fragmentação territorial e escassez de recursos. O princípio da ultraperiféricidade, enquanto contingência do desenvolvimento económico e social, encontra-se consagrado no artigo n.º 299.2 do Tratado de Amesterdão.

Quanto ao enquadramento nacional, os Açores constituem uma Região Autónoma da República Portuguesa, criada pela Lei n.º 39/80, de 22 de agosto. O estatuto político-administrativo foi contudo consagrado na Constituição da República de 1976. São órgãos de governo próprio a Assembleia Legislativa Regional e o Governo Regional. Na atual orgânica do X Governo Regional dos Açores, o departamento com competências ao nível do planeamento e gestão dos recursos hídricos é a SRAM, designadamente a Direção Regional do Ambiente (DRA), a qual integra a Administração Hidrográfica dos Açores (AHA).

A superfície do Arquipélago dos Açores é de 2 322km<sup>2</sup>, representando 2,6% do território nacional (88 967km<sup>2</sup>). Contudo, as nove ilhas exibem uma acentuada desigualdade territorial, variando entre 744,6 km<sup>2</sup> (São Miguel) e 17,1km<sup>2</sup> (Corvo), a maior e a mais pequena parcela, respetivamente. Cinco delas apresentam dimensões intermédias: Pico (444,8km<sup>2</sup>), Terceira (400,3km<sup>2</sup>), São Jorge (243,7km<sup>2</sup>), Faial (173,1km<sup>2</sup>) e Flores (141,0km<sup>2</sup>). As ilhas de Santa Maria (96,9km<sup>2</sup>) e da Graciosa (60,7km<sup>2</sup>) possuem menor representatividade territorial. As três maiores, São Miguel, Terceira e Pico, correspondem a quase 70% da superfície regional (Figura 2.1.2).



Fonte: SREA, Anuário Estatístico da RAA (2008)

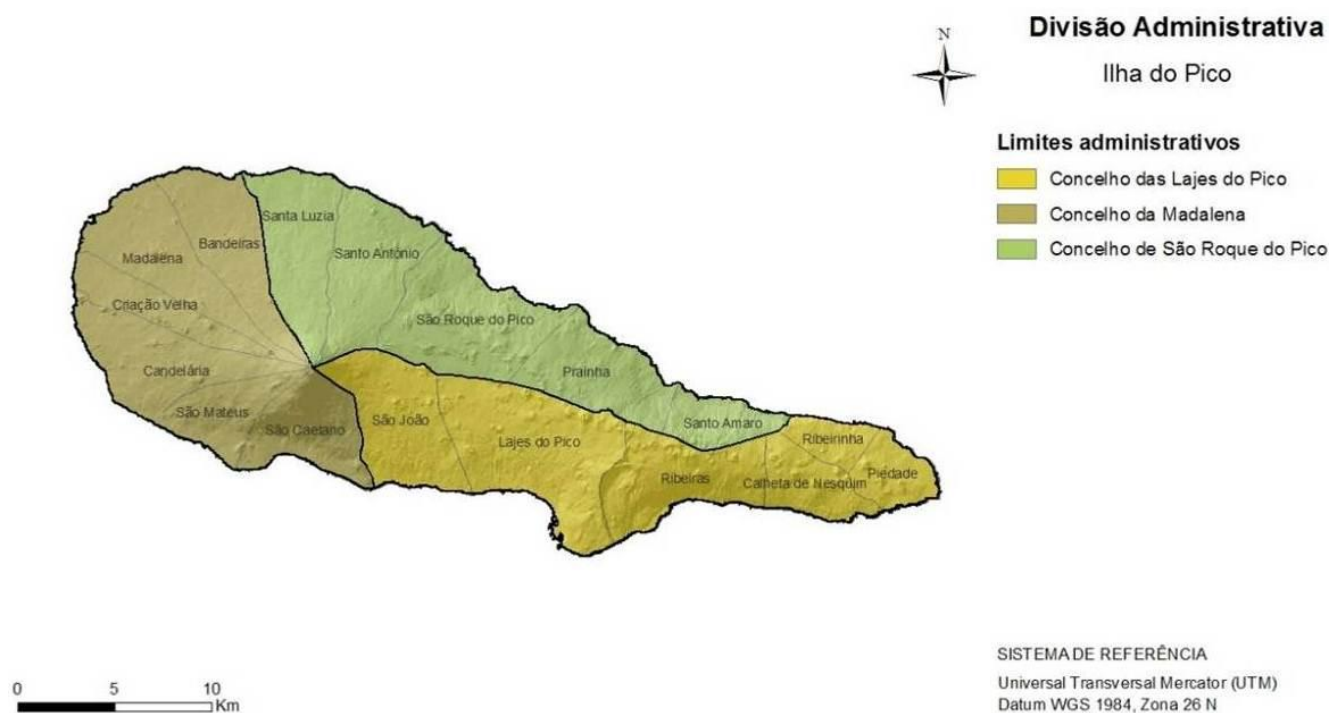
Figura 2.1.2 | Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%).

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

No que concerne à divisão administrativa, os Açores são constituídos por 19 concelhos e 156 freguesias. Como pólos de desenvolvimento económico e social salienta-se a importância das 5 cidades açorianas: Ponta Delgada e Ribeira Grande em São Miguel, Angra do Heroísmo e Praia da Vitória na Terceira e Horta no Faial.

O Pico é a mais meridional das cinco ilhas do Grupo Central do Arquipélago dos Açores, estando posicionada, aproximadamente, a 3 milhas da vizinha ilha do Faial (E) e a 11 milhas da ilha de São Jorge (SW). Localiza-se entre 38° 33' 39" (Baixio Pequeno) e 38° 22' 55" (Ponta da Queimada) de Latitude Norte e entre 28° 01' 42" (Ponta dos Ouriços) e 28° 32' 31" (Ponta entre o Calhau e o Pocinho) de Longitude Oeste (Instituto Geográfico Português (IGP), 2008). Com uma superfície de 444,8km<sup>2</sup>, a ilha do Pico ocupa a segunda posição em termos de dimensão, representando cerca de 19,2% do território regional.

Relativamente à organização administrativa de âmbito local (Figura 2.1.3), a ilha do Pico tem três concelhos, os municípios das Lajes (155,3km<sup>2</sup>), Madalena (147,1km<sup>2</sup>) e São Roque (142,4km<sup>2</sup>), subdivididos nas seguintes freguesias: Lajes – Calheta do Nesquim, Lajes, Piedade, Ribeiras, Ribeirinha e São João; Madalena – Bandeiras, Candelária, Criação Velha, Madalena, São Caetano e São Mateus; São Roque – Prainha, Santa Luzia, Santo Amaro, Santo António e São Roque. Com exceção das sedes de concelho e freguesias envolventes, que concentram as atividades económicas, serviços, equipamentos e principais infraestruturas da ilha, os restantes aglomerados revelam um padrão disperso e marcado por traços de grande ruralidade, pois a economia da ilha está profundamente ligada à atividade primária, embora o setor dos serviços assuma cada vez mais importância na estrutura do emprego.



Fonte: IGP, Carta Administrativa Oficial de Portugal (2008)

Figura 2.1.3 | Divisão administrativa da ilha do Pico.

Em 2011, a população residente na ilha do Pico era de 14 148 habitantes, estando repartida desigualmente pelos concelhos das Lajes (4 711hab), da Madalena (6 049hab) e de São Roque (3 388hab), existindo 5 042 famílias clássicas (INE, 2011). A densidade populacional nesta ilha era de 32hab/km<sup>2</sup>, muito abaixo da registada na RAA (106hab/km<sup>2</sup>). Nos três concelhos os valores apurados evidenciam uma reduzida densidade face à grande dimensão da ilha (São Roque 24hab/km<sup>2</sup>, Lajes 30hab/km<sup>2</sup> e Madalena 41hab/km<sup>2</sup>). A evolução demográfica nesta ilha apresenta uma reduzida tendência de decréscimo, apresentando uma taxa de variação de -4,4%, de acordo com o período intercensitário 2001-2011.

## 2.1.2 | Enquadramento jurisdicional e normativo

A Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro (DQA) transposta para direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água)<sup>1</sup> 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. Este conjunto normativo associado à orgânica da SRAM, DRA, às quais estão cometidas atribuições centradas na proteção e na valorização dos componentes ambientais das águas na respetiva área territorial de jurisdição.

Nos termos estatuidos 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 Administrações das Regiões Hidrográficas (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 PRA, 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 Decreto Regulamentar Regional n.º 23/2011/A, de 21 de novembro incumbe à Administração Hidrográfica dos Açores as competências da ARH da RH9.

Neste sentido, o PGRHI-Pico constitui uma iniciativa da SRAM, no âmbito do modelo regional de implementação da DQA, transposta para o domínio nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água), que submete para a elaboração de planos de gestão de recursos hídricos e requer a análise e implementação de um conjunto de

---

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

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 será 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. 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 SRAM, 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 DQA 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 PGRHI para as restantes ilhas e de integração no PGRH dos Açores, 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 PRA).

Preconiza-se posteriormente a articulação do PGRHI Pico com o Plano de Gestão de Recursos Hídricos dos Açores (PGRH – Açores), dando resposta ao desiderato da DQA<sup>2</sup> que obriga a que os Estados-Membros publiquem os seus planos de gestão de recursos hídricos por Região Hidrográfica.

### 2.1.3 | Caracterização do domínio hídrico

A recolha de informação sobre o Domínio Hídrico foi efetuada, essencialmente através da análise dos instrumentos de gestão territorial relevantes, nomeadamente, os Planos Diretores Municipais (PDM) e os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC). A SRAM 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, 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 de 2012 (referente à delimitação de perímetros de proteção de diversas captações da RAA).

A Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água) e o Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de outubro conferem ao Instituto da Água I.P., funções de coordenação no procedimento de delimitação do domínio público hídrico, competindo-lhe ainda elaborar a proposta de constituição da comissão de delimitação. Contudo, o Decreto Legislativo Regional n.º 18/2010/A adapta à RAA o regime a que fica sujeito o procedimento de delimitação do domínio público hídrico, aprovado pelo Decreto-Lei supra citado estabelecendo que:

- As referências feitas ao Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (MAOTDR) e as competências atribuídas ao respetivo membro do Governo consideram-se reportadas ao departamento da administração regional autónoma com competência em matéria de recursos hídricos e são exercidas pelo respetivo membro do Governo Regional;

---

<sup>2</sup> Nos termos do Artigo 13.º, n.º 6, Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, Diretiva 2000/60/CE que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L327, Luxemburgo, 22 de outubro de 2000.



- As referências feitas e as competências atribuídas ao Instituto da Água (INAG), I. P., consideram-se reportadas e são exercidas pelo serviço da administração regional autónoma competente em matéria de recursos hídricos.

O domínio público hídrico 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 fluviáveis 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.”*

No mesmo diploma legal definem-se ainda os conceitos de leito e de margem, nos artigos 10.º e 11.º, respetivamente:

- Leito é “o terreno coberto pelas águas quando não influenciadas por cheias extraordinárias, inundações ou tempestades. No leito compreendem-se os mouchões, lodeiros e areias nele formados por deposição aluvial”. O leito é limitado pela “linha que corresponde à estrema dos terrenos que as águas cobrem em condições de cheias médias, sem transbordar para o solo natural, habitualmente enxuto. Essa linha é definida, conforme os casos, pela aresta ou crista superior do talude marginal ou pelo alinhamento da aresta ou crista do talude molhado das motas, câmoros, valados, tapadas ou muros marginais”;

- Margem é “uma faixa de terreno contígua ou sobranceira à linha que limita o leito das águas”. A largura da margem varia consoante a navegabilidade e fluviabilidade das águas por ela contidas. Em águas navegáveis ou fluviáveis a largura da margem é de 30m, enquanto nas águas não navegáveis nem fluviáveis é de 10m. Exemplos de águas não navegáveis são torrentes, barrancos e córregos de caudal descontínuo. Acresce que largura das margens das águas do mar é de 50m.

A competência para “a delimitação dos leitos e margens dominiais confinantes com terrenos de outra natureza”, definida no art. 17.º da Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, “*compete ao Estado, que a ela procede oficiosamente, quando necessário, ou a requerimento dos interessados*”. O processo de delimitação cabe às comissões de delimitação, culminando com a publicação em Diário da República após homologação por Resolução do Conselho de Ministros. O disposto no referido artigo foi posteriormente regulamentado com a publicação do Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de outubro, que define a delimitação do domínio público hídrico como “*o procedimento administrativo pelo qual é fixada a linha que define a estrema dos leitos e margens do domínio público hídrico confinantes com terrenos de outra natureza*” e estabelece o regime a que fica sujeito o referido procedimento.

De acordo com o artigo 20.º da Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, compete ao Estado “*organizar e manter atualizado o registo das águas do domínio público, procedendo às classificações necessárias para o efeito, nomeadamente da navegabilidade e fluviabilidade dos cursos de água, lagos e lagoas, as quais devem ser publicadas no Diário da República*”.

A Portaria n.º 931/2010 de 20 de setembro define os elementos necessários à instrução dos processos de delimitação do domínio público hídrico por iniciativa dos proprietários, públicos ou privados, de terrenos nas áreas confinantes com o domínio público hídrico. É ainda estabelecida a taxa devida pela apreciação dos procedimentos de delimitação do domínio público hídrico por iniciativa dos particulares.

A indefinição das noções de leito e de margem do domínio público hídrico poderá ainda dificultar a aplicação da legislação relativa aos regimes de utilização (Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio) e do regime económico e financeiro (REF) (Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de junho) dos recursos hídricos.

Todavia, apesar da existência de instrumentos legislativos com propostas metodológicas para a definição e proteção do Domínio Hídrico, a autoridade com competência para o efeito ainda não procedeu à sua delimitação e inventariação, sendo a sua aplicação e a informação disponível sobre esta temática muito limitada.

Na tentativa de evitar situações irreversíveis de deterioração da qualidade das águas subterrâneas e proibição de construção e ocupação em áreas de risco elevado (ex. 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

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 (Anexo 2.2.1) 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, os quais foram validados no âmbito de diferentes trabalhos já publicados<sup>3</sup>, nos quais se apresentam alguns dos argumentos conceptuais e de validação.

A distribuição dos elementos climáticos para cada uma das ilhas é gerada em formato numérico ASCII em ambiente *FORTRAN®*, cujas matrizes são suscetíveis de análise hidrológica no mesmo ambiente, ou, em alternativa, importadas para formato “raster” no contexto 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 vigorosos que rondam o arquipélago acompanhando o evoluir dos padrões de circulação atmosférica à escala da bacia do Atlântico Norte.

---

<sup>3</sup>\* 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.

\* 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.

\* Miranda, P.M.;Valente, M.V.; Tomé, A.;Azevedo,E.B.; Trigo, R.;Aguiar, R.;-(2006)- “Cenários Climáticos Futuros” – in CLIMAT\_II, Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos, FEDER-INTERREG\_IIIB, Açores Madeira e Canárias – D. Santos e R. Aguiar (editores) – Direção Regional do Ambiente da Madeira, pgs.24-33.

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

O clima das ilhas apresenta, no entanto, uma sazonalidade medianamente marcada que se reflete nos diferentes elementos do seu clima. 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 carácter 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 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.” (Azevedo, 2001<sup>4</sup>).

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

---

<sup>4</sup> Neste capítulo é seguido de perto parte do texto original de Azevedo (2001) “Açoreana”, Boletim da Sociedade Afonso de Chaves (VOL. IX; FASC.III; Dez 2001).

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 caráter 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)<sup>5</sup> para uma superfície horizontal no topo da atmosfera à latitude média dos Açores (38°N) é da ordem dos 42MJ por m<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup> por altura do solstício de verão, decrescendo para 15MJ por m<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup> 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 m<sup>2</sup> dia<sup>-1</sup> enquanto que no inverno não ultrapassam os 6MJ por metro quadrado e por dia.

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, 1600 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 Sta. 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 1018hPa, 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 1024hPa.

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 1000 metros de altitude de cerca de 110hPa, quando comparada com a observada ao nível do mar. No cimo da montanha do Pico (2351m de altitude) a diminuição, nas mesmas circunstâncias de comparação, será próxima dos 250hPa.

---

<sup>5</sup> 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, próxima dos 400 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 húmido). 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. Quando a circulação atmosférica provém de norte o ar apresenta-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 ficarem sujeitas a ar de extrema secura em circulação na atmosfera livre, acima da camada turbulenta, com taxas de humidade que chegam a baixar a valores próximos 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 observada ao nível do mar cresce de Leste para Oeste variando entre os 775mm observados na ilha de Sta. Maria até aos 1700mm 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.

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 com características de grande instabilidade ou de instabilidade condicional.

## 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, 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  $17\text{km h}^{-1}$ . Nos meses de inverno a velocidade média aproxima-se dos  $20\text{km h}^{-1}$ , enquanto que, nos meses de verão, o seu valor decresce para valores próximos dos  $10\text{km h}^{-1}$ . Soprando em rajadas é raro o ano em que estas não atinjam velocidades próximas dos  $100\text{km h}^{-1}$ . 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.

### 2.2.2.1 | Variáveis climáticas nas estações de referência

No Quadro 2.2.1 são apresentados os valores das variáveis climáticas nas estações de referência.



**Quadro 2.2.1** | Variáveis climáticas para a ilha do Pico

Estação Ilha do Pico (posto udométrico)												
Nº	Nome		Lat. N			Long W			Altit. (m)		Tutela	Período
1	Madalena		38° 32´			28° 32´			50		IM	1935-1960
Variável	Temperatura do ar T (°C)					Humidade rel. do ar RH (%)			Insolação		Precipitação (mm)	
Mês	média mensal	média máximas	média mínimas	máxima observ.	mínima observ.	Média 09h	média 15h	média 21h	total horas	perc. %	total mês	máxima diária
Janeiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128,3	116,9
Fevereiro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105,8	58,4
Março	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	119,5	68,0
Abril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,5	48,8
Mai	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61,8	46,5
Junho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,5	28,6
Julho	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,6	54,0
Agosto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37,8	66,4
Setembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72,2	44,0
Outubro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100,9	114,5
Novembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89,7	73,6
Dezembro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	106,7	121,2
<b>Ano</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	956,3	121,2

### 2.2.2.2 | Balanço da radiação nas estações de referência

Não existem dados específicos para a ilha do Pico no que respeita à radiação nas estações de referência.

### 2.2.2.3 | Balanço hídrico e classificação climática nas estações de referência

No Quadro 2.2.2 são apresentados os diferentes componentes do balanço hídrico efetuado para a localização das estações do IM das diferentes ilhas para as quais se dispõe de normais climatológicas. Na estimativa dos montantes envolvidos são considerados os valores das variáveis climáticas anteriormente descritas. No cálculo da evapotranspiração potencial (ETp) foi utilizado o método de Penman-Montheit (FAO\_56). O balanço sequencial mensal foi elaborado com base na metodologia de Thornthwaite-Mather (Figura 2.2.1). Na indisponibilidade de um mapa detalhado das propriedades hidrológicas dos solos da zona foi considerada uma capacidade de água utilizável no solo igual a 120 mm. Os símbolos têm o seguinte significado: ETp, evapotranspiração potencial; Prec, precipitação; L, perda potencial acumulada de água; Ras reserva de água útil no solo, ΔRas, variação do armazenamento de água no solo; Ete, evapotranspiração efetiva; DH, deficit hídrico; SH, superávit hídrico.

Quadro 2.2.2 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha do Pico

Balanço Hídrico Sequencial, método de Thornthwaite - Pico_Madalena (Etp Faial)														
Etp - Penman/ Montheit										Capacidade da reserva útil do solo =				120 mm
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano	
<b>ETp</b>	43,2	44,8	57,3	68,7	83,8	87,6	109,1	106,4	85,7	68,7	51,9	38,8	<b>846</b>	
<b>Prec</b>	128,3	105,8	119,5	64,5	61,8	42,5	26,6	37,8	72,2	100,9	89,7	106,7	<b>956</b>	
<b>Prec-ETp</b>	85,1	61,0	62,2	-4,2	-22,0	-45,1	-82,5	-68,6	-13,5	32,2	37,8	67,9	<b>110</b>	
<b>L</b>	0,0	0,0	0,0	-4,2	-26,2	-71,4	-153,9	-222,5	-236,0	-107,4	-38,8	0,0		
<b>Ras</b>	120,0	120,0	120,0	115,9	96,4	66,2	33,3	18,8	16,8	49,0	86,9	120,0		
<b>ΔRas</b>	0,0	0,0	0,0	-4,1	-19,4	-30,2	-32,9	-14,5	-2,0	32,2	37,8	33,1		
<b>Ete</b>	43,2	44,8	57,3	68,6	81,2	72,7	59,5	52,3	74,2	68,7	51,9	38,8	<b>713</b>	
<b>DH</b>	0,0	0,0	0,0	0,1	2,6	14,9	49,6	54,1	11,5	0,0	0,0	0,0	<b>133</b>	
<b>SH</b>	85,1	61,0	62,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,8	<b>243</b>	
Ia - Índice de Aridez			16%			Iu - Índice de Humidade			29%			Ih - Índice Hídrico		19%
Ic - Concentração Térmica:			36%			Classificação Climática de Thornthwaite: C2 B'2 r a'								

balanço hídrico - Pico\_Madalena  
Clima: C2 B'2 r a'

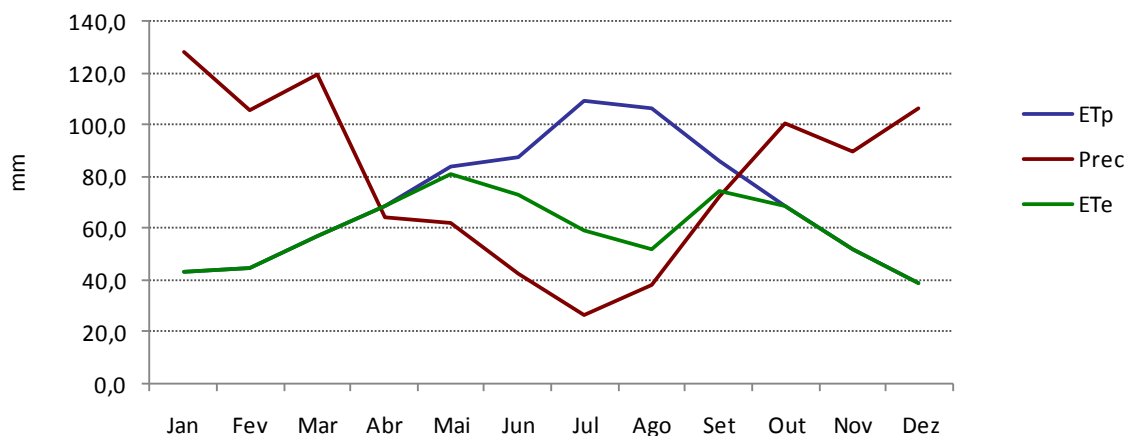


Figura 2.2.1 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha do Pico.

#### 2.2.2.4 | Regime da precipitação nas estações de referência

Para efeito da estimativa da variabilidade temporal da precipitação, e na impossibilidade de recurso a séries longas para todas as ilhas em apreciação, recorre-se à série das precipitações mensais observadas em Angra do Heroísmo ao longo de 131 anos hidrológicos. A extrapolação deste descritor às restantes ilhas é feita com base na correlação observada entre os regimes da precipitação média anual observada no conjunto das ilhas.

## A precipitação mensal

No Quadro 2.2.3 são apresentados os valores da precipitação mensal observada junto ao litoral nas diferentes estações do IM utilizadas como referência. No Quadro 2.2.4 e Figura 2.2.2 é apresentado o contributo de cada mês para o total da precipitação anual, bem como o regime sazonal da precipitação para o conjunto das ilhas.

Pese embora as diferenças nos montantes observados em cada ilha, existe uma correlação significativa entre os regimes de precipitação ao longo do ano entre o conjunto de ilhas (Figura 2.2.2).

**Quadro 2.2.3** | Precipitação Mensal (estações do Instituto de Meteorologia)

Ilha	Terceira	S. Jorge	Graciosa	Pico	Faial	Flores	Corvo				
Altitude (m)	74	40	30	50	60	28	28				
Normais	1961/90	1935/60	1935/60	1935/60	1961/90	1970/90	1961/81	Média	Desv. Pad.	média+DvP	média-DvP
Out	121,3	115,8	88,8	100,9	100,5	154,4	110,2	113,1	21,2	134,3	92,0
Nov	131,9	128,4	90,6	89,7	114,6	199,2	131,6	126,6	36,8	163,4	89,8
Dez	135,8	128,3	98,0	106,7	120,2	220,8	130,4	134,3	40,4	174,8	93,9
Jan	133,3	171,2	122,3	128,3	111,5	214,3	144,0	146,4	35,4	181,8	111,0
Fev	127,1	135,2	100,5	105,8	98,2	199,6	119,9	126,6	35,0	161,7	91,6
Mar	104,0	145,3	109,6	119,5	80,9	142,3	99,7	114,5	23,2	137,7	91,3
Abr	92,1	90,2	59,9	64,5	65,0	114,4	76,5	80,4	19,6	100,0	60,7
Mai	52,5	66,8	56,4	61,8	56,0	107,4	62,5	66,2	18,8	85,0	47,4
Jun	49,8	44,5	43,9	42,5	48,8	87,1	49,9	52,4	15,6	68,0	36,7
Jul	34,2	35,6	36,2	26,6	35,0	57,8	55,9	40,2	11,8	52,0	28,3
Ago	52,9	36,2	39,2	37,8	53,6	92,6	67,4	54,2	20,3	74,5	34,0
Set	90,7	96,8	73,0	72,2	89,7	126,2	96,6	92,2	18,1	110,3	74,0
Ano	1 125,6	1 194,3	918,4	956,3	974,0	1 716,1	1 144,6	1 147,0	272,4	1 419,4	874,7

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

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

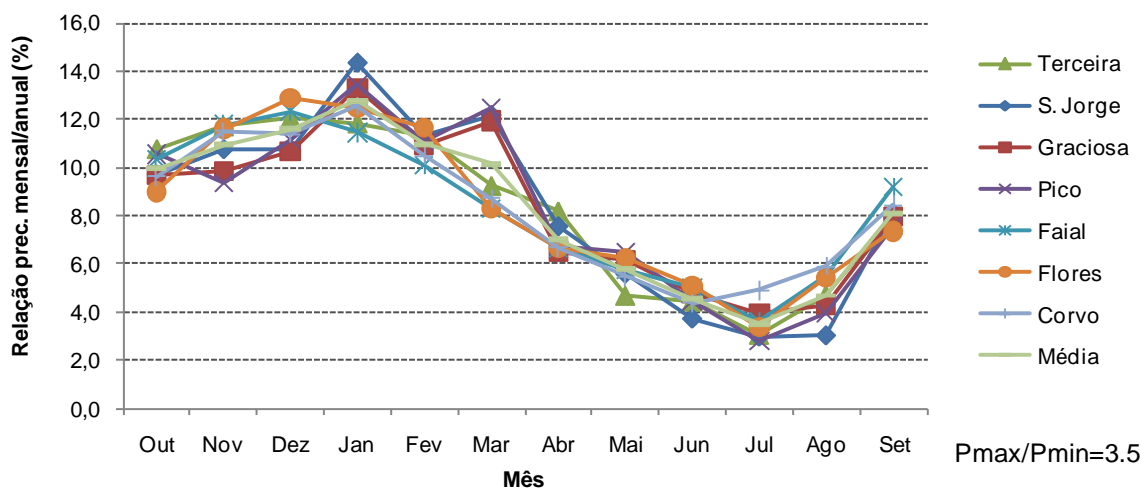


Figura 2.2.2 | Sazonalidade da precipitação.

### Precipitação anual

A precipitação anual junto ao litoral das ilhas dos Açores cresce de Leste para Oeste acompanhando o incremento das características oceânicas do seu clima.

Com base na série de observações da precipitação anual 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 2.2.3).

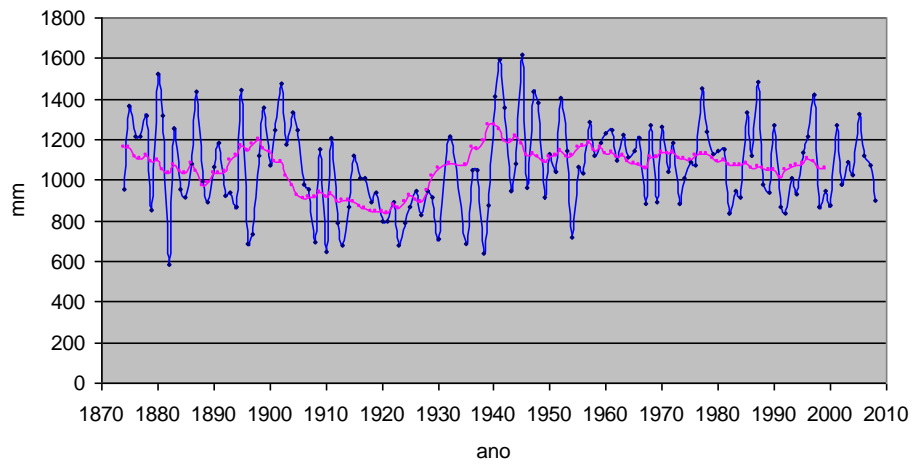
Efetuada-se a análise de distribuição dos valores da precipitação anual registada na mesma série foram obtidos os parâmetros estatísticos constantes no Quadro 2.2.5, bem como a respetiva distribuição por classes de frequência apresentada nas Figuras 2.2.4 e 2.2.5, verificando-se que os valores mais frequentes se concentram na classe de 950mm a 1 100mm, representando 32% das ocorrências.

Com base no ensaio de ajustamento às leis de GAMMA, GUMBEL e LogNORMAL, verifica-se um melhor ajustamento da amostra à distribuição de GAMMA, conforme a Figuras 2.2.5 e 2.2.6.

A partir dos valores da precipitação anual ajustados pela lei de GAMMA, foram estimados os valores para os períodos de retorno de 2, 2.33, 5,10, 20, 25, 50, 100 e 500 anos, constantes no Quadro 2.2.7.

A precipitação estimada para os anos secos, cujos valores são excedidos em 80% dos anos, apresentam precipitação abaixo dos 885mm, enquanto os anos húmidos, excedidos em 20% dos anos, apresentam valores acima dos 1 245mm.

Atendendo que não se dispunham de séries longas para as restantes ilhas, e admitindo a elevada correlação entre a precipitação média mensal observada entre Angra do Heroísmo e a de cada uma das outras ilhas (Figura 2.2.8), ensaiou-se a extrapolação a partir dos valores anuais da série de Angra do Heroísmo com base nas funções de regressão obtidas, posteriormente ajustados com base no desvio médio para os valores médios anuais de cada ilha (valores normais anuais). Os respetivos resultados são apresentados no Quadro 2.2.7 para cada ilha, para os mesmos períodos de retorno.



Fonte: Azevedo, 2009

Figura 2.2.3 | Precipitação anual em Angra do Heroísmo no período de 1874 a 2008.

Quadro 2.2.5 | 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

Nota: Estatística da amostra para 131 anos hidrológicos

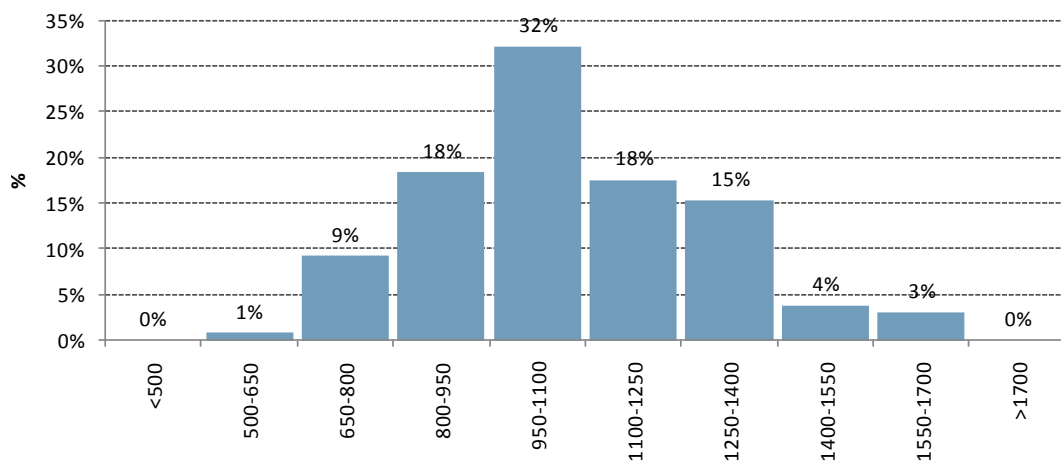


Figura 2.2.4 | Distribuição da precipitação por classes de frequência precipitação em Angra do Heroísmo (1874/2008).

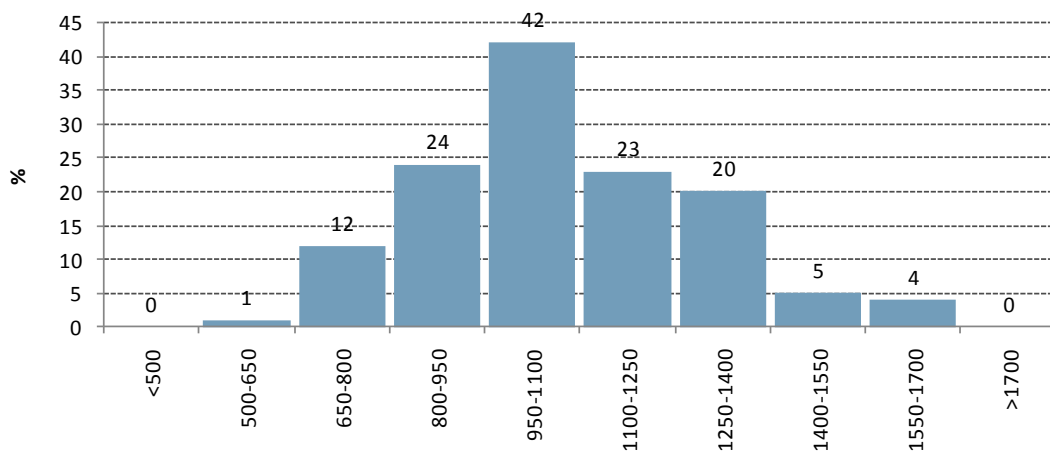


Figura 2.2.5 | Precipitação em Angra de Heroísmo 1874/2008 (número de anos por classes de frequência).

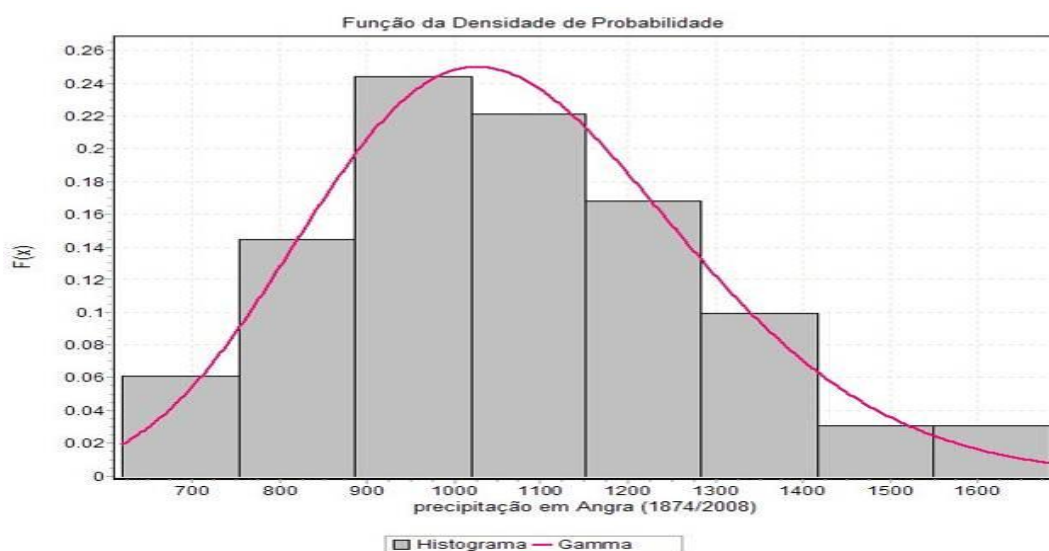


Figura 2.2.6 | Distribuição da precipitação em Angra de Heroísmo (1874/2008) por classes de frequência.

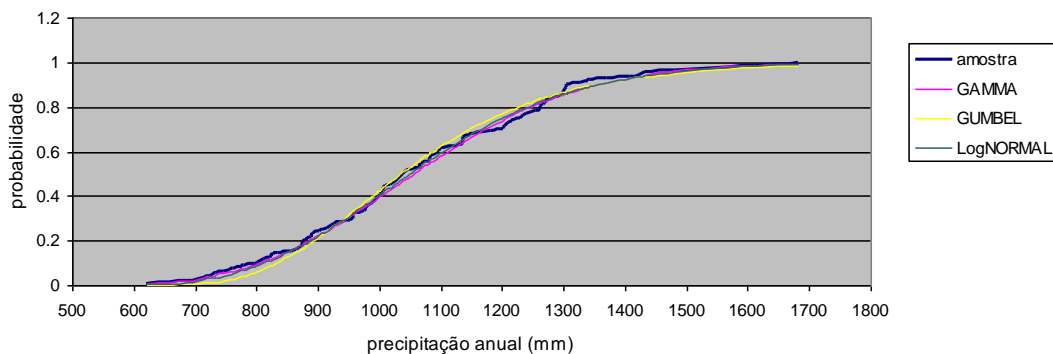


Figura 2.2.7 | Ajustamento estatístico da precipitação (1874/2008) às leis de GAMMA, GUMBEL e LogNORMAL.

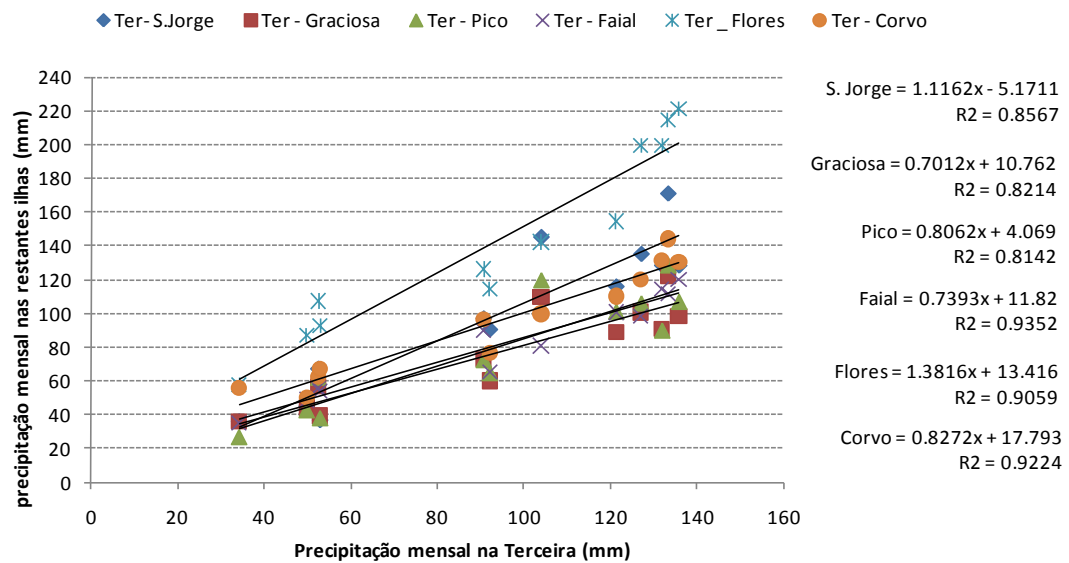


Figura 2.2.8 | Correlação da precipitação média mensal na ilha Terceira com as restantes ilhas.

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

		Terceira	S. Jorge	Graciosa	Pico	Faial	Flores	Corvo
		Angra	Calheta	Sta. Cruz	Madalena	Horta	Sta. Cuz	VN do Corvo
T	F(x)	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
2	0,5	1 055	1 178	910	946	965	1 699	1 135
2,33	0,57	1 093	1 221	937	977	993	1 752	1 167
5	0,8	1 245	1 391	1 043	1 099	1 105	1 960	1 291
10	0,9	1 353	1 511	1 117	1 185	1 183	2 107	1 378
20	0,95	1 447	1 615	1 180	1 259	1 250	2 233	1 452
25	0,96	1 475	1 647	1 199	1 281	1 270	2 271	1 475
50	0,98	1 557	1 739	1 255	1 346	1 328	2 381	1 540
100	0,99	1 634	1 824	1 306	1 406	1 382	2 483	1 600
500,00	0,998	1 796	2 005	1 414	1 533	1 496	2 699	1 725

Anos secos	<	885	989	789	808	838	1 462	993
Anos médios		1 093	1 221	937	977	993	1 752	1 167
Anos húmidos	>	1 245	1 391	1 042	1 098	1 105	1 960	1 291

### 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)<sup>6</sup> são estabelecidas as respetivas curvas de possibilidade udométrica para a ilha do Pico.

<sup>6</sup> 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.

Quadro 2.2.7 | Possibilidade udométrica na ilha do Pico – Madalena (15m)

Duração em horas	Precipitação de curta duração				
	Períodos de retorno em anos				
	5	10	25	50	100
	mm	mm	mm	mm	mm
24,00	81,8	97,1	116,4	130,7	144,9
12,00	70,0	83,3	100,0	112,3	124,6
6,00	55,4	64,8	76,8	85,6	94,3
2,00	38,9	45,8	54,4	60,8	67,2
1,00	33,3	41,0	50,7	57,9	65,2
0,50	21,4	25,4	30,4	34,1	37,8
0,25	14,8	17,2	20,2	22,4	24,7
0,08	8,2	9,8	11,7	13,1	14,6

curvas de possibilidade udométrica  
Pico - Madalena (15m)

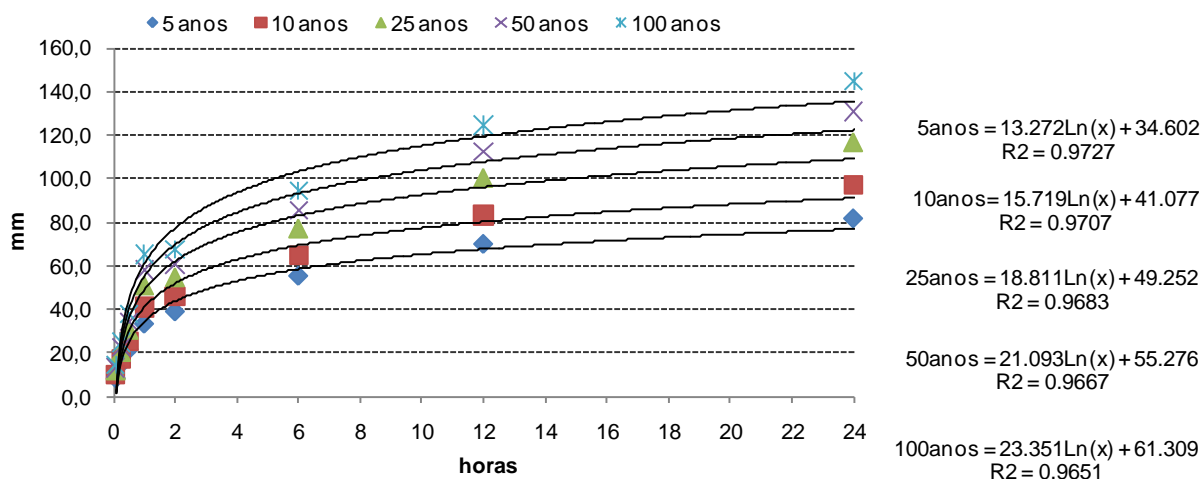


Figura 2.2.9 | Curvas de possibilidade udométrica na ilha do Pico – Madalena (15m).

### 2.2.3 | Distribuição espacial do clima

Tal como preconizado nos pontos anteriores, a caracterização do clima das diferentes ilhas abrangidas pelo presente estudo recorre à simulação e generalização espacial das variáveis climáticas com base na aplicação do modelo CIELO.

A expressão espacial da precipitação, da temperatura e da humidade relativa médias anuais sobre as diferentes ilhas é apresentada nas cartas a que corresponde as Figuras 2.2.10 a 2.2.12.





Universidade dos Açores

Ilha do Pico

Temperatura média anual (°C)

Modelo CIELO  
(Azevedo, 2005)

Fonte:  
Modelo CIELO (1996);  
Eduardo M. V. Silva de Azevedo;  
Edição: CLIMAAT 2005  
Projeção UTM - Fuso 25  
Base Cartográfica 1:25000 do Instituto Geográfico do Exército  
Projectos CLIMAAT e CLIMAAT\_II  
MAC 2.3 / A3 e 03 / MAC 2.3 / A5

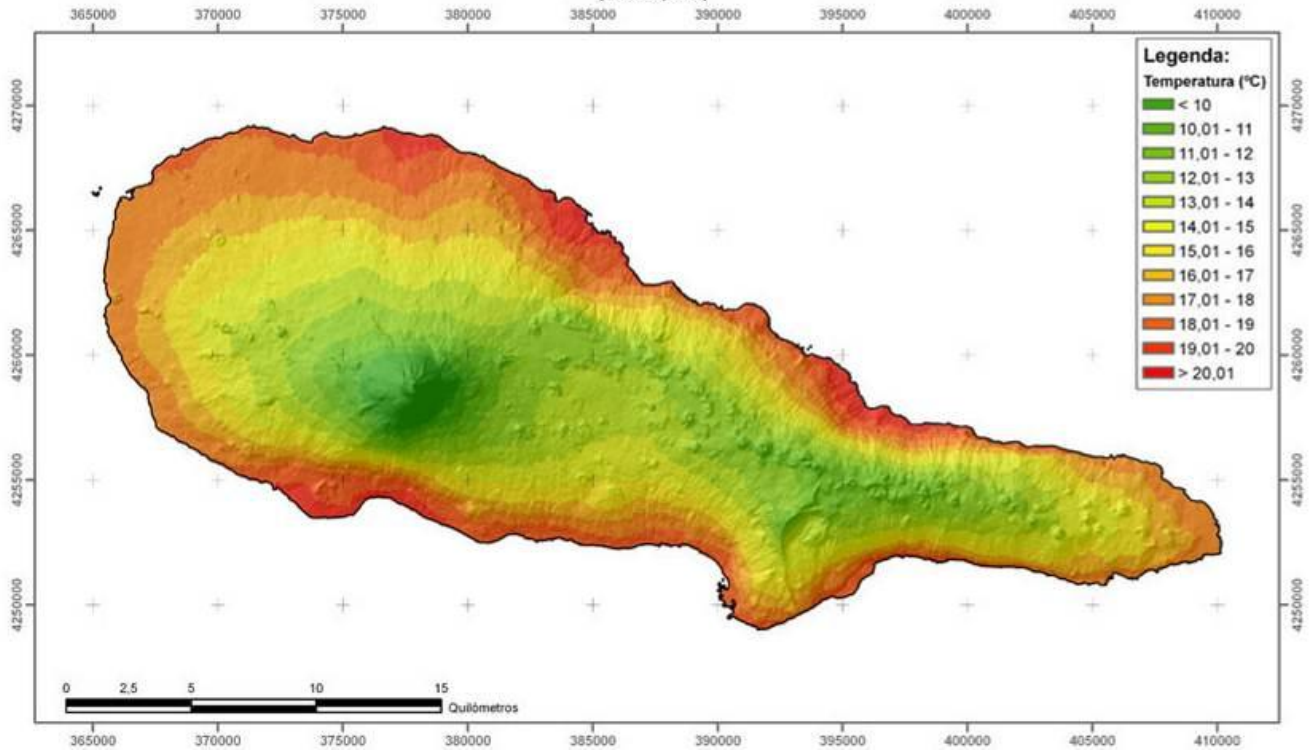


Figura 2.2.10 | Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha do Pico.

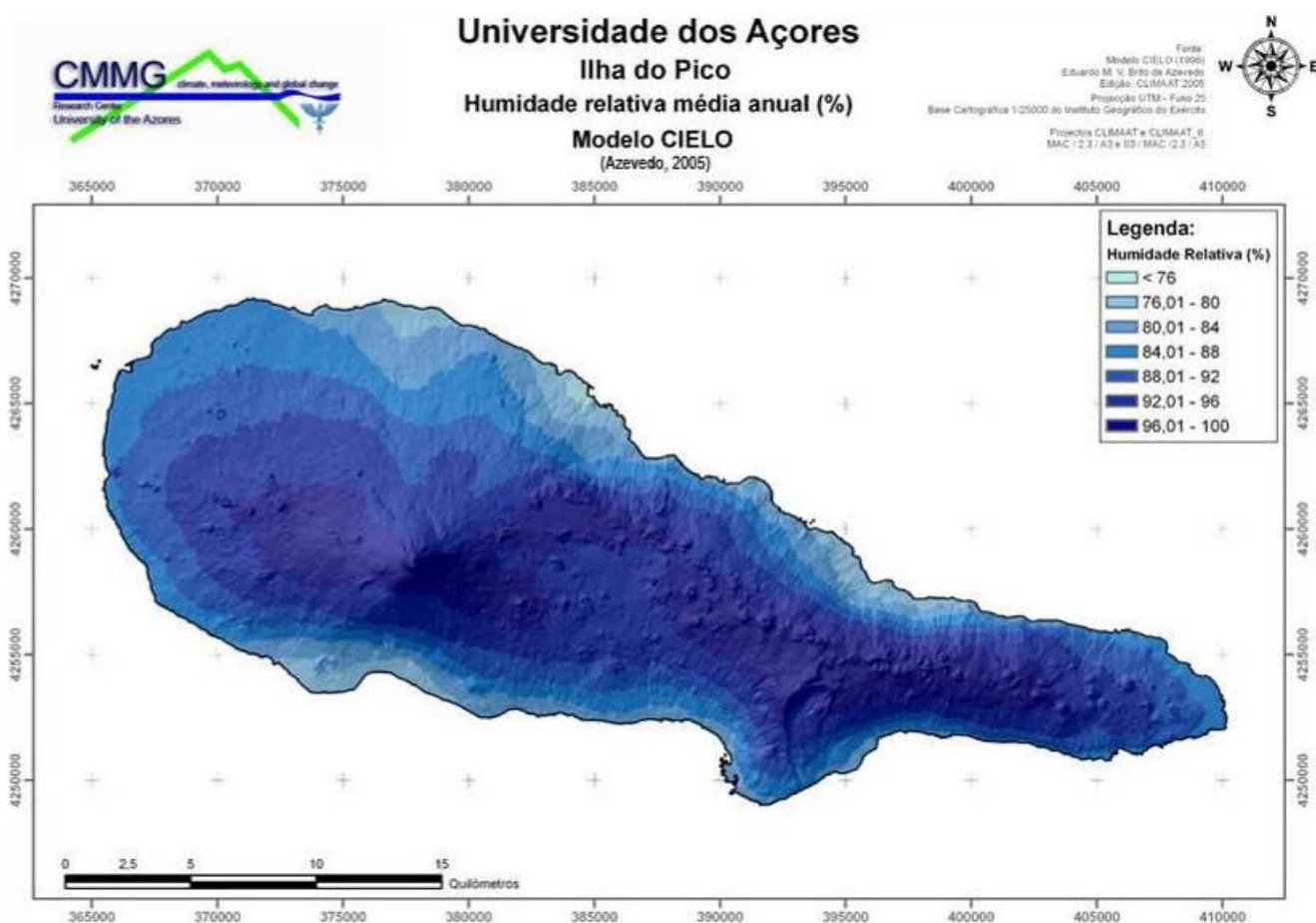


Figura 2.2.11 | Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha do Pico.

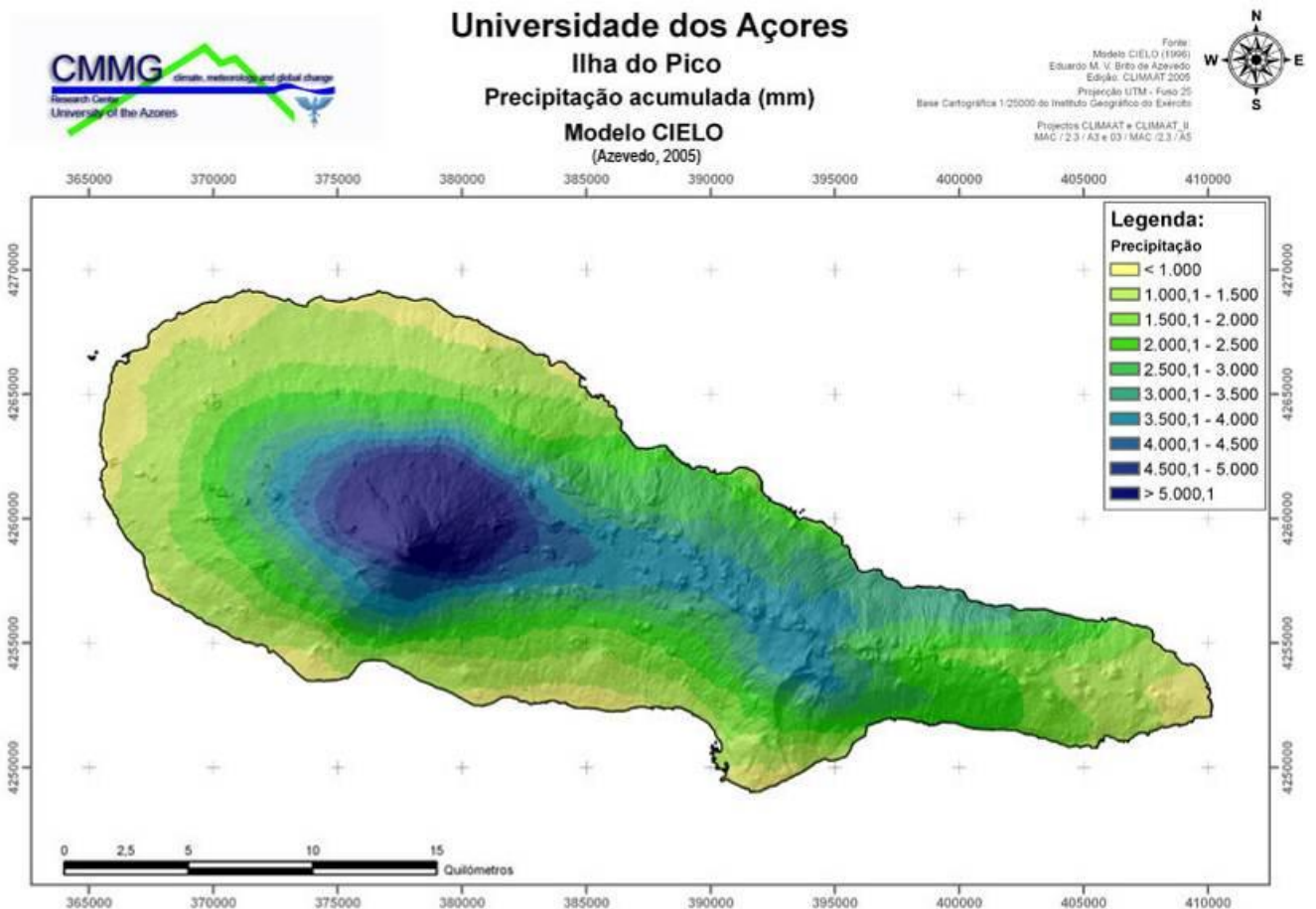


Figura 2.2.12 | Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha do Pico.

## 2.3 | Caracterização geológica e geomorfológica

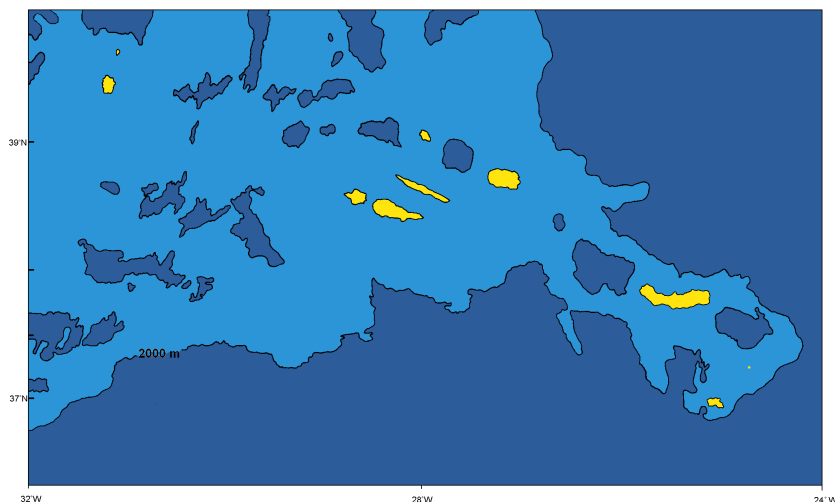
### 2.3.1 | Geologia

#### 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).

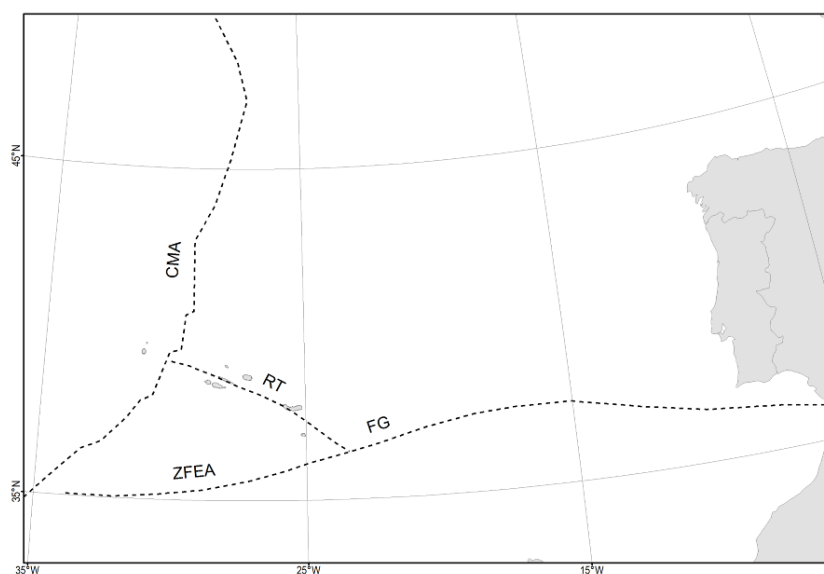
Esta região do Atlântico Norte corresponde a um ponto triplo onde contactam as placas litosféricas Americana, Africana e Euroasiática, sendo a dinâmica regional dominada pela presença de importantes estruturas tectónicas, de entre as quais se destacam a Crista Média Atlântica, a Zona de Fratura Este dos Açores e o Rift da Terceira (Figura 1.2). 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 Gloria; RT - Rift da Terceira.

A Crista Média Atlântica 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 sísmogénico e vulcânico, dotada de uma importante componente distensiva. Esta estrutura separa a placa Americana das placas Euroasiática e Africana.

A Zona de Fratura Este dos Açores 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.

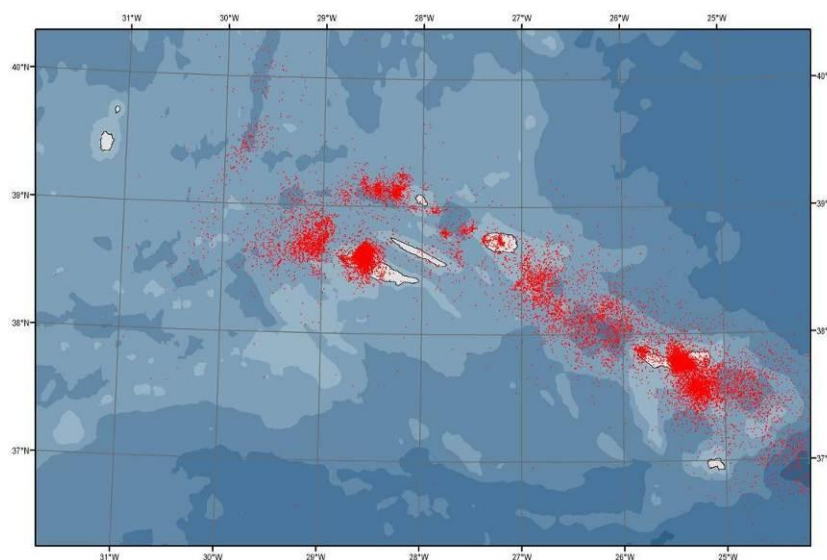
O Rift da Terceira, com orientação geral WNW-ESSE definida pelo alinhamento das ilhas dos grupos Central e Oriental, converge a oeste com a CMA e a leste com a Falha Gloria. Trata-se de uma estrutura caracterizada por um comportamento distensivo e de desligamento, associada a fenómenos sismogénicos e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

Em sentido restrito, o Rift 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 S. Miguel, a ilha de S. Miguel, a Fossa Sul do Hironnelle, o Banco D. João de Castro, a Fossa Norte do Hironnelle, 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. 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 Hironnelle, a zona central de S. Miguel, a Fossa da Povoação e a região dos ilhéus das Formigas.

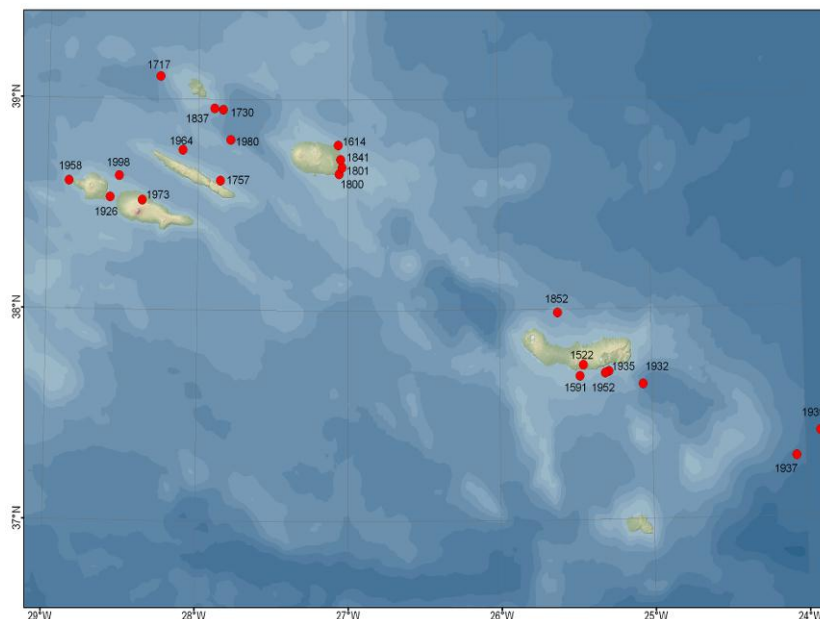
Esta atividade tem provocado inúmeros sismos sentidos, alguns com impacto importante, como o demonstram as intensidades dos principais sismos sentidos nos Açores após a sua descoberta e povoamento no séc. XV (Quadro 2.3.1). Desde o povoamento dos Açores, no século XV, verificaram-se cerca de 25 sismos (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: CIVISA, 2006

Figura 2.3.3 | Carta epicentral dos eventos registados no arquipélago dos Açores entre 1980 e junho de 2006.

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	S. Miguel	Vila Franca do Campo		Cerca de 5000 vítimas mortais; Grandes destruições.
1547-05-17	(?)	Terceira			Algumas mortes
1591-07-26	(?)	S. 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

Data	Intensidade	Ilha mais afetada	Zona mais afetada	Magnitude	Consequências
1852-04-16	VII	S. Miguel	Santana		Várias vítimas mortais
1926-08-31	X	Faial	Horta		20 vítimas mortais e 200 feridos; grandes destruições
1932-08-05	VIII	S. Miguel	Povoação		Vários feridos; grandes destruições.
1935-04-26	VIII	S. Miguel	Povoação		1 vítima mortal; grandes destruições.
1937-11-21	VII	Stª Maria	Santo Espírito		
1939-05-08	VII	Stª Maria	Santo Espírito	7 Mb	
26-6-1952	VIII	S. Miguel	Ribeira Quente		Grandes destruições.
13-5-1958	IX-X	Faial	Praia do Norte		Grandes destruições
21-2-1964	VIII	S. Jorge	Velas		Grandes destruições.
23-11-1973	VIII	Pico	Stº António		Grandes destruições.
1-1-1980	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.

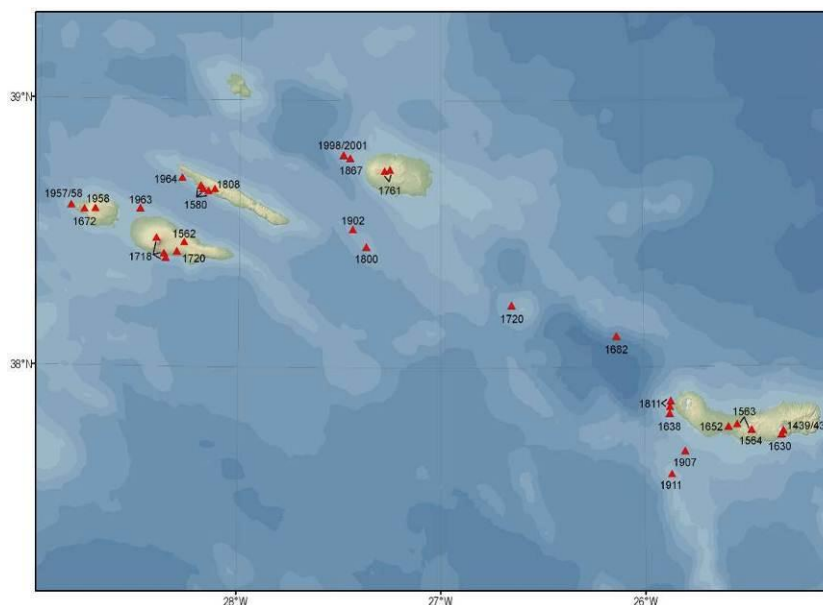
Fonte: Coutinho (2000)

### 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  $8,12 \times 10^6$  anos (Abdel-Monen *et al.*, 1975), ocorrem intercalações de rochas sedimentares marinhas e terrestres em posições estratigráficas diversas (Serralheiro *et al.*, 1987). A ilha do Pico é a mais recente do arquipélago, tendo o derrame lávico mais antigo sido datado de  $3 \times 10^5$  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 carácter 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 3000 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 carácter toleítico dos basaltos do 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 toleitos 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).

Uma 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, com tudo, 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 ao 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 da ilha do Pico**

#### **2.3.1.6.1 | Modelado vulcânico e tectónica**

A ilha do Pico, com uma largura e comprimento máximos de 16km e 46km, respetivamente, apresenta uma área superficial de 447km<sup>2</sup>, sendo a cota máxima no vértice geodésico do Piquinho, com 2 351m de altitude, ponto mais elevado do território português.

Segundo Nunes (1999), a rede hidrográfica da ilha do Pico tem uma distribuição heterogénea. Na zona central da ilha observa-se uma maior densidade de linhas de água num padrão paralelo. O padrão paralelo a sub-paralelo pode também ser observado no Planalto da Achada. No que concerne ao Vulcão do Topo a rede hidrográfica apresenta-se num padrão radial centrífugo. “Na Montanha do Pico, a natureza geológica dos terrenos e a sua extrema juventude não permitem identificar, com clareza, um padrão espacial à escala do edifício vulcânico.” (Nunes, 1999).

Geomorfologicamente podem individualizar-se três domínios elementos principais na ilha do Pico, nomeadamente o (1) estratovulcão da Montanha do Pico, a ocidente, (2) o Planalto da Achada, que se estende desde a Montanha do Pico até à extremidade Oriental da ilha, constituído por cones de escórias e de spatters alinhados segundo a direção WNW-

ESE e (3) Vulcão em escudo do Topo, situado na costa Sul da ilha, sensivelmente a ESE da Montanha do Pico (Figura 2.3.6).

O estratovulcão da Montanha do Pico corresponde a um vulcão com 2 351m de altitude e um diâmetro máximo da base ao nível do mar de 16km, as inúmeras erupções do tipo havaiano e estromboliano ocorridas, bem como, os movimentos de massa na parte superior do cone e a subsidência da cratera justificam a sua morfologia atual.

A cratera principal aos 2 250m de altitude apresenta uma forma circular, com um diâmetro compreendido entre os 550 a 590m. A Oeste e a Sul as paredes da cratera apresentam cerca de 30m de altura, por outro lado, diversos episódios concorreram para o desmoronamento das vertentes Norte e Este da cratera e dos flancos do estratovulcão conduzindo à formação de depósitos de vertente (Areeiro de Santa Luzia, Quebrada do Norte, do Curral e da Terça).

Aquando da segunda fase do último episódio vulcânico ocorrido no topo da Montanha do Pico, de características fissurais e direção N115°W (França *et al.*, 2005), instalou-se, no interior da cratera, um cone lávico de 125m de altura designado por Piquinho.

Nas imediações do aparelho vulcânico principal encontram-se cerca de 170 cones de escórias e spatters dispostos radialmente. Consta-se que há uma relação inversamente proporcional entre o número de cones e a altitude e, ainda, que muitas vezes estes encontram-se alinhados na direção WNW-ESSE (França *et al.*, 2005).

O Vulcão do Topo com uma área de cerca de 18km<sup>2</sup> e uma altura de 1 022m é um vulcão em escudo, resultante essencialmente da sobreposição de escoadas lávicas. Apresenta duas importantes depressões a (1) Caldeira de Santa Bárbara, com uma forma circular, correspondendo a uma caldeira de abatimento ligeiramente basculada para Sul e (2) as Terras Chãs.

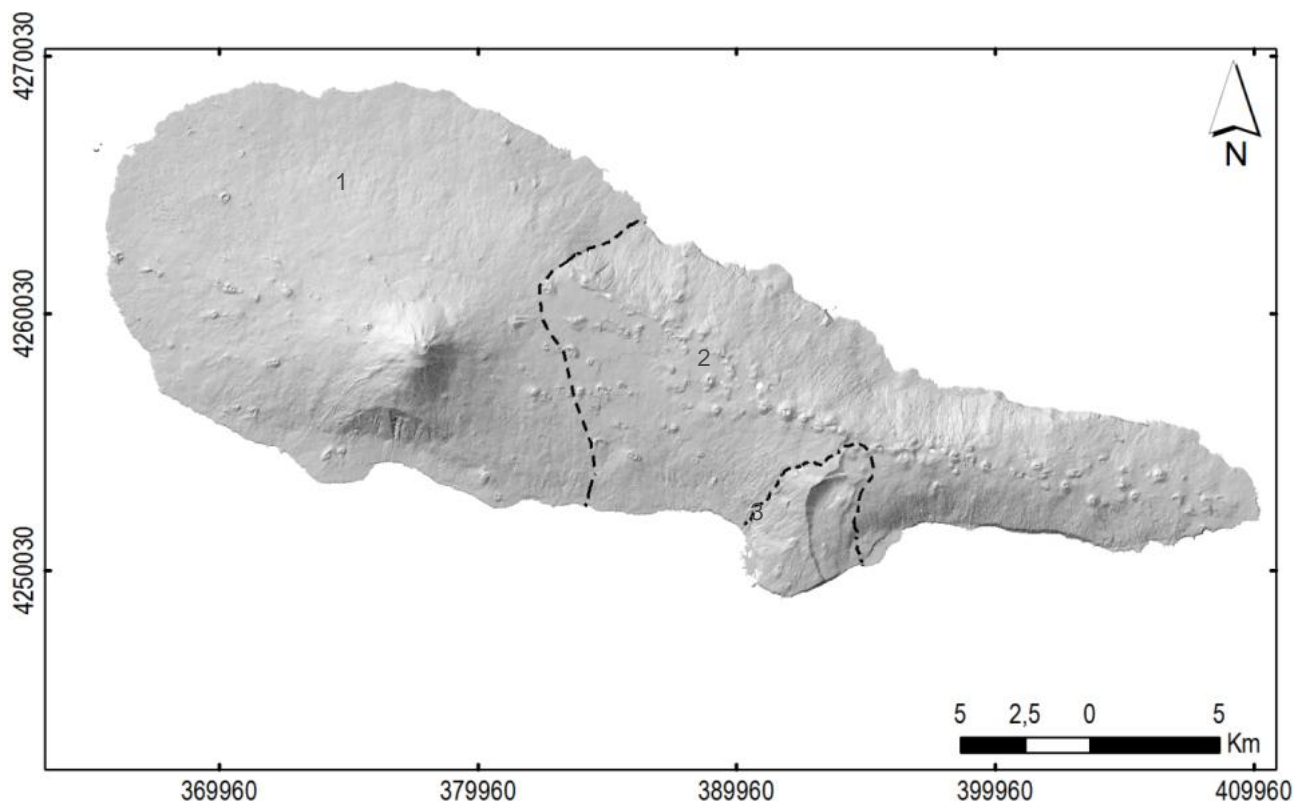
No interior das depressões há a registar edificações de cones secundários associados a acidentes tectónicos NE-SW que afetaram a escarpa da falha do Arrife e o próprio bordo NE das Terras Chãs.

A NW e a S do Vulcão do Topo regista-se um maior número de cones adventícios, a salientar, o “spattes cone 405” que foi responsável pela emissão de lavas que originou à fajã lávica mais recente, a Fajã das Lajes.

O Planalto da Achada, que se estende desde o lado leste do vulcão da montanha até à Ponta da ilha, apresenta-se sob a forma de uma zona de topo aplanado cuja altitude vai progressivamente diminuindo para Oriente e cujas vertentes apresentam inclinações acentuadas.

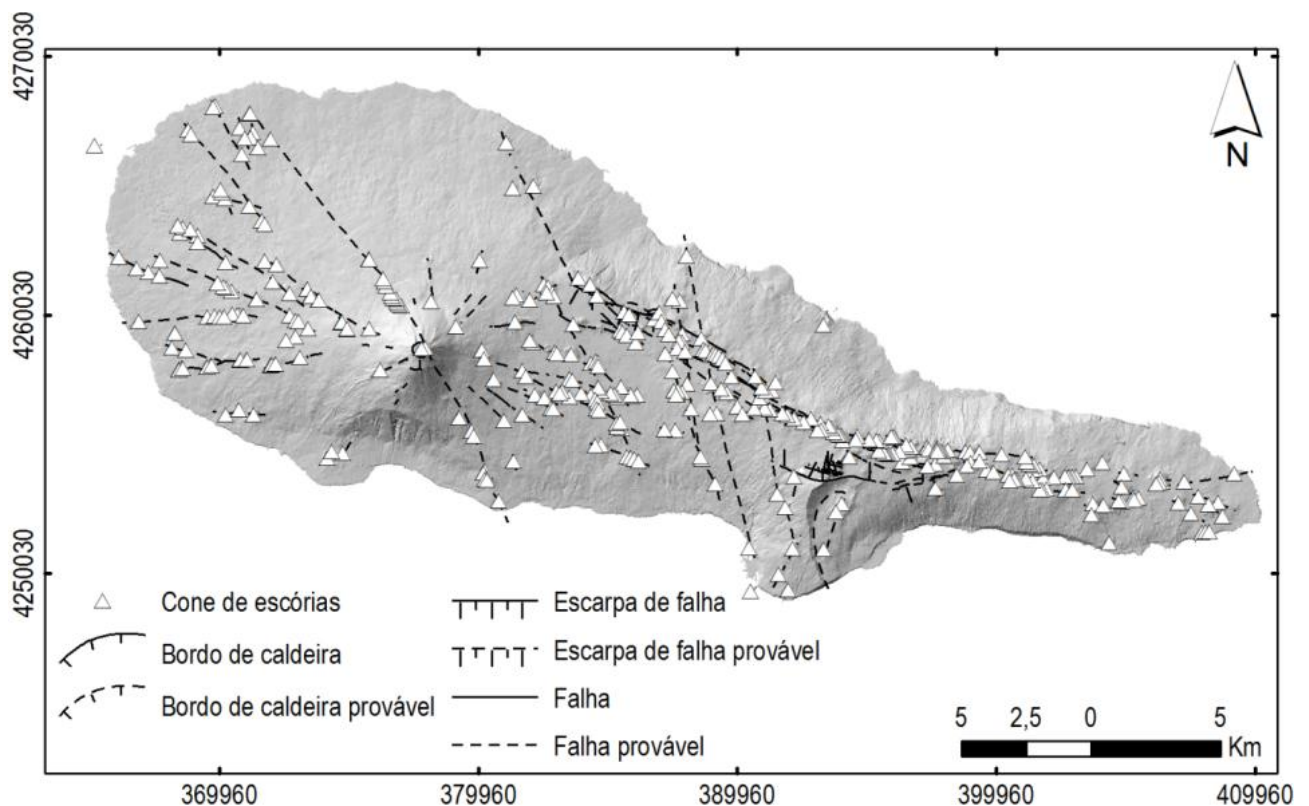
No Planalto da Achada existem inúmeros cones vulcânicos distribuídos por duas direções preferenciais. Os cones vulcânicos estão alinhados segundo a direção N60°W entre o Cabeço do Piquinho e o Cabeço do Escalvado, numa extensão de aproximadamente 12km. Após o Cabeço do Escalvado ocorre uma inflexão do sistema fissural, conduzindo a uma reorientação dos cones segundo a direção N80°W até à Ponta da ilha (França *et al.*, 2005). Grande parte dos cones presentes são cones de escórias, embora haja também alguns spatters.

É ainda de salientar a presença de uma sequência de pit craters, a exemplo, o Cabeço Sardos-Caldeira. Os maiores cones de escórias presentes nesta zona são o Landroal (887m) e Grotões (1 008m).



**Figura 2.3.6** | Modelo digital de terreno da ilha do Pico, com indicação das três unidades geomorfológicas: 1 – Montanha do Pico; 2 – Planalto da Achada; e 3 – Vulcão do Topo.

As principais famílias de estruturas tectónicas na ilha do Pico apresentam orientações gerais WNW-ESE, NNW-SSE e NE-SW (Madeira, 1998; Nunes, 1999; França, 2000) (Figura 2.3.7). Os acidentes tectónicos dominantes pertencem à primeira destas famílias e, predominantemente, correspondem a desligamentos direitos normais (Madeira, 1998). Por seu turno, os acidentes de orientação geral NNW-SSE, são os menos frequentes na ilha do Pico e, na sua maioria, correspondem a desligamentos esquerdos com componente de movimentação normal (Madeira 1998). As estruturas NW-SE parecem corresponder essencialmente a acidentes radiais aos vulcões central da Montanha do Pico e em escudo do Topo, embora possam denotar uma movimentação normal, associada a uma componente de desligamento (Nunes, 1999).



Fonte: adaptado de Madeira, 1998 e Nunes et al., 1999

Figura 2.3.7 | Principais estruturas vulcano-tectónicas da ilha do Pico.

### 2.3.1.6.2 | Geologia

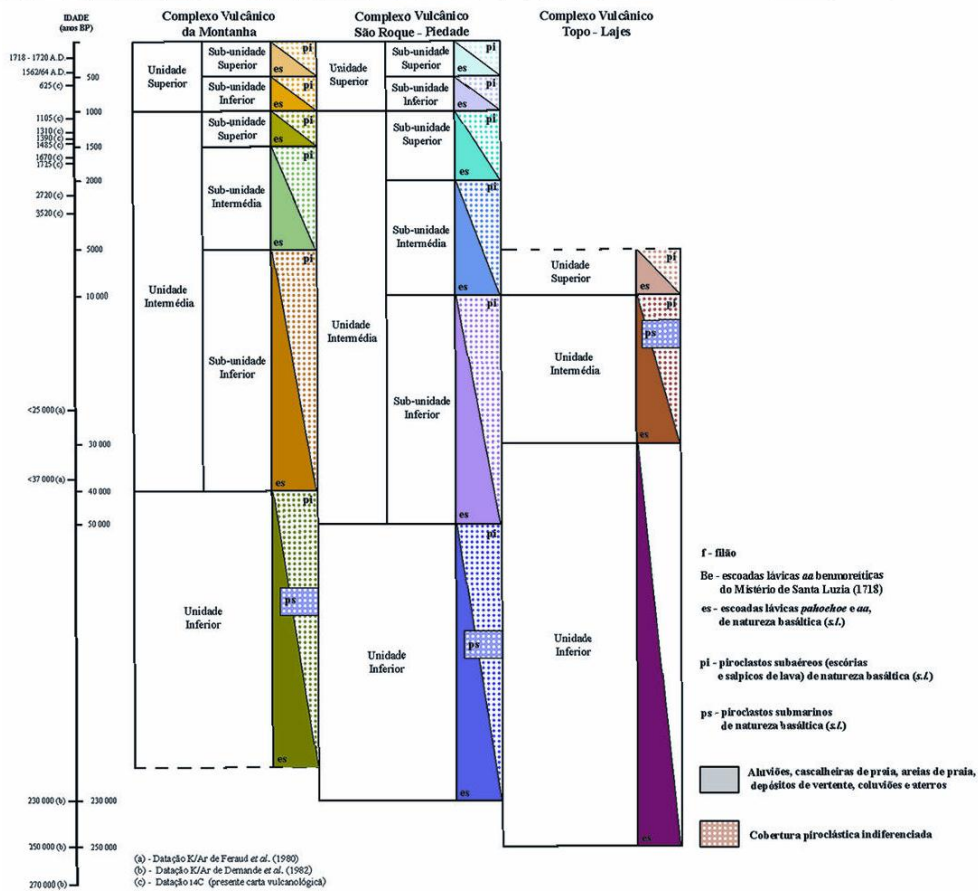
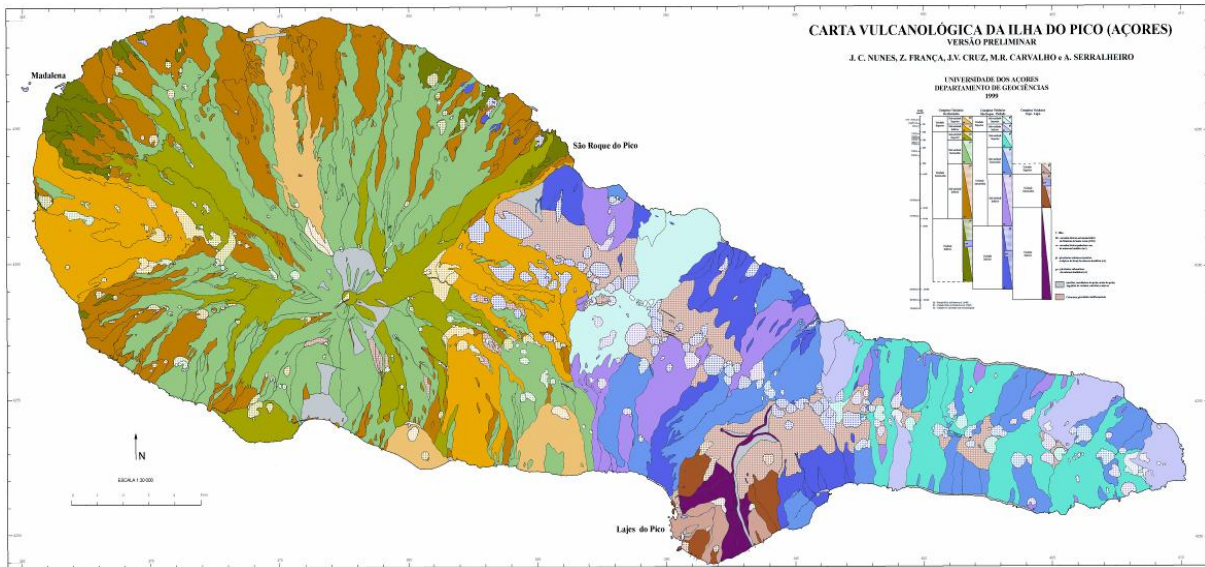
A ilha do Pico é constituída por três complexos vulcânicos: (1) o Complexo Vulcânico Topo-Lajes, (2) o Complexo Vulcânico S.Roque-Piedade e (3) o Complexo Vulcânico da Montanha, por ordem decrescente de idades (Figura 2.3.8).

O complexo vulcânico Topo-Lajes engloba o vulcão do Topo que se soergueu por um incremento da produtividade lávica há cerca de 300 000 anos. O aumento da atividade ficou registado pelas inúmeras escoadas pahoehoe compostas, empilhadas, com uma espessura de centenas de metros. Com o decorrer da atividade, o vulcanismo torna-se progressivamente mais explosivo, manifestado por erupções estrombolianas em torno do vulcão, segundo alinhamentos NE-SW a NNE-SSW, e no topo, a partir da caldeira. Estima-se que a atividade do vulcão do Topo terá cessado há cerca de 5 000 anos (França *et al.*, 2005).

O Complexo Vulcânico São Roque-Piedade é composto por uma cordilheira edificada aquando a fase subaérea das erupções do vulcão do Topo. Isto porque, à medida que o vulcão do Topo crescia, simultaneamente para E e W, iam se instalando os cones vulcânicos sobre as fraturas WNW-ESE. Estima-se que a fase subaérea ter-se-á iniciado há cerca de 230 000 anos e continuado até 1562/64, com a erupção do mistério da Prainha (França *et al.*, 2005).

O Complexo Vulcânico da Montanha formou-se porque, a determinado momento, no extremo ocidental da cordilheira do Complexo Vulcânico de São Roque-Piedade, ocorreram novas movimentações de massa, possivelmente associadas ao

Graben do Faial, à zona de fratura Faial-Pico e a acidentes de expressão local, que terão incrementado a extrusão de lavas, contribuindo assim para a edificação do estratovulcão da Montanha do Pico (França *et al.*, 2005).



Fonte: Nunes *et al.*, 1999

Figura 2.3.8 | Carta Vulcanológica e ampliação da vulcanoestratigrafia da ilha do Pico.

### 2.3.2 | Geomorfologia

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

A 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 entalham as encostas até ao nível do mar. As superfícies planas são pouco desenvolvidas, sem grande representação no território insular, com exceção de Santa Maria (setor Oeste), São Miguel (plataforma de Ponta Delgada e *Graben* da Ribeira Grande) e da Terceira (*Graben* das Lajes). As regiões planálticas têm algum desenvolvimento nas Flores (Planalto Central), Pico (Planalto da Achada) e na metade oriental da ilha de São Miguel (Planalto dos Graminhais e Achada das Furnas).

Na orla costeira das ilhas erguem-se altas e instáveis falésias que alternam, pontualmente, com plataformas litorais, constituídas por escoadas basálticas ou pelos 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 dos corpos 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, leva à recobertura das formações antigas, alterando a configuração da topografia original.

As grandes linhas geomorfológicas dependem da alternância de centros emissores. Nos sistemas vulcânicos menos evoluídos, o magma ascende diretamente à superfície, originando vulcanismo fissural, com 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, de escala oceânica e regional, ocorre a 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 grande 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 altitude máxima das ilhas oscila entre 402m na Graciosa e 2 351m no Pico, onde se encontra o ponto mais alto de Portugal (Montanha do Pico). A distribuição da superfície do arquipélago por classes de altitude mostra que, aproximadamente 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 cotas mais baixa, enquanto no Pico cerca de 16% da área ultrapassa 800m de altitude. As restantes ilhas ostentam maior regularidade quanto à distribuição altimétrica.

Neste enquadramento geomorfológico, importa focalizar a análise nos traços dominantes que caracterizam a fisiografia do Pico. A parte emersa da ilha, com um volume estimado de 207km<sup>3</sup>, descreve uma configuração nitidamente alongada. O coeficiente de circularidade de Gravelius ( $K_c$ ), definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que o Pico tem uma forma extensiva ( $K_c = 1,7$ ). Com uma orientação predominante de WNW-ESE, a ilha apresenta um comprimento e uma largura máximas de 27km e de 17km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 153km, é geralmente alta e escarpada na metade ESSE e NNO, apresenta-se mais baixa e mais regular na generalidade do concelho da Madalena.

A altitude máxima da ilha do Pico (2 351m) é atingida na Montanha do Pico (Pico Pequeno ou Piquinho). Atendendo à distribuição altimétrica (Figuras 2.3.9, 2.3.10 e Quadro 2.3.2), verifica-se que 40% da superfície insular apresenta cotas inferiores a 400m e 44% situa-se entre 400m e 1 000m de altitude, estando os restantes 6% acima deste valor. A zona habitada restringe-se à faixa costeira que circunda a ilha, não ultrapassando os 250m de altitude.

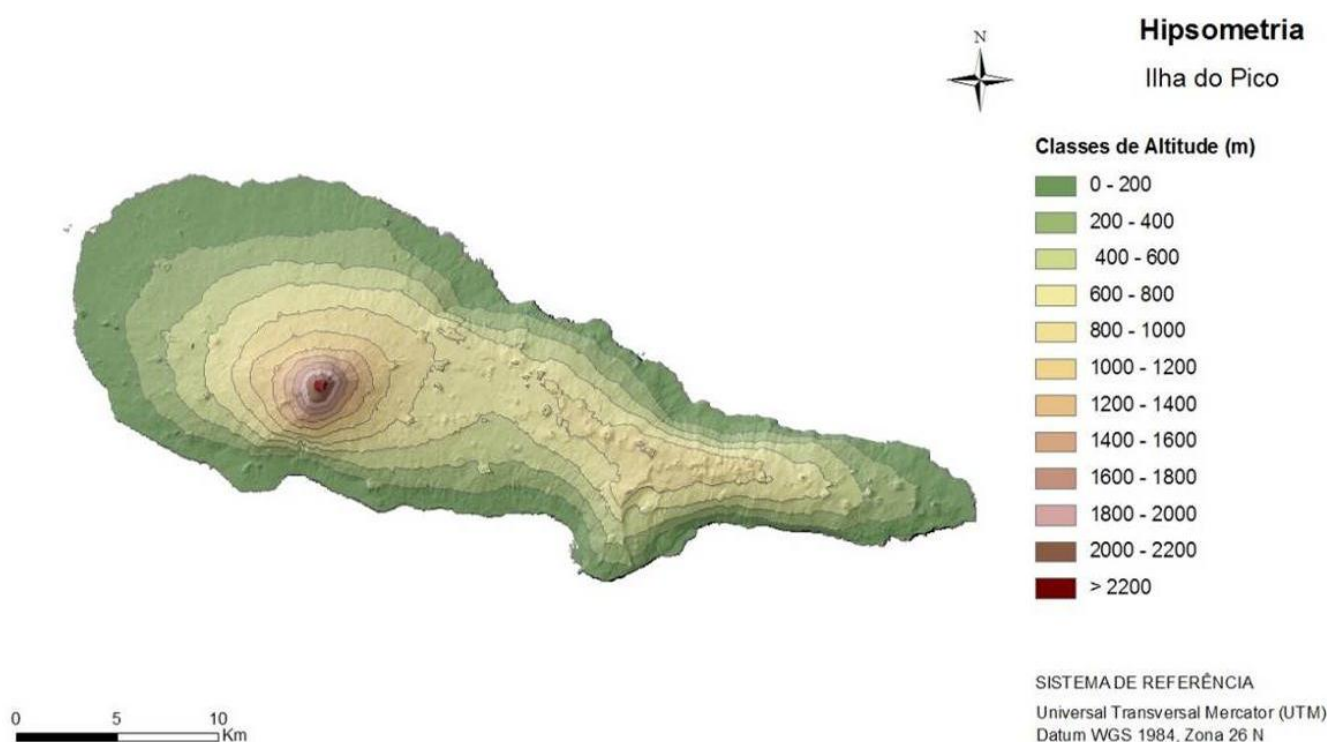


Figura 2.3.9 | Carta hipsométrica da ilha do Pico.

Quadro 2.3.2 | Distribuição altimétrica da ilha do Pico

Classes de Altitude (m)	Área (km <sup>2</sup> )	%da Ilha
> 0	448	100,0
> 100	368,9	82,3
> 200	311,6	69,6
> 300	264,3	59,0
> 400	225	50,2
> 500	188,3	42,0
> 600	152,9	34,1



Classes de Altitude (m)	Área (km <sup>2</sup> )	%da Ilha
> 700	115,9	25,9
> 800	73,6	16,4
> 900	42,3	9,4
> 1 000	27,7	6,2
> 1 100	20,6	4,6
> 1 200	15,4	3,4
> 1 300	11,6	2,6
> 1 400	9	2,0
> 1 500	6,8	1,5
> 1 600	5,2	1,2
> 1 700	4	0,9
> 1 800	3	0,7
> 1 900	2,2	0,5
> 2 000	1,4	0,3
> 2 100	0,7	0,2
> 2 200	0,3	0,1
> 2 300	0,1	0,0

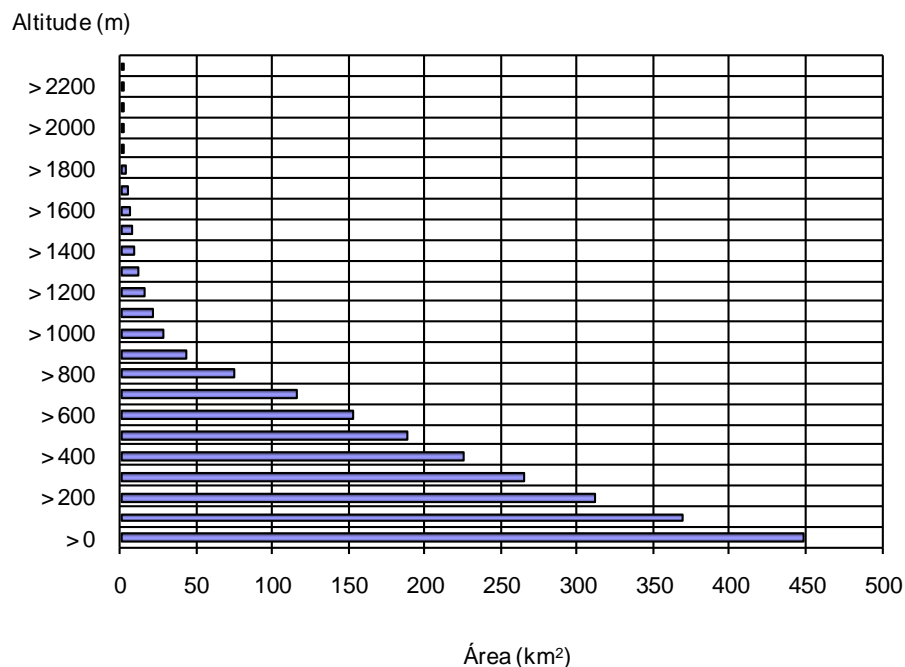


Figura 2.3.10 | Histograma hipsométrico da ilha do Pico.

Quanto à declividade (Figura 2.3.11 e Quadro 2.3.3), perto de 17% da superfície do Pico tem declives suaves (<8%), com uma representação expressiva na metade Oeste e na parte central do Planalto da Achada. Por sua vez, cerca de 44% do território apresenta declives muito acentuados e escarpados, nomeadamente nas vertentes da Montanha do

Pico e nos flancos Norte e Sul da região central. Os restantes 39% correspondem a áreas com declives moderados a acentuados que se encontram dispersas pelos diferentes setores da ilha.

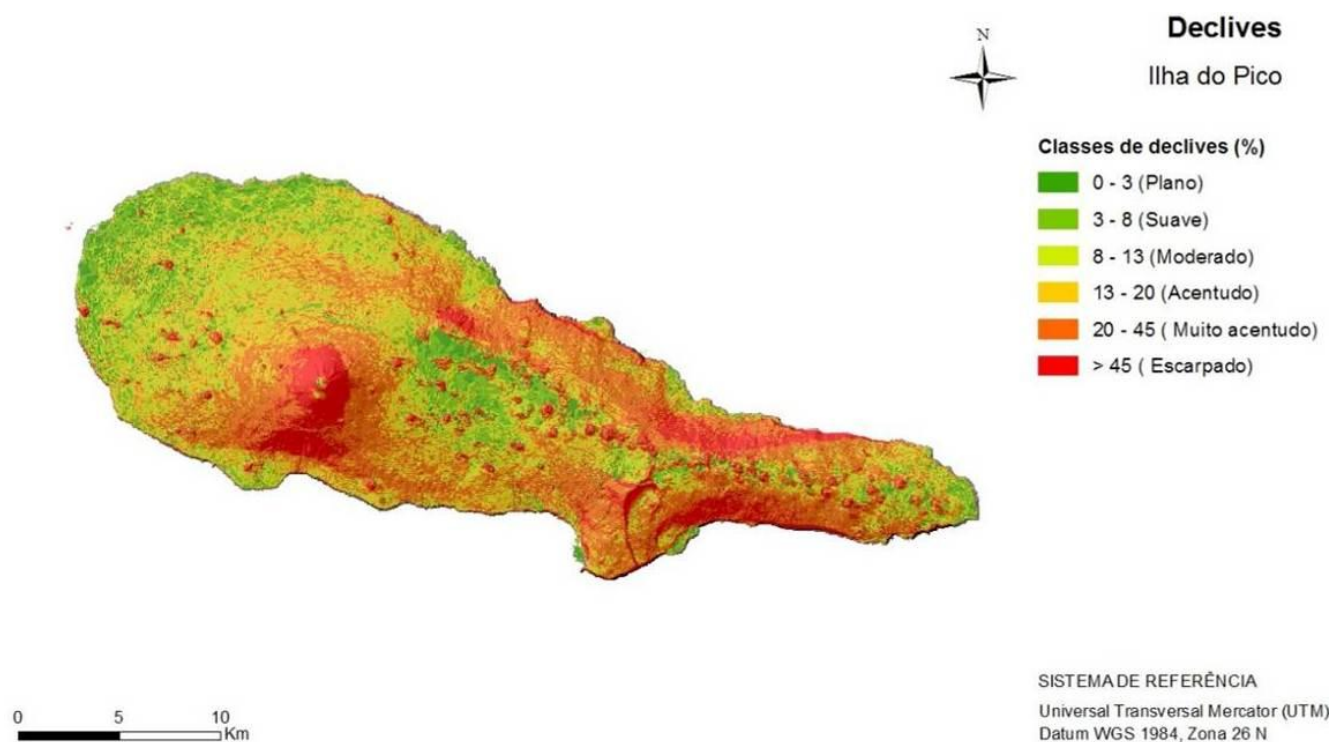


Figura 2.3.11 | Carta de declives da ilha do Pico.

Quadro 2.3.3 | Distribuição dos declives da ilha do Pico

Classes de Declive (%)		Área (Km <sup>2</sup> )	%da Ilha
0 - 3	Plano	34,3	7,7
3 - 8	Suave	40,6	9,1
8 - 13	Moderado	76,0	17,1
13 - 20	Acentuado	99,2	22,3
20 - 45	Muito acentuado	144,8	32,5
> 45	Escarpado	50,0	11,2

A carta de exposições da ilha do Pico (Figura 2.3.12) ilustra a orientação dominante das grandes unidades geomorfológicas, evidenciando uma simetria bem definida, onde prevalecem as vertentes viradas a Norte e a Sul, segundo um alinhamento quase perfeito determinado pela Montanha do Pico e por um conjunto de cones apurados ao longo do Planalto da Achada até à Piedade.

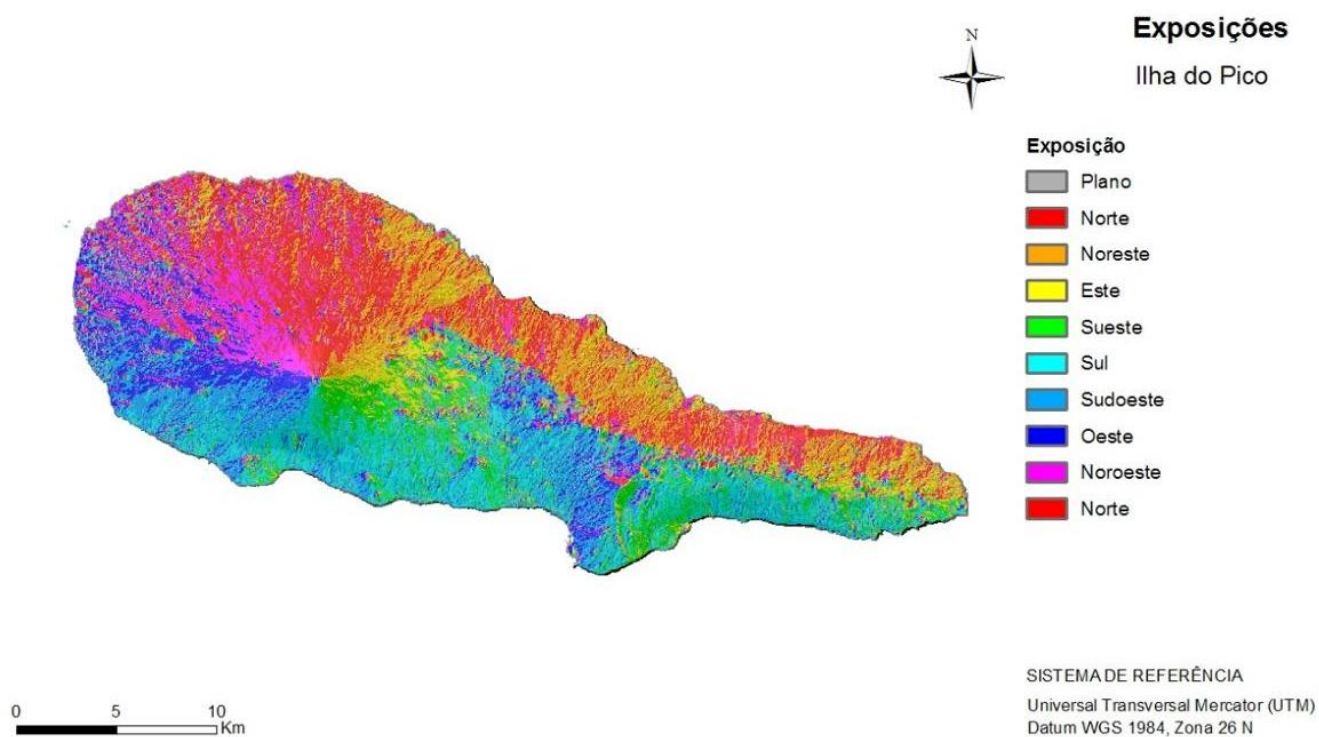


Figura 2.3.12 | Carta de exposições da ilha do Pico.

Em síntese e de acordo com o Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos (CVARG) (2010), da ilha do Pico compreende as seguintes unidades geomorfológicas (Figura 2.3.13):

- (1) Montanha do Pico;
- (2) Planalto da Achada;
- (3) Vulcão do Topo.

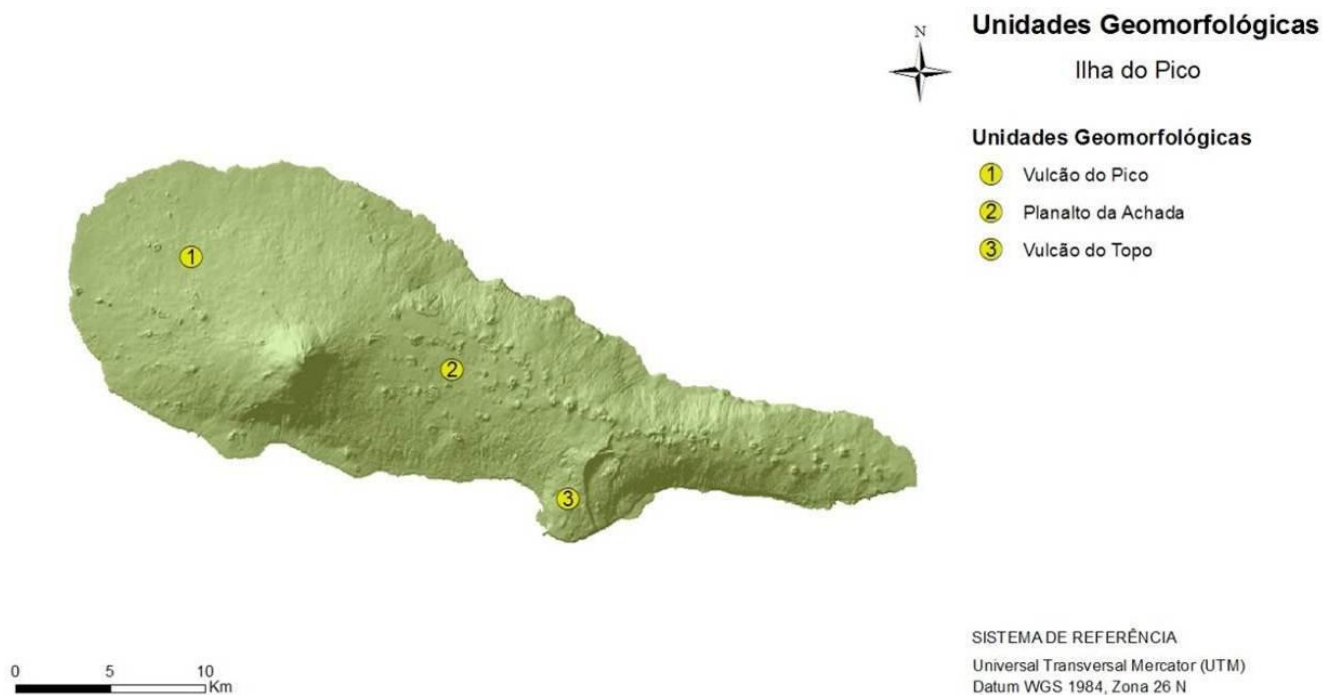


Figura 2.3.13 | Carta das unidades geomorfológicas da ilha do Pico.

- (1) A Montanha do Pico corresponde a um imponente aparelho vulcânico, do tipo compósito, com 2 351m de altitude e com um volume na ordem dos 97km<sup>3</sup> (Nunes *et al.*, 1998). Ao nível do mar, a sua base, de forma aproximadamente elíptica, tem cerca de 16km de diâmetro máximo. A morfologia atual representa o somatório de inúmeras erupções dos tipos havaiano e estromboliano, ocorridas no topo e nos flancos do estratovulcão, bem como cicatrizes profundas relacionadas fundamentalmente com importantes movimentos de massa e crateras de colapso. Diferentes episódios terão sido responsáveis pelo desmoronamento dos bordos Norte e Este da cratera e, conseqüentemente, pela formação de importantes depósitos de vertente que localmente são conhecidos por areeiros ou quebradas. Destes destacam-se, a Norte o Areeiro de Santa Luzia e, de ESE para SSE, respetivamente, as Quebradas do Norte, do Curral e da Terça. Salienta-se, ainda, a presença, no interior da cratera principal, de um pequeno cone lávico, com 125m de altura, que se desenvolveu fundamentalmente durante o segundo ciclo eruptivo do último episódio vulcânico relacionado com a conduta central deste vulcão (França, 2000). Circundando o aparelho vulcânico da Montanha do Pico, encontram-se inúmeros cones adventícios que correspondem, em grande parte, a cones de escórias formados por bagacina;
- (2) O Planalto da Achada desenvolve-se segundo uma orientação predominante WNE-ESSE, desde a zona Este da Montanha do Pico até à extremidade oriental da ilha, correspondendo a uma zona aplanada mas com inúmeros cones vulcânicos, delimitada por vertentes bastante inclinadas e com altitudes que vão diminuindo em direção à Ponta da ilha (Piedade). A distribuição dos cones vulcânicos define duas direções predominantes de vulcanismo. Entre o Cabeço do Caveiro e o Cabeço do Padre Roque há um maior adensamento de cones e, conseqüentemente, um espessamento na cobertura de piroclastos basálticos, por vezes muito alterados, o que impermeabiliza o solo e permite que nas zonas deprimidas haja a retenção da água e a formação de pequenas lagoas, tais como a da Rosada e a do Peixinho. Para a extremidade da ilha nota-se um

rebaixamento importante do relevo e uma maior dispersão dos cones. As vertentes do Planalto da Achada apresentam uma inclinação bastante acentuada, que se maximiza em alguns pontos, tais como entre a Prainha e a Terra Alta, a Norte, e Ribeiras e Ribeira Seca, a Sul. Para além da escoada histórica de 1562/64 da Prainha, que galgou a falésia e constituiu uma nova plataforma, muitos outros episódios deste tipo ocorreram no Planalto da Achada;

- (3) O Vulcão do Topo, situado no lado meridional da ilha, numa posição sensivelmente média entre o extremo oriental e o topo do estratovulcão do Pico, atinge no seu cimo à altitude de 1022 m. Totaliza uma superfície com cerca de 18km<sup>2</sup> e o seu volume subaéreo é de cerca de 8km<sup>3</sup> (Nunes, 1999). Este vulcão em escudo resultou, predominantemente, da sobreposição de inúmeras escoadas lávicas, bem visíveis, por exemplo, na vertente Nordeste ou ao longo do litoral. No lado oriental do Vulcão do Topo duas importantes depressões merecem referência especial: a Caldeira de Santa Bárbara e as Terras Chãs. A Caldeira de Santa Bárbara, grosseiramente de forma circular, corresponde a uma zona abatida, de fundo mais ou menos plano, ligeiramente basculada para Sul. Esta depressão é delimitada na sua parte meridional pela falha do Topo, a ocidente por uma parede de aproximadamente 100m de altura que parece corresponder ao prolongamento da falha do Arrife e a Norte por um conjunto de cones alinhados do Planalto da Achada. A depressão das Terras Chãs mostra a Norte e Nordeste um limite circular bem evidente que se desvanece para o lado oriental. Do lado Oeste, o limite é continuado através do plano da falha do Arrife, que se desenvolve sensivelmente de Norte para Sul. Sobre os flancos NW e Sul do Vulcão do Topo encontram-se um elevado número de cones adventícios, dos quais se destaca o do Geraldo e o do Castelete.

### 2.3.3 | Tipos de solo

Atendendo à natureza vulcânica do Arquipélago dos Açores, os solos das ilhas apresentam características peculiares que expressam os tipos de materiais que estão na sua origem. Globalmente, trata-se de 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);
- Aluissolos;
- Coluissolos;
- 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, Solos Litólicos, Regossolos e os Solos Rególitos são os 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 “biscoito” (Ricardo *et al.*, 1979), são solos pedregosos e pobres, com baixo valor agronómico.

Os Andossolos são os solos com maior representação no Arquipélago dos Açores e derivam de materiais piroclásticos. Na fração argilosa destes solos existem materiais de fraca ordenação estrutural, especialmente alofanos, 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 15cm e 40cm, 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 vitrosa (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).

Por ser a mais recente do Arquipélago, a ilha do Pico tem solos muito incipientes, predominando os terrenos pedregosos de origem basáltica, sobretudo na metade ocidental. Os Litossolos e os Solos Litólicos, embora característicos das formações eruptivas mais recentes, como sejam os mistérios da Prainha, de Santa Luzia, de São

João e da Silveira, também são representativos da faixa costeira (Ventura, 1993). Estes solos derivam de rocha consolidada e são pouco espessos, não excedendo os 10cm para os Litossolos e os 50cm para os Solos Litólicos (Ricardo *et al.*, 1977). São reduzidos a um perfil do tipo CR, podendo em alguns casos apresentar um horizonte A de baixo teor orgânico, contendo uma apreciável proporção de fragmentos da rocha mãe. Os Solos Litólicos, mais evoluídos, resultam de condições pedoclimáticas favoráveis, em locais onde se acumulam materiais de textura fina, que favorecem o crescimento de determinadas espécies (matos mistos) responsáveis pelo desenvolvimento do processo pedogenético. De acordo com Ricardo *et al.* (1977), a pedogénese é muito incipiente nestes solos, especialmente nos Litossolos, devido à reduzida idade do material originário. A desintegração física predomina sobre a meteorização química, que se reduz a uma fraca formação de argila a partir dos minerais menos estáveis. Deste modo, são abundantes no perfil do solo os fragmentos de rocha pouco alteradas, que conferem uma capacidade de infiltração extremamente elevada e a ausência de escoamento superficial, resultando assim perfis bastante secos, que são ocupados com a cultura da vinha. Segundo a classificação hidrológica dos solos desenvolvida pela *Soil Conservation Service* (SCS), estes são solos tipo A.

Na Serra do Topo, a altitudes superiores a 800 m, encontram-se os Andossolos Ferruginosos (Ventura, 1993). De acordo com este autor, a variabilidade edáfica é consideravelmente notória ao longo deste planalto, alternando solos espessos, nomeadamente na base dos aparelhos vulcânicos, com solos delgados e com solos orgânicos, apresentando, todos eles, um ou mais veios ferruginosos bem consolidados (plácicos). Esta variabilidade resulta não só da geomorfologia da zona, mas também da intermitente atividade vulcânica. Nesta serra e no Planalto da Achada distribuem-se numerosos aparelhos vulcânicos alternados com algumas zonas depressivas onde se verificam acumulações de água que originam condições de hidromorfia. Destas resulta a formação de pequenas manchas de solos orgânicos com profundidade variável e um veio ferruginoso que reduz a infiltração, criando condições de encharcamento. Em algumas dessas depressões, as acumulações de material orgânico pouco alterado são consideráveis, atingindo espessuras que ultrapassam por vezes 1m. Dada a elevada altitude a que ocorrem, estes solos ferruginosos desenvolvem-se sob condições de intensa pluviometria e baixas temperaturas, especialmente durante o inverno. O coberto vegetal predominante é a pastagem, existindo também algumas manchas de vegetação natural. Estes solos têm taxas de infiltração médias que originam o escoamento superficial, sendo, assim, classificados como solos tipo C.

Os Andossolos Típicos localizam-se geralmente a cotas mais baixas mas, nalguns casos, podem encontrar-se a altitudes que rondam os 1 000m (Ventura, 1993). Formam-se a partir de materiais piroclásticos, estando os mais evoluídos em áreas de bagacina e os mais incipientes sobre escória basáltica. É possível identificar na ilha do Pico dois tipos distintos: os Vítricos de perfil pouco diferenciado e os de perfil bem diferenciado e estratificado com horizonte Bw, sendo que ambos são insaturados. São solos profundos, bem drenados, exibindo com frequência horizontes soterrados. Para além disso, apresentam uma  $D_{ap}$  muito baixa, com um valor médio de 0,24 e apresentam uma grande capacidade de contração. Este fenómeno regista-se com mais frequência nos horizontes ricos em matéria orgânica, onde a redução ultrapassa os 60% (Ventura, 1993). A taxa de infiltração destes solos é média originando algum escoamento superficial, podendo-se classificar como solos tipo B.

Sobre esta matéria, refira-se que não existe cartografia de solos para a ilha do Pico.

## 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 trabalho recente (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 caracterização dos recursos hídricos regionais efetuados no âmbito da elaboração do Plano Regional da Água (PRA) permitiram identificar e georeferenciar 1 073 pontos de água, nomeadamente 950 nascentes, 40 poços e 83 furos de captação (Direção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos DROTRH) -INAG 2001). Os estudos de base que suportaram a realização do presente relatório permitiram (a inventariação de 1673 nascentes e 150 furos (Figura 2.3.14). Da Figura 2.3.13 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 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).

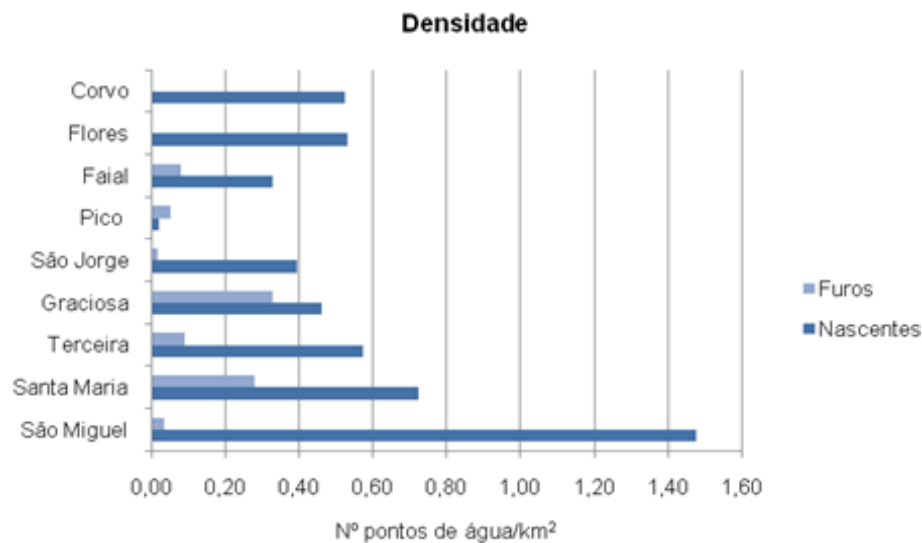


Figura 2.3.14 | Densidade associada à distribuição de pontos de água por ilha.

Em termos gerais, e de acordo com o postulado no PRA, estas massas de água podem ser constituídos 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  $266,67 \text{ L/s.m}$ , com um valor de mediana igual a  $21,99 \text{ L/s.m}$ , em que os valores mais elevados são observados nas ilhas do Pico ( $6,25\text{-}250 \text{ L/s.m}$ ) e Graciosa ( $1,36\text{-}266,67 \text{ L/s.m}$ ), em furos que captam em escoadas lávicas basálticas *s.l.* recentes e muito fraturadas (Figura 2.3.15). A classe modal corresponde aos valores entre 0 e  $45 \text{ L/s.m}$  (Figura 2.3.16).

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 2.3.17). 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 2.3.18).

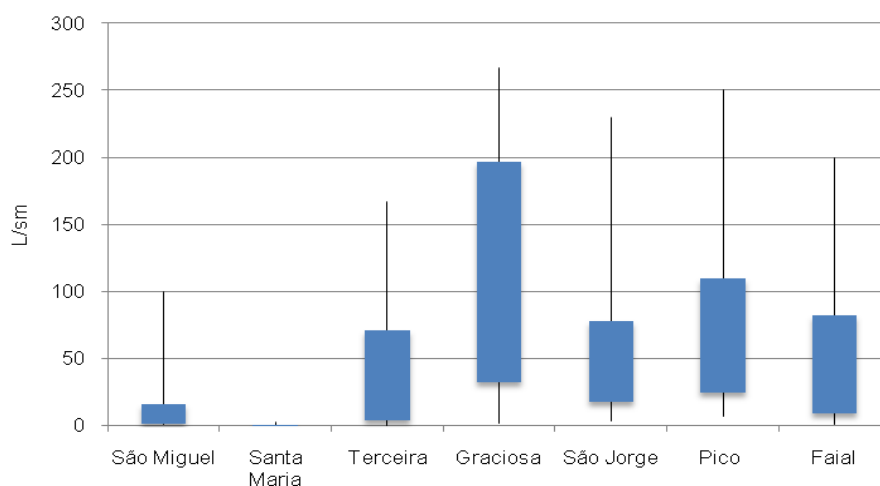


Figura 2.3.15 | Diagrama de caixas (box plot) relativo aos valores de caudal específico na RH9.

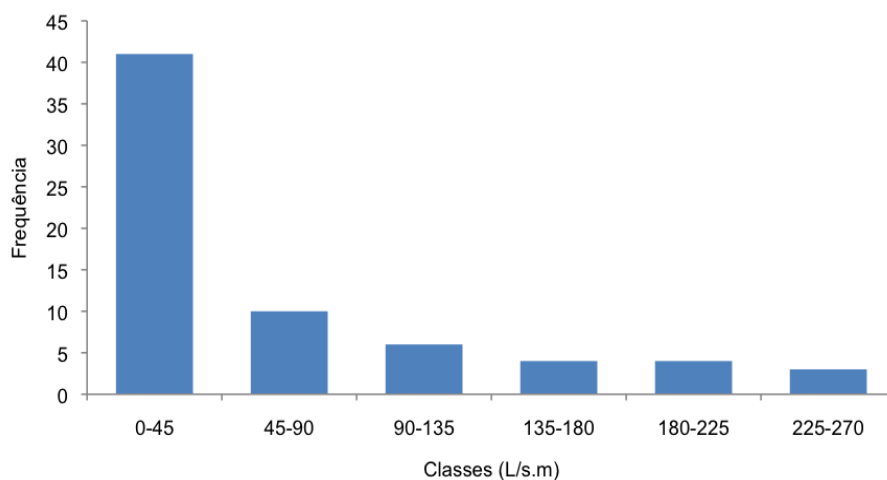


Figura 2.3.16 | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na RH9.

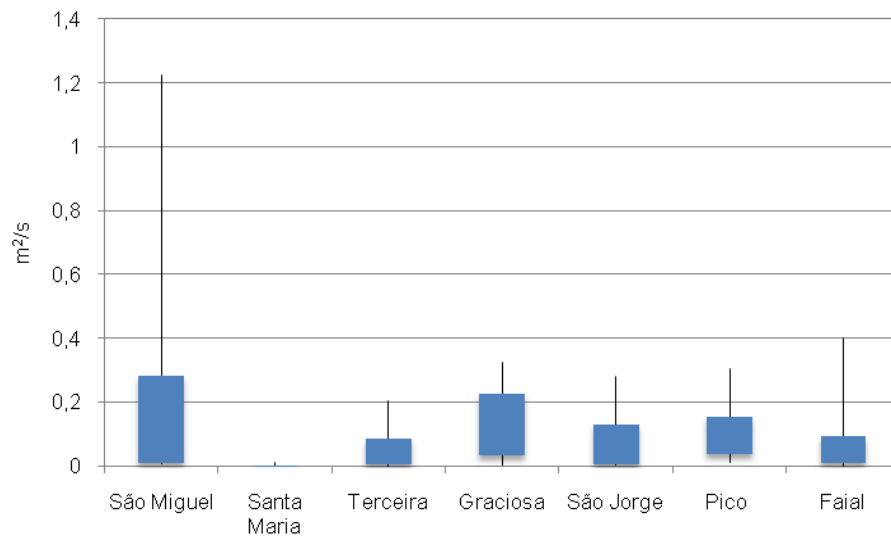


Figura 2.3.17 | Diagrama de caixas (box plot) relativo aos valores de transmissividade na RH9.

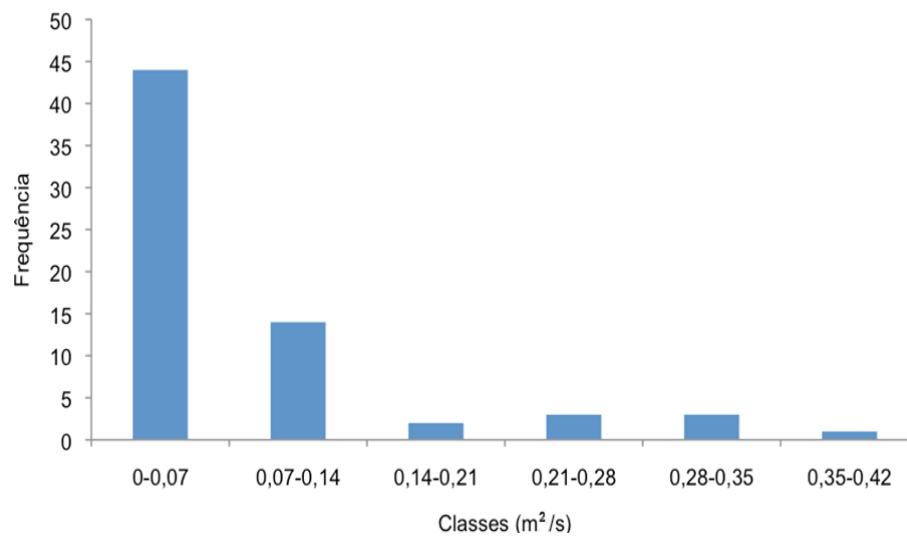


Figura 2.3.18 | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na RH9.

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  $114,58\text{m}^2/\text{s}$  (mediana= $52,11\text{m}^2/\text{s}$ ), enquanto por via do modelo de aquífero semiconfinado a média é igual a  $38,08\text{m}^2/\text{s}$  (mediana= $6,09\text{m}^2/\text{s}$ ). Na ilha do Faial, a difusividade hidráulica no ponto de água correspondente ao furo AC4 é igual a  $31,17\text{m}^2/\text{s}$ , e a  $61,85\text{m}^2/\text{s}$  considerando o atraso, em ambos os casos considerando a solução para aquíferos confinados.

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 a 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.

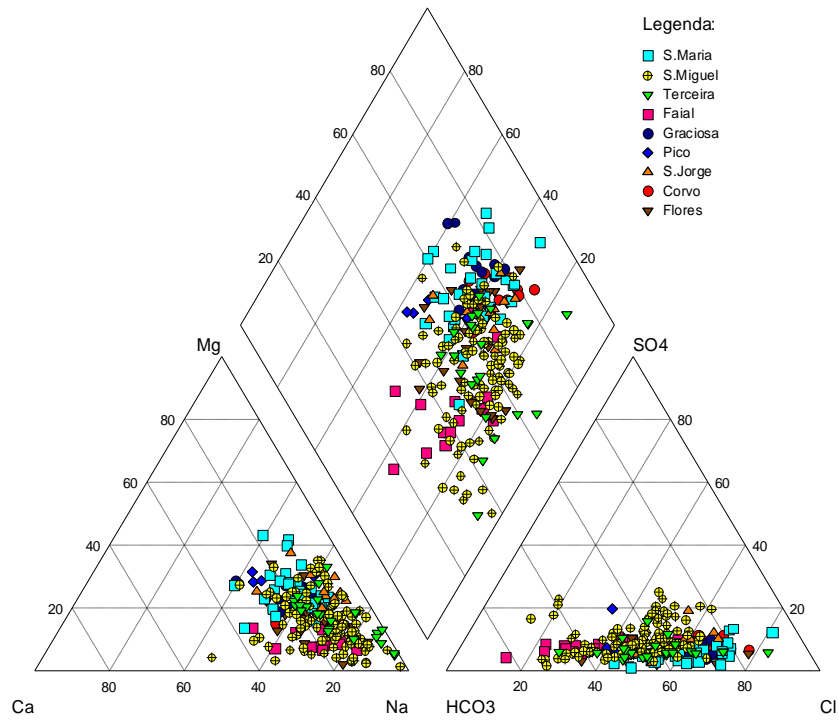
Como em qualquer região insular, nas ilhas que constituem os Açores a química da água subterrânea é ainda parcialmente controlada pela interação com a água do mar (Cruz & Silva, 2000; Cruz, 2001b; Cruz *et al.* 2010a, 2010b).

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 CO<sub>2</sub> no solo pelas águas infiltradas e hidrólise de minerais silicatados (Cruz & Amaral, 2004).

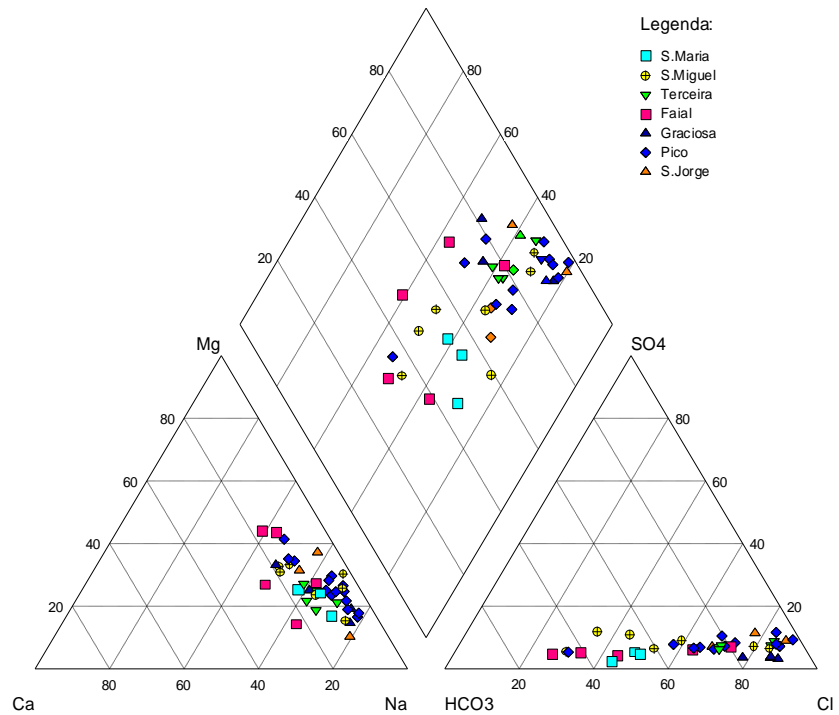
Um aspeto característico do quimismo das águas subterrâneas no arquipélago dos Açores reside no contraste entre águas sem influência vulcânica, nomeadamente aquelas que emergem em nascentes e as captadas em furos, fruto, essencialmente, da magnitude da influência de sais de origem marinha. Por um lado, as nascentes apresentam fácies cloretada sódica a bicarbonatada sódica, correspondendo a fluidos pouco mineralizados, com condutividade elétrica entre 36 e 725µS/cm 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 1 044µS/cm (Figuras 2.3.19 e 2.3.20).

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 CO<sub>2</sub>, 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 aprofundada.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.19 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em nascentes na RH9.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.20 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em furos na RH9.

### 2.3.4.2 | Hidrogeologia

Na ilha do Pico foram delimitadas seis massas de água, cujas características hidrogeológicas se sistematizam nos Quadros 1.1 a 1.6. A cartografia respeitante à respetiva delimitação encontra-se na Figura 2.3.20.

O inventário de pontos de água assentou em quatro referências fundamentais: o levantamento do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR), consultado em linha, o estudo elaborado no âmbito do PRA (Cruz, 2001), o trabalho respeitante ao Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da RAA (PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPECTIVA, 2005) e os resultados do projeto de definição dos perímetros de proteção às captações de água subterrânea (Coutinho *et al.*, 2008). Na medida que este último foi baseado em trabalhos de campo, que pressupuseram a visita a todos os pontos de água captados para uso humano, realizados com o apoio das entidades gestoras dos sistemas de abastecimento, optou-se por considerar esta base como a mais completa e pormenorizada, complementando-a com as outras fontes. Relativamente aos pontos não captados, a única fonte utilizada correspondeu ao levantamento do PRA, na medida que os restantes estudos não os abrangem.

A distribuição dos pontos de água existentes na ilha, que totalizam 9 nascentes (0,02 nascentes/km<sup>2</sup>) e 23 furos (0,05 furos/km<sup>2</sup>), encontra-se representada na Figura 2.3.21. A listagem respeitante aos pontos de água encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo 2.3.I). Relativamente à distribuição das nascentes, na massa de água Piedade ocorrem 6, na massa São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima 2 e na massa Montanha apenas 1 nascente. No que concerne à distribuição dos furos de captação, na massa de água Montanha encontram-se 14, na massa Piedade 4, na massa Madalena – São Roque do Pico 3, enquanto nas massas Arrife e São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima foram inventariados apenas 1 furo em cada uma.

#### Quadro 2.3.4 | Síntese de caracterização da massa de água Arrife

Área Aflorante	14,50km <sup>2</sup>
Litologias Dominantes	Escodas lávicas <i>aa</i> e <i>pahoehoe</i> e piroclastos subaéreos; grau de alteração elevado.
Características Gerais	Sistema misto, de altitude a basal, constituído por aquíferos essencialmente fissurados; possibilidade de existência de aquíferos de altitude descontínuos, com conexão hidráulica às unidades subjacentes
Produtividade	Sem informação
Fácies Química	Sem informação

Fonte: adaptado de Cruz (2004)

#### Quadro 2.3.5 | Síntese de caracterização da massa de água Lajes

Área Aflorante	2,77km <sup>2</sup>
Litologias Dominantes	Escodas lávicas <i>aa</i> e <i>pahoehoe</i> e piroclastos subaéreos; menor alteração que no Sistema Aquífero do Arrife.
Características Gerais	Sistema de tipo basal, constituído por aquíferos fissurados.

<b>Produtividade</b>	Sem informação
<b>Fácies Química</b>	Sem informação

Fonte: adaptado de Cruz (2004)

**Quadro 2.3.6** | Síntese de caracterização da massa de água Madalena – São Roque do Pico

<b>Área Aflorante</b>	7,58km <sup>2</sup>
<b>Litologias Dominantes</b>	Escoadas lávicas <i>aa</i> e <i>pahoehoe</i> e depósitos de piroclastos subaéreos; cones de escórias.
<b>Características Gerais</b>	Sistema do tipo basal, constituído por aquíferos essencialmente fissurados.
<b>Produtividade</b>	Mediana = 5,5L/s (3 valores)
<b>Fácies Química</b>	Cloretada sódica

Fonte: adaptado de Cruz (2004)

**Quadro 2.3.7** | Síntese de caracterização da massa de água Montanha

<b>Área Aflorante</b>	262,06km <sup>2</sup>
<b>Litologias Dominantes</b>	Escoadas lávicas <i>aa</i> e <i>pahoehoe</i> e depósitos de piroclastos subaéreos; cones de escórias.
<b>Características Gerais</b>	Sistema aquífero misto, basal e de altitude, constituído essencialmente por aquíferos fissurados; possibilidade de conexão hidráulica aos sistemas aquíferos subjacentes
<b>Produtividade</b>	Mediana = 10,4
<b>Fácies Química</b>	Cloretada sódica

Fonte: adaptado de Cruz (2004)

**Quadro 2.3.8** | Síntese de caracterização da massa de água Piedade

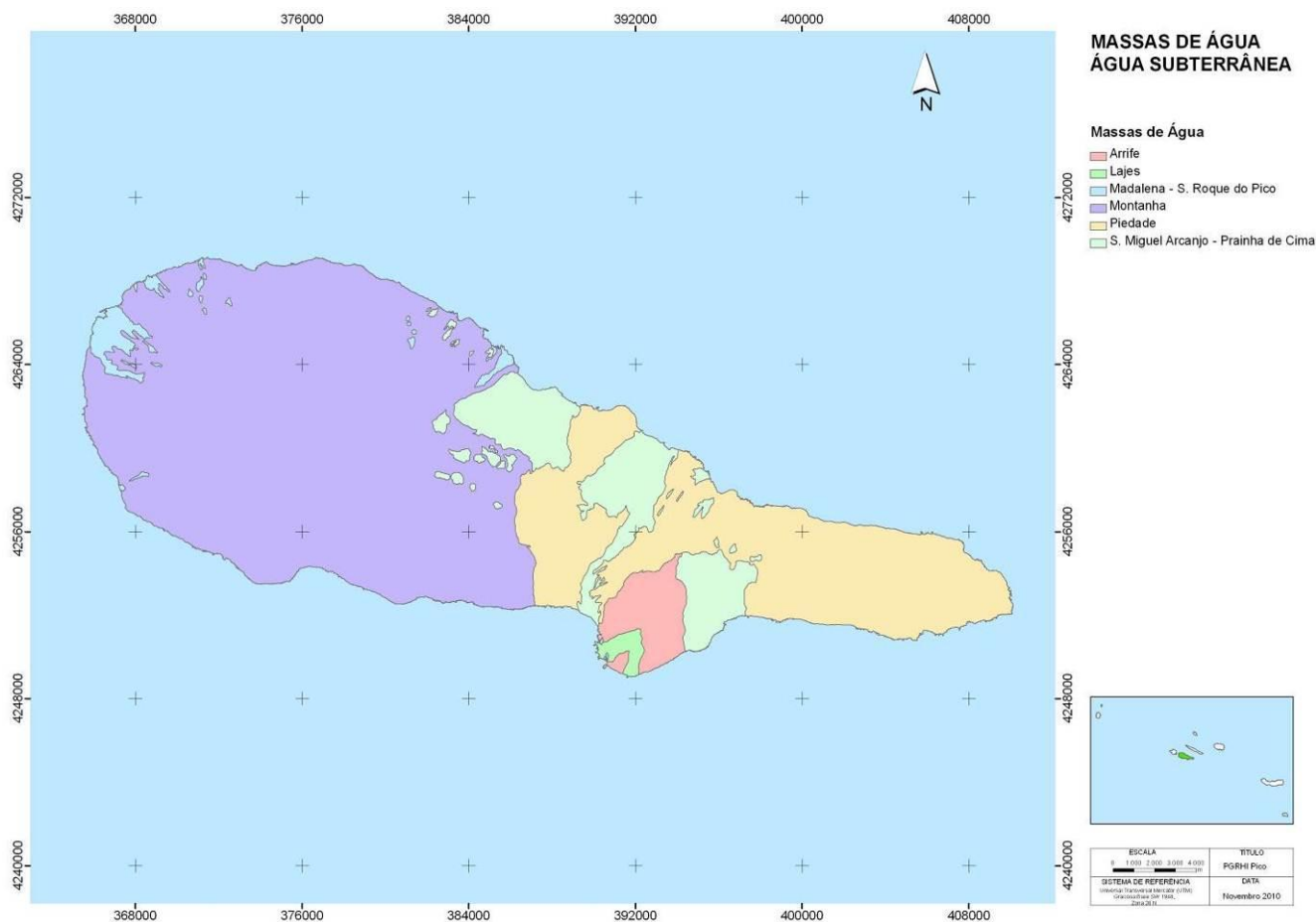
<b>Área Aflorante</b>	109,72km <sup>2</sup>
<b>Litologias Dominantes</b>	Escoadas lávicas <i>aa</i> e <i>pahoehoe</i> e depósitos de piroclastos subaéreos; cones de escórias.
<b>Características Gerais</b>	Sistema misto, de altitude e basal, constituído essencialmente por aquíferos fissurados; existência de aquíferos de altitude, porosos, descontínuos, limitados inferiormente por níveis de permeabilidade reduzida; possibilidade de conexão hidráulica aos sistemas subjacentes
<b>Produtividade</b>	Mediana = 10,2 (4 furos)
<b>Fácies Química</b>	Bicarbonatada sódica magnesiana a cloretada sódica predominante; bicarbonatada cloretada sódica a bicarbonatada cloretada sódica magnesiana (1 amostra cada)

Fonte: adaptado de Cruz (2004)

**Quadro 2.3.9** | Síntese de caracterização da massa de água São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima

<b>Área Aflorante</b>	49,35km <sup>2</sup>
<b>Litologias Dominantes</b>	Escoadas lávicas <i>aa</i> e <i>pahoehoe</i> e depósitos de piroclastos subaéreos; cones de escórias; grau de alteração elevado
<b>Características Gerais</b>	Sistema no geral de permeabilidade baixa, misto (altitude e basal), poroso a fissurado, mas que localmente pode apresentar aquíferos de interesse local; possibilidade de existência de aquíferos de altitude, descontínuos e porosos.
<b>Produtividade</b>	17,2L/s (1 furo)
<b>Fácies Química</b>	Cloretada sódica a bicarbonatada sódica (1 amostra cada)

Fonte: adaptado de Cruz (2004)



**Figura 2.3.21** | Distribuição de pontos de água na ilha do Pico.



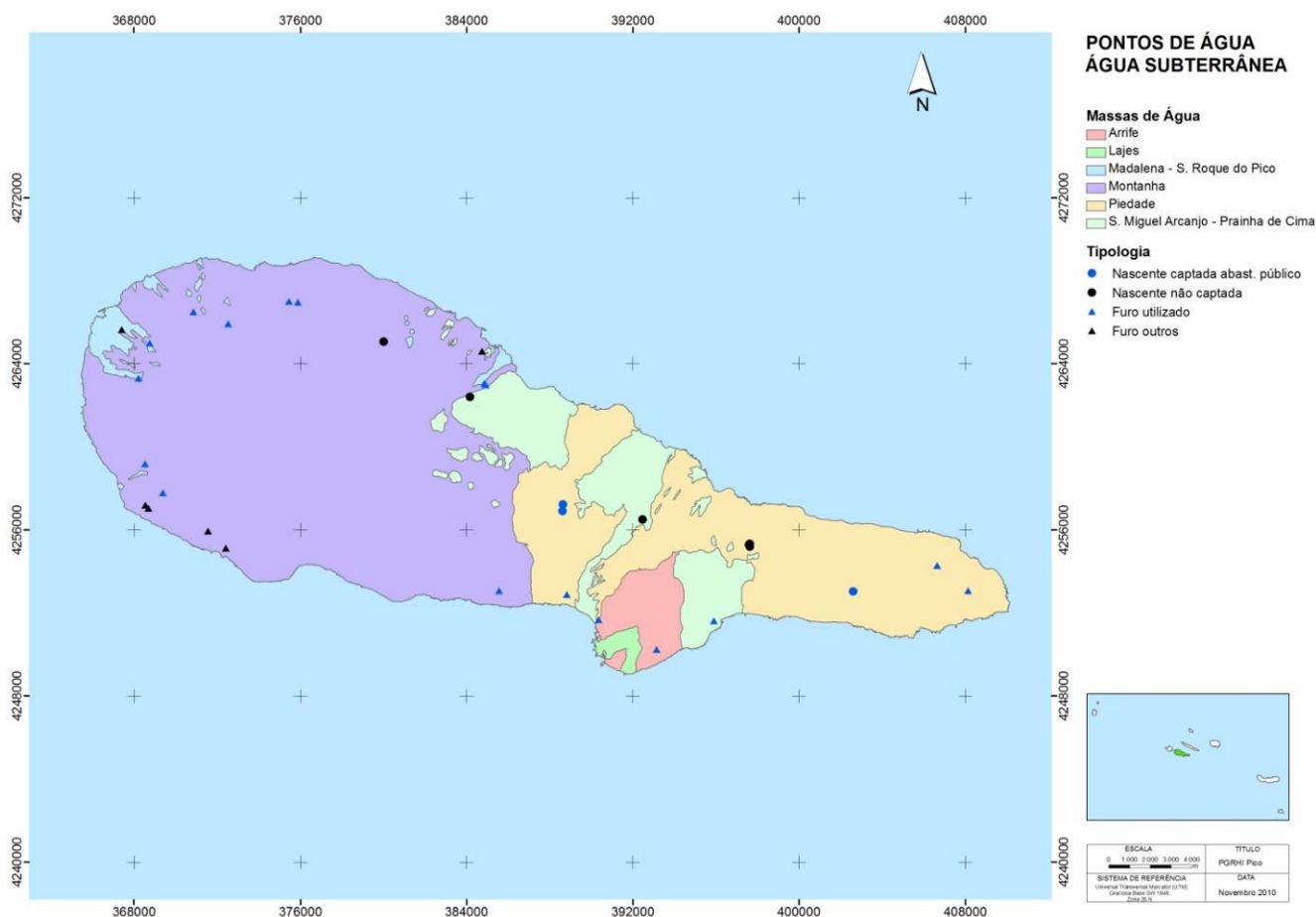
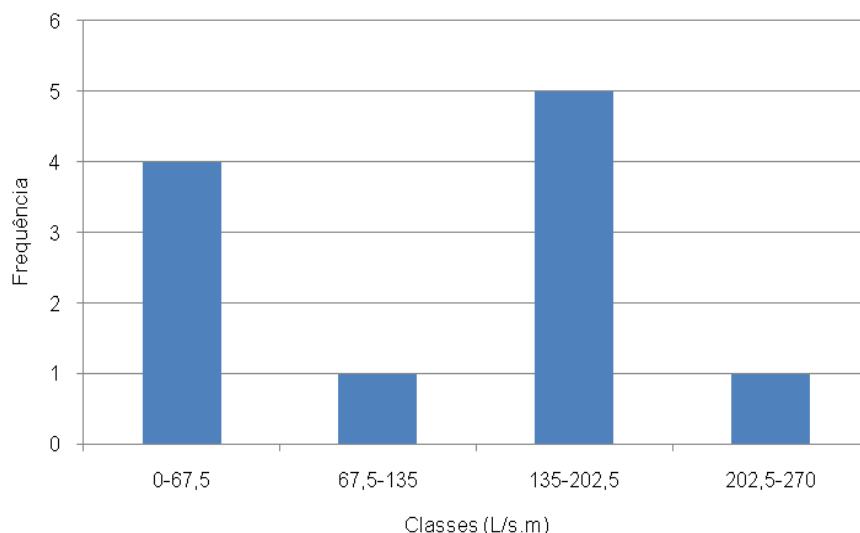


Figura 2.3.22 | Distribuição de pontos de água na ilha do Pico.

As características técnicas de todos os furos de que foi possível obter informação de base encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo 2.3.II). Com base nos dados obtidos é possível concluir que o caudal específico na ilha do Pico varia entre 6,25 e 250L/sm (mediana = 61,2L/sm), constatando-se que o primeiro foi observado na massa de água Madalena – São Roque do Pico, que é aquela que apresenta os valores mais baixos (Quadro 2.3.10). Por outro lado, os valores de caudal específico relativos às restantes massas de água são não só mais elevados, como no caso das massas Montanha e Piedade, para a qual se possuem várias observações, se observa alguma heterogeneidade. A classe modal relativa à distribuição dos valores de caudal específico corresponde ao intervalo 0 – 62,5L/sm (Figura 2.3.23).

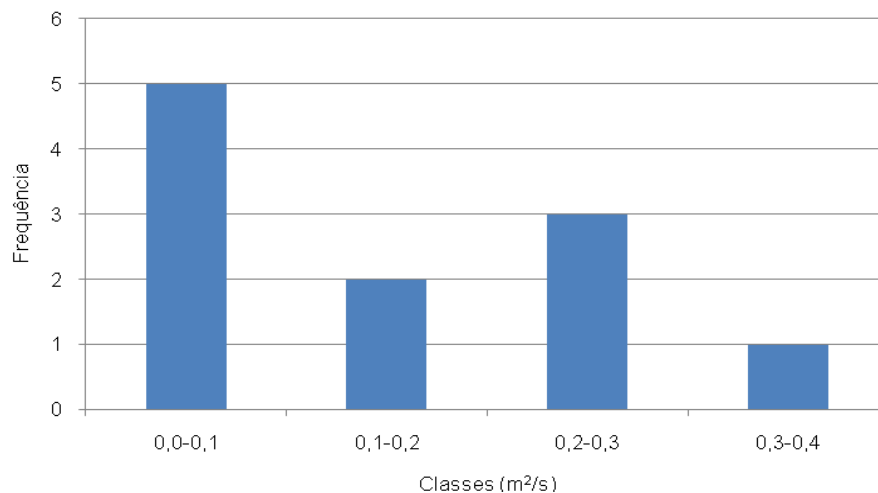


**Figura 2.3.23** | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na ilha do Pico.

Da leitura do Quadro 2.3.10, pode verificar-se que a transmissividade varia entre  $9,44 \times 10^{-3}$  e  $3,05 \times 10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s, (mediana =  $1,11 \times 10^{-1}$  m<sup>2</sup>/s), com uma classe modal respeitante aos valores entre 0 e 0,1 m<sup>2</sup>/s (Figura 2.3.24), e apresenta um comportamento similar ao caudal específico. As estimativas de condutividade hidráulica apresentam valor médio mais elevado na massa de água Piedade ( $1,68 \times 10^{-2}$  m/s), superior aos observados nas massas Montanha e Madalena – São Roque do Pico, ambos na ordem de grandeza de  $10^{-3}$  m/s, embora mais elevado no primeiro caso ( $8,43 \times 10^{-3}$  vs.  $2,01 \times 10^{-3}$  m/s). O único valor observado na massa São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima aproxima-se do valor médio mais elevado.

**Quadro 2.3.10** | Valores de parâmetros hidrodinâmicos estimados nas massas de água subterrâneas da ilha do Pico (s.d. – sem dados)

Massa de Água	Refª PGRHI	Caudal Específico (L/sm)	T (m <sup>2</sup> /s)	Espessura captada (m)	K (m/s)
Madalena - S. Roque do Pico	PIC.55	9,09	$1,11 \times 10^{-02}$	12,80	$8,66 \times 10^{-04}$
	PIC.56	6,25	$9,44 \times 10^{-03}$	3,00	$3,15 \times 10^{-03}$
Montanha	PIC.47	250,00	$3,05 \times 10^{-01}$	6,00	$5,08 \times 10^{-02}$
	PIC.52	125,00	$1,53 \times 10^{-01}$	s.d.	s.d.
	PIC.53	24,12	$2,94 \times 10^{-02}$	12,00	$2,45 \times 10^{-03}$
	PIC.54	110,00	$1,34 \times 10^{-01}$	11,30	$1,19 \times 10^{-02}$
	PIC.58	61,20	$7,47 \times 10^{-02}$	5,00	$1,49 \times 10^{-02}$
	PIC.62	30,40	$3,71 \times 10^{-02}$	8,28	$4,48 \times 10^{-03}$
	PIC.64	104,00	$1,27 \times 10^{-01}$	s.d.	s.d.
Piedade	PIC.46	55,60	$6,78 \times 10^{-02}$	13,40	$5,06 \times 10^{-03}$
	PIC.48	91,00	$1,11 \times 10^{-01}$	4,48	$2,48 \times 10^{-02}$
	PIC.50	169,00	$2,06 \times 10^{-01}$	10,00	$2,06 \times 10^{-02}$
São Miguel Arcanjo - Prainha de Cima	PIC.49	24,57	$2,10 \times 10^{-01}$	7,00	$3,00 \times 10^{-02}$



**Figura 2.3.24** | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na ilha do Pico.

### 2.3.4.3 | Hidrogeoquímica

Para a presente caracterização hidrogeoquímica recorreu-se aos dados agregados apresentados no âmbito do estudos de base de elaboração do PRA (Cruz, 2001a), posteriormente retomados em Cruz (2004), na medida que permitem estabelecer o panorama existente na RH9. Relativamente aos resultados obtidos no âmbito da rede de monitorização de vigilância do estado químico das massas de água subterrâneas, optou-se por proceder à sua apresentação no ponto 5.3 do presente relatório.

A projeção em diagrama de Piper dos resultados analíticos que é possível compilar, permite evidenciar que a água subterrânea na ilha do Pico é predominantemente do tipo cloretada sódica, em especial correspondendo às águas amostradas no aquífero de base, mediante furos e poços de maré, apresentando uma tendência para composições bicarbonatadas nas nascentes, que drenam aquíferos em altitude (Figura 2.3.25). Correspondem a águas frias, em que a gama de condutividades respetivas, entre 69 e 9790  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicia a ocorrência de amostras muito mineralizadas, por influência de sais de origem marinha.

As águas amostradas são ligeiramente alcalinas, variando os valores de pH entre 6,28 e 9, com um valor de mediana igual a 7,4, e a alcalinidade varia entre 22,5 e 388,5mg/L de  $\text{CaCO}_3$ , com um valor de mediana igual a 111,5mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . A maioria das amostras pode ser considerada como brandas a muito duras, embora o valor da mediana corresponda a este último grupo.

Na ilha do Pico não ocorrem nascentes termais, apesar da nascente da Silveira constituir, no entanto, um exemplo da contribuição de gases de origem profunda, de origem vulcânica, denotada pela  $\text{PCO}_2$  detetada naquele ponto ser elevada ( $10^{1,031}$ ) (Cruz, 1997; Cruz, 1998).

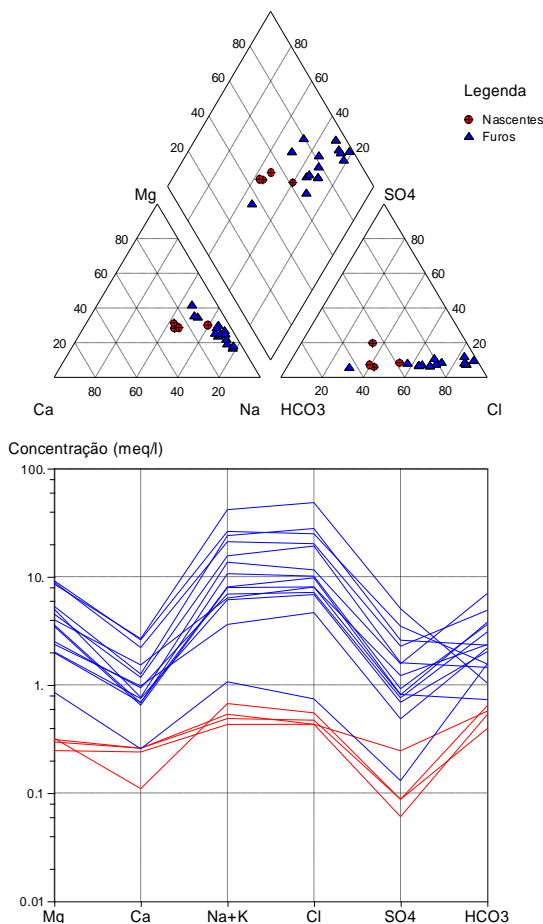
Em resultado do grau diverso de contaminação por sais marinhos a mineralização da água subterrânea é muito variável e, em resultado deste facto, o quimismo das águas dos furos e dos poços de maré, apesar de dominado pelos iões cloreto e sódio, apresenta várias magnitudes (Cruz, 1997; Cruz e Silva, 2000), o que pode ser imediatamente observado a partir do diagrama de Schoeller (Figura 2.3.24). Por exemplo, a massa de água Piedade, cujas fácies predominantes correspondem aos tipos cloretada sódica e bicarbonatada sódica magnesianas, agrega nascentes e furos pelo que a

variabilidade composicional é patente, quer ao nível da composição, quer ao nível da magnitude de mineralização, que pode ser traduzida pela banda larga de valores da condutividade, distribuídos entre 69 e 9590 $\mu$ S/cm.

O catião dominante na massa Piedade corresponde ao sódio, que varia entre 8,9 e 3640mg/L, enquanto os aniões predominantes, o cloreto, e nas nascentes o bicarbonato, variam respetivamente de 10,7 a 6693,25mg/L e de 20,5 a 347,7mg/L.

Todas as amostras incluídas nas massas de água Montanha e Madalena - São Roque do Pico apresentam uma tipologia cloretada sódica, com condutividades geralmente elevadas. São águas eminentemente influenciadas pela contaminação por sais marinhos, em que os iões mais importantes são o cloreto e o sódio, que variam respetivamente na massa Montanha entre 242,11 a 3579,92mg/L e 134 a 2090mg/L, e na massa Madalena - São Roque do Pico entre 285,06 a 4665,76mg/L e 175 a 2530mg/L.

Relativamente à massa de água subterrânea São Miguel Arcanjo - Prainha de Cima só se possuem duas análises químicas, uma de fácies bicarbonatada sódica, que corresponde a uma nascente com uma condutividade igual a 188 $\mu$ S/cm, e a outra relativa a um furo de captação, em que a condutividade é igual a 723 $\mu$ S/cm. Os iões mais importantes na água da emergência são o bicarbonato e o sódio, respetivamente iguais a 27,45mg/L e 5,4mg/L. No furo de captação o anião mais importante, o cloreto, é igual a 165,08mg/L, e o catião dominante, o sódio, é igual a 78,5mg/L.



Fonte: Cruz, 2004

**Figura 2.3.25** | Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes e furos na ilha do Pico.

### 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 Região Hidrográfica dos Açores (RH9) as massas de água assumiram a mesma delimitação geográfica que os sistemas aquíferos considerados no PRA.

No presente estudo, procedeu-se à validação da informação pré-existente no PRA, com recurso à realização de novas estimativas, como descrito no ponto 2.2. Desta forma, os valores de recarga apresentados resultam das 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 sejam as disponibilidades reais, será apresentada no ponto 5.3.2 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 1588 hm<sup>3</sup>/ano (Cruz, 2001; DROTRH-INAG, 2001). Os valores variam entre um mínimo de 8,3hm<sup>3</sup>/ano, na ilha do Corvo, e um máximo de 582 hm<sup>3</sup>/ano, observados na ilha do Pico, com uma mediana igual a 101,3hm<sup>3</sup>/ano (Quadro 2.3.11).

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 2.3.11** | Recursos hídricos subterrâneos e taxas de recarga máxima e mínima por ilha

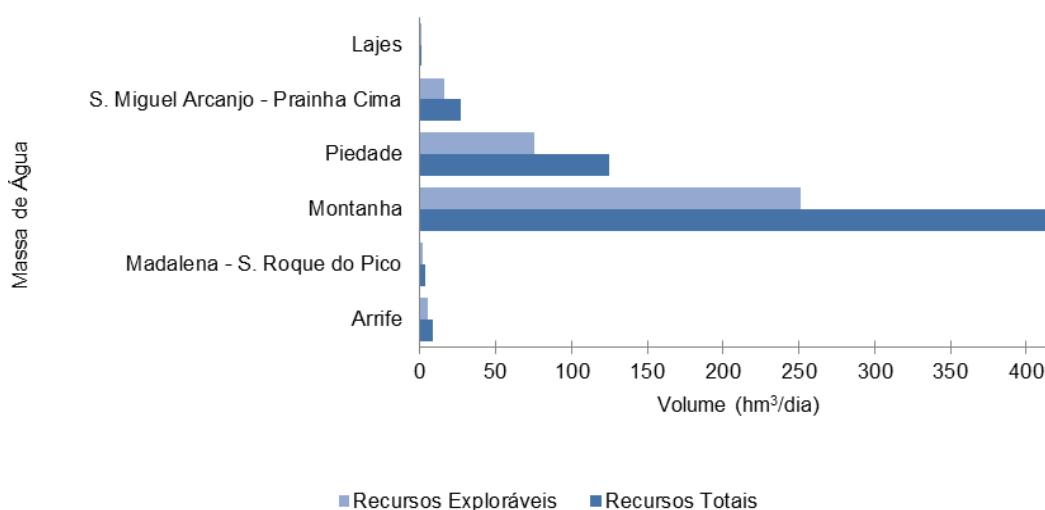
Ilha	Recursos Totais (hm <sup>3</sup> /ano)	Taxa de Recarga	
		Min. (%)	Máx. (%)
Santa Maria	25,2	14,6	33,2
São Miguel	369,7	16,0	45,0
Terceira	193,1	16,2	48,6
Faial	74,1	12,4	47,5
Graciosa	15,0	8,5	36,2
Pico	582,0	18,5	62,1
São Jorge	219,0	19,0	54,0
Flores	101,4	14,0	32,0
Corvo	8,3	15,9	25,9

No Quadro 2.3.13 discriminam-se os valores respeitantes às disponibilidades de água subterrânea na ilha do Pico. A massa de água da Montanha é aquela que comporta o maior volume de recursos subterrâneos naquela ilha, respetivamente igual a 418hm<sup>3</sup>/ano, valor que, relativamente aos restantes quantitativos estimados no arquipélago, é substancialmente superior. A segunda unidade com maiores disponibilidades na ilha do Pico corresponde à massa de água designada por Piedade, com um volume de recursos estimado em 124,9hm<sup>3</sup>/ano.

No PRA considera-se que a fração dos recursos disponível era de 10% do volume estimado, o que se afigura excessivamente precautório (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 particularmente importante nos meses mais secos do ano hidrológico. Neste contexto, a fração dos recursos hídricos subterrâneos exploráveis é de 60% do total, e este valor será retomado nos cálculos inerentes à avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas (Figura 2.3.12).

**Quadro 2.3.12** | Recursos hídricos subterrâneos na ilha do Pico

Massa de água	Precipitação (hm <sup>3</sup> /ano)	Disponibilidades (hm <sup>3</sup> /ano)	Taxa de Recarga (%)
Montanha	673,56	418,14	62,1
Lajes	3,20	0,69	21,6
Arrife	31,50	8,40	26,7
Madalena – São Roque do Pico	10,83	3,21	29,6
Piedade	264,44	124,91	47,2
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	144,32	26,67	18,5



**Figura 2.3.26** | Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha do Pico.

## 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, pois 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 pluviosas do interior das ilhas, onde a precipitação atinge maior intensidade.

Por sua vez, as formas de relevo, que determinam a energia potencial do sistema hidrológico, são responsáveis, em grande parte, pela configuração assumida pelas redes, especialmente num ambiente insular jovem onde as bacias hidrográficas são geralmente de pequena dimensão. Assim, as regiões onde a orografia se mostra mais movimentada, com declives mais acentuados, tendem a apresentar maior densidade de drenagem.

A geologia dos terrenos, ditando a sua suscetibilidade à erosão e controlando, em conjunto com os solos, a infiltração, exerce um papel fundamental na instalação e na manutenção da rede de drenagem. Os fatores geológicos que condicionam a drenagem podem ser agrupados em litológicos e estruturais. A litologia determina a maior ou menor facilidade com que a 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 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 grande influência sobre o 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. Fator igualmente importante 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 dos Açores surjam cursos de água permanentes, estando estas situações dependentes de descargas profundas de lagoas ou da ocorrência de nascentes associadas a aquíferos suspensos.

No que concerne aos aspetos que caracterizam a drenagem superficial no Pico, a Figura 2.4.1 representa as principais bacias hidrográficas da ilha. Sendo a mais recente do arquipélago dos Açores, a ilha do Pico revela condições hidrográficas e hidrológicas muito peculiares. O efeito conjugado dos fatores geológicos, como a idade das formações e, consequentemente, o seu grau de alteração, e por outro, a sua constituição, a que se deve acrescentar a influência do declive, explicam os diferentes padrões de drenagem na passagem dos materiais emitidos pelo estratovulcão do Pico para as formações vulcânicas mais antigas (Cruz, 1997). No geral a rede hidrográfica é muito pouco ramificada, existindo grande número de cursos de água de regime temporário (torrencial) e sem qualquer afluente, conhecidos pela designação de “grotas”. Apenas as ribeiras do Soldão e de Dentro, respetivamente nas vertentes Sudeste e Nordeste da montanha, apresentam algum grau de desenvolvimento e hierarquia.

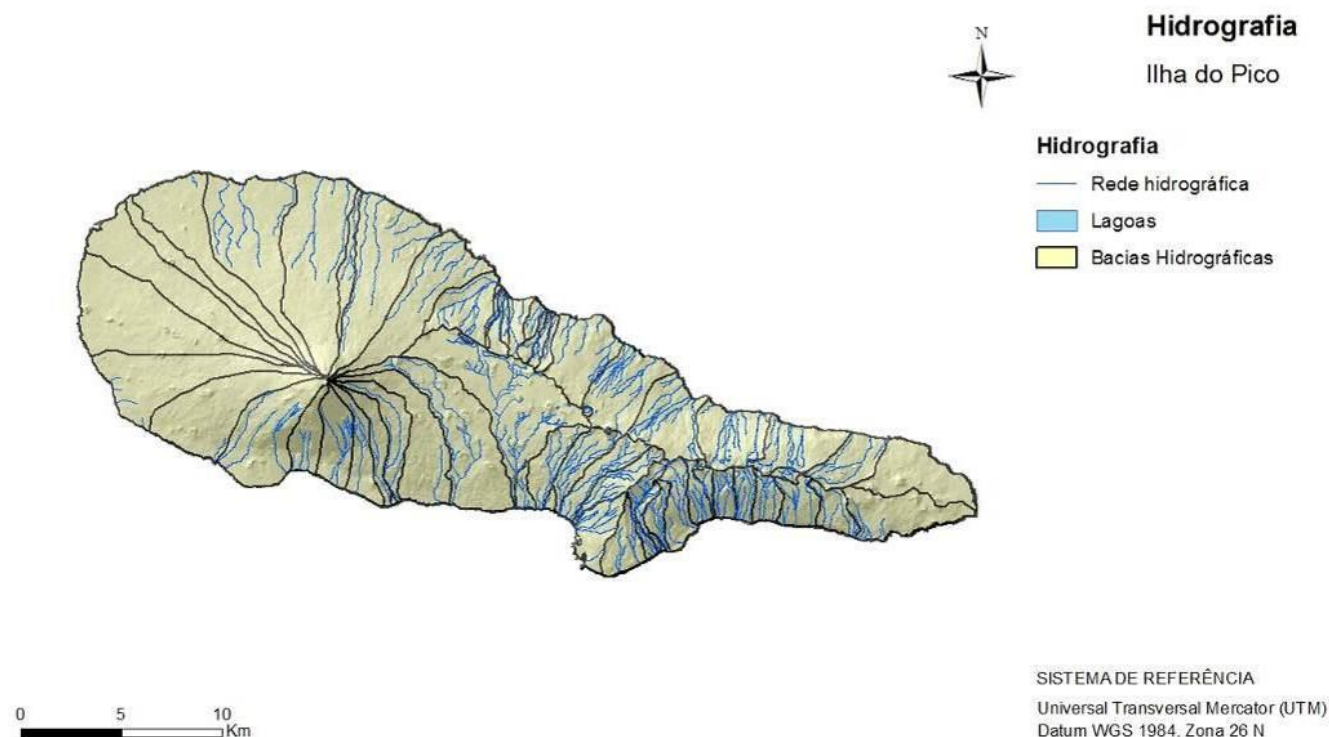


Figura 2.4.1 | Carta hidrográfica da ilha do Pico.

A observação da carta hidrográfica permite, desde logo, assinalar as diferenças entre os domínios morfológicos ocidental e oriental da ilha, que apresentam condições de drenagem superficial muito distintas. Na primeira, as bacias hidrográficas são pouco hierarquizadas e a densidade de drenagem é fraca, existindo, inclusivamente, uma extensa área desprovida de cursos de água. Nesta vasta região afloram as formações vulcânicas emitidas pela montanha do



Pico, onde predominam escoadas lávicas muito recentes, utilizadas para o cultivo da vinha. A permeabilidade superficial é elevada, o que se reflete na baixa e por vezes nula densidade de drenagem. Na metade oriental, observam-se valores de densidade mais elevados, embora variáveis, apresentando-se a rede hidrográfica melhor hierarquizada. Estas linhas de água nascem no Planalto da Achada e precipitam-se pelas vertentes Norte e Sul, com perfis longitudinais acentuados e valores profundamente encaixados.

Segundo Cruz (1997), unicamente nas vertentes Sudeste e Noroeste da montanha do Pico existe uma rede hidrográfica mais densa, salientando-se as linhas de água que drenam a zona entre São Mateus e São João, na costa Sul. Estes cursos de água apresentam, por vezes, quedas de água bastante pronunciadas, como o caso da ribeira Grande, em resultado do ressalto topográfico da falha de São Mateus.

As vertentes Norte e Sul do Planalto da Achada são drenadas por uma rede hidrográfica de padrão predominantemente paralelo, que por vezes é bastante densa. Estas linhas de água apresentam algum grau de ramificação (2º e 3º ordem), sobretudo na metade mais oriental. A drenagem de 3ª ordem verifica-se essencialmente na zona entre São Roque do Pico e a Ponta do Mistério. No domínio do Planalto da Achada encontram-se numerosas lagoas de pequena dimensão que ocupam o interior de cones de escórias ou áreas topograficamente deprimidas. As maiores são as lagoas do Capitão, Caiado, Paul, Peixinho e Rosada, sendo que a primeira formou-se numa depressão de origem tectónica.

Por último, apresenta-se a Figura 2.4.2 relativa à densidade de drenagem na ilha do Pico, calculada para uma quadrícula de 250m x 250m. Verifica-se que este indicador é concordante com a análise anteriormente efetuada.

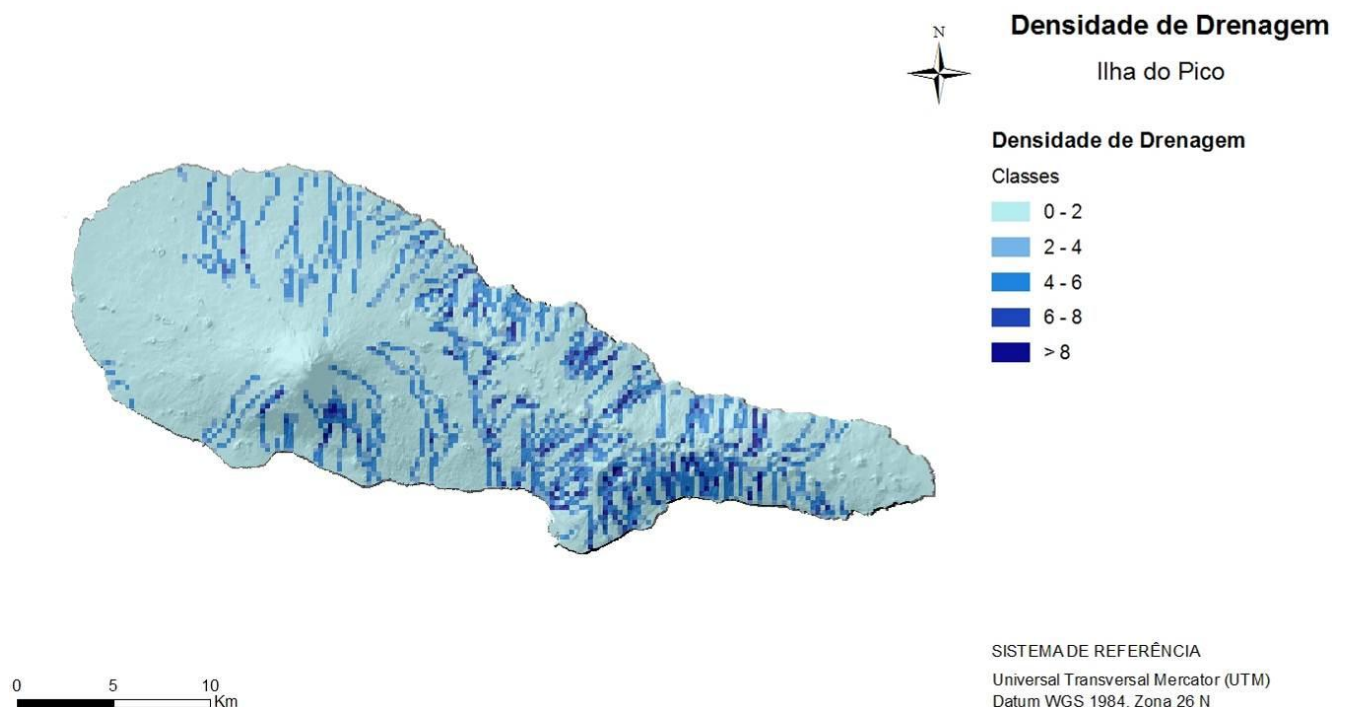


Figura 2.4.2 | Carta da densidade de drenagem da ilha do Pico.

## 2.4.2 | Balanço hídrico

Por razões relacionadas com a sua génese, as ilhas vulcânicas do Açores são, na sua generalidade, parcelas de pequena dimensão e com forte desenvolvimento em altitude pelo que a variação espacial das condições climáticas é

mais acentuada e mais rápida do que em outras regiões mais aplanadas. De uma forma bem evidente verificam-se fortes incrementos da precipitação com a altitude. A característica heterogeneidade geológica das formações estruturantes, bem como os depósitos vulcânicos decorrentes de diferentes erupções, determinam um substrato de solos diferenciado que, associado à tectónica e à fisiografia das formações, condiciona, de uma forma muito fragmentada, o uso e a ocupação do território. A hidrologia de superfície caracteriza-se, assim, por se desenvolver em pequenas bacias de drenagem muito heterogéneas e em que prevalece o regime de escoamento torrencial. Os registos de hidrometria existentes, nomeadamente, a determinação dos 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 esta informação a grande parte 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 referente à vegetação, e às características hidrológicas dos solos, designadamente a capacidade de retenção de água útil, tendo sido adotado o valor de 120mm. 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 dessa 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. No Quadro 2.4.1 são apresentados os valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha do Pico.

**Quadro 2.4.1** | Valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha do Pico

Código bacia	Nome bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	P (mm)	E <sub>tr</sub> (mm)	Sav (mm)
PIB7	Rib. do Mistério	1,14	3 004,67	522,76	2 481,91

Código bacia	Nome bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
PIE2	Bacias Endorreicas	0,02	2 167,43	400,00	1 767,43
PIE4	Bacias Endorreicas	0,05	3 729,46	400,00	3 329,46
PIB15	Rib. da Lima	1,14	2 944,36	535,68	2 408,68
PIB16	Nome Desconhecido	0,59	2 590,53	599,80	1 990,73
PIB17	Rib. dos Fetais	1,64	2 765,79	498,66	2 267,13
PIA2	Bacias Agregadas	0,52	1 308,67	863,43	445,24
PIA11	Bacias Agregadas	0,05	2 328,32	575,17	1 753,15
PIA13	Bacias Agregadas	0,11	2 031,13	828,18	1 202,95
PIB10	Rib. da Laje	0,19	2 759,04	488,26	2 270,78
PIE1	Lagoa do Caiado	0,19	3 520,01	429,35	3 090,66
PIE5	Lagoa do Capitão	0,18	3 122,68	423,16	2 699,52
PIB5	Nome Desconhecido	6,70	2 472,52	530,56	1 941,96
PIA39	Bacias Agregadas	16,00	2 086,11	549,92	1 536,19
PIA38	Bacias Agregadas	22,25	2 073,74	572,23	1 501,51
PIB8	Rib. do Burro	1,11	2 917,72	510,66	2 407,06
PIA12	Bacias Agregadas	0,06	2 051,56	820,17	1 231,39
PIA32	Bacias Agregadas	10,87	2 875,07	643,43	2 231,64
PIA31	Bacias Agregadas	10,77	3 120,32	667,37	2 452,95
PIA25	Bacias Agregadas	6,42	1 868,15	549,74	1 318,41
PIA27	Bacias Agregadas	10,86	1 253,15	648,64	604,51
PIA6	Bacias Agregadas	0,07	1 189,93	919,83	270,10
PIB12	Rib. das Mancilhas	1,39	2 524,40	615,78	1 908,62
PIA5	Bacias Agregadas	5,56	1 574,73	719,22	855,51
PIA35	Bacias Agregadas	15,20	2 033,06	703,74	1 329,32
PIA36	Bacias Agregadas	15,90	2 054,79	621,53	1 433,26
PIA40	Bacias Agregadas	16,70	2 043,02	592,38	1 450,64
PIA42	Bacias Agregadas	23,95	1 802,28	575,96	1 226,32
PIA41	Bacias Agregadas	16,65	2 333,23	540,25	1 792,98
PIA37	Bacias Agregadas	24,93	2 912,72	591,72	2 321,00
PIB4	Rib. Nova	3,43	3 037,91	567,40	2 470,51
PIA34	Bacias Agregadas	20,70	2 806,13	600,23	2 205,90
PIB6	Rib. de Dentro	7,68	2 560,24	644,06	1 916,18
PIB18	Rib. de Marinho	0,76	2 525,76	549,56	1 976,20
PIA9	Bacias Agregadas	2,38	2 532,53	553,59	1 978,94
PIA10	Bacias Agregadas	1,17	2 529,26	666,62	1 862,64
PIA29	Bacias Agregadas	9,41	2 834,68	620,19	2 214,49
PIA28	Bacias Agregadas	8,19	2 377,49	516,46	1 861,03
PIE3	Bacias Endorreicas	0,70	2 067,72	406,86	1 660,86
PIA26	Bacias Agregadas	10,32	1 226,49	716,76	509,73
PIA24	Bacias Agregadas	3,72	1 751,04	643,63	1 107,41
PIA22	Bacias Agregadas	2,91	2 237,00	617,72	1 619,28
PIA23	Bacias Agregadas	4,25	2 065,10	598,29	1 466,81
PIA20	Bacias Agregadas	2,60	2 418,05	640,12	1 777,93
PIA21	Bacias Agregadas	2,61	2 326,49	610,96	1 715,53
PIB13	Rib. das Velhas\ Grutão	2,36	2 543,18	672,00	1 871,18

Código bacia	Nome bacia	Área (Km <sup>2</sup> )	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
PIB10	Rib. da Laje	1,04	2 759,04	488,26	2 270,78
PIA8	Bacias Agregadas	2,36	2 687,85	650,67	2 037,18
PIA7	Bacias Agregadas	5,15	2 654,84	653,45	2 001,39
PIA4	Bacias Agregadas	4,61	1 374,64	727,88	646,76
PIB14	Rib. de Sta. Bárbara	2,74	2 745,73	577,54	2 168,19
PIA30	Bacias Agregadas	10,60	3 326,52	672,88	2 653,64
PIB2	Rib. do Carvalhal	5,36	2 179,56	633,87	1 545,69
PIA1	Bacias Agregadas	1,40	1 273,20	837,11	436,09
PIB9	Rib. do Toiril	4,53	3 093,90	488,76	2 605,15
PIB3	Rib. do Cabo	5,12	2 791,26	547,10	2 244,16
PIA3	Bacias Agregadas	5,29	2 901,23	556,84	2 344,39
PIA33	Bacias Agregadas	15,98	3 068,25	667,70	2 400,55
PIB1	Rib. do Soldão	25,39	3 421,17	544,97	2 876,21
PIA15	Bacias Agregadas	12,78	2 453,61	659,20	1 794,41
PIA16	Bacias Agregadas	20,58	2 609,58	643,84	1 965,74
PIB11	Rib. da Borda do Mistério	6,52	2 949,46	607,36	2 342,09
PIA14	Bacias Agregadas	0,11	992,96	869,09	123,87
PIA17	Bacias Agregadas	5,74	2 007,82	715,66	1292,16
PIB19	Rib. Joanes	3,94	2 631,93	625,10	2 006,83
PIA19	Bacias Agregadas	4,64	2 501,55	795,27	1 706,28
PIA18	Bacias Agregadas	6,69	2 323,06	733,36	1 589,70

### 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 (*Ddmax*). Assim:

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

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*\**Sav*;
- Quando a densidade de drenagem é igual à máxima observada no conjunto das bacias de cada ilha (*Dd*<sub>max</sub>) o escoamento atinge (*a*+*b*)\**Sav*;
- Entre esses dois limites a fração do *Sav* que escoa em superfície é condicionada pela relação linear *Dd*/*Dd*<sub>máx</sub>;
- 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. No Quadro 2.4.2 são apresentados os valores de densidade de drenagem (km<sup>-1</sup>), e escoamento superficial (hm<sup>3</sup>/ano) para as bacias hidrográficas da ilha do Pico.

**Quadro 2.4.2** | Valores de densidade de drenagem e escoamento anual para as bacias hidrográficas da ilha do Pico

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km <sup>-1</sup> )	Esc (hm <sup>3</sup> /ano)
PIB7	Rib. do Mistério	2,09	1,06
PIE2	Bacias Endorreicas	0,00	0,00
PIE4	Bacias Endorreicas	0,00	0,01
PIB15	Rib. da Lima	3,16	1,47
PIB16	Nome Desconhecido	3,88	0,76
PIB17	Rib. dos Fetais	2,24	1,48
PIA2	Bacias Agregadas	0,00	0,01
PIA11	Bacias Agregadas	0,00	0,01
PIA13	Bacias Agregadas	0,00	0,01
PIB10	Rib. da Laje	3,20	0,24
PIE1	Lagoa do Caiado	0,00	0,04
PIE5	Lagoa do Capitão	0,00	0,03
PIB5	Nome Desconhecido	0,00	0,78
PIA39	Bacias Agregadas	0,00	1,48
PIA38	Bacias Agregadas	0,00	2,00
PIB8	Rib. do Burro	3,38	1,52

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km <sup>-1</sup> )	Esc (hm <sup>3</sup> /ano)
PIA12	Bacias Agregadas	0,00	0,00
PIA32	Bacias Agregadas	1,18	5,76
PIA31	Bacias Agregadas	2,01	9,60
PIA25	Bacias Agregadas	1,75	2,74
PIA27	Bacias Agregadas	0,00	0,39
PIA6	Bacias Agregadas	0,00	0,00
PIB12	Rib. das Mancilhas	4,51	1,96
PIA5	Bacias Agregadas	1,56	1,40
PIA35	Bacias Agregadas	1,15	4,72
PIA36	Bacias Agregadas	0,09	1,67
PIA40	Bacias Agregadas	0,13	1,94
PIA42	Bacias Agregadas	0,00	1,76
PIA41	Bacias Agregadas	0,00	1,79
PIA37	Bacias Agregadas	0,53	8,13
PIB4	Rib. Nova	1,84	2,86
PIA34	Bacias Agregadas	0,66	7,31
PIB6	Rib. de Dentro	2,11	5,57
PIB18	Rib. de Marinho	2,97	0,77
PIA9	Bacias Agregadas	1,85	1,60
PIA10	Bacias Agregadas	2,85	1,07
PIA29	Bacias Agregadas	1,59	6,24
PIA28	Bacias Agregadas	1,95	5,40
PIE3	Bacias Endorreicas	0,00	0,07
PIA26	Bacias Agregadas	0,05	0,36
PIA24	Bacias Agregadas	0,00	0,25
PIA22	Bacias Agregadas	2,10	1,77
PIA23	Bacias Agregadas	1,37	1,66
PIA20	Bacias Agregadas	4,24	3,23
PIA21	Bacias Agregadas	4,65	3,40
PIB13	Rib. das Velhas\ Grutão	3,67	2,70
PIB10	Rib. da Laje	3,20	1,28
PIA8	Bacias Agregadas	2,22	1,89
PIA7	Bacias Agregadas	2,33	4,24
PIA4	Bacias Agregadas	1,71	0,95
PIB14	Rib. de Sta. Bárbara	3,37	3,37
PIA30	Bacias Agregadas	1,22	6,87
PIB2	Rib. do Carvalhal	2,22	3,27
PIA1	Bacias Agregadas	2,28	0,25
PIB9	Rib. do Toiril	3,03	6,10
PIB3	Rib. do Cabo	3,08	6,03
PIA3	Bacias Agregadas	0,00	0,74
PIA33	Bacias Agregadas	0,88	7,38
PIB1	Rib. do Soldão	1,62	22,26
PIA15	Bacias Agregadas	0,00	1,38
PIA16	Bacias Agregadas	0,00	2,43

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km <sup>-1</sup> )	Esc (hm <sup>3</sup> /ano)
PIB11	Rib. da Borda do Mistério	2,03	5,59
PIA14	Bacias Agregadas	0,00	0,00
PIA17	Bacias Agregadas	1,37	1,97
PIB19	Rib. Joanes	1,42	2,16
PIA19	Bacias Agregadas	1,20	1,91
PIA18	Bacias Agregadas	2,07	3,95

Para efeito do presente trabalho, e dadas as lacunas de monitorização hidrométrica referidas, entendem-se os valores de escoamento anual em ano médio apresentados como os valores de disponibilidade hídrica superficial. No caso das bacias hidrográficas endorreicas, as lagoas, opta-se de forma conservativa por considerar o valor anual afluente, em ano médio, como o seu valor de disponibilidade hídrica.

## 2.4.4 | Valores extremos de cheias e secas

### 2.4.4.1 | Cheias

Um dos aspetos mais importantes na análise dos recursos hídricos superficiais prende-se com a ocorrência de situações extremas, associadas a baixas probabilidades de ocorrência, como é o caso das cheias. Para a sua análise é fundamental o cálculo dos escoamentos de ponta. No seguimento dos estudos de base efetuados no âmbito do PRA, e tendo em conta a redelimitação das bacias hidrográficas e da respetiva rede de drenagem por parte da DSRH, são calculados os valores de escoamento de ponta relativos às bacias hidrográficas presentemente delimitadas, e para as quais se encontram cartograficamente estabelecidos os valores do comprimento do seu curso principal.

Tal como referido no PRA, a escassez ou quase inexistência de dados relativos a caudais de cheia mensurados nas linhas de água conduz inevitavelmente à aplicação de metodologias de natureza empírica. No seguimento dos trabalhos realizados no âmbito do referido Plano, e por se entender que a fórmula cinemática empregue para o cálculo dos escoamentos de ponta será, das disponíveis, a que maior garantias oferece da aproximação dos valores de escoamento de ponta reais, opta-se por elaborar uma revisão, aplicando-a às presentes circunstâncias. Assim, o cálculo dos caudais de ponta foi determinado a partir da metodologia do *Natural Resources Conservation Service - United States Department of Agriculture (NRCS)*, tal como se encontra descrita em Lencastre e Franco (1984). Esta metodologia afigura-se adequada face às suas características conceptuais, dado que a sua natureza cinemática permite atender às características do movimento de água na bacia hidrográfica, usualmente expressas através das noções de tempo de concentração e de chuvada crítica, e à sua aplicabilidade em bacias de pequena dimensão, como é o caso.

Assim, o caudal de ponta é calculado a partir da expressão:

$$Q_p = \frac{0,277KAh_u}{t_p}$$

em que:

- $Q_p$  - caudal de ponta de cheia (m<sup>3</sup>/s);

- $K$  - fator de ponta variando entre 1 para bacias declivosas e 0,5 para bacias planas e tendo o valor 0,75 nos casos habituais;
- $A$  - área da bacia ( $\text{km}^2$ );
- $h_u$  - precipitação útil (mm);
- $t_p$  - tempo de crescimento do hidrograma de cheia, ou tempo para a ponta, em horas;
- O fator 0,277 é o fator de conversão das unidades utilizadas.

Para uma dada altura de precipitação total,  $h$ , a precipitação útil corresponde à calculada pela expressão:

$$h_u = \frac{(h - h_0)^2}{h + 4h_0}$$

em que:

- $h_0$  - perdas iniciais da chuvada antes de se iniciar o escoamento de superfície (mm).

Quanto ao valor de  $h_0$ , em mm, é dado pela expressão seguinte:

$$h_0 = \frac{5080}{N} - 50,8$$

em que  $N$  é número de escoamento, dependente do tipo hidrológico do solo, da sua utilização e das condições de superfície da bacia. Tendo em conta que o objetivo deste cálculo é a obtenção de caudais de cheia para diferentes frequências de ocorrência considera-se o solo como bem humedecido, utilizando-se o valor de  $N$  para as condições de humedecimento do solo AMC-III (*antecedent moisture conditions*). No caso das ilhas dos Açores, e à falta de uma informação mais detalhada sobre o tipo hidrológico dos solos, adotou-se um  $N$  correspondente a 82.

O tempo de crescimento,  $t_p$ , para a equação do  $Q_p$ , é calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$t_p = 0,5t_r + 0,6t_c$$

Nesta expressão  $t_r$  representa a duração da precipitação útil e  $t_c$  o tempo de concentração da bacia. A duração  $t_r$  da chuvada útil é calculada subtraindo à duração  $t$  da precipitação total, o tempo durante o qual ocorrem as perdas iniciais  $h_0$ , considerando a intensidade média que resulta da precipitação total  $h$  (função de  $t$ ), valor este considerado constante durante toda a chuvada. Ter-se-á assim que:

$$t_r = t - \frac{h_0}{h(t)/t}$$

Dado que a relação entre  $h_u$  e  $h$  não é linear, exceto para  $N = 100$ , o cálculo do máximo  $Q_p$ , para cada frequência estatística, é dado iterativamente para valores de  $t_r \geq t_c$ . O valor de  $t_r$ , correspondente ao máximo  $Q_p$ , será tanto menos afastado de  $t_c$ , quanto mais elevado for  $N$ .

A duração e volume da precipitação utilizados são obtidos a partir do tempo de concentração da bacia e das curvas IDF (intensidade-duração-frequência), para períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.



Para esse efeito foram utilizadas as curvas de possibilidade udométrica, que relacionam a intensidade de precipitação,  $i$  (em mm/h), com a duração da chuvada,  $t$  (em horas), através dos parâmetros  $a$  e  $b$  ( $i = a tb$ ) a aplicar a cada período de retorno  $T$ . Expressões estas que foram determinadas no âmbito do PRA para os postos udométricos de Bandeiras, Madalena e S. Roque. Por um critério de proximidade dos postos enumerados para com as respetivas bacias hidrográficas, estas foram então recobertas pelo método do vizinho mais próximo. Os valores de  $a$  e  $b$ , para as referidas curvas, e de acordo com o respetivo posto udométrico, são apresentados no Quadro 2.4.3.

**Quadro 2.4.3** | Parâmetros  $a$  e  $b$  para a ilha do Pico de acordo com os respetivos postos udométricos, e para os diferentes períodos de retorno considerados

Período de retorno	$a$	$b$
<b>Posto udométrico de Bandeiras</b>		
T = 5 anos	32,128	-0,600
T = 10 anos	37,033	-0,600
T = 25 anos	43,190	-0,599
T = 50 anos	47,733	-0,599
T = 100 anos	52,301	-0,599
<b>Posto udométrico da Madalena</b>		
T = 5 anos	26,654	-0,600
T = 10 anos	31,626	-0,600
T = 25 anos	37,856	-0,599
T = 50 anos	42,440	-0,599
T = 100 anos	47,071	-0,599
<b>Posto udométrico de S. Roque</b>		
T = 5 anos	46,107	-0,600
T = 10 anos	54,132	-0,600
T = 25 anos	64,199	-0,599
T = 50 anos	71,631	-0,599
T = 100 anos	79,134	-0,599

Em consonância com a metodologia utilizada para o cálculo dos caudais de ponta, o valor do tempo de concentração,  $t_c$ , foi calculado a partir da fórmula proposta pelo NRCS para as diferentes bacias da ilha do Pico, esta traduz-se pela seguinte expressão:

$$t_c = \frac{1083L^{0,8} \left( \frac{1000}{N} - 9 \right)^{0,7}}{1900S_b^{0,5}}$$

em que:

- $t_c$  é o tempo de concentração em horas;
- $L$  é o comprimento da linha de água principal, em km;
- $S_b$  é o declive da bacia em percentagem;
- $N$  é o número de escoamento (utilizado o mesmo valor referido para o cálculo do caudal de ponta, 82).

No Quadro 2.4.4 apresentam-se os valores de escoamento de ponta obtidos para as principais bacias hidrográficas da ilha do Pico.

**Quadro 2.4.4** | Valores de densidade de escoamento de ponta para os diferentes tempos de retorno, e para as principais bacias hidrográficas da ilha do Pico

Código bacia	Nome bacia	Qp (m <sup>3</sup> /s)				
		T = 5 anos	T = 10 anos	T = 25 anos	T = 50 anos	T = 100 anos
PIB7	Rib. do Mistério	6,3	8,3	11,0	13,1	15,3
PIB15	Rib. da Lima	6,5	8,5	11,3	13,4	15,7
PIB16	Nome Desconhecido	3,3	4,3	5,7	6,8	7,9
PIB17	Rib. dos Fetais	8,9	11,7	15,4	18,4	21,4
PIB10	Rib. da Laje	1,1	1,4	1,8	2,2	2,6
PIB8	Rib. do Burro	6,1	8,1	10,7	12,7	14,8
PIB12	Rib. das Mancilhas	7,0	9,2	12,1	14,3	16,6
PIB4	Rib. Nova	9,8	12,6	16,3	19,1	22,0
PIB6	Rib. de Dentro	39,5	51,5	67,8	80,4	93,6
PIB18	Rib. de Marinho	4,1	5,4	7,1	8,5	9,9
PIB13	Rib. das Velhas\ Grutão	12,8	16,8	22,2	26,3	30,7
PIB10	Rib. da Laje	5,7	7,5	10,0	11,9	13,8
PIB14	Rib. de Sta. Bárbara	14,4	18,8	24,8	29,5	34,3
PIB2	Rib. do Carvalhal	25,8	33,6	44,0	52,0	60,4
PIB9	Rib. do Toiril	22,3	29,0	38,0	45,0	52,3
PIB3	Rib. do Cabo	24,6	32,0	41,9	49,6	57,5
PIB1	Rib. do Soldão	63,5	80,8	103,7	121,1	139,0
PIB11	Rib. da Borda do Mistério	27,3	35,2	45,8	53,8	62,2
PIB19	Rib. Joanes	18,8	24,5	32,0	37,9	43,9
PIB5	Nome Desconhecido	8,5	11,6	15,9	19,2	22,7

No Quadro 2.4.5 é apresentada a revisão às curvas regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia, para os diferentes períodos de retorno, constantes do PRA.

**Quadro 2.4.5** | Expressões regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia para a ilha do Pico

Período de retorno	Expressão
T = 5 anos	$q = 5,4923 A^{-0,123}$
T = 10 anos	$q = 7,1995 A^{-0,129}$
T = 25 anos	$q = 9,5109 A^{-0,135}$
T = 50 anos	$q = 11,307 A^{-0,138}$
T = 100 anos	$q = 13,189 A^{-0,142}$

Nota: q – caudal de ponta específico de cheia (m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.km<sup>2</sup>); A – área da bacia hidrográfica (km<sup>2</sup>)

### 2.4.4.2 | Secas

Ao contrário das cheias, as secas não são caracterizáveis de forma eficaz em termos de caudais.

Por isso, a caracterização das secas é apresentada na secção 2.9.3 Análise de perigos e riscos de secas do presente relatório, em termos de precipitações acumuladas em dados períodos.

## 2.5 | Caracterização socioeconómica

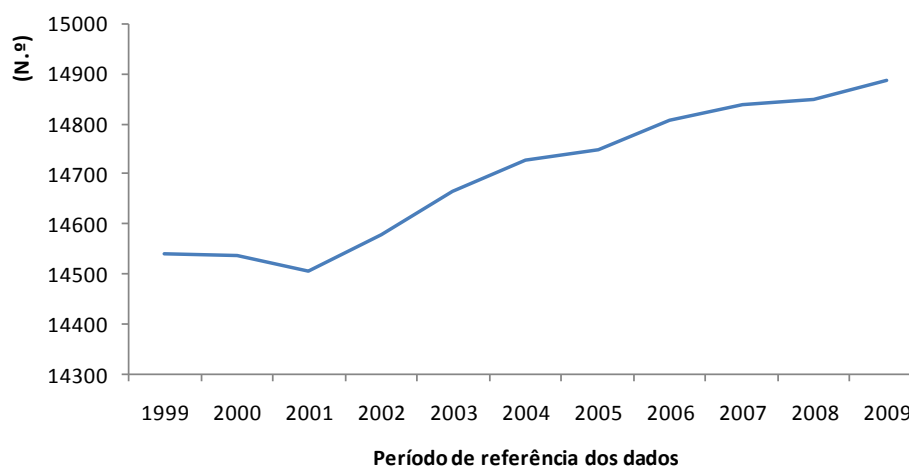
### 2.5.1 | Indicadores demográficos

As características demográficas e os comportamentos da população residente em determinado território representam condicionantes à definição de políticas e estratégias no domínio económico e social, nomeadamente na tomada de decisão quanto à viabilidade de certas estratégias setoriais de emprego habitação, localização e implementação de certos equipamentos, serviços e infraestruturas coletivas. A definição das áreas de influência, a previsão das necessidades atuais e futuras, a medição e previsão dos níveis de utilização, a perceção das áreas de oferta deficitária e/ou de procura crescente, e a determinação das áreas com potencial demográfico, necessitam de análises do quantitativo populacional, atual e futuro.

A RAA, com 241 763 habitantes em 2001, representa 2,3% da população portuguesa. A ilha do Pico, com 14 802 habitantes em 2001 distribuídos por 3 concelhos (Lajes do Pico, Madalena e São Roque do Pico), representa 6,12% da população residente na RAA.

Atualmente as estimativas do Instituto Nacional de Estatística (INE) referem um aumento da população residente na ilha do Pico (Figura 2.1), contando com cerca de 14 886 habitantes (valores referentes às estimativas da população para o ano de 2009), sendo que os concelhos de Lajes do Pico e São Roque do Pico têm uma população residente mais elevada que o concelho da Madalena.<sup>7</sup> No entanto, o concelho de Lajes do Pico regista um decréscimo da população residente enquanto o concelho da Madalena e de São Roque do Pico registam um aumento constante da população residente.

Atentando à trajetória da variação da população residente na ilha e nos concelhos do Pico, percebe-se que houve uma inversão ligeira da tendência de declínio populacional, passando de uma variação negativa na década de 1990, para uma variação positiva, se bem que muito ligeira (Figura 2.5.1).



Fonte: INE

**Figura 2.5.1** | Estimativas da população residente (N.º) por local de residência.

<sup>7</sup> Para a análise da evolução da população residente recorreu-se às Estimativas Anuais da População Residente, do Instituto Nacional de Estatística.

Já ao nível concelhio percebeu-se que o concelho da Madalena, para além de ser o mais populoso, é o único que tem mantido a tendência de crescimento acentuada nas últimas décadas. Ao invés, o concelho das Lajes do Pico tem registado significativas perdas populacionais (mais de 17% entre 1991 e 2007): Finalmente, em São Roque do Pico assistiu-se a uma alteração da taxa de variação da população residente, passando de um valor negativo para um valor positivo, superior à média da ilha e da própria RAA

Analisando a variação ao nível das freguesias, compreende-se que a tendência descrita anteriormente para a RAA, a ilha do Pico e os seus concelhos é acompanhada de uma forma genérica pelas diversas freguesias da ilha.

No entanto, e focando a análise na década de 1991-2001, pode constatar-se que o aumento populacional no concelho da Madalena se fica a dever ao forte crescimento das freguesias da Madalena (onde se situa a sede de concelho) e de Criação Velha (zona de expansão urbana da vila da Madalena), uma vez que todas as restantes freguesias registam taxas de variação negativas (média de - 6%). Do mesmo modo, percebe-se que a variação negativa de efetivo populacional no concelho de São Roque do Pico não é tão acentuada devido ao significativo crescimento populacional da freguesia de Santo António (sendo aliás a freguesia que maior taxa de variação registou neste período, 14,2%), freguesia esta contígua à de São Roque do Pico, onde se situa a vila com o mesmo nome.

De 1999 a 2009 (ano de referencia do Plano), verifica-se um decréscimo da população residente no concelho das Lajes do Pico e um ligeiro aumento da população residente nos restantes concelhos. No que refere à distribuição da população residente na ilha do Pico por grupo etário verifica-se uma diminuição da população residente dos 0-24 anos e com mais de 65 anos e um aumento da população residente do grupo etário dos 25-64 anos (Quadro 2.5.1).

**Quadro 2.5.1** | Estimativas da População residente (%) por Local de residência e Grupo etário

Grupo etário	Concelho das Lajes do Pico		Concelho da Madalena		Concelho de São Roque do Pico		Ilha do Pico	
	% População Residente - Ano 1999	% População Residente - Ano 2009	% População Residente - Ano 1999	% População Residente - Ano 2009	% População Residente - Ano 1999	% População Residente - Ano 2009	% População Residente - Ano 1999	% População Residente - Ano 2009
0 - 14 anos	5,22	4,15	6,80	5,75	4,13	3,18	16,15	13,08
15 - 24 anos	4,77	3,69	5,85	5,40	3,62	3,69	14,24	12,78
25 - 64 anos	17,39	16,87	20,25	23,58	11,59	14,49	49,23	54,94
65 e mais anos	7,17	6,55	8,20	7,95	5,01	4,70	20,38	19,20
Total	34,54	31,26	41,10	42,68	24,35	26,06	...	...

Fonte: INE

Segundos os dados estatísticos do INE, no ano de 2009 existiam na ilha do Pico mais 728 indivíduos do sexo feminino (representando 57% do número total de residentes desta ilha). Entre o ano 1999 e 2009 verifica-se uma variação do grupo etário feminino dos 0-14 anos de 44%, dos 15-24 anos uma variação de 47% e dos 25-64 anos uma variação de 79%, enquanto que a população do sexo masculino a população dos 0-14 anos teve uma variação negativa de 22% e a população residente com 65 e mais anos teve uma variação negativa de 7% (Quarto 2.5.2).

**Quadro 2.5.2** | Estimativas da População residente (N.º) e taxa de variação da população residente por grupo etário e género

Sexo	Grupo etário	Concelho das Lajes do Pico			Concelho da Madalena			Concelho de São Roque do Pico		
		População Residente (N.º), 1999	População Residente (N.º), 2009	Variação da População Residente (%), 1999/2009	População Residente (N.º), 1999	População Residente (N.º), 2009	Variação da População Residente (%), 1999/2009	População Residente (N.º), 1999	População Residente (N.º), 2009	Variação da População Residente (%), 1999/2009
Homens	0 - 14 anos	404	315	-22	508	442	-13	323	251	-22
	15 - 24 anos	339	307	-9	435	429	-1	274	320	17
	25 - 64 anos	1 299	1293	0	1 500	1 896	26	845	1 209	43
	65 e mais anos	481	431	-10	533	513	-4	328	306	-7
Mulheres	0 - 14 anos	355	303	-15	481	414	-14	278	399	44
	15 - 24 anos	355	242	-32	415	375	-10	252	370	47
	25 - 64 anos	1 229	1219	-1	1 445	1 614	12	841	1 506	79
	65 e mais anos	561	544	-3	660	670	2	400	539	35

Fonte: dados do INE com cálculos próprios

A RAA apresenta uma densidade populacional de 106 habitantes por km<sup>2</sup> (estimativas apresentadas para o ano 2009) enquanto se estima que Portugal tem uma densidade de 115 habitantes por km<sup>2</sup>. Na ilha do Pico verifica-se um aumento de apenas um habitante no que refere à densidade populacional (habitantes/Km<sup>2</sup>), mantendo a tendência de aumento da densidade registada para o País e para a Região (Quadro 2.5.3).

**Quadro 2.5.3** | Densidade Populacional

Indicador	Ano	Portugal	RAA	Ilha do Pico
Área km <sup>2</sup>	2001	92 141,5	2 321,9	444,8
População Residente	Censos 2001	10 355 824	241 763	14 802
	Estimativas 2009	10 637 713	245 374	14 886
Densidade Populacional (hab/km <sup>2</sup> )	2001	112	104	33
	2009	115	106	34

Fonte: dados do INE com cálculos próprios

Para a estimativa da População Flutuante foram tidos em consideração dois tipos de população: ocupantes temporários de residências não ocupadas e turistas.

Para os ocupantes temporários de cada concelho, identificou-se o número de fogos de residência secundária e com ocupante ausente (INE, 2001). Posteriormente calculou-se a população ocupando os fogos anteriormente referidos, com base na dimensão média do agregado familiar<sup>8</sup> (INE, 2001). Por último foi necessário fazer uma estimativa dos habitantes equivalentes por ano, aplicando as taxas de ocupação referidas na obra de Jorge Gaspar *et al* (1995) à população anteriormente calculada. Para o cálculo dessa taxa, considerou-se 45 dias de ocupação padrão.

<sup>8</sup> Considerado para efeitos de cálculo uma dimensão média de três pessoas por aglomerado familiar.

No que diz respeito ao cálculo do número de turistas de cada concelho, aferiu-se o número de dormidas médias por dia com base no número de dormidas anuais, tendo-se considerado para efeitos de cálculo que cada dormida média corresponde a um turista (habitante - equivalente).

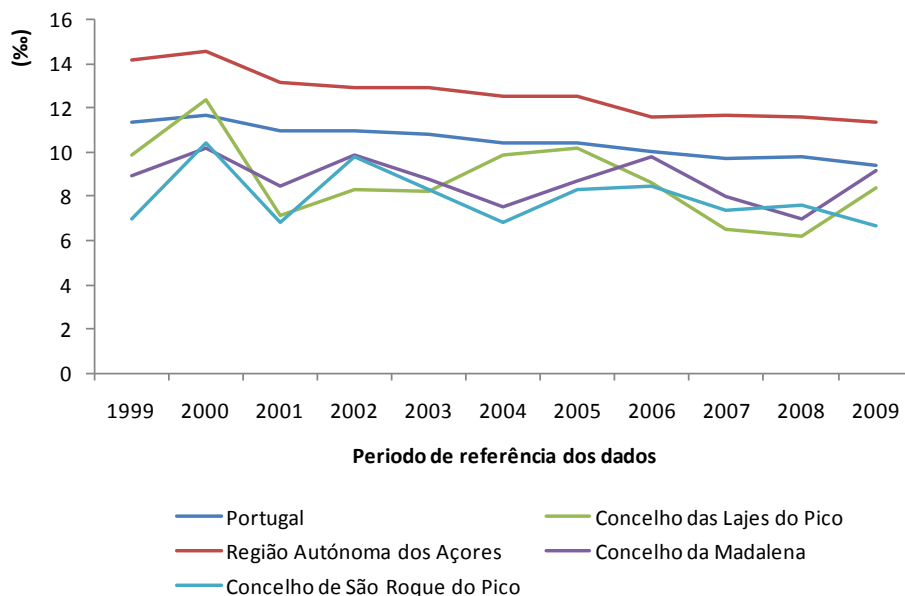
No ano de 2001 existiam na ilha do Pico 782 ocupantes temporários, sendo que no ano de 2009 se verificou um aumento para 796 ocupantes temporários. No que refere ao número de turistas, regista-se o mesmo valor para o ano 2001 e 2009, contabilizando 117 turistas (Quadro 2.5.4). Já a população flutuante regista um aumento considerável de 2001 para 2009, com 238 e 260 habitantes – equivalentes respetivamente (Quadro 2.5.4).

**Quadro 2.5.4 | Turistas, ocupantes temporários e população flutuante**

Indicador	Ano	Concelho das Lajes do Pico	Concelho da Madalena	Concelho de São Roque do Pico
Ocupantes temporários (total de habitantes equivalentes)	2001	339	211	232
	2009	320	222	254
Turistas (total de habitantes equivalentes)	2001	29	82	6
	2009	29	82	6
População Flutuante	2001	368	294	238
	2009	350	305	260

Fonte: dados do INE com cálculos próprios

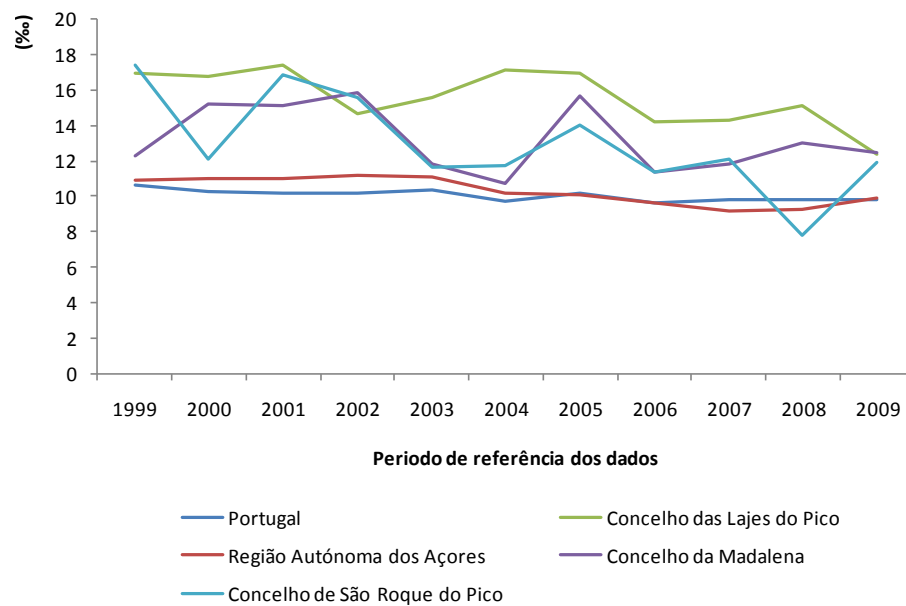
Nos concelhos da ilha do Pico, no período analisado, observa-se uma variação bastante irregular da taxa de natalidade, sendo que este valor é sempre menor a tendência verificada para a RAA. Para o ano de 2009 verifica-se que os concelhos de Lajes do Pico e Madalena registam subidas aproximando-se dos valores registados para Portugal. O concelho de São Roque do Pico regista os valores mais baixos da ilha (Figura 2.5.2).



Fonte: INE

**Figura 2.5.2 | Taxa de Natalidade.**

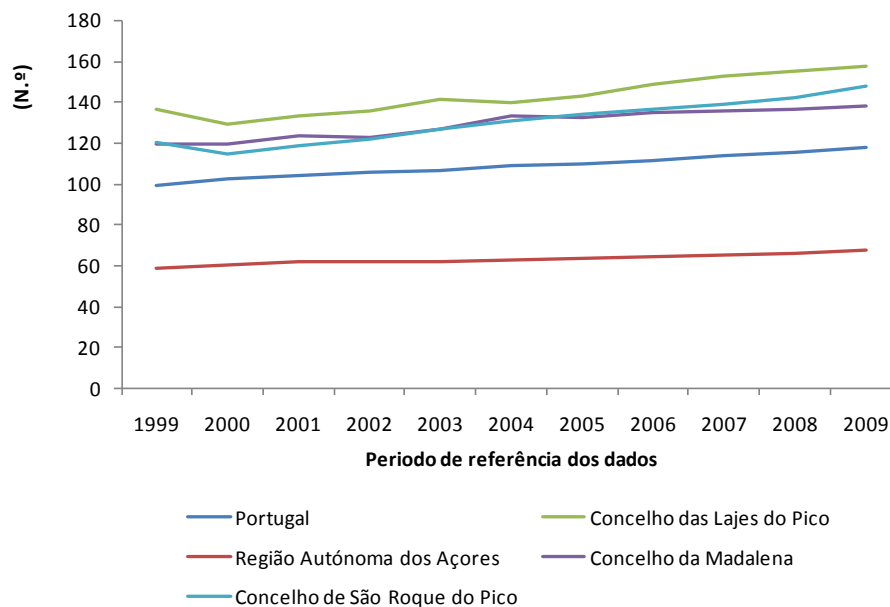
A taxa de mortalidade apresenta também valores bastante irregulares tendencialmente mais elevados do que os valores registados para Portugal e para a RAA, podendo este fenómeno ser justificado pelo aumento do índice de envelhecimento (relação existente entre o número de idosos e a população jovem) (Figura 2.5.3 e Figura 2.5.4).



Fonte: INE

Figura 2.5.3 | Taxa de Mortalidade.

Os concelhos da ilha do Pico têm uma relação mais elevada entre os residentes com 65 ou mais anos e a população jovem, que a RAA e Portugal. Como podemos observar pela Figura 2.5.4 as linhas de tendência para os três concelhos estão bastante próximas e seguem a mesma tendência.



Fonte: INE

Figura 2.5.4 | Índice de envelhecimento.

Na ilha do Pico verifica-se um decréscimo da taxa de crescimento natural (Quadro 2.5.5) justificado pela elevada taxa de mortalidade e a redução da taxa de natalidade, fazendo com que o número de óbitos seja superior ao número de nados vivos, num determinado ano. Contudo, a taxa de crescimento migratório contribui para que o crescimento efetivo não seja negativo de 2002 a 2009.

**Quadro 2.5.5** | Taxa de crescimento natural

Local de residência	Taxa de crescimento natural (%) por Local de residência; Anual										
	Período de referência dos dados										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Portugal	0,08	0,14	0,07	0,08	0,04	0,07	0,02	0,03	-0,01	0	-0,05
RAA	0,33	0,36	0,22	0,17	0,19	0,23	0,24	0,19	0,25	0,23	0,14
Concelho das Lajes do Pico	-0,71	-0,44	-1,03	-0,63	-0,74	-0,72	-0,68	-0,58	-0,78	-0,89	-0,41
Concelho da Madalena	-0,34	-0,50	-0,66	-0,59	-0,29	-0,32	-0,69	-0,14	-0,38	-0,60	-0,33
Concelho de São Roque do Pico	-1,04	-0,17	-1,01	-0,59	-0,33	-0,49	-0,56	-0,27	-0,47	-0,03	-0,52

Fonte: INE

Para o período em análise verifica-se que o crescimento migratório atingiu um ponto máximo nos anos 2002/2003. No ano de 2002 Portugal tinha uma taxa de crescimento migratório (diferença entre o número de entradas e saídas por migração) de 0,68%, no ano de 2002 a RAA tinha uma taxa de crescimento migratório de 0,33% e a ilha do Pico de 3,56%, assistindo-se de seguida a uma tendência generalizada de diminuição do ritmo de crescimento, salientando-se apenas que embora a ilha do Pico apresente valores que acompanham a tendência de Portugal e da RAA estes são sempre superiores durante o período de análise, com exceção do concelho de lajes do Pico (Quadro 2.5.6).

**Quadro 2.5.6** | Taxa de crescimento migratório

Local de residência	Taxa de crescimento migratório (%) por Local de residência; Anual										
	Período de referência dos dados										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Portugal	0,37	0,46	0,63	0,68	0,61	0,45	0,36	0,25	0,18	0,09	0,14
RAA	-0,37	-0,44	0,01	0,33	0,34	0,26	0,22	0,13	0,16	0,09	0,1
Ilha do Pico	0,20	0,31	0,69	1,19	1,10	0,96	0,83	0,71	0,78	0,61	0,65
Concelho das Lajes do Pico	-0,57	-0,46	-0,12	0,20	0,16	0,06	0	-0,13	-0,06	-0,19	-0,17
Concelho da Madalena	1,01	1,08	1	1,29	1,25	1,17	1,03	0,98	1	0,90	0,92
Concelho de São Roque do Pico	0,17	0,31	1,18	2,07	1,90	1,66	1,45	1,28	1,40	1,12	1,19

Fonte: INE

A taxa de crescimento efetivo revela que Portugal se encontra numa fase de diminuição do ritmo de crescimento populacional. Apesar do decréscimo da taxa de crescimento populacional, a partir do ano 2003 esta é positiva para Portugal (com 0,10%), para a RAA (0,24%), bem como para a ilha do Pico (0,67%), no entanto, para o concelho de Lajes do Pico a taxa de crescimento efetivo segue uma linha de tendência negativa em todo o período de referência dos dados. Salienta-se, que o crescimento efetivo da ilha do Pico só é possível devido à manutenção positiva da taxa de crescimento migratório (Quadro 2.5.7).

**Quadro 2.5.7** | Taxa de crescimento efetivo

Local de residência	Taxa de crescimento efetivo (%) por Local de residência; Anual										
	Período de referência dos dados										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Portugal	0,45	0,60	0,71	0,75	0,64	0,52	0,38	0,28	0,17	0,09	0,10
RAA	-0,03	-0,08	0,23	0,50	0,53	0,49	0,46	0,32	0,41	0,32	0,24
Ilha do Pico	-0,50	-0,06	-0,22	0,58	0,65	0,45	0,18	0,38	0,23	0,11	0,22
Concelho das Lajes do Pico	-1,29	-0,90	-1,15	-0,43	-0,57	-0,66	-0,68	-0,71	-0,84	-1,08	-0,58

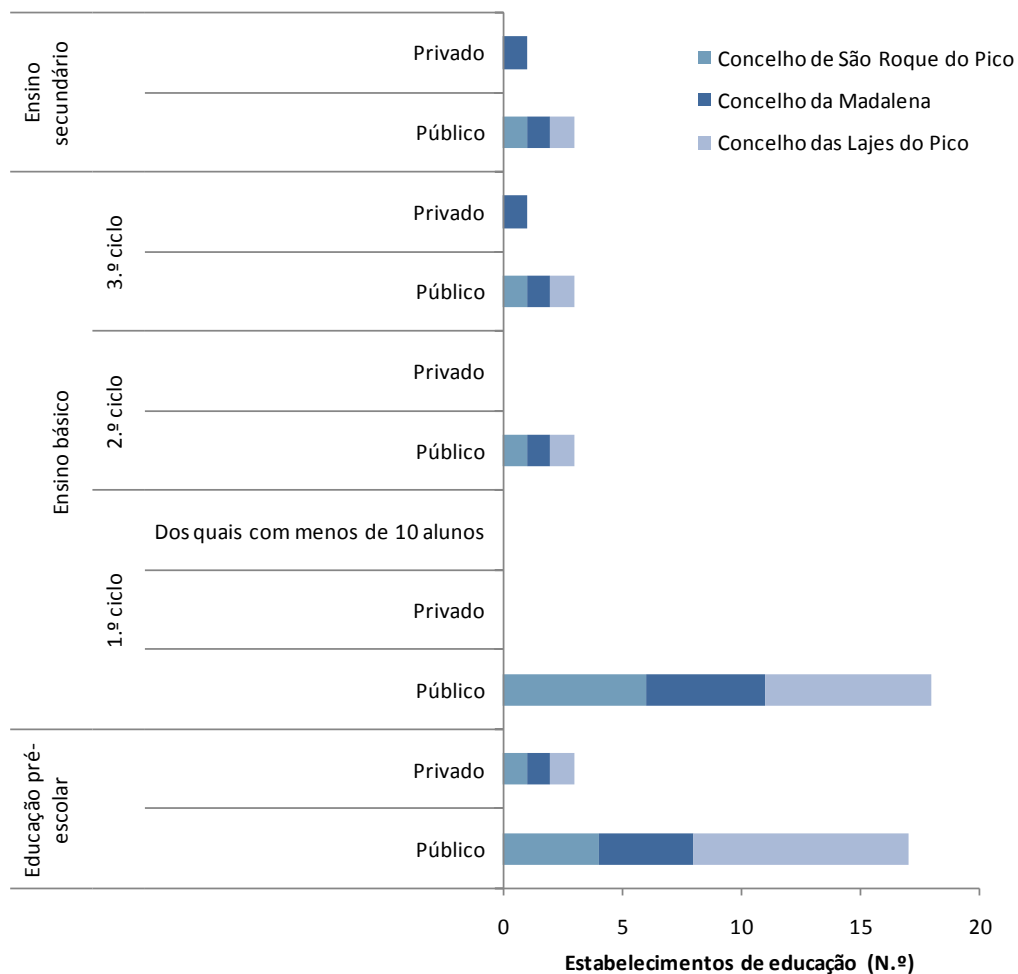


Local de residência	Taxa de crescimento efetivo (%) por Local de residência; Anual Período de referência dos dados										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Concelho da Madalena	0,67	0,58	0,33	0,69	0,95	0,84	0,34	0,83	0,62	0,30	0,58
Concelho de São Roque do Pico	-0,87	0,14	0,17	1,48	1,57	1,17	0,89	1,01	0,92	1,10	0,67

Fonte: INE

De acordo com análise dos indicadores acima descritos conclui-se que a população da ilha do Pico manifesta uma tendência de envelhecimento, (acompanhando a tendência da RAA e do País), uma vez que, como referido anteriormente o crescimento efetivo tem diminuído, a taxa de natalidade é cada vez mais reduzida, assistindo-se a um ligeiro aumento da taxa de mortalidade e índice de envelhecimento, agravado pela ligeira diminuição da taxa de crescimento migratório.

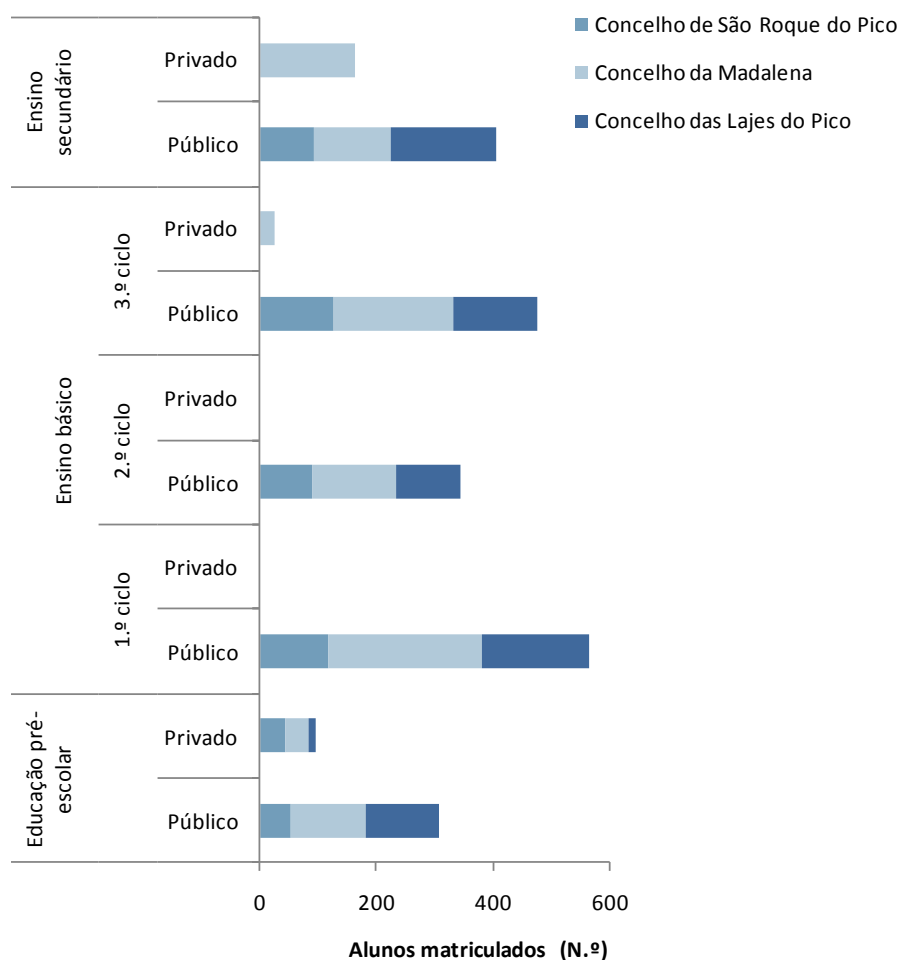
No que refere aos estabelecimentos de educação/ensino, a ilha do Pico dispõe de 20 estabelecimentos de educação pré-escolar, 25 estabelecimentos de ensino básico e 4 estabelecimentos de ensino secundário, sendo que do total de 49 estabelecimentos de ensino, 10,20% têm uma natureza institucional privada (Figura 2.5.5).



Fonte: INE

Figura 2.5.5 | Estabelecimentos de educação/ensino por município segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional, 2008/2009.

No ano letivo de 2008/2009 encontravam-se matriculados 405 alunos na educação pré-escolar, 1 412 alunos estavam matriculados no ensino básico e 570 alunos estavam matriculados no ensino secundário. No total encontravam-se matriculados em estabelecimentos de ensino 2 387 alunos, dos quais 287 alunos frequentavam o ensino privado (Figura 2.5.6).



Fonte: INE

**Figura 2.5.6 |** Número de Alunos matriculados segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional do estabelecimento, 2008/2009.

No que refere aos instrumentos e equipamentos de proteção social na saúde e na doença, a ilha do Pico não dispõe de hospitais privados e/ou oficiais (INE, 2008). Cada concelho possui um centro de saúde com internamento, sendo que o centro de saúde do concelho de Lajes do Pico tem 5 extensões, o centro de saúde do concelho da Madalena também tem 5 extensões e o concelho de São Roque tem 3 extensões (INE, 2008). Refere-se ainda que a ilha do Pico possui 4 farmácias e nenhum posto farmacêutico móvel (Quadro 2.5.8).

**Quadro 2.5.8 |** Farmácias e postos farmacêuticos (n.º) por localização geográfica

Unidade geográfica	Total	Farmácias	Postos farmacêuticos móveis
RAA	68	47	21
Ilha do Pico	4	4	0

Fonte: INE

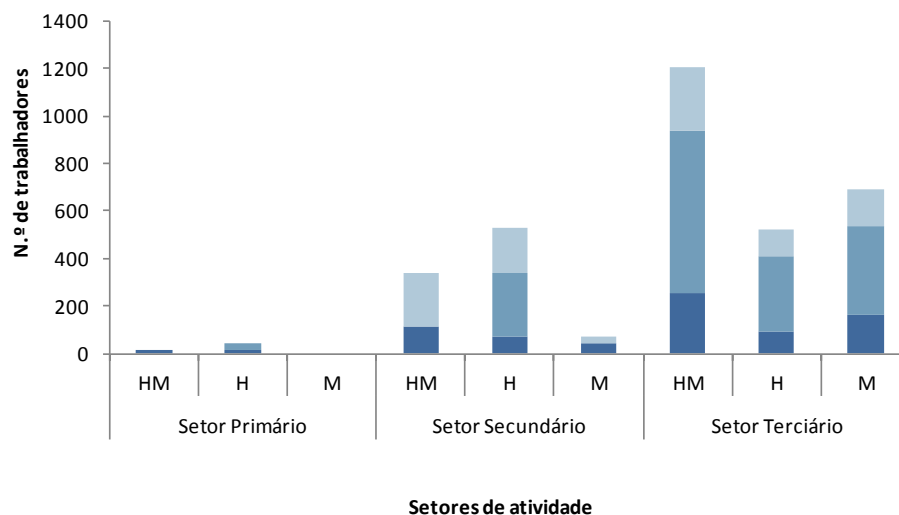
De acordo com os dados do INE, relativos aos trabalhadores por conta de outrem constatou-se que no ano 2008 a ilha do Pico tinha 1959 trabalhadores por conta de outrem, em que o concelho da Madalena empregava o maior número de indivíduos. Os setores de atividade com maior expressão na ilha do Pico são o Terciário absorvendo cerca de 61,61% dos trabalhadores por conta de outrem, (sendo que 19,75% desses trabalhadores se encontram no concelho de Lajes do Pico, 55,28% no concelho da Madalena e 24,96% dos trabalhadores por conta de outrem encontram-se no concelho de São Roque do Pico), seguindo-se o setor de atividade Secundário com cerca de 27,10% dos trabalhadores por conta de outrem e o setor Primário com 2,24% dos trabalhadores por conta de outrem.

No concelho de Lajes do Pico existem 15 trabalhadores do género masculino empregues no setor Primário, no setor Secundário existem 72 homens e 43 mulheres enquanto que no setor Terciário existem 93 homens e 164 mulheres.

O concelho da Madalena é o concelho com mais trabalhadores por conta de outrem do género masculino em todos os setores de atividade, no entanto, o Anuário Estatístico dos Açores para o ano de 2009 não dispunha dos valores referentes ao total de trabalhadores e trabalhadores do sexo feminino empregues no setor Primário e setor Secundário, não sendo por isso possível fazer uma análise com maior detalhe para este concelho.

No concelho de São Roque do Pico, não existem trabalhadores por conta de outrem no setor de atividade Primário, no setor Secundário existem 194 homens e 27 mulheres e no setor Terciário 113 homens e 155 mulheres.

É de referir que o sexo masculino se reparte mais pelo setor Primário e Secundário enquanto que o sexo feminino se encontra mais concentrado no setor Secundário e Terciário (Figura 2.5.7).



■ Concelho de Lajes do Pico ■ Concelho da Madalena ■ Concelho de São Roque do Pico

Fonte: INE

**Figura 2.5.7 |** Trabalhadores por conta de outrem nos estabelecimentos por município, segundo o setor de atividade (CAE-Rev.3) e o sexo, 2008.

A ilha do Pico tinha no ano em análise 2 969 trabalhadores e destes, 94,8% eram trabalhadores por conta de outrem. Apesar de 45,5% dos trabalhadores terem menos de 35 anos o seu nível de escolaridade é baixo porque 29% têm apenas o 1º ciclo. Cerca de 32% dos trabalhadores estão há menos de um ano nas empresas e 60,7% têm menos de 5 anos de permanência. Os quadros superiores nesta ilha representam 6,4% do total e o nível de qualificação que

aparece com maior percentagem é o dos profissionais qualificados com 31,5%. Cerca de 62,1% dos trabalhadores por conta de outrem estão inseridos em três grupos de profissões: Operários, artífices e similares (26,9%), Pessoal dos serviços e vendedores (19,2%) e Trabalhadores não qualificados (16%) (Quadro 2.5.9).

**Quadro 2.5.9** | Número total de trabalhadores por atividades, segundo o setor de atividade (CAE-Rev.3), ano 2009

Atividades	Total	Patrão	Trabalhador familiar não remunerado	Trabalhador por conta de outrem	Outra
<b>Total</b>	<b>2 969</b>	<b>117</b>	<b>1</b>	<b>2 813</b>	<b>38</b>
A. Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca	102	10		92	
01/02 Agricultura, produção animal, caça e silvicultura	17	2		15	
03 Pesca e aquicultura	85	8		77	
B. Indústrias extrativas	6			6	
C. Indústrias transformadoras	594	18		573	3
D. Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria, ar frio	41			41	
E. Distribuição de água, saneamento e resíduos					
F. Construção	629	17		609	3
G. Comércio, reparação de veículos automóveis	611	37	1	565	8
H. Transportes e armazenagem	120	4		115	1
I. Alojamento, restauração e similares	195	8		181	6
J. Atividades de informação e comunicação	34	1		33	
K. Atividades financeiras e de seguros	73			73	
L. Atividades imobiliárias	1				1
M. Atividades de consultoria, científicas e técnicas	37	5		31	1
N. Atividades administrativas e serviços de apoio	94	6		88	
O. Adm. Pública, defesa, segurança social obrigatória	82			82	
P. Educação	27			26	1
Q. Atividades de saúde humana e apoio social	238	7		219	12
R. Atividades artísticas, desportivas e recreativas	43	3		38	2
S. Outras atividades de serviços	42	1		41	
U. Organismos internacionais e extraterritoriais					

Fonte: Observatório do Emprego e Formação Profissional

A RAA à data dos Censos 2001 representava 2,8% da população ativa em Portugal e a ilha do Pico representava 4% da população ativa da RAA. A análise do quadro 2.5.9 permite ainda aferir que a maioria da população ativa se concentra na faixa etária dos 15-24 anos e 25-64 anos, considerando-se que é uma população jovem. Verifica-se ainda que a maior percentagem da população ativa se concentra no concelho da Madalena (Quadro 2.5.10).

**Quadro 2.5.10** | População ativa (n.º) por local de residência (à data dos Censos 2001) por grupo etário

Unidade geográfica	Grupos etários		
	15-24	25-64	65 e mais
Portugal	730 228	4 169 788	90 192
Continente	692 884	3 998 796	86 435

Unidade geográfica	Grupos etários		
	15-24	25-64	65 e mais
RAA	20 120	80 078	1 290
Ilha do Pico	680	3 182	95
Concelho das Lajes do Pico	285	1 674	27
Concelho da Madalena	496	2 209	34
Concelho de São Roque do Pico	176	1 197	21

Fonte: INE

## 2.5.2 | Características setoriais e territoriais das atividades económicas

### 2.5.2.1 | Agropecuária

O clima dos Açores é caracterizado, em média, por uma reduzida amplitude térmica anual e diária, por elevados níveis de precipitação e humidade relativa, e por um ligeiro défice hídrico estival. Geralmente, os níveis de precipitação e humidade relativa sobem de leste para oeste, no arquipélago, da costa sul para a norte, em cada ilha e com a altitude em geral.

A temperatura e a insolação descem acentuadamente com a altitude. Assim, abaixo dos 300m de altitude, o nível tradicionalmente associado à terra arável, é possível realizar uma grande diversidade de culturas, do milho às hortícolas e da vinha à bananeira.

Acima dos 300m as possibilidades de diversificação cultural reduzem-se até se resumirem praticamente às pastagens e forragens ou à floresta. Algumas culturas, como por exemplo a beterraba, ainda são possíveis acima dos 300m mas a esta altitude a qualidade da produção como matéria-prima para a indústria é muito baixa.

Por outro lado, abaixo dos 300m, as possibilidades de intensificação forrageira, nomeadamente baseada no milho para forragem são muito superiores às do patamar acima. Tomando aquela altitude como limite superior da zona onde as possibilidades de intensificar e diversificar são maiores, verificamos que tal zona representa cerca de metade do território açoriano

As estruturas de produção agrícola nos Açores apresentam importantes limitações que são agravadas pela insularidade do território e pela grande dispersão por 9 ilhas, algumas delas com uma dimensão muito reduzida e com o acesso muito penalizado relativamente, quer ao abastecimento em fatores de produção, quer ao escoamento da produção, quer ao enquadramento técnico-administrativo.

Além disso, a superfície agrícola por exploração é muito reduzida e dispersa por um grande número de blocos com uma dimensão média normalmente muito limitada e, em muitos casos, de difícil acesso (SIARA - Sistema de Informação da RAA).

A economia da RAA encontra-se muito dependente do setor terciário, contudo, a população ativa que trabalha no setor primário é ainda significativa, principalmente ligada à pecuária.

A utilização das terras na RAA é dominada pelas pastagens permanentes, tendo-se verificado no período intercensitário (1989-1999) uma diminuição da superfície das explorações agrícolas dedicadas às culturas permanentes, terras aráveis

e superfície florestal e um aumento da área das pastagens permanentes (Secretaria Regional da Agricultura e Floresta, 2007).

No ano de 1999 existiam na RAA 19 280 explorações agrícolas com uma área de 140 553 hectares, em que 99,7% do n.º total de explorações tinham superfície agrícola utilizada com uma área 121 308 hectares (correspondendo a 86% da área total das explorações agrícolas). O Continente detém 92% do número total de explorações do País, enquanto a Região dos Açores detém apenas 4,6%.

No que refere ao número de explorações com Superfície Agrícola Utilizável (SAU), o Continente representa 92% do total de explorações nesta condição, com uma área de 3 736 165 hectares (correspondendo a 97% da área total das explorações com SAU do País), enquanto que a Região dos Açores apenas representa 4,7% do total de explorações nesta condição, com uma área que corresponde a 3% da área total das explorações com SAU do País (Quadro 2.5.11).

A ilha do Pico representa 14% do número de explorações na RAA e 16% da área total das explorações agrícolas. O concelho com maior número de explorações é a Madalena com 41%, seguindo-se o concelho das Lajes do Pico (com 38% do número de explorações agrícolas) e por último o concelho de São Roque do Pico (21%).

**Quadro 2.5.11 | Explorações agrícolas**

Unidade geográfica	N.º de explorações agrícolas, 1999	Explorações agrícolas (ha), 1999	N.º de explorações com SAU, 1999	Explorações agrícolas com SAU (ha), 1999
Portugal	415 969	5 188 939	412 612	3 863 094
Continente	382 163	5 039 582	378 880	3 736 165
RAA	19 280	140 553	19 230	121 308
Ilha do Pico	2649	23 000	2 647	19 210
Concelho das Lajes do Pico	1 006	9 690	1 005	8 132
Concelho da Madalena	1 088	7 250	1 087	6 138
Concelho de São Roque do Pico	555	6 060	555	4 940

Fonte: INE, RGA, 1999 – RAA

O número de explorações com culturas permanentes da RAA representa 3% do número de explorações com culturas permanentes no País. As culturas permanentes com maior dimensão na RAA são a vinha, os citrinos e os frutos tropicais. Na ilha do Pico as culturas com maior número de explorações são a vinha e os citrinos, representando cada cultura 31% e 30% (respetivamente) do número de exploração que praticam este tipo de culturas na Região (Quadro 2.5.12).

**Quadro 2.5.12 | Culturas permanentes**

Unidade Geográfica	Unidades	Culturas permanentes	Frutos frescos	Citrinos	Frutos sub-tropicais	Frutos secos	Olival	Vinha	Viveiros	Chá	Vime	Outras culturas permanentes
Portugal	expl (nº)	342 918	64 772	45 863	10 554	50 869	159 029	246 934	981	3	454	938
	área (ha)	711 648	52 670	23 361	2 592	80 408	335 029	215 046	1 622	40	64	548
Continente	expl (nº)	320 484	6 477	37 657	1 781	49 738	159 029	232 399	839	-	13	899
	área (ha)	705 252	52 276	22 337	1 186	80 227	335 029	211 828	1 590	-	6	541
RAA	expl (nº)	10 751	1 845	7053	3 939	721	-	5 771	132	3	-	20

Unidade Geográfica	Unidades	Culturas permanentes	Frutos frescos	Citrinos	Frutos subtropicais	Frutos secos	Olival	Vinha	Viveiros	Chá	Vime	Outras culturas permanentes
	área (ha)	3 662	177	922	665	102	-	1 699	25	40	-	7
Ilha do Pico	expl (nº)	2 403	362	2 034	811	166	-	1 762	3	-	-	1
	área (ha)	1 121	39	205	49	9	-	812	1	-	-	...

Fonte: INE, RGA, 1999 – RAA

Na RAA existiam à data do RGA 99 13 354 explorações que praticavam culturas temporárias, ocupando uma extensão de 17 349 hectares, representando 4,4% do número de explorações que cultivam culturas temporárias no País. No que refere às culturas temporárias prevalece na ilha do Pico as explorações com culturas forrageiras, cereais para grão e batata (Quadro 2.5.13 e Quadro 2.5.14)

Quadro 2.5.13 | Culturas temporárias

Unidade Geográfica	Total		Cultura principal		Cultura secundária	
	Expl (nª)	Área (ha)	Expl (nª)	Área (ha)	Expl (nª)	Área (ha)
<b>Ilha do Pico</b>						
<b>Culturas temporárias</b>	2 350	1 840	2 346	1 074	1 251	770
Cereais para grão	1 253	269	1131	255	200	13
Leguminosas secas para grão	728	34	444	15	332	19
Prados temporários	-	-	-	-	-	-
Culturas forrageiras	856	1 290	466	567	831	725
Batata	2 164	139	2 042	135	144	6
Beterraba sacarina	3	0	3	0	-	-
Culturas industriais	2	...	2	...	-	-
Culturas horticolas	20	1	20	1	1	...
Flores e plantas ornamentais	7	2	7	2	-	-
Sementes de culturas forrageiras	5	0	2	...	3	0
Sementes e propágulos de outras culturas não lenhosas	-	-	-	-	-	-
Outras culturas temporárias	1642	106	1 580	101	128	5

Fonte: INE, RGA, 1999 – RAA

Quadro 2.5.14 | Culturas Agrícolas

Localização Geográfica	Culturas Agrícolas (Principais)	2005 Produção	2006 Produção
Ilha do Pico	Batata do Cedro (t)	449	449
	Batata do Tarde (t)	583	583
	Milho-FORAGEM (t)	26 241	24 404
	Milho-Grão (t)	586	586

Fonte: SREA

O Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas 2005 (IEEA 05) apurou cerca de 324 mil explorações agrícolas em Portugal, menos 92 mil que o RGA 99. Sendo Que, em cada 6 anos, praticamente uma em cada cinco explorações

desapareceu. Na RAA o número de explorações também decresceu 21% comparativamente com os valores registados no RGA 99. A análise da evolução do número de explorações por classes de dimensão da SAU, revela que foram as explorações mais pequenas que desapareceram, aumentando assim a SAU média por exploração (Quadro 2.5.15). Constatou-se ainda, que de acordo com os dados do RGA 99, o número de explorações agrícolas com SAU da RAA representam 4,7% do número de explorações com SAU existentes em Portugal e 3,1% da área (ha) das explorações com SAU no País.

**Quadro 2.5.15** | Dimensão média das explorações, por região (1999-2005)

Unidade geográfica	1999	2005	Varição (1999-2005) %
Portugal	9,3	11,4	22,3
Continente	9,8	12,0	22,3
R. A. Açores	6,3	8,0	27,7

Fonte: INE

Na ilha do Pico existiam (à data do RGA 99) 4 821 explorações com efetivo animal (representando 14% do número de explorações com efetivo animal na Região) e o efetivo animal da ilha totalizava os 53 533 (correspondendo a 5,5% do efetivo animal na Região. No que refere ao efetivo pecuário, na ilha do Pico existiam 2 389 explorações com um efetivo pecuário de 25 264 (correspondendo a 13% do número total de explorações e 8% do número total de efetivo pecuário na ilha do Pico) (Quadro 2.5.16).

**Quadro 2.5.16** | Efetivo animal por espécie e explorações agrícolas com efetivo animal

Espécies	Portugal		Continente		RAA		Ilha do Pico	
	Explorações (nº)	Efetivo (nº)	Explorações (nº)	Efetivo (nº)	Explorações (nº)	Efetivo (nº)	Explorações (nº)	Efetivo (nº)
Bovinos	102 457	1 415 188	90 617	1 172 437	9 873	238 396	820	19 667
Suínos	132 630	2 418 426	121 681	2 332 864	7 188	61 894	1 075	3 992
Ovinos	71 203	537	69 360	2 917 719	845	4 951	108	341
Caprinos	55 014	241	49 164	519 018	3 014	9 063	386	1 264
Equídeos	62 439	96 741	58 162	90 544	4 261	5 885	357	415
Aves	265 670	42 631 471	247 348	41 397 586	10 380	676 718	1 982	27 216
Coelhos	100 097	1 673 702	98 351	1 654 957	645	5 882	42	174
Colmeias e cortiços	17 220	285 230	16 680	279 928	212	3 255	51	464
Efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos)	361 304	3 834 392	330 822	6 942 038	17 906	300 290	2 389	25 264

Fonte: INE, RGA, 1999 – RAA

## 2.5.2.2 | Pesca

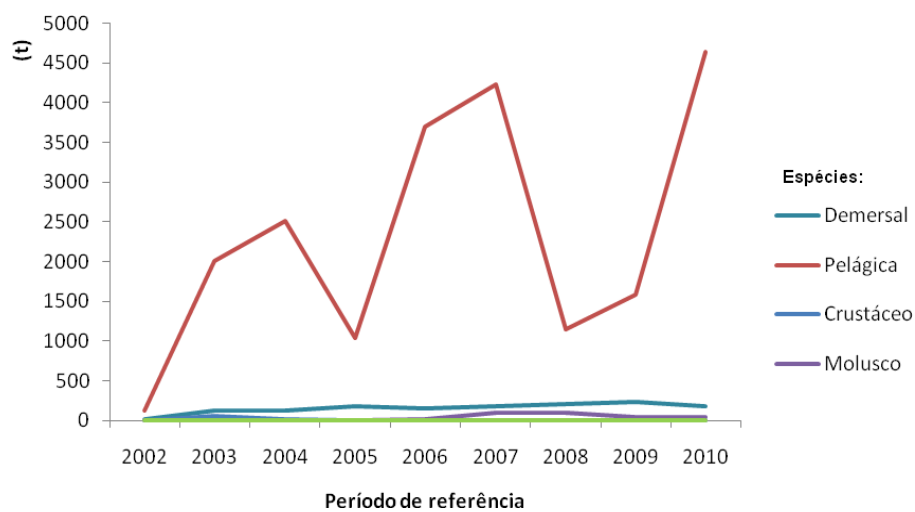
A atividade piscatória tem uma relevância económica importante para a RAA, representando 5% do emprego e 40% das exportações, segundo dados da Comissão Europeia (2006). O principal alvo na pesca demersal é o goraz devido ao seu valor económico.

A atividade da pesca continua a exercer uma significativa influência no ordenamento do território de alguns aglomerados nos Açores, dominados pelo efeito indutor de movimentos e de serviços de pequena escala que os portos piscatórios determinam (SRAM, 2007).



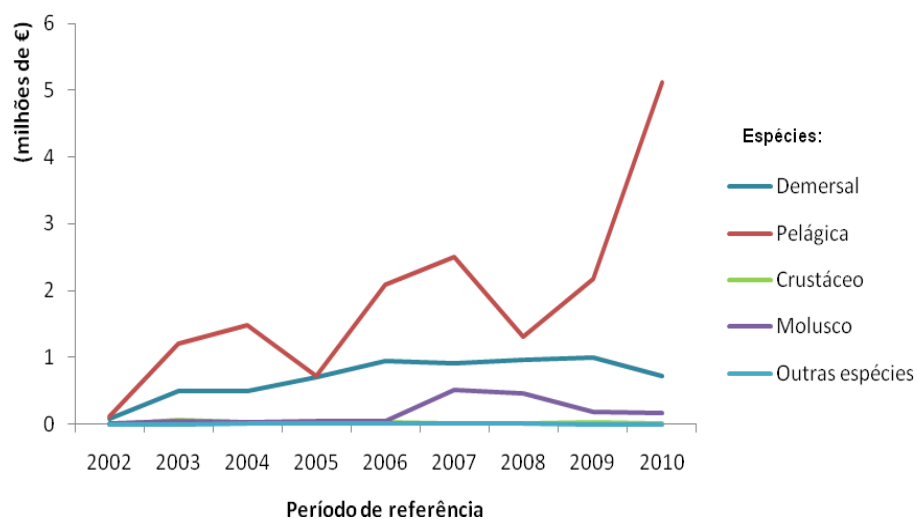
O setor de pescas açoriano possui inúmeras fragilidades, tal como acontece no Continente, relacionadas com uma frota pesqueira antiquada e pouco competitiva, sem condições para armazenar peixe por tempo prolongado e sem condições para saídas superiores a 24 horas. Esta situação torna-se ainda mais problemática, uma vez que existem incentivos regionais e comunitários importantes para a modernização da frota pesqueira (SRAM, 2007).

A atividade piscatória, medida pelo pescado descarregado no Porto da Madalena do Pico, traduziu-se no ano de 2010 em volumes da ordem das 4 863 toneladas, às quais correspondem valores brutos na ordem de 6 028 062 milhões de euros, embora se trate de uma atividade com fortes flutuações, nomeadamente devido a flutuações de preço (Figura 2.5.8 e Figura 2.5.9). Verifica-se ainda que as maiores quantidades de pescado descarregado são das espécies pelágica e o demersal, sendo estas que também tem um maior valor económico associado.



Fonte: SREA

Figura 2.5.8 | Total de Pesca descarregada no porto da ilha do Pico.



Fonte: SREA

Figura 2.5.9 | Valor de Pesca descarregada no porto da ilha do Pico (milhões de €).

O setor das pescas e aquicultura da RAA representa 12% do volume de negócios e 10% do valor acrescentado bruto gerado pelas empresas deste setor, no total de empresas do País que desenvolvem atividades de pesca e aquicultura e corresponde ainda a 10% do número de empresas e pessoal ao serviço.

A ilha do Pico representa 18% do valor acrescentado bruto gerado pelas empresas da Região que desenvolvem a atividade de pesca e aquicultura. Esta ilha representa ainda 41% do volume de negócios nas empresas deste setor e 15% das empresas do setor das pescas na Região. O concelho que mais se destaca na atividade da pesca e aquicultura é a Madalena, uma vez que detêm 93% do volume de negócios das empresas deste setor na ilha do Pico, 61% do pessoal ao serviço e 73% do VAB (Quadro 2.5.17).

**Quadro 2.5.17** | Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas do setor das pescas e aquicultura para o ano 2008

Unidade geográfica	VAB (milhares de €)	Empresas (n.º)	Vol. de negócios (milhares de €)	Pessoal ao Serviço (n.º)
Portugal	187 650	4 792	408 370	13 513
Continente	161 756	4 231	349 265	11 700
RAA	20 064	497	49 036	1 384
Ilha do Pico	3 664	89	20 456	211
Concelho das Lajes do Pico	848	39	1 201	68
Concelho da Madalena	2 661	39	19 031	129
Concelho de São Roque do Pico	155	11	224	14

Fonte: INE

### 2.5.2.3 | Indústria transformadora

O setor das indústrias transformadoras da RAA representa 1% do volume de negócios e do valor acrescentado bruto gerado pelas empresas deste setor no total de empresas do País que desenvolvem atividades no setor das indústrias transformadoras e corresponde ainda a 1,5% do número de empresas e 1% do pessoal ao serviço.

A ilha do Pico representa 1,7% do volume de negócios nas empresas deste setor de atividade na Região e 1,4% do valor acrescentado bruto. No que refere ao número de empresas deste setor, a ilha do Pico representa 11% do número total de empresas na R.A. Açores e 4% do pessoal ao serviço nas empresas das indústrias transformadoras.

Mais uma vez, o concelho que maior representatividade tem na ilha, no que refere ao setor de atividade em análise, é o concelho da Madalena (Quadro 2.5.18).

**Quadro 2.5.18** | Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas das indústrias transformadoras para o ano 2008

Unidade geográfica	Volume de negócios (milhares de €)	Valor acrescentado bruto (milhares de €)	Empresas (n.º)	Pessoal ao serviço (n.º)
Portugal	83 071 315	18 923 047	79 589	773 090
Continente	81 854 539	18 622 447	77 432	758 522
RAA	798 453	157 759	1 180	8 205
Ilha do Pico	13 690	2 167	131	311
Concelho das Lajes do Pico	6 510	379	32	93

Unidade geográfica	Volume de negócios	Valor acrescentado bruto	Empresas (n.º)	Pessoal ao serviço (n.º)
Concelho da Madalena	4 246	1 300	62	129
Concelho de São Roque do Pico	2 934	488	37	89

Fonte: INE

#### 2.5.2.4 | Turismo

O setor turístico tem uma importância crescente em toda a Região Autónoma, consagrada em diversos instrumentos de política setorial e de gestão territorial, como são os casos concretos do Plano de Ordenamento Turístico da RAA (POTRAA) e do Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores (PROTA), estando a estratégia de desenvolvimento turístico materializada no Modelo Territorial do PROTA em função da assumpção das opções estratégicas definidas no POTRAA (SRAM, 2009). No que refere ao posicionamento estratégico a ilha do Pico integra-se na periferia próxima (1.ª ordem)

Atentando agora à sua distribuição espacial, pode começar por afirmar-se que o concelho da Madalena é o que apresenta maior oferta de alojamento, com 277 camas: 140 camas no “Hotel Residencial Caravelas” (3\*), 145 no “Hotel Pico” (2\*) e as restantes 12 no turismo em espaço rural (TER) “Pocinho Bay”.

O concelho das Lajes do Pico, embora seja aquele que apresenta maior número de unidades de alojamento, não supera a oferta de camas do concelho da Madalena, uma vez que predominam as pequenas unidades de turismo em espaço rural. Os dois estabelecimentos turísticos convencionais existentes neste município oferecem 109 camas, divididas em 41 camas oferecidas pela “Pensão Residencial de 3ª categoria Whale Come ao Pico” e 68 camas pelo “Hotel-apartamentos Aldeia da Fonte” (4\*). No concelho de São Roque do Pico está apenas identificada uma Pensão (28 camas), prevalecendo a oferta ao nível do TER (SRAM, 2009).

Ao nível do Turismo em Espaço Rural é o concelho de São Roque do Pico que se revela mais dinâmico, e o único que aparece referenciado em estatísticas oficiais de turismo, com o mesmo número de unidades de alojamento do que o concelho das Lajes do Pico, mas com maior oferta de camas (de acordo com a informação que foi possível compilar). Dentro desta tipologia prevalecem as Casas de Campo, com 7 unidades identificadas na DRT, a que corresponde uma capacidade de alojamento de 32 camas. De registar ainda a existência de uma unidade de Turismo de Habitação (“Casa das Barcas”), com uma oferta de 6 camas (SRAM, 2009).

O número de estabelecimentos hoteleiros tem vindo a manter-se constante na ilha do Pico, atingindo em 2009 os 4 estabelecimentos hoteleiros.

Observa-se uma expansão assinalável nos últimos anos que se continuará a verificar a um ritmo sustentado, (SRAM, 2007), no entanto, partir de 2008, verificou-se uma redução do número de dormidas e hóspedes na R.A. Açores, sendo evidente a desaceleração do ritmo de crescimento turístico, uma vez que, comparativamente com Portugal, a procura turística dos Açores evoluiu acima da média nacional no período de 2001 a 2005 (Direção Regional de Turismo dos Açores).

No que refere ao número de dormidas e hóspedes verifica-se que o concelho da Madalena é o mais dinâmico da ilha do Pico, no entanto, de acordo com os dados do INE o número de dormidas e hóspedes regista um ligeiro decréscimo, acompanhando a tendência verificada na Região (Quadro 2.5.19 e Quadro 2.5.20).

**Quadro 2.5.19 |** Dormidas (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual

Localização geográfica	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
RAA	777 935	804 028	965 084	1 135 588	1 180 096	1 184 375	1 127 513	1 004 804
Concelho das Lajes do Pico	12 951	13 971	13 320	12 154	13 547	12 705	10 754	...
Concelho da Madalena	36 262	39 118	37 296	34 031	37 931	35 574	30 110	...
Concelho de São Roque	2 590	2 794	2 664	2 431	2 709	2 541	2 151	...

Fonte: INE

**Quadro 2.5.20 |** Hóspedes (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual

Localização geográfica	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
RAA	249 179	239 796	281 419	281 419	337 213	x	353 479	327 901
Concelho das Lajes do Pico	5 265	5 255	5 288	4 791	5 420	5 018	4 571	...
Concelho da Madalena	14 741	14 715	14 806	13 414	15 175	1 4051	12 800	...
Concelho de São Roque	1 053	1 051	1 058	958	1 084	1 004	914	...

Fonte: INE

O VAB gerado pelas empresas de alojamento e restauração da ilha do Pico representa 2,7% do VAB Regional gerado pelas empresas deste setor de atividade. No que refere ao VAB total das empresas da ilha do Pico, este setor de atividade representa 6%. O concelho com maior representatividade na ilha do Pico é o da Madalena, uma vez que representa 61% do VAB das empresas deste setor, 51% do volume de negócios das empresas e pessoal ao serviço deste setor na ilha (Quadro 2.5.21).

**Quadro 2.5.21 |** Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas de alojamento e restauração para o ano 2008

Unidade geográfica	VAB (milhares de €)	Empresas (n.º)	Vol. de negócios (milhares de €)	Pessoal ao Serviço (n.º)
Portugal	3 440 738	85 528	9 844 191	289 439
Continente	3 109 382	81 935	9 088 192	269 955
RAA	70 675	1 455	194 960	5 468
Ilha do Pico	1 873	...	6 628	239
Concelho das Lajes do Pico	364	...	1 725	68
Concelho da Madalena	1 142	...	3 350	121
Concelho de São Roque do Pico	368	...	1 553	50

Fonte: INE

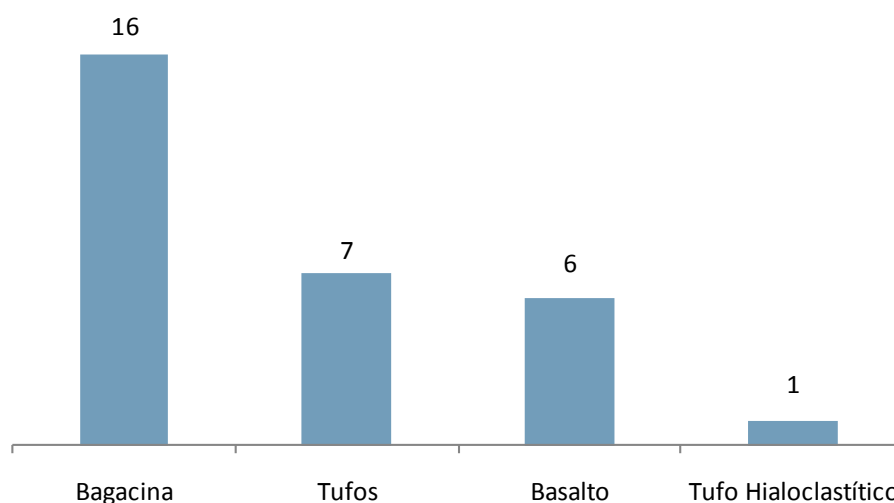
### 2.5.2.5 | Indústria extrativa

De acordo com o Estudo GEOVALIA – Prospecção e Avaliação de Recursos Minerais dos Açores (ARENA, 2007), na ilha do Pico foram identificadas 113 explorações e zonas de extração de inertes, em atividade ou abandonadas, das quais 30 explorações apresentavam claros indícios de atividade recente. Para 5 explorações de recursos minerais não foi possível confirmar se existia atividade atual ou abandono recente da área. As áreas identificadas distribuem-se administrativamente da seguinte forma:

- Concelho de Lajes do Pico com 39 explorações;
- Concelho da Madalena com 49 explorações;
- Concelho de São Roque do Pico com 20 explorações.

Existem 5 áreas que se localizam em 2 concelhos (3 entre Madalena e Lajes do Pico e 2 entre São Roque do Pico e Lajes do Pico).

Considerando a análise da Figura 2.5.10, os materiais geológicos explorados nas áreas identificadas são: a bagacina (em 106 explorações), o basalto (em 12 explorações).



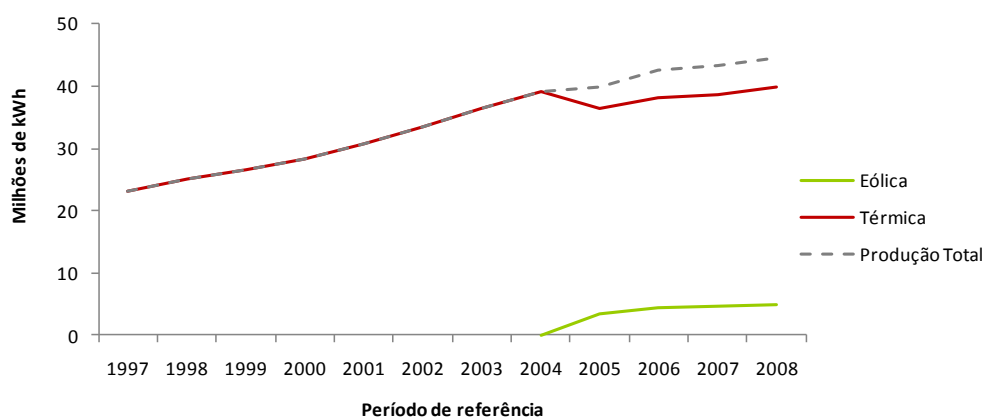
Fonte: ARENA, 2007

**Figura 2.5.10** | Materiais geológicos explorados e n.º de explorações identificadas.

### 2.5.2.6 | Energia

Na RAA existem problemas estruturais ao nível da produção de energia (Quadro 2.5.11) que não são passíveis de ser ultrapassados com base nas tecnologias atualmente disponíveis. A morfologia do mar dos Açores torna impossível a ligação elétrica por cabo entre as ilhas e, muito menos, à rede continental e europeia. Isto significa que cada ilha tem de ter um sistema de produção de energia elétrica independente e, portanto, suporta custos de produção de energia substancialmente elevados quando comparados com os continentais, (SRAM, 2007).

As fontes de energia primária nas diversas ilhas dos Açores baseiam-se sobretudo em combustíveis fósseis importados (fuel, gasóleo, gasolina). Todavia, as fontes de energia renováveis como a energia hídrica e eólica registam ainda evoluções pouco significativas. De acordo com dados da SREA, 96% da energia elétrica, no ano de 2008, era de origem térmica.



Fonte: SREA

Figura 2.5.11 | Produção de energia elétrica (kwh), por ano.

No que respeita ao consumo de energia, a procura doméstica representa a componente mais significativa, embora os consumos comerciais e serviços se mostrem mais dinâmicos nos últimos anos. Pelo contrário, os consumos industriais têm-se caracterizado por um crescimento muito modesto (Quadro 2.5.22).

Quadro 2.5.22 | Consumidores de eletricidade (N.º) por tipo de consumo para a ilha do Pico

Período de referência	Total	Doméstico	Não doméstico	Indústria	Agricultura
1998	7 280	6 190	985	97	8
1999	7 441	6 324	998	109	10
2000	7 577	6 438	1 014	115	10
2001	7 760	6 557	1 061	131	11
2002	7 910	6 674	984	242	10
2003	8 056	6 805	1 016	225	10
2004	8 234	6 930	1 146	147	11
2005	8 335	7 048	1 132	144	11
2006	8 449	7 148	1 146	144	11
2007	8 595	1 141	1 141	145	18
2008	8 730	7 432	1 135	145	18

Fonte: INE

### 2.5.2.7 | Contas regionais

A análise da repartição do VAB por grandes setores de atividade para o período 1998-2008, sistematizado no Quadro 2.5.23, permite identificar os grandes traços estruturais da economia açoriana. Esta análise é efetuada com base nos dados disponíveis do INE.

Constata-se um elevado grau de terciarização da economia, que tem como grande componente as atividades associadas à administração pública e aos setores sociais da educação e da saúde (atividades L, M e N do Quadro 2.5.23). O conjunto das atividades terciárias representava em 2008 74% do VAB, o setor secundário representava 16% do VAB e o setor primário representava 10% do VAB. Nos serviços de natureza económica destacam-se as atividades de comércio, transportes e atividades imobiliárias (atividades G, I, K do Quadro 2.5.23)

De 1998 a 2008 assiste-se a um aumento do contributo dos setores terciário e secundário (ainda que com um ritmo de crescimento menor) e a uma diminuição do VAB associado ao setor primário.

Salienta-se no entanto, que não é bem visível a relevância das atividades associadas ao turismo, contudo uma parte das atividades de comércio, de transporte e atividades imobiliárias possa ser induzida pelos serviços turísticos, uma vez que o VAB para as atividades de alojamento e restauração permanecem com uma importância relativamente pequena, (SREA, 2007) mas com tendência crescente.

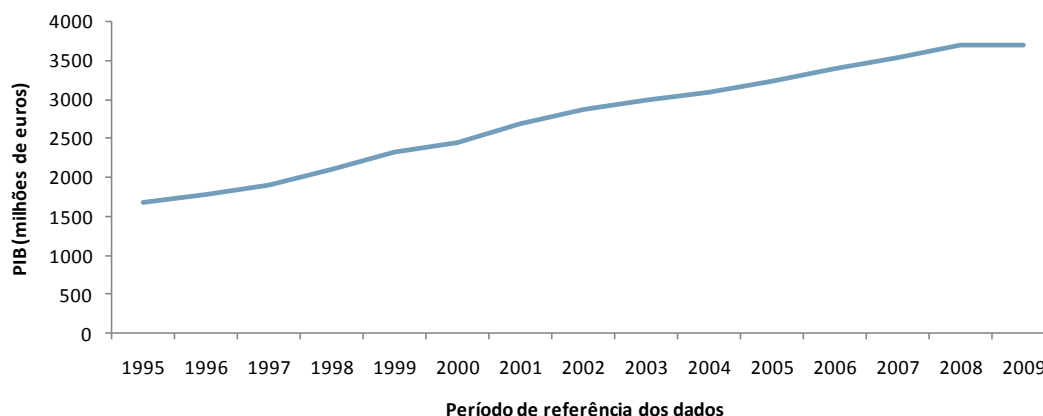
**Quadro 2.5.23** | Valor acrescentado Bruto (VAB) a preços de base por ramos de atividade e PIB a preços de mercado, em milhões de euros, base 2000

Código dos ramos/Descrição	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>A</b> Agricultura, Produção Animal, Caça e Silvicultura	224	258	255	258	267	267	275	269	258	236	213
<b>B</b> Pesca	34	37	41	37	44	46	48	52	58	69	63
<b>C</b> Industrias Extrativas	10	9	10	10	9	9	9	7	7	7	7
<b>D</b> Industrias Transformadoras	117	125	128	128	146	154	156	166	174	188	180
<b>E</b> Produção e distribuição de Eletricidade, Gás e Água	32	32	45	55	61	69	83	92	108	126	130
<b>F</b> Construção	129	130	132	166	172	161	173	162	164	175	173
<b>G</b> Comércio por Grosso e a Retalho; Reparação de Veículos Automóveis, Motociclos e Bens de Uso Pessoal e Doméstico	165	181	194	217	253	271	283	289	303	322	340
<b>H</b> Alojamento e Restauração (Restaurantes e Similares)	59	63	69	75	76	82	95	105	107	107	111
<b>I</b> Transportes, Armazenagem e Comunicações	139	164	164	192	188	191	191	200	218	225	228
<b>J</b> Atividades Financeiras	59	69	74	89	83	95	90	95	114	121	174
<b>K</b> Atividades Imobiliárias, Alugueres e Serviços Prestados às Empresas	192	206	217	236	249	276	283	311	310	325	320
<b>L</b> Administração Pública, Defesa e Segurança Social Obrigatória	266	285	294	308	335	356	372	385	415	409	423
<b>M</b> Educação	98	107	166	184	194	193	196	199	198	229	255
<b>N</b> Saúde e Ação Social	116	130	140	158	174	178	187	193	220	235	225
<b>O</b> Outras Atividades de Serviços Coletivos, Sociais e Pessoais	39	50	32	34	40	43	40	40	49	56	56
<b>P</b> Famílias com Empregados Domésticos	20	21	22	23	26	28	29	32	34	36	38
<b>Q</b> Organismos Internacionais e Outras Instituições Extraterritoriais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1 700</b>	<b>1 868</b>	<b>1 981</b>	<b>2 171</b>	<b>2 318</b>	<b>2 421</b>	<b>2 510</b>	<b>2 597</b>	<b>2 738</b>	<b>2 866</b>	<b>2 936</b>

Nota: Os dados de 2007 e 2008 ainda são preliminares

Fonte: INE

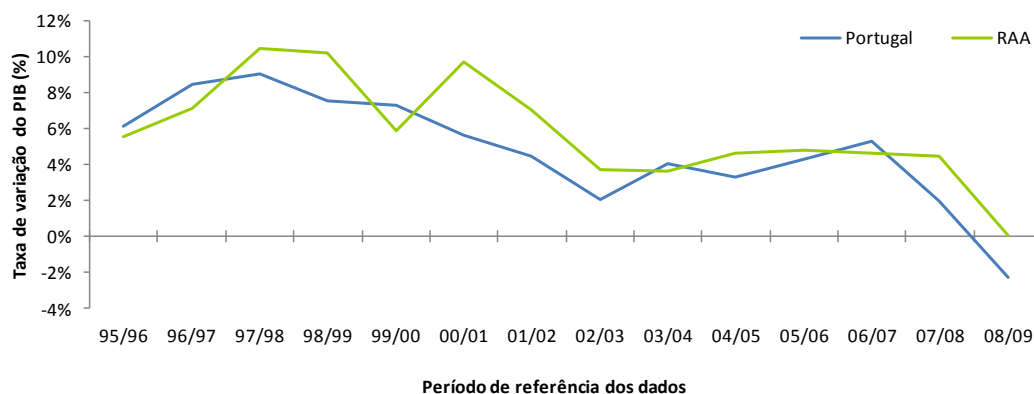
Ao longo do período de 1995-2009, o PIB dos Açores representava em média 2% do PIB português, sendo os Açores a região (NUT2) com menor dimensão (Figura 2.5.12).



Fonte: Contas Regionais Preliminares – INE, 2011

Figura 2.5.12 | PIB – RAA.

O ano de 2009 é caracterizado por uma taxa de variação negativa do PIB nacional, mas em termos nominais, o PIB regional apresentou variações negativas em todas as regiões com exceção da RAA (0,1%), (Figura 2.5.13).



Fonte: Contas Regionais Preliminares – INE, 2011

Figura 2.5.13 | PIB Regional – Taxa de variação anual.

A ilha do Pico à data dos Censos 2001 apresentava uma taxa de atividade de 40%, uma taxa de emprego de 46% e uma taxa de desemprego de 4%. Verifica-se ainda que todas as taxas anteriormente referidas são inferiores aos valores registados para o País e para a Região (Quadro 2.5.24).

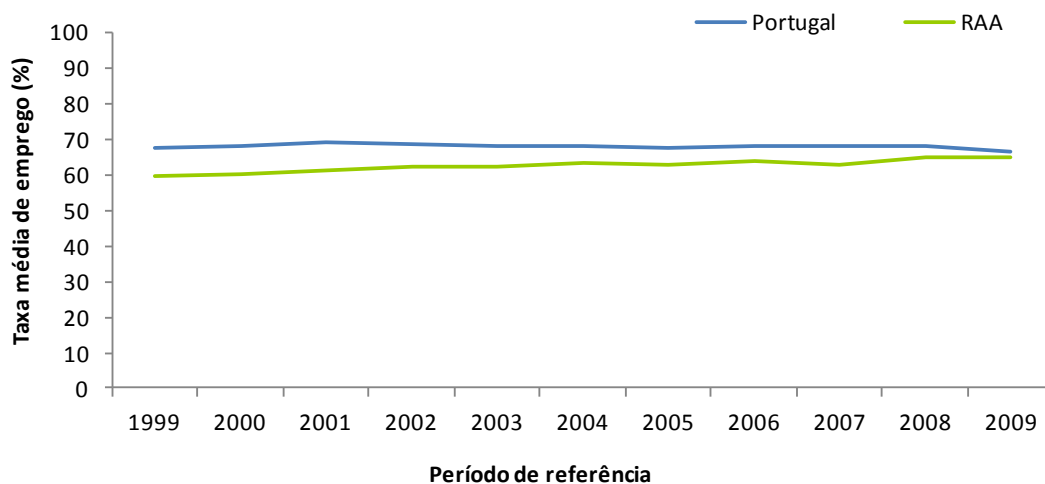
Quadro 2.5.24 | Taxa de emprego, taxa de atividade e taxa de desemprego (%) por local de residência à data dos Censos 2001

Indicadores	Portugal	Continente	R.A. Açores	Ilha do Pico
Taxa de atividade (%) da população residente por Local de residência, à data dos Censos 2001	48	48	42	40
Taxa de emprego (%) por Local de residência, à data dos Censos 2001	53	54	50	46
Taxa de desemprego (%) por Local de residência, à data dos Censos 2001	7	7	7	4

Fonte: INE



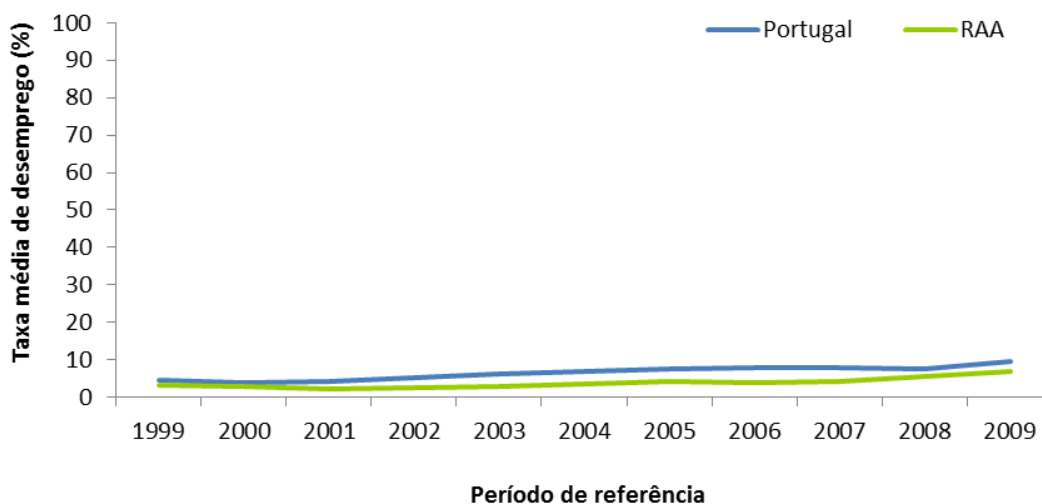
A taxa média de emprego (Figura 2.5.14) para a RAA tem vindo a aproximar-se dos valores verificados para o País na última década. Inclusive no ano de 2009, enquanto que a taxa média de emprego para Portugal decresceu, na RAA verificou-se um aumento, distando apenas 1% do País.



Fonte: INE

Figura 2.5.14 | Taxa média de emprego, série 1998 (%) para a RAA, anual.

Considerando o período dos dados em análise, a RAA apresenta sempre uma taxa de desemprego inferior à verificada para o País. No entanto, assiste-se ao aumento progressivo da taxa de desemprego nesta região, acompanhando assim, a tendência evolutiva registada no País (Figura 2.5.15).

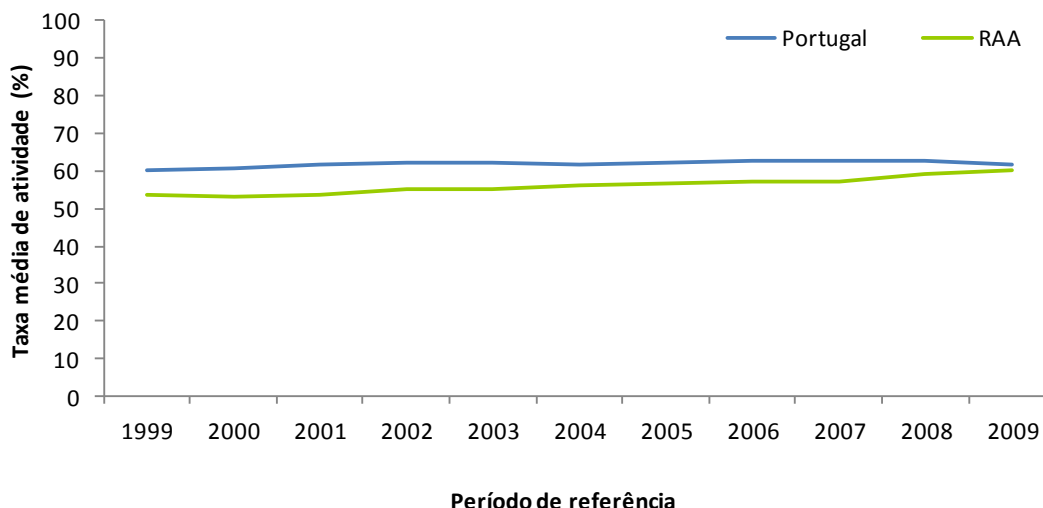


Fonte: INE

Figura 2.5.15 | Taxa média de desemprego, série 1998 (%) para a RAA, anual.

A taxa média de atividade, que corresponde à proporção entre a população ativa e a população total, na RAA é ligeiramente inferior ao verificado para o País (Figura 2.5.16). No entanto, tem-se registado uma aproximação sucessiva

entre os valores registados para a RAA e para o País, sendo que, no ano de 2009 o País registava uma taxa média de atividade de 62%, enquanto que para a Região dos Açores esse valor era de 60%.



Fonte: INE

Figura 2.5.16 | Taxa média de atividade, série 1998 (%) para a RAA, anual.

## 2.6 | Caracterização do uso do solo e ordenamento do território

### 2.6.1 | Capacidade de uso do solo

As cartas de capacidade de uso do solo dos Açores, produzidas pelo Departamento de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores (Sampaio, J. *et al.*, 1987), constituem representações interpretativas que classificam os solos tendo em consideração as suas aptidões naturais para usos agrícolas e florestais. A método adotado, baseado no sistema de classificação utilizado pelo *Soil Conservation Service* dos Estados Unidos, compreende sete classes de capacidade de uso, em que os riscos de deterioração e/ou as limitações agronómicas aumentam gradualmente da classe I para a classe VII.

As classes de I a IV incluem os solos aráveis, os quais podem ser de uso permanente (classes I e II) ou de uso ocasional (classes III e IV). As classes de V a VII compreendem os solos não aráveis, que podem ter as seguintes utilizações potenciais: pastagem melhorada (classes V), pastagem natural e/ou floresta (VI) e reserva natural (classe VII). O sistema de classificação admite a combinação/associação de duas classes em simultâneo.

Numa segunda divisão, são consideradas as subclasses que reúnem solos que apresentam as mesmas limitações dominantes ou riscos. São quatro as subclasses consideradas para o Arquipélago dos Açores:

- e – erosão e escoamento superficial. É constituída pelos solos numa classe em que a suscetibilidade, os riscos ou os efeitos da erosão constituem o fator dominante da limitação;
- s – limitações do solo na zona radicular. Abrange os solos em que predominam as limitações com que as culturas se deparam na zona mais intensamente explorada pelas raízes, como a espessura efetiva,

a baixa fertilidade ou a fraca resposta aos fertilizantes, a salinidade e/ou alcalinidade, a pedregosidade, os afloramentos rochosos, etc;

- *w* – encharcamento. É constituída pelos solos em que o principal fator limitante da sua utilização ou determinante dos riscos a que o solo está sujeito é o excesso de água;
- *m* – microrrelevo. É caracterizado por situações de morfologia muito irregular.

A Figura 2.6.1 e o Quadro 2.6.1 apresentam a situação de referência relativa à ilha do Pico. Numa análise geral, destaca-se a predominância de solos pedregosos e pobres em termos agronómicos, facto que resulta da juventude geológica que caracteriza esta ilha. Regista-se que cerca de 65% da superfície do Pico apresenta limitações decorrentes da natureza do próprio solo (subclasse *s*). Em concordância, 90 % dos solos são considerados não aráveis (classes V a VII) e não existem solos pertencentes às classes I e II. As maiores manchas de solos da Classe VII encontram-se nos Mistérios de São João, da Silveira, da Prainha e de Santa Luzia, bem como nas vertentes da montanha do Pico. Por seu turno, os solos de melhor qualidade situam-se no setor Este, a parte mais antiga da ilha (Lajes e Piedade). No Planalto da Achada, o encharcamento é uma limitação a qualquer atividade agrícola, observando-se extensas áreas de turfeira e cobertos de *Sphagnum*, formações que dependem das condições edafoclimáticas vigentes. Nesta zona encontram-se cobertos de matos e pastagens seminaturais.

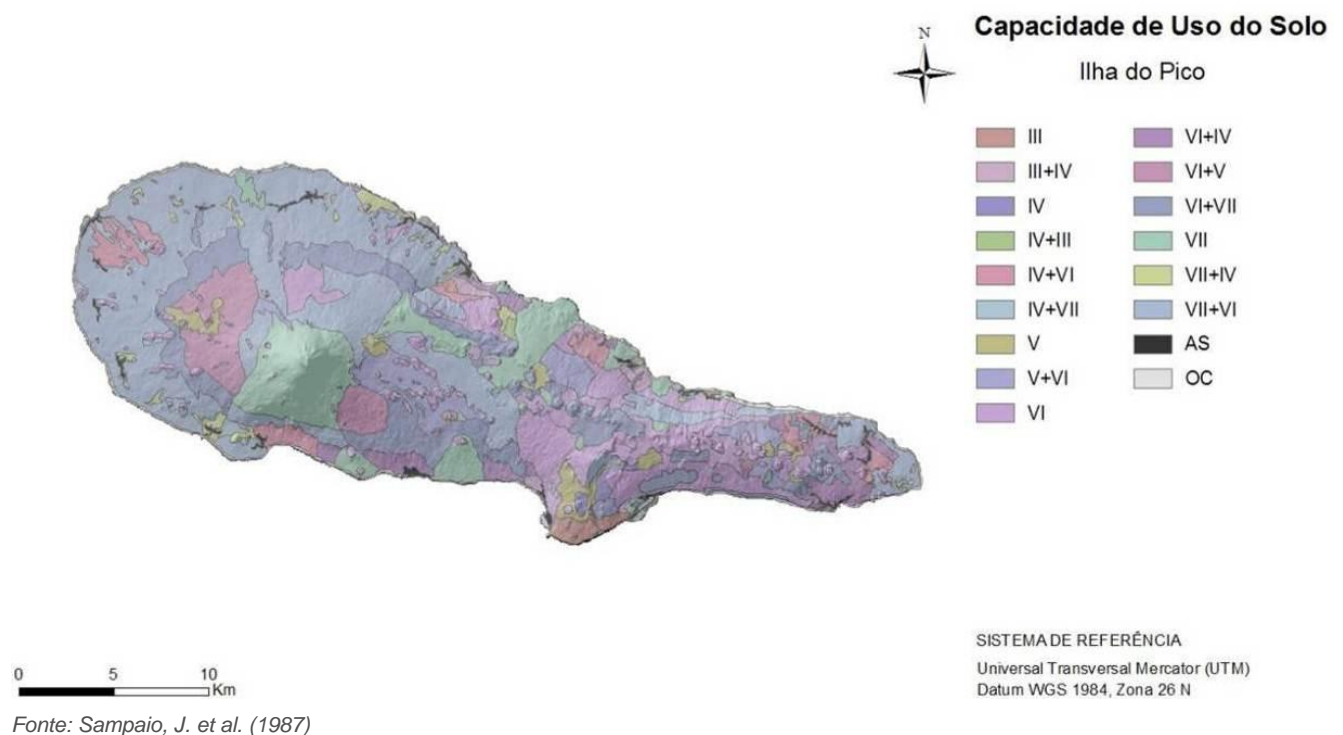


Figura 2.6.1 | Carta de capacidade de uso do solo da ilha do Pico.

Quadro 2.6.1 | Classes de capacidade de uso do solo na ilha do Pico

Classes	Capacidade de Uso do Solo		
	Área (ha)	Área (km <sup>2</sup> )	% da Ilha
A. Social	565,7	5,7	1,3
III	443,9	4,4	1,0

Classes	Capacidade de Uso do Solo		
	Área (ha)	Área (km <sup>2</sup> )	% da Ilha
III+IV	335,3	3,4	0,7
IV	223,9	2,2	0,5
IV+III	54,1	0,5	0,1
IV+VI	1 567,5	15,7	3,5
IV+VII	338,6	3,4	0,8
O. Costeira	989,8	9,9	2,2
V	1 054,6	10,5	2,4
V+VI	2 217,9	22,2	5,0
VI	6 896,3	69,0	15,4
VI+IV	1 741,5	17,4	3,9
VI+V	2 284,2	22,8	5,1
VI+VII	5 226,3	52,3	11,7
VII	5 520,5	55,2	12,3
VII+IV	708,1	7,1	1,6
VII+VI	14 594,9	145,9	32,6
<b>Total</b>	<b>44 763,1</b>	<b>447,6</b>	<b>100,0</b>

## 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, com as mais diversas funções (administrativas, comerciais, portuárias), instalaram-se, preferencialmente, ao longo da 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 condicionalismos biofísicos, relacionados com a orografia acidentada e com condições climáticas adversas registadas em altitude.

A humanização da paisagem açoriana foi um processo gradual, com ritmos e intensidades diferenciadas, decorrentes dos ciclos produtivos que marcaram a história económica dos Açores. Numa primeira fase, o arroteamento das florestas para alargamento das áreas de cultivo limitou-se às zonas de baixa e de média altitude. Porém, as alterações ao coberto vegetal expandiram-se definitivamente para o interior, com a implantação do modelo monocultural baseado na produção 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 passam a assumir progressivamente maior importância, designadamente os povoamentos de criptoméria.

Com base na Carta de Ocupação do Solo da RAA (SRAM/DROTRH, 2007) e considerando a situação global do arquipélago (Figura 2.6.2), verifica-se que o uso dominante é a pastagem (composição natural e artificial), representando cerca de 41,3% do território regional (988,2km<sup>2</sup>). As florestas equivalem a 22,2% (519,7km<sup>2</sup>), seguindo-se os espaços agrícolas, com 14,1% (330,6km<sup>2</sup>). As áreas de vegetação natural e as áreas urbanas representam 12,8% (298,8km<sup>2</sup>) e 4,9% (115,9km<sup>2</sup>), respetivamente. Os restantes 3,6% correspondem a áreas ocupadas por incultos, a lagoas e a áreas descobertas. Contudo, estes valores variam bastante de ilha para ilha, traduzindo as características do território e a intensidade das atividades produtivas.

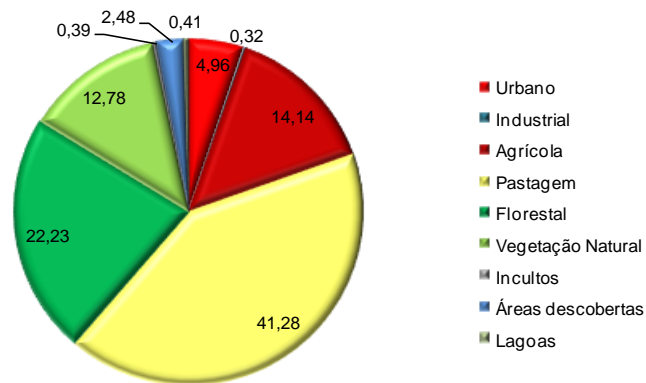


Figura 2.6.2 | Ocupação do solo no Arquipélago dos Açores (%).

De acordo com as Figuras 2.6.3 e 2.6.4, no Pico as florestas têm a maior representação de todo o arquipélago, abrangendo 32,5% da superfície da ilha (144,9km<sup>2</sup>). As manchas florestais distribuem-se pela base da montanha do Pico, entre os 200m e 600m de altitude, sobretudo nos concelhos da Madalena e das Lajes. A pastagem é a classe de uso com maior peso relativo, cerca de 40,3% do território insular (180km<sup>2</sup>), ocupando, preferencialmente, o centro da ilha, a partir dos 600m de altitude, e toda a metade Este (Lajes, Piedade e Prainha). A vegetação natural tem uma expressão considerável, correspondendo a 13,7% da ilha (61,1km<sup>2</sup>), estando dispersa pela Montanha e pelo Planalto da Achada, onde alterna com as pastagens seminaturais (baldios). As áreas urbanas, com 2,8% de ocupação (12,4km<sup>2</sup>), distribuem-se pela orla costeira, segundo os principais eixos rodoviários, apresentando maior desenvolvimento nas sedes de concelho, as vilas da Madalena, das Lajes e de São Roque do Pico. Os espaços agrícolas, com 8,3% (37,1km<sup>2</sup>), encontram-se circunscritos aos aglomerados populacionais, bem como às zonas mais baixas, inferiores a 200m de altitude, observando-se alguma dispersão ao longo da costa.

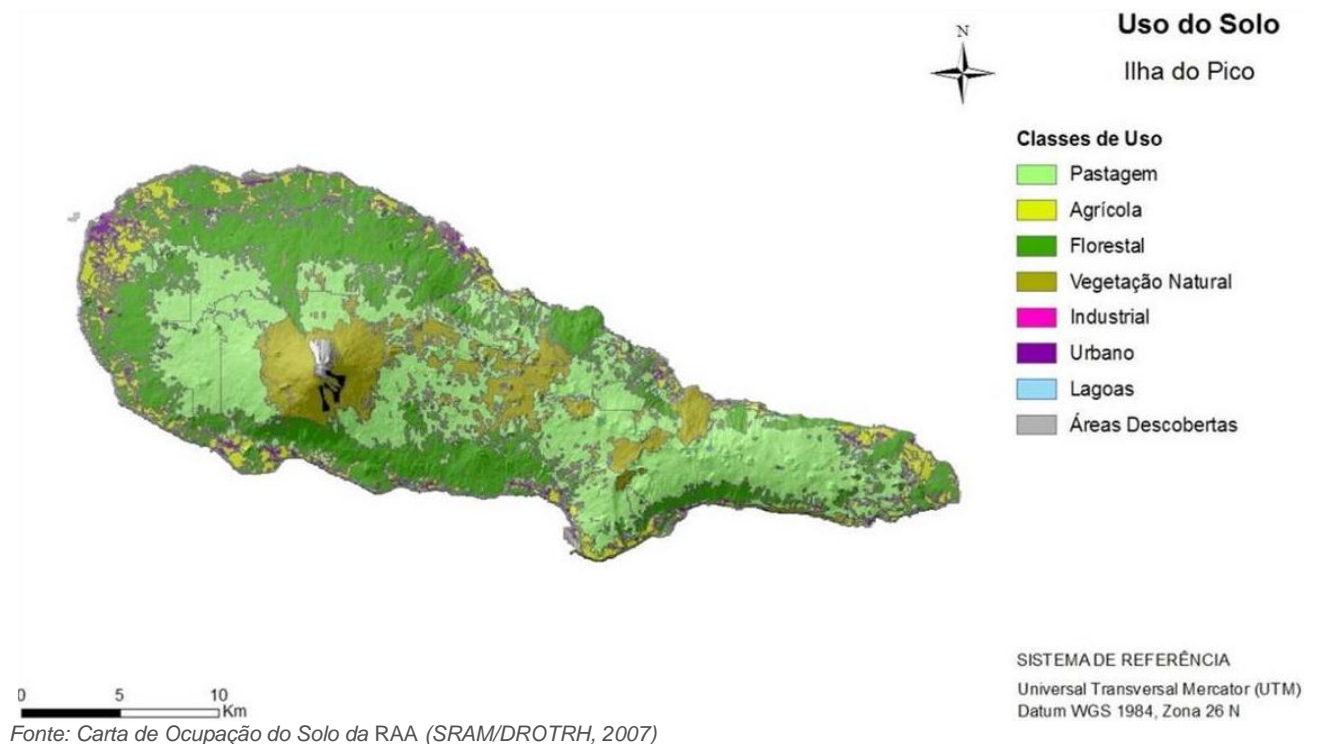


Figura 2.6.3 | Carta de ocupação do solo da ilha do Pico.

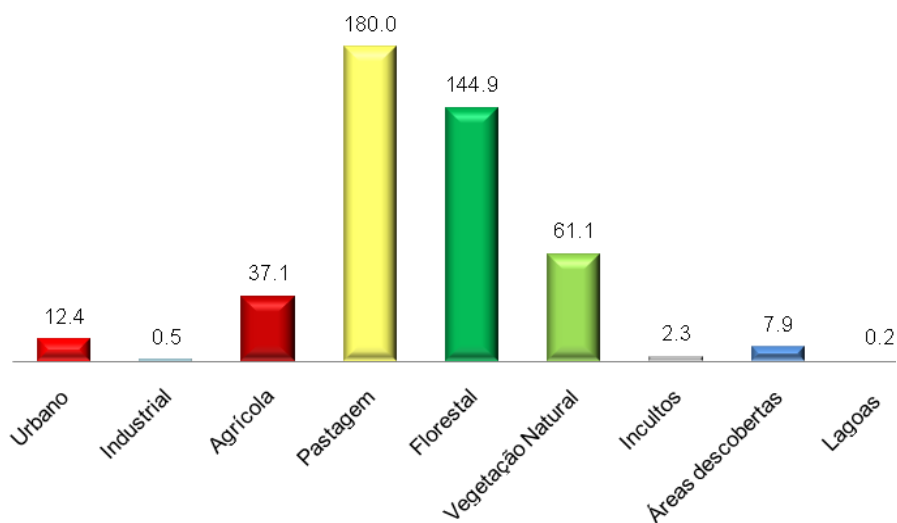


Figura 2.6.4 | Ocupação do solo na ilha do Pico (km<sup>2</sup>).

## 2.6.3 | Sistema de gestão territorial

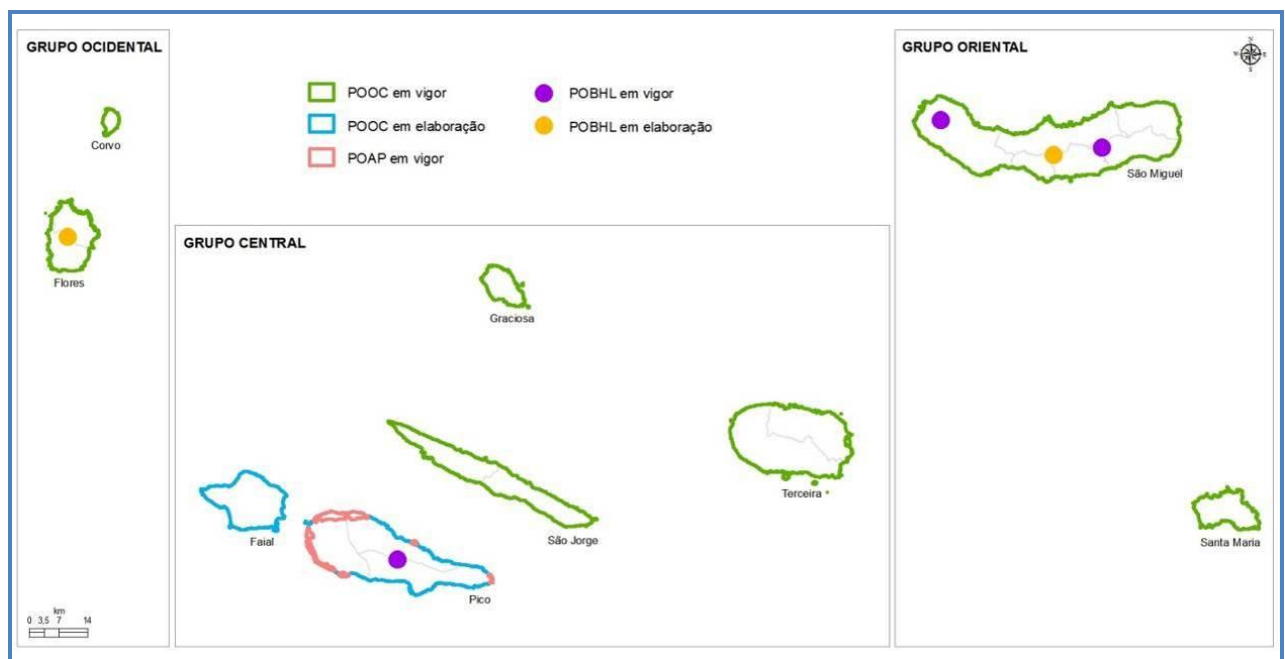
### 2.6.3.1 | Enquadramento

A Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, alterada pela Lei n.º 54/07, de 31 de agosto, institui as bases da política de ordenamento do território e urbanismo, definindo os âmbitos espaciais (nacional, regional e local) e os Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) que a concretizam:

- Instrumentos de Desenvolvimento Territorial. Têm natureza estratégica e expressam as grandes opções de organização do território, bem como o quadro de referência para a elaboração dos instrumentos de planeamento territorial. Destes instrumentos fazem parte o Programa Nacional da Política de Ordenamento do Território e os Planos Regionais e Intermunicipais de Ordenamento do Território;
- Instrumentos de Planeamento Territorial. Têm natureza regulamentar e definem o regime de uso e transformação do solo, os modelos de ocupação e os parâmetros de aproveitamento do solo. Integram os Planos Municipais de Ordenamento do Território (Planos Diretores Municipais, Planos de Urbanização e Planos de Pormenor);
- Instrumentos de Política setorial. Têm natureza estratégica e incluem os planos e programas de ação da administração pública com expressão territorial em diversos domínios, como transportes, energia, habitação, turismo, comércio, indústria, florestas, ambiente, etc;
- Instrumentos de Natureza Especial. Têm natureza regulamentar e constituem um meio supletivo de intervenção do governo, estabelecendo regimes de salvaguarda de valores e recursos naturais. Englobam os Planos Especiais de Ordenamento do Território, nomeadamente os Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas, de Albufeiras de Águas Públicas, da Orla Costeira e de Estuários.

Com a adaptação do Regime Jurídico dos IGT à RAA, através do Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de maio, com a redação que foi conferida pelo Decreto Legislativo Regional n.º 43/2008/A, de 8 de outubro, foram criados os Planos de Ordenamento de Bacia Hidrográfica de Lagoa (POBHL), enquanto Instrumentos de Natureza Especial. O seu regime reporta-se aos Planos de Ordenamento das Albufeiras de Águas Públicas, com as respetivas especificidades e adequações de carácter orgânico.

Na RAA têm sido desenvolvidas, nos últimos anos, diversas iniciativas políticas nos domínios do planeamento, ordenamento do território e conservação da natureza, traduzidas em produção legislativa e na elaboração de planos e de outros instrumentos de intervenção. Presentemente, estão em vigor o Plano Regional do Ordenamento do Território, 8 Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), POBHL, 1 Plano de Ordenamento de Área Protegida (POAP), 3 Planos setoriais com incidência territorial (PS), 19 Planos Diretores Municipais (PDM), 8 Planos de Urbanização (PU) e ainda 9 Planos de Pormenor (PP). Por sua vez, encontram-se em fase de aprovação o POOC da ilha do Pico e, em fase final de elaboração, o POOC da ilha do Faial. Em início de trabalhos estão 2 POBHL (ilhas de São Miguel e das Flores). As Figuras 2.6.5 e 2.6.6 representam a situação regional relativa aos Planos Especiais de Ordenamento do Território e aos Planos Municipais de Ordenamento do Território, respetivamente.



Fonte: SRAM – DSOT (2010)

Figura 2.6.5 | Planos Especiais de Ordenamento do Território em vigor na RAA.



Fonte: SRAM – DSOT (2010)

**Figura 2.6.6** | Planos Municipais de Ordenamento do Território em vigor na RAA.

Adicionalmente, encontra-se também em vigor o PRA da RAA, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A, de 23 de abril, cujos objetivos visam estabelecer a utilização eficiente dos recursos hídricos, tendo em vista a valorização, proteção e a gestão sustentável da água no Arquipélago dos Açores. As linhas de orientação estratégica do PRA têm especial 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.

Dado que não constitui um Instrumento de Gestão Territorial, em conformidade com o quadro legal vigente, o PRA é analisado de forma transversal noutros capítulos deste relatório. Contudo, destaca-se um conjunto de orientações estratégicas e as principais linhas de intervenção que as concretizam (Quadro 2.6.2).

**Quadro 2.6.2** | Orientações estratégicas relevantes 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"> <li>i) Promover utilizações de água com fins múltiplos e minimizar, adequadamente, os conflitos de usos;</li> <li>ii) Garantir a proteção das origens de água;</li> </ul>
Proteger a qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Promover a proteção e melhoria da qualidade da água dos meios hídricos naturais superficiais, subterrâneos, costeiros e de transição;</li> <li>ii) Garantir que a descarga final de águas residuais urbanas e industriais não afete a qualidade e usos dos meios recetores;</li> </ul>
Proteger os recursos naturais, com destaque para os ecossistemas de especial interesse.	<ul style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>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;</li> </ul>



Orientação Estratégica	Linhas de Intervenção
Prevenir e minorar riscos associados a fenómenos hidrológicos extremos e a acidentes de poluição	<ul style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>ii) Minimizar as situações de risco de poluição acidental e efetuar a gestão adequada das substâncias perigosas;</li> <li>iii) Assegurar a prevenção e o controlo integrado da poluição associada às atividades industriais;</li> <li>iv) Promover a adequada gestão dos resíduos sólidos, reduzindo-se as potenciais fontes de poluição hídrica;</li> </ul>
Articular o ordenamento do território com o ordenamento do domínio hídrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>i) Articular o ordenamento do território com o do domínio hídrico, definindo adequadas diretrizes e condicionamentos nos instrumentos de gestão territorial e integrando as políticas de recursos hídricos nos diferentes instrumentos de gestão do território;</li> <li>ii) Promover o licenciamento e controlo dos usos do domínio hídrico;</li> <li>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;</li> <li>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;</li> </ul>
Ajustar o quadro institucional e adequar o quadro normativo regional	<ul style="list-style-type: none"> <li>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;</li> </ul>

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

### 2.6.3.2 | Metodologia

Para efeitos de análise do Sistema de Gestão Territorial, foram considerados os IGT mais relevantes para o planeamento e gestão recursos hídricos na RAA, nomeadamente o PROTA, o Plano de Ordenamento Turístico da RAA, o Plano setorial (PS) da Rede Natura 2000 da RAA e os Planos Especiais e Municipais de Ordenamento do Território atualmente em vigor. Para cada instrumento são referenciados os objetivos, as orientações estratégicas e as medidas e propostas de ação preconizadas, considerando as matérias que possam ser pertinentes para a elaboração dos PGRH.

### 2.6.3.3 | Análise dos instrumentos de gestão territorial

#### 2.6.3.3.1 | Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores (PROTA)

O PROTA, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 26/2010/A, de 12 de agosto, é um instrumento de natureza estratégica que apenas vincula as entidades públicas, mas estabelece um conjunto de normas orientadoras de uso, ocupação e de transformação do solo, associadas ao modelo territorial, que servem de referência para a elaboração e revisão dos planos especiais, intermunicipais e municipais de ordenamento do território e para a definição e enquadramento de programas de intervenção, cuja natureza e âmbito comportem significativas implicações territoriais.

O modelo territorial traduz a estrutura geral de organização espaço regional e as suas relações dinâmicas, o sentido de evolução dos sistemas estruturantes e interdependências funcionais com vista à concretização da estratégia de desenvolvimento preconizada para a Região. Os sistemas estruturantes são o sistema produtivo, o sistema de proteção e valorização ambiental, o sistema urbano e rural e o sistema de acessibilidades e equipamentos. Todos estes quatro pilares de desenvolvimento têm repercussões, diretas ou indiretas, no planeamento e gestão dos recursos hídricos, sobretudo o sistema de proteção e valorização ambiental, que representa o quadro de referência biogeofísico do modelo territorial da Região.

As normas orientadoras de gestão e uso do território estabelecem as condições e os critérios de aplicação das opções estratégicas de base territorial para a RAA, compreendendo três grupos atendendo à sua natureza e aplicação: as

normas gerais, que contêm as orientações de carácter genérico e transversal para o uso e gestão do território, referentes a cada um dos sistemas estruturantes; as normas específicas de carácter setorial, que definem as orientações setoriais ou por domínio de intervenção; as normas específicas de carácter territorial, que incluem as orientações para cada unidade territorial de ilha para efeitos de aplicação do PROTA.

Em relação ao sistema de proteção e valorização ambiental, as normas gerais incidem, sobretudo, na preservação da biodiversidade e nas áreas de especial interesse para a conservação da natureza. No que diz respeito às orientações com vista à gestão dos recursos hídricos, salienta-se o ordenamento do litoral e dos ecossistemas lacustres insulares, apontando para a *elaboração de planos de ordenamento da orla costeira e de bacias hidrográficas das lagoas classificadas como vulneráveis, “em risco” ou “em dúvida”, face aos objetivos ambientais da Diretiva Quadro da Água*, os quais devem estar concluídos nos próximos 3 anos. No caso do sistema produtivo é proposto que o *reordenamento do território rural deve ser promovido em estreita articulação com as políticas de reflorestação e com o controlo seletivo e espacial da intensidade das atividades agropecuárias, tendo em vista a criação de um instrumento de regeneração dos ecossistemas lacustres insulares (...).*

Em relação às normas específicas de carácter setorial, o PROTA dedica um capítulo próprio para a gestão da água e saneamento ambiental, cujas normas orientadoras podem ser sintetizadas nos seguintes tópicos:

- A estrutura institucional que assegura a administração da Região Hidrográfica dos Açores deve ser estabelecida no prazo máximo de nove meses, ficando incumbida de elaborar o Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores no prazo máximo de 2 anos;
- As entidades competentes devem promover medidas e ações que fomentem a minimização de riscos (reabilitação de linhas de água em perímetros urbanos, infraestruturas de contenção de cheias e inundações, etc.) e a proteção da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (delimitação das zonas de proteção de origens de água, identificação de captações ou aquíferos em risco de sobre-exploração, etc.);
- Deve ser assegurado pelas entidades competentes a dotação de infraestruturas e equipamentos abastecimento de água, drenagem e tratamento de águas residuais e gestão de resíduos. Para além disso, devem também estar definidas as formas alternativas de abastecimento ou origens alternativas de água, para situações de poluição, catástrofe ou outras;
- Os sistemas lagunares e respetivas zonas adjacentes não abrangidos por Planos Especiais de Ordenamento do Território devem ser sujeitos a restrições de utilidade pública e a servidões administrativas, a publicar por regulamento regional.

Para além das anteriores, existem também orientações com implicações diretas na gestão dos recursos hídricos, embora incorporadas noutros setores de intervenção, como seja o agroflorestal. O PROTA aponta que *nas zonas envolventes das lagoas sujeitas a eutrofização deve ser promovida a progressiva extensificação e, caso necessário, a proibição de pastagens em altitude, estimulando a sua transição para zonas de menor altitude e a utilização de animais de menor porte com vista à preservação dos ecossistemas e, conseqüentemente, à melhoria da qualidade das águas das lagoas.*

Por último, das normas específicas de carácter territorial para a ilha do Pico, relativas ao planeamento e gestão dos recursos hídricos, ainda que de forma indireta, destaca-se que a *expansão urbana da Madalena deve ser orientada para o interior e para nascente, na base de uma malha predominantemente ortogonal, de forma a libertar as áreas portuárias, a pressão sobre a faixa costeira (...)*, e ainda que *deve ser dada prioridade à resolução da carência em serviços e infraestruturas ambientais nas Lajes do Pico, elevando os níveis e a qualidade de atendimento para padrões adequados*, quanto à melhoria do abastecimento público de água e dos serviços de saneamento.

#### **2.6.3.3.2 | Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores (POTRAA)**

O POTRAA, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 38/2008/A, de 11 de agosto, e suspenso parcialmente pelo Decreto Legislativo Regional n.º 13/2010, de 7 de abril, constitui num PS que visa, fundamentalmente, orientar as decisões públicas de intervenção no domínio turístico, devendo as suas normas serem incorporadas nos planos territoriais mais restritos, designadamente nos Planos Municipais de Ordenamento do Território.

O POTRAA apresenta como objetivo principal o desenvolvimento e afirmação de um setor turístico sustentável, que garanta o desenvolvimento económico, a preservação do ambiente natural e humano e que contribua para o ordenamento do território insular e para a atenuação da disparidade entre os diversos espaços constitutivos da Região. Este objetivo global é subdividido em objetivos complementares:

- Desenvolver as diversas componentes do sistema turístico regional de forma a torná-lo mais competitivo e suscetível de assumir um lugar de destaque na economia regional;
- Garantir uma correta expansão das atividades turísticas, evitando conflitos com outras funções e proporcionando uma ocupação e mobilização do território de acordo, com as políticas regionais de ordenamento do território e com normas específicas a definir em sede de Plano;
- Desenvolver medidas tendo em vista garantir que o desenvolvimento do setor turístico regional se processe de forma harmónica e equilibrada tendo em conta as características naturais, humanas, económicas específicas da Região, garantindo, deste modo, a sua continuidade no tempo em condições de manutenção de competitividade e qualidade;
- Adotar medidas tendo como objetivo assegurar uma repartição equilibrada dos fluxos turísticos de acordo com as potencialidades e capacidades das diversas ilhas, mas também, dentro de cada uma destas, entre as diversas áreas que as constituem (de acordo com as vocações específicas).

A concretização dos objetivos definidos no POTRAA é realizada através da implementação das Linhas Estratégicas de Desenvolvimento (LED). As implicações destas linhas estratégicas no domínio hídrico traduzem-se, essencialmente, ao nível da preservação e valorização do património natural da Região. Importa anotar que o POTRAA, ao integrar as bacias das lagoas e outros ecossistemas fundamentais nos Espaços Ecológicos de Maior Sensibilidade, tem em conta a preservação destes espaços, no que à ocupação turística diz respeito. Refira-se, ainda, que a utilização racional da água e o reforço dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais devem presidir à ocupação turística.

### 2.6.3.3.3 | Plano Setorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores (PSRN2000)

O PSRN2000 foi aprovado pelo 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. Este plano define o âmbito e o enquadramento legal das medidas de conservação dos habitats e das espécies da fauna e flora selvagens, necessárias à prossecução dos objetivos de conservação dos valores naturais existentes, tendo em linha de conta o desenvolvimento económico e social das áreas abrangidas.

Como instrumento de política setorial que assegura a implementação da Rede Natura 2000 na RAA, vincula as entidades públicas, designadamente no sentido de, na elaboração, aprovação ou alteração dos IGT, se desenvolver e aplicar o seu quadro estratégico. O PSRN2000 tem como área de incidência específica as Zonas Especiais de Conservação (ZEC) e as Zonas de Proteção Especial (ZPE) legalmente instituídas na RAA, tendo como objetivos gerais os seguintes:

- Proteger o estado selvagem de espécies e ecossistemas;
- Promover a pesquisa científica e manutenção de serviços ambientais;
- Salvaguardar as especificidades naturais e culturais;
- Promover a compatibilidade entre conservação da natureza, turismo, recreio e lazer;
- Promover ações de sensibilização e educação ambiental;
- Usar de forma sustentável os recursos existentes nos ecossistemas naturais.

O PSRN2000 desenvolve, para cada uma das nove ilhas, as medidas minimizadoras e preventivas que devem ser postas em prática ou tomadas em consideração noutros IGT, com vista à redução ou eliminação das ameaças para as respetivas ZEC e ZPE.

Na ilha do Pico, as disposições do PSRN2000 aplicam-se às ZEC Montanha do Pico, Praínha e Caveiro, Ponta da ilha, Lajes do Pico e Ilhéus da Madalena, bem como às ZPE Ponta da ilha, Zona Central do Pico e Furnas de Santo António. As principais ações que afetam a integridade destes ecossistemas prendem-se com a intensificação da agricultura e da agropecuária e com o uso desequilibrado dos recursos hídricos. As maiores ameaças dizem respeito à contaminação química das águas e solos, alterações significativas no regime hídrico, degradação de zonas húmidas e erosão dos solos. Estas ameaças resultam em impactes significativos para o ambiente, que se manifestam na perda de qualidade da água, eutrofização dos ambientes lacustres, assoreamento dos planos de água e intensificação dos processos erosivos e do regime torrencial do escoamento, por perda de capacidade de retenção de água nas zonas húmidas. O PSRN2000 aponta como medidas minimizadoras e preventivas o uso sustentável do território, no que concerne às práticas agrícolas e pecuárias, que passam pela extensificação agrícola, pela definição de áreas de proteção das zonas húmidas interditas ao pastoreio e pela elaboração de Plano de Ordenamento de Bacia Hidrográfica de Lagoa.

Relativamente às recomendações setoriais e medidas reguladoras, que devem ser consideradas e integradas em todos os IGT, destacam-se aquelas que mais interferem com o planeamento e gestão dos recursos hídricos:

- Aplicar o Código de Boas Práticas Agrícolas e atribuir incentivos à extensificação agropecuária;

- Proceder à reconversão e renaturalização das áreas de pastagem que envolvem as lagoas e impedir o pastoreio;
- Promover a recuperação de áreas de áreas naturais degradadas e controlar a rejeição de efluentes pecuários e silagens;
- Melhorar a gestão dos resíduos sólidos e aumentar a fiscalização relativa à deposição clandestina de resíduos;
- Dar prioridade à elaboração de Planos de Ordenamento de Bacia Hidrográfica das lagoas existentes.

Quando as medidas reguladoras do PSRN2000 vierem a ser transpostas para os Planos Municipais de Ordenamento do Território ou para os Planos Especiais de Ordenamento do Território, na área de intervenção do PSRN2000 deverão ser interditas atividades como: o lançamento de águas residuais industriais ou domésticas não tratadas, excedentes de pesticidas ou de caldas de pesticidas, nos cursos e planos de água, no solo ou no subsolo; a deposição de sucatas, de inertes ou de outros resíduos sólidos e líquidos que causem impacto visual negativo ou poluam o solo, o ar ou a água; o pastoreio nas áreas de proteção das turfeiras e restantes zonas húmidas. Nos mesmos termos, ficam condicionadas a parecer prévio da DRA a alteração do uso atual dos terrenos das zonas húmidas ou marinhas, a instalação de infraestruturas de saneamento básico, entre outras.

#### **2.6.3.3.4 | Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Pico (POOC PICO)**

Apesar do POOC Pico ainda não estar em vigor, encontra-se em fase de conclusão, pelo que se julga importante analisar os documentos submetidos a consulta pública. O POOC tem como área de intervenção “as águas marítimas costeiras interiores e respetivos leitos e margens”, integrando a “zona terrestre de proteção”, cuja largura máxima é de 500m contados a partir da linha que limita a margem das águas do mar; e a “faixa marítima de proteção”, que tem como limite máximo a batimétrica dos 30m. Os objetivos específicos preconizados no POOC Pico são os seguintes:

- A salvaguarda e valorização ambiental dos recursos naturais e da paisagem, em especial dos recursos hídricos;
- A proteção e valorização dos ecossistemas naturais com interesse para a conservação da natureza, quer na zona terrestre, quer no meio marinho;
- A minimização de situações de risco e de impactes ambientais, sociais e económicos;
- A classificação e valorização das ZB;
- A orientação do desenvolvimento de atividades específicas da orla costeira;
- A promoção da qualidade de vida da população;
- A melhoria dos sistemas de transportes e de comunicações.

Para cada objetivo são definidos projetos de ação que consubstanciam o respetivo programa de execução. Referem-se, em seguida, aqueles que se consideram relevantes no âmbito da gestão dos recursos hídricos, nomeadamente:

- A promoção de ações de recuperação e valorização do coberto vegetal associado aos corredores ripários e às arribas e vertentes, que incluem também ações de sensibilização para a importância de manter os cursos de água e os leitos de cheia limpos e desobstruídos;
- A promoção de um programa de recolha periódica de resíduos das zonas costeiras não balneares como contributo à melhoria da paisagem e qualidade das águas costeiras;
- A promoção da qualidade da água para abastecimento público, nomeadamente através da implementação de perímetros de proteção das origens da água, bem como o acompanhamento da evolução das necessidades de água para consumo;
- A minimização dos efeitos de poluição na orla costeira e a promoção da melhoria dos sistemas de saneamento básico, alertando as câmaras municipais para a construção dos respetivos sistemas municipais;
- O acompanhamento e monitorização da qualidade ambiental do domínio hídrico marítimo e das ZB.

#### **2.6.3.3.5 | Plano de Ordenamento da Paisagem Protegida de Interesse Regional da Cultura da Vinha da Ilha do Pico (PPIRCVIP)**

Aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 24/2006/A, de 13 de julho, e parcialmente suspenso pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 5/2007/A, de 6 de fevereiro, este instrumento visa, fundamentalmente, a salvaguarda da paisagem classificada como Património Mundial da UNESCO (2004), pelo que as matérias relativas ao planeamento e gestão dos recursos hídricos não constam dos objetivos nem do programa de intervenção.

#### **2.6.3.3.6 | Plano de Ordenamento das Bacias Hidrográficas das Lagoas do Caiado, Capitão, Paul, Peixinho e Rosada, da Ilha do Pico (POBHLP)**

O POBHLP, aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 7/2009/A, de 5 de junho, visa compatibilizar as atividades exercidas nas bacias hidrográficas e a proteção e valorização ambiental dos respetivos planos de água. Para o efeito, foram estabelecidos três objetivos estratégicos:

- Contribuir para a preservação dos recursos naturais das bacias hidrográficas;
- Compatibilizar os usos e atividades existentes, assegurando o cumprimento dos níveis de qualidade da água estabelecidos;
- Implementar as medidas necessárias com vista ao Bom estado ecológico e químico das massas de água das lagoas, em conformidade com o disposto na Lei da Água.

A estes objetivos está associado um conjunto de intervenções nas bacias hidrográficas (zona de proteção e zona reservada):

- Reduzir as cargas de nutrientes afluentes às lagoas

- Estudos realizados evidenciaram a existência de situações de degradação dos sistemas lacustres para as quais a aplicação de fertilizantes nas pastagens tem contribuído. As ações associadas a esta linha estratégica e que são preconizadas no Plano prendem-se com a monitorização da qualidade das águas, a eliminação do pastoreio nas bacias hidrográficas e interdição do acesso animal aos planos de água.
- Aumentar a biodiversidade nas bacias hidrográficas
  - A caracterização biofísica das bacias hidrográficas mostrou, para a maioria delas, o predomínio das áreas de pastagens artificiais, seminaturais e degradadas que estão na origem da perda de biodiversidade. São propostas ações que passam, essencialmente, pela renaturalização das pastagens, pela interdição do acesso público às áreas mais sensíveis do ponto de vista ecológico e ainda à sensibilização ambiental.
- Reforçar o papel das lagoas no abastecimento de água para consumo humano
  - O abastecimento de água ao concelho de São Roque do Pico, a partir da lagoa do Caiado, veio demonstrar resultados bastante positivos, nomeadamente no que respeita à valorização da biodiversidade e acréscimo de qualidade da massa hídrica. Com efeito, foram interditas as atividades, até aí existentes, de pastoreio e fertilização dos solos. As autarquias de São Roque e Lajes pretendem captar outras lagoas estrategicamente localizadas de forma a criarem boas condições de aproveitamento de água para abastecimento público. São propostas ações com vista ao estudo de viabilidades do aproveitamento das lagoas do Capitão e do Paul para abastecimento público de água aos concelhos de São Roque e Lajes do Pico, respetivamente.
- Salvaguardar a sustentabilidade das atividades agrárias
  - As propostas de interdição do pastoreio nas bacias hidrográficas terão impactes neste setor de atividade. Como tal, importa assegurar alternativas que garantam a sustentabilidade deste setor económico. Estas alternativas passam, sobretudo, pela realocação do efetivo pecuário noutras zonas da ilha e pela concretização de um sistema de abastecimento de água à pecuária fora das bacias hidrográficas das lagoas.
- Valorizar o potencial turístico e lúdico das bacias hidrográficas
  - Sendo as lagoas do Pico um recurso turístico importante para a ilha, este deverá ser valorizado de modo a oferecer condições qualificadas de visita e interpretação. Para o efeito, o Plano propõe um conjunto de ações das quais se destacam a sinalização e interpretação dos valores presentes nas bacias hidrográficas, o ordenamento e a valorização lúdico-ambiental das lagoas do Caiado e do Paul e a avaliação das oportunidades de desenvolvimento da pesca desportiva nas lagoas.

### 2.6.3.3.7 | Plano Diretor Municipal de São Roque do Pico (PDM SÃO ROQUE DO PICO)

O PDM São Roque foi aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 31/2000/A, de 4 de outubro, encontrando-se atualmente em fase de revisão. Os objetivos gerais, com maior incidência no planeamento e gestão dos recursos hídricos, são os seguintes:

- Preservar e valorizar o património natural do concelho;
- Melhorar o sistema de aproveitamento dos recursos hídricos superficiais.

No que diz respeito às propostas de intervenção, relativas à utilização racional dos recursos naturais, estas incluem a inventariação das reservas hídricas subterrâneas, a monitorização da qualidade da água e fontes de poluição e ainda a limpeza e manutenção das linhas de água. No âmbito das atividades turísticas, é proposto um projeto destinado a promover espaços de descanso e lazer nas margens das lagoas do Caiado e do Capitão.

### 2.6.3.3.8 | Plano Diretor Municipal das Lajes do Pico (PDM LAJES DO PICO)

O PDM Lajes foi aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 21/2005/A, de 12 de outubro, estando atualmente em fase de revisão. As propostas relativas à utilização racional dos recursos naturais são em tudo idênticas ao PDM anterior. No âmbito das atividades turísticas, é proposto um projeto destinado a promover espaços de descanso e lazer nas margens da lagoa do Paul.

### 2.6.3.3.9 | Plano Diretor Municipal da Madalena (PDM MADALENA)

O PDM Madalena foi aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 21/2005/A, de 12 de outubro. As propostas relativas à utilização racional dos recursos naturais são em tudo idênticas aos PDM anteriores. No âmbito das atividades turísticas, é proposto um projeto de ordenamento dos espaços envolventes das ZB do concelho da Madalena.

### 2.6.3.4 | Síntese conclusiva

O Quadro seguinte (Quadro 2.6.3) sistematiza as principais estratégias de atuação relativas a cada IGT analisado, naquilo que diz respeito ao planeamento e gestão dos recursos hídricos.

**Quadro 2.6.3** | Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial

PROTA	<b>Instrumentos de Desenvolvimento Territorial</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteger os sistemas lacustres, com obrigatoriedade de elaboração de PEOT para as lagoas regionais classificadas como vulneráveis;</li> <li>- Minimizar os riscos naturais e proteger a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;</li> <li>- Aumentar os níveis de cobertura das infraestruturas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais.</li> </ul>
POTRAA	<b>Instrumentos de Política Setorial</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proteger, preservar e valorizar os recursos naturais;</li> <li>- Atribuir prioridade à elaboração de POBHL;</li> <li>- Articular os IGT com o desenvolvimento turístico da Região.</li> </ul>
PSRN2000	<b>Instrumentos de Política Setorial</b>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar o código de boas práticas agrícolas e incentivar a extensificação agropecuária;</li> <li>- Reconverter as pastagens e interditar o pastoreio nas áreas envolventes das lagoas e turfeiras;</li> <li>- Dar prioridade à elaboração de POBHL;</li> <li>- Controlar a dispersão de efluentes pecuários e resultantes das silagens;</li> <li>- Melhorar a gestão dos resíduos sólidos e controlar a deposição clandestina;</li> <li>- Garantir a articulação do PSRN200 com POTRAA.</li> </ul>
POOC Pico	<p><b>Instrumentos de Natureza Especial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Proceder à limpeza e desobstrução de linhas de água e leitos de cheia;</li> <li>- Promover a qualidade da água para abastecimento público;</li> <li>- Minimizar os efeitos da poluição na orla costeira e promover a melhoria dos sistemas de saneamento básico;</li> <li>- Monitorizar o domínio hídrico marítimo e ZB.</li> </ul>
PPIRCVIP	<p><b>Instrumentos de Natureza Especial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Não apresenta propostas com incidência direta no planeamento e gestão dos recursos hídricos.</li> </ul>
POBHL	<p><b>Instrumentos de Natureza Especial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduzir as cargas de nutrientes afluentes às lagoas, garantindo o Bom estado ecológico das massas de água;</li> <li>- Reforçar o papel das lagoas no abastecimento público de água;</li> <li>- Salvaguardar a sustentabilidade das atividades agrárias e potenciar o turismo nas bacias hidrográficas das lagoas.</li> </ul>
PDM São Roque, Madalena e Lajes do Pico	<p><b>Instrumentos de Planeamento Territorial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preservar e valorizar o património natural do concelho;</li> <li>- Inventariar e monitorizar a qualidade da água subterrânea;</li> <li>- Proceder à limpeza e manutenção de cursos de água;</li> <li>- Promover a criação de espaços de lazer nas margens das lagoas.</li> </ul>

Numa apreciação global, importa, desde já, destacar o carácter algo genérico com que as matérias relativas ao planeamento e gestão dos recursos hídricos são tratadas pelos diferentes instrumentos. A proteção dos ecossistemas lacustres, através da elaboração de POBHL, é preconizada pelo PROTA, PSRN2000 e pelo POTRAA, revelando a crescente preocupação pela degradação das lagoas dos Açores e a necessidade de inverter esta tendência, através da elaboração de instrumentos regulamentares de ordenamento do território (PEOT). Dos aspetos focados pela generalidade dos instrumentos analisados salienta-se a melhoria dos níveis de atendimento das infraestruturas de saneamento básico (drenagem e tratamento de águas residuais), considerando que permanecem claras insuficiências de cobertura, bem como das infraestruturas de abastecimento de água. Também as orientações no sentido superar o passivo ambiental relacionado com a deposição descontrolada de resíduos, enquanto fonte de contaminação dos solos e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, surge como medida estratégica para a melhoria da qualidade ambiental. Por último, identificam-se algumas medidas avulsas que visam, de forma transversal, contribuir para proteção da água, as quais não são contextualizadas nem operacionalizadas em programas e ações.

## 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;
- Agricultura: contempla o uso de água para a produção agrícola;
- Pecuária: contempla o uso de água para a produção pecuária e outros usos associados a essa atividade;
- Indústria: contempla o uso de água na atividade industrial, nomeadamente nos setores da indústria transformadora e da indústria extrativa, bem como outros usos associados a essa atividade;
- Produção de energia: contempla o uso de água na atividade de produção de energia termoelétrica e hidroelétrica;
- Outros usos: contempla o uso de água nas atividades aeroportuária e portuária.

Esta caracterização contribuirá para a avaliação das pressões associadas ao uso de água e consequentes efeitos na qualidade e quantidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Importa referir que a aferição dos resultados foi limitada pela ausência de desagregação compatível dos dados de base disponíveis para todos os setores de atividade em análise, obrigando por vezes a recorrer a pressupostos e extrapolações.

Devido à significativa quantidade de informação envolvida, apenas são apresentados os principais resultados relevantes no contexto dos PGRHI (ao nível de concelho e ilha), remetendo para anexo os resultados desagregados ao nível de freguesia, para a totalidade da série temporal assumida (2000 – 2009), e para todas as tipologias de uso ou setores em análise.

### 2.7.1 | Consumos de água por tipologia de uso

#### Urbano

De acordo com a informação de base disponibilizada apenas será possível quantificar os consumos do setor doméstico e comércio e serviços. Assim, concluiu-se que o setor doméstico em Lajes do Pico é responsável pelo consumo de aproximadamente 257dam<sup>3</sup> por ano, Madalena aproximadamente 417dam<sup>3</sup>, e São Roque do Pico cerca de 244dam<sup>3</sup> por ano, totalizando para a ilha do Pico um montante próximo dos 920dam<sup>3</sup> (Quadro 2.7.1). Relativamente ao setor de comércio e serviços, a atividade presente em Lajes do Pico consome aproximadamente 13dam<sup>3</sup>, Madalena consome cerca de 78dam<sup>3</sup>, e São Roque do Pico sensivelmente 17dam<sup>3</sup>, totalizando para a ilha do Pico um montante a rondar os 108dam<sup>3</sup> (Quadro 2.7.2).

**Quadro 2.7.1** | Consumo de água para o setor doméstico

Território	Consumo de água (m <sup>3</sup> /ano)						
	Doméstico						
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
<b>Pico</b>	<b>669 809</b>	<b>794 892</b>	<b>853 055</b>	<b>832 225</b>	<b>903 250</b>	<b>919 414</b>	<b>n.d.</b>
Lajes do Pico	215 426	248 210	270 113	257 401	257 405	257 405	n.d.
Madalena	275 134	341 020	372 065	351 572	417 293	417 293	n.d.
São Roque do Pico	179 249	205 662	210 877	223 252	228 552	244 716	n.d.

Nota: Não estão disponíveis dados de base relativos aos anos intermédios para os quais não se apresentam resultados n.f. – Valor considerado não fidedigno  
n.d. – não disponível

Fonte: INSAAR

**Quadro 2.7.2** | Consumo de água para o setor de comércio e serviços

Território	Consumo de água (m <sup>3</sup> /ano)						
	Comércio e Serviços						
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
<b>Pico</b>	<b>69 706</b>	<b>93 154</b>	<b>111 537</b>	<b>108 237</b>	<b>n.d.</b>	<b>0</b>	<b>n.d.</b>
Lajes do Pico	8 415	13 883	16 339	13 048	n.d.	0	n.d.
Madalena	52 870	66 686	75 780	77 744	n.d.	n.d.	n.d.
São Roque do Pico	8 421	12 585	19 418	17 445	n.d.	n.d.	n.d.

Nota: Não estão disponíveis dados de base relativos aos anos intermédios para os quais não se apresentam resultados n.f. – Valor considerado não fidedigno.  
n.d. – não disponível

Fonte: INSAAR

De acordo com os dados disponibilizados para o setor doméstico e comércio e serviços, pode-se concluir que relativamente ao uso urbano de água a ilha do Pico consome na sua totalidade cerca de 920dam<sup>3</sup> de água, sendo que Lajes do Pico consome cerca de 257dam<sup>3</sup> por ano, Madalena consome cerca de 417dam<sup>3</sup> e São Roque do Pico sensivelmente 245dam<sup>3</sup>, totalizando para a ilha do Pico um montante a rondar os 920dam<sup>3</sup> (Quadro 2.7.3).

**Quadro 2.7.3** | Consumo total de água para o setor urbano

Território	Consumo de água (m <sup>3</sup> /ano)						
	Urbano <sup>9</sup>						
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
<b>Pico</b>	<b>739 515</b>	<b>888 046</b>	<b>964 592</b>	<b>940 462</b>	<b>n.d.</b>	<b>919 414</b>	<b>n.d.</b>
Lajes do Pico	285 132	341 364	381 650	365 638	n.d.	257 405	n.d.
Madalena	328 004	407 706	447 845	429 316	n.d.	417 293	n.d.
São Roque do Pico	187 670	218 247	230 295	240 697	n.d.	244 716	n.d.

Nota: Não estão disponíveis dados de base relativos aos anos intermédios para os quais não se apresentam resultados n.f. – Valor considerado não fidedigno.  
n.d. – não disponível

Fonte: INSAAR

<sup>9</sup> Considerando o uso doméstico e comércio e serviços.

## Turismo

De modo geral, os inquéritos recolhidos não se mostraram em quantidade e com qualidade de conteúdos significativa para permitir a aferição de determinados resultados, tal como se sucede para o setor turístico. Além disso, as fontes bibliográficas consultadas não desagregavam os registos de consumo relativo ao setor turístico. Por estes motivos, a obtenção de registos para o setor de turismo foi impossível de se realizar. Recomenda-se, que a curto prazo venha a existir uma compatibilização de designações, âmbitos e metodologias de cálculo ao nível das tipologias de uso de recursos hídricos entre os respetivos planos de gestão estratégica e inventários nacionais ou regionais.

## Agricultura e Pecuária

No quadro seguinte (Quadro 2.7.4) apresentam-se os consumos totais para os três concelhos, provenientes da rede pública e rede privada (dedicada) de abastecimento de água registados para a agricultura e pecuária. Estes setores são apresentados de forma conjunta devido à ausência de desagregação disponível nas fontes bibliográficas consultadas.

**Quadro 2.7.4** | Consumo de água pública nas atividades agrícola e pecuária

Território	Consumo de água da rede pública (m <sup>3</sup> /ano)							
	Agricultura e Pecuária							
	1998	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
<b>Pico</b>	n.d.	19 562	17 098	19 417	19 538	n.d.	n.d.	n.d.
Lajes do Pico	8 794	9 686	6 752	6 082	5 186	n.d.	n.d.	n.d.
Madalena	1 522	4 540	5 357	6 149	6 676	8 770	n.d.	n.d.
São Roque do Pico	n.d.	5 336	4 989	7 186	7 676	n.d.	n.d.	n.d.

Nota: Não estão disponíveis dados de base relativos aos anos intermédios para os quais não se apresentam resultados  
Fonte: INSAAR

De acordo com os resultados publicados pelo INSAAR, verifica-se que a ilha do Pico regista um consumo anual de cerca de 19,5dam<sup>3</sup> de água da rede pública, tendo-se mantido este volume anual consumido constante ao longo dos anos com exceção do ano 2002. Por outro lado, e segundo informação disponibilizada pelo Instituto Regional de Ordenamento Agrário (IROA), não existe rede dedicada para o abastecimento da atividade pecuária na ilha do Pico, pelo que se pode considerar este consumo como total para todo o setor agrícola e pecuário. Os volumes consumidos observam-se praticamente equivalentes entre todos os concelhos.

## Indústria

No quadro seguinte são apresentados os consumos anuais de água pública registados pelo INSAAR das atividades industriais existentes nos municípios da ilha do Pico, ao longo da série temporal disponível (Quadro 2.7.5).

De acordo com os resultados conseguidos, observa-se que as atividades industriais em Lajes do Pico consomem anualmente em média cerca de 64dam<sup>3</sup> de água pública, Madalena cerca de 30dam<sup>3</sup>, e São Roque do Pico aproximadamente 12dam<sup>3</sup> de água, perfazendo um consumo insular na ordem dos 105dam<sup>3</sup>.

**Quadro 2.7.5** | Consumo de água pública nas atividades industriais

Território	Consumo de água pública (m <sup>3</sup> /ano)				
	Indústria				
	2000	2002	2004	2005	2007
<b>Pico</b>	<b>71 304</b>	<b>107 447</b>	<b>110 278</b>	<b>105 389</b>	<b>n.d.</b>
Lajes do Pico	33 184	57 189	60 562	63 745	n.d.

Território	Consumo de água pública (m <sup>3</sup> /ano)				
	2000	2002	2004	2005	2007
Madalena	23 474	32 676	36 635	29 567	n.d.
São Roque do Pico	14 646	17 582	13 081	12 077	33 732

Nota: Não estão disponíveis dados de base relativos aos anos intermédios para os quais não se apresentam resultados

### Produção de Energia

O consumo de água na atividade de produção termoelétrica de energia refere-se também a uso consumptivo de água para efeitos de refrigeração dos motores, sendo realizado em circuito fechado, bem como produção de vapor de água, utilizações várias em oficinas, e usos equivalentes a domésticos como, por exemplo, lavagens, sanitários e rega. Assim, na ilha do Pico verifica-se um consumo anual na produção de energia termoelétrica na ordem dos 348m<sup>3</sup> de água (Quadro 2.7.6).

**Quadro 2.7.6** | Consumo de água na produção de energia

Território	Consumo de água (m <sup>3</sup> /ano)				
	2000	2002	2004	2006	2010 <sup>10</sup>
<b>Pico</b>	<b>348</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>	<b>n.d.</b>
Termoelétrica	348	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hidroelétrica	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Nota: Não estão disponíveis dados de base relativos aos anos intermédios para os quais não se apresentam resultados

Fonte: EDA / PRA

### Outros Usos

Segundo o PRA, e assumindo uma estagnação das atividades e conseqüentemente do consumo de água ao longo da última década, observa-se um consumo de aproximadamente 5 130m<sup>3</sup> de água por ano nos portos da ilha do Pico. Devido à ausência de informação disponível, não foi possível publicar quaisquer consumos de água em marinas ou portinhos existentes, bem como nas instalações aeroportuárias.

Os consumos associados às unidades portuárias são afetos não apenas à atividade intrínseca dos portos, mas também a consumos externos à sua atividade usual, tais como o abastecimento dos navios ou abastecimento de água às instalações balneares.

Seguidamente, e como conclusão, são apresentados os consumos totais para a ilha do Pico por tipologia de uso (Quadro 2.7.7).

**Quadro 2.7.7** | Consumo total de água por tipologia de uso para a ilha do Pico

Tipologia de Uso	Consumo totais de água	
	Pico Consumo (m <sup>3</sup> /ano)	Ano de Referência
Urbano <sup>11</sup>	919 414	2007
Turismo	n.d.	-

<sup>10</sup> Não ausência de valor fidedigno para 2009 considerou-se o valor disponível mais atual relativo a 2010.

<sup>11</sup> Considerando os setores doméstico e comércio e serviços.

Consumo totais de água Pico		
Tipologia de Uso	Consumo (m <sup>3</sup> /ano)	Ano de Referência
Agricultura + Pecuária	19 538	2005
Indústria	105 389	2005
Produção de Energia	348	2000
Outros usos	5 130	2000
<b>TOTAL - PICO</b>	<b>1 049 819</b>	-

## 2.7.2 | Necessidades de água por tipologia de uso

### Urbano

O cálculo da estimativa das necessidades de água no setor urbano teve como base as captações apresentadas de seguida. Optou-se por considerar exclusivamente as captações da tipologia rural para efeitos de cálculo das necessidades hídricas dos concelhos abrangidos dado que não se detetaram diferenças significativas no padrão de consumo. Os resultados obtidos (Quadro 2.7.8) são relativos à população residente considerando-se que esta se traduz em necessidades domésticas. Não foi possível aferir as necessidades relativas ao setor de comércio e serviços. Assume-se, para efeitos de cálculo uma taxa de perdas de água na rede de abastecimento de 35%.

Deste modo, verifica-se que a ilha do Pico apresenta uma necessidade hídrica anual para o setor urbano de aproximadamente 954 dam<sup>3</sup>, sendo Madalena o concelho com maior preponderância neste aspeto necessitando de 407dam<sup>3</sup>, seguido do concelho de Lajes do Pico com umas necessidades hídricas na ordem dos 298dam<sup>3</sup> e São Roque do Pico com 248dam<sup>3</sup> (Quadro 2.7.9).

**Quadro 2.7.8** | Captações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano

Captações de Necessidades Hídricas (L/hab/dia)			
Urbano			
Tipologia de território	Residentes	Ocupantes temporários	Turistas
Rural	130	130	300
Semi-Urbano	150	150	300
Urbano	170	170	300

**Quadro 2.7.9** | Necessidades totais de água para uso urbano

Território	Necessidades de água (m <sup>3</sup> /ano)						
	Urbano <sup>12</sup>						
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
<b>Pico</b>	<b>931 140</b>	<b>933 894</b>	<b>943 503</b>	<b>944 848</b>	<b>948 435</b>	<b>950 613</b>	<b>953 560</b>
Lajes do Pico	318 878	313 882	310 038	307 860	305 682	303 120	298 124
Madalena	385 114	389 085	396 132	397 541	400 872	403 370	406 957
São Roque do Pico	227 148	230 927	237 333	239 447	241 881	244 123	248 479

<sup>12</sup> Considerando apenas o setor doméstico.

## Turismo

O cálculo da estimativa das necessidades de água no setor turismo teve como base as capitações apresentadas de seguida (Quadro 2.7.10). Optou-se por considerar exclusivamente as capitações da tipologia rural para efeitos de cálculo das necessidades hídricas dos concelhos abrangidos dado que não se detetaram diferenças significativas no padrão de consumo. Os resultados obtidos são relativos à população flutuante, considerando-se que se traduz em necessidades turísticas afetas à hotelaria. Assume-se, para efeitos de cálculo uma taxa de perdas de água na rede de abastecimento de 35%. Deste modo, verifica-se que a ilha do Pico apresenta uma necessidade hídrica anual para o setor hoteleiro na ordem dos 68dam<sup>3</sup>, sendo 25dam<sup>3</sup> destinados a Lajes do Pico, 26dam<sup>3</sup> a Madalena e 17dam<sup>3</sup> de água para São Roque do Pico (Quadro 2.7.11).

**Quadro 2.7.10** | Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso turístico (hotelaria)

Capitações de Necessidades Hídricas (L/hab/dia)		
Tipologia de território	Turismo	
	Ocupantes temporários	Turistas
Rural	130	300
Semi-Urbano	150	300
Urbano	170	300

**Quadro 2.7.11** | Necessidades de água para uso turístico (hotelaria)

Território	Necessidades de água (m <sup>3</sup> /ano)						
	Turismo						
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
Pico	67 530	67 754	68 155	68 193	68 318	68 376	68 442
Lajes do Pico	26 057	25 965	25 700	25 550	25 400	25 224	24 880
Madalena	25 723	25 817	26 064	26 113	26 230	26 317	26 443
São Roque do Pico	15 750	15 972	16 391	16 529	16 688	16 835	17 120

## Agricultura

Em termos de necessidades de água, a tipologia de exploração agrícola na ilha do Pico (tipicamente constituída por pastagens e culturas de sequeiro) é pouco relevante. Com efeito, não se verificam práticas de regadio, apenas pequenas propriedades, hortas e pomares particulares que são pontualmente regados (principalmente no período estival), mas sem significância à escala de um PGRHI.

## Pecuária

As necessidades hídricas afetas à produção pecuária foram estimadas com base em capitações por cabeça normal para cada tipo de cabeça, de acordo com os coeficientes apresentados de seguida (Quadro 2.7.12). Apenas se consideram representativos os efetivos pecuários bovinos e suínos.

De acordo com os dados de base provenientes do Recenseamento Geral da Agricultura (RGA) e cálculos subsequentemente efetuados, denota-se um crescimento significativo das necessidades hídricas em consequência do aumento do efetivo pecuário existente na ilha do Pico entre 1999 e 2009. Assim, estima-se que a ilha do Pico necessite de cerca de 315dam<sup>3</sup> de água por ano satisfazer as necessidades hídricas do seu efetivo pecuário, sendo 43% destas

destinadas ao efetivo pecuário de Lajes do Pico, 32% para Madalena e os restantes 25% para o efetivo existente em São Roque do Pico (Quadro 2.7.13).

**Quadro 2.7.12** | Necessidades hídricas específicas por tipo de cabeça

Necessidades Hídricas Específicas Pecuária	
Tipo de Cabeça	NHE (m <sup>3</sup> /CN/ano)
Bovinos	14,60
Suínos	7,40

Fonte: PNA

**Quadro 2.7.13** | Necessidades de água para uso pecuário

Necessidades de água (m <sup>3</sup> /ano) Pecuária		
Território	1999	2009
<b>Pico</b>	<b>253 399</b>	<b>315 289</b>
Lajes do Pico	117 054	136 505
Madalena	78 350	100 220
São Roque do Pico	57 995	78 564

### Indústria

As necessidades de água associadas ao uso industrial foram aferidas com base no número de trabalhadores para os principais setores de atividades observados nas estatísticas oficiais.

Dado que não existiam dados de base discriminados por Código de Atividade Económica (CAE) para toda a série temporal do presente Plano, apenas existindo por setor, houve a necessidade de estimar uma capitação média para cada ilha com base no número de trabalhadores por CAE para o ano de 2009 disponibilizados pela Direção Regional de Apoio ao Investimento e à Competitividade (DRAIC), tendo em consideração as capitações específicas por CAE consignadas no PNA.

De acordo com a metodologia adotada e explanada anteriormente, estima-se que a ilha do Pico necessite de cerca de 129dam<sup>3</sup> de água por ano para satisfazer as necessidades hídricas das suas atividades de indústria transformadora, sendo que cerca de 53,6dam<sup>3</sup> são destinados a Madalena, assumindo-se como o principal pólo industrial da ilha, 39dam<sup>3</sup> para Lajes do Pico que também apresenta alguma relevância industrial e 37dam<sup>3</sup> para São Roque do Pico (Quadro 2.7.14).

**Quadro 2.7.14** | Necessidades de água para a indústria transformadora

Necessidades de água (m <sup>3</sup> /ano) Indústria transformadora							
Território	2000	2001	2004	2005	2007	2008	2009
<b>Pico</b>	<b>14 800</b>	<b>15 400</b>	<b>19 800</b>	<b>17 200</b>	<b>57 800</b>	<b>62 200</b>	<b>129 200</b>
Lajes do Pico	n.d.	n.d.	7 400	4 800	16 800	18 600	38 635
Madalena	6 400	7 600	10 200	10 200	26 200	25 800	53 591
São Roque do Pico	n.d.	n.d.	2 200	2 200	14 800	17 800	36 974



As atividades económicas com maior dotação nas necessidades hídricas aferidas para a ilha do Pico são indústria conserveira de peixe (43dam<sup>3</sup>/ano), abate de gado para a produção de carne (20dam<sup>3</sup>/ano), e indústria do leite e derivados (18dam<sup>3</sup>/ano).

Seguidamente, são apresentadas as necessidades de água para a indústria extrativa, atividade bastante ativa na ilha do Pico. As necessidades hídricas (Quadro 2.7.15) foram aferidas com base nos volumes licenciados pela DRAIC. Verifica-se que as atividades extrativas existentes na ilha do Pico necessitam de pouco mais de 103 dam<sup>3</sup> de água por ano para manter a sua atividade.

**Quadro 2.7.15** | Necessidades de água para as atividades de indústria extrativa

Necessidades Hídricas Indústria Extrativa			
Ilha	Local de Extração	Empresas (n.º)	Volume licenciado (m <sup>3</sup> /ano)
Pico	Orla Costeira <sup>13</sup>	6	103 000

Neste sentido, verifica-se que os consumos totais para a indústria<sup>14</sup> rondam os aproximadamente os 232dam<sup>3</sup>.

### Produção de Energia

Para a aferição das necessidades hídricas do setor de produção de eletricidade considera-se que as necessidades hídricas equivalem aos consumos observados. Dado que o consumo de água utilizado nos sistemas de refrigeração não dependem diretamente da energia produzida também se assumem os quantitativos constantes para toda a série temporal do Plano. Assim, estimam-se necessidades hídricas anuais relativas à produção de energia termoelétrica na ordem dos 348m<sup>3</sup> para a ilha do Pico (Quadro 2.7.16).

**Quadro 2.7.16** | Necessidades de água na produção de energia

Território	Necessidades Hídricas (m <sup>3</sup> /ano)				
	Energia				
	2000	2002	2004	2006	2010 <sup>15</sup>
<b>Pico</b>	<b>348</b>	<b>348</b>	<b>348</b>	<b>348</b>	<b>348</b>
Termoelétrica	348	348	348	348	348
Hidroelétrica	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Nota: Não estão disponíveis dados de base relativos aos anos intermédios para os quais não se apresentam resultados.  
Fonte: EDA / PRA

### Outros Usos

Dada a ausência de informação de base para o cálculo das necessidades hídricas nas instalações aeroportuárias e portuárias, assume-se que estas são equivalentes aos consumos de água observados. Assim, assumem-se necessidades hídricas totais na ordem dos 5130m<sup>3</sup> de água por ano na ilha de São Jorge.

Seguidamente são apresentados as necessidades totais para a ilha do Pico por tipologia de uso (Quadro 2.7.17).

<sup>13</sup> Inseridas na área terrestre do POOC.

<sup>14</sup> Considerando para efeitos de cálculo as principais atividades da indústria transformadora e extrativa.

<sup>15</sup> Não ausência de valor fidedigno para 2009 considerou-se o valor disponível mais atual relativo a 2010.

Quadro 2.7.17 | Necessidades totais de água por tipo de uso para a ilha do Pico

Necessidades totais de água		
Pico		
Tipologia de Uso	Necessidades (m <sup>3</sup> /ano)	Ano de Referência
Urbano <sup>16</sup>	953 560	2009
Turismo	68 442	2009
Agricultura	N.A.	-
Pecuária	315 289	2009
Indústria	232 200	2009
Produção de Energia	348	2000
Outros usos	5 130	2000
<b>TOTAL - PICO</b>	<b>1 574 969</b>	<b>-</b>

### 2.7.3 | Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades

De acordo com os resultados estimados, a ilha do Pico apresenta disponibilidades hídricas totais na ordem dos 1,7hm<sup>3</sup> por ano, revelando-se suficientes para comportar as necessidades hídricas estimadas, visto que as disponibilidades hídricas superficiais rondam a ordem dos 181hm<sup>3</sup> por ano e as subterrâneas aproximadamente 582hm<sup>3</sup> por ano. Em resultado, estima-se um balanço hídrico subterrâneo bastante positivo, já que as necessidades hídricas se mostram praticamente insignificantes face às disponibilidades hídricas presentes na ilha do Pico (Quadro 2.7.18).

Quadro 2.7.18 | Balanço hídrico para a ilha do Pico

Parâmetro	Balanço Hídrico	
	Tipologia	Volumes anuais (m <sup>3</sup> )
Necessidades hídricas	Urbano <sup>17</sup>	953 560
	Turismo	68 442
	Agricultura	N.A.
	Pecuária	315 289
	Indústria	232 200
	Produção de Energia	348
	Outros usos	5 130
	<b>Total</b>	<b>1 574 969</b>
Disponibilidades hídricas	<b>Superficiais</b>	181 014 151
	<b>Subterrâneas</b>	582 000 000
	<b>Total</b>	<b>763 014 151</b>
<b>BALANÇO HÍDRICO</b>	<b>Nec. / Disp. Supf.</b>	<b>0,87%</b>
	<b>Nec. / Disp. Subt.</b>	<b>0,27%</b>
	<b>Nec. / Disp. totais</b>	<b>0,20%</b>

<sup>16</sup> Considerando apenas setor doméstico.

<sup>17</sup> Considerando apenas setor doméstico.

Importa notar que os resultados obtidos para alguns setores, sofreram uma influência considerável devido à ausência e indisponibilização de dados de base atualizados, que obrigaram à realização das assumpções ou estimativas referidas. As principais limitações surgiram nos setores da produção de energia e outros usos (setor portuário e aeroportuário) onde, devido à ausência de colaboração da maior parte das entidades de referência destes setores na Região, houve a necessidade de, na maioria dos casos, se considerarem os dados de consumo de água registados pelo PRA em 2000 como base para a estimativa das necessidades hídricas, constituindo um fator limitante para a qualidade dos resultados obtidos, não só pela antiguidade da informação disponível, mas também agravado pela típica e significativa variação anual do consumo de água no setor hidroelétrico, que pode prejudicar uma correta aferição das necessidades hídricas neste setor. Outro aspeto sensível nesta análise, e que apresenta uma significativa probabilidade de afetação dos resultados, é a taxa de perdas de água considerada para o uso urbano (35%), ausente de resposta na maioria das entidades gestoras contactadas, tendo-se optado por uma taxa de perdas comumente assumida pelos referenciais bibliográficos do setor.

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

### **2.8.1 | Sistema de abastecimento de água**

#### **2.8.1.1 | Modelos de gestão**

A ilha do Pico apresenta um único modelo de gestão relativamente aos serviços de abastecimento de água para todos os seus concelhos. Estes asseguram os serviços através da própria Câmara Municipal, nomeadamente, a C.M. de Lajes do Pico, C.M. da Madalena, e C.M. de São Roque do Pico. Todas as entidades gestoras referidas asseguram os serviços das componentes em “Alta” e “Baixa”.

#### **2.8.1.2 | Atendimento do serviço**

De acordo com a informação recolhida, o serviço de abastecimento de água em todos os concelhos da ilha do Pico é assegurado na plenitude, configurando uma nível de atendimento máximo (100%), sendo traduzido por uma população residente servida de sensivelmente 4 650 habitantes em Lajes do Pico, 6 350 habitantes em Madalena e 3 900 habitantes em São Roque do Pico, perfazendo um total de aproximadamente 15 mil habitantes para a ilha do Pico.

#### **2.8.1.3 | Origens de água e infraestruturas de captação**

A Figura 2.8.1 apresenta os sistemas, infraestruturas e equipamentos constituintes do serviços de abastecimento de água em toda a ilha, de acordo com o cadastro nacional de infraestruturas do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e Águas Residuais (INSAAR).

De acordo com a informação disponibilizada pelo INSAAR, o serviço público de abastecimento de água de Lajes do Pico é constituído por três sistemas, sendo abastecidos por nove captações de origem subterrânea, observando-se um volume total captado de sensivelmente 469dam<sup>3</sup> de água (Quadro 2.8.1).

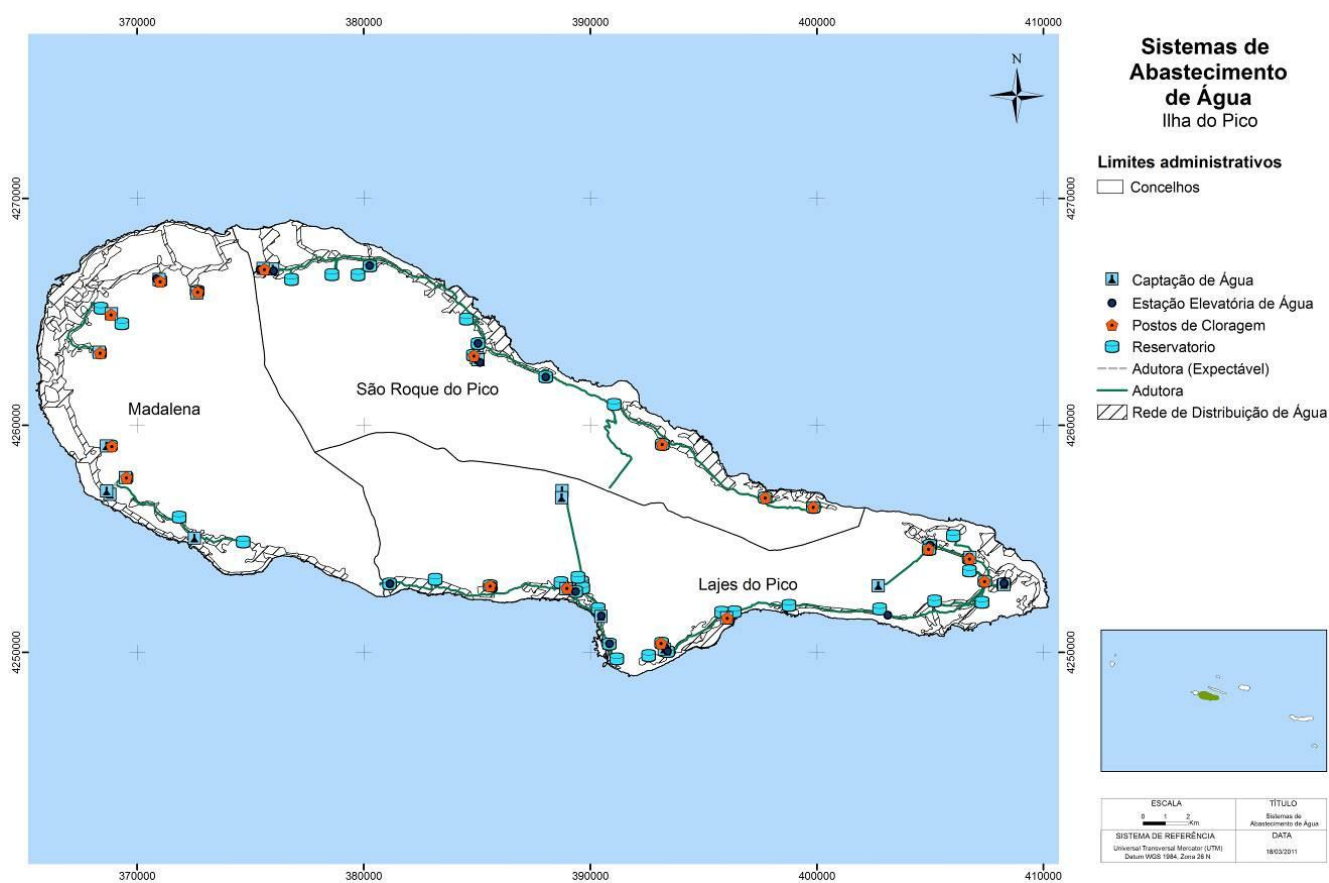
Já o serviço público de abastecimento de água de Madalena é constituído por seis sistemas, constituídos por nove captações subterrâneas, sendo duas delas de serviço temporário ou ocasional, observando-se um volume total anual captado na ordem dos 984dam<sup>3</sup> de água (Quadro 2.8.1).

De acordo com a informação disponibilizada pelo INSAAR, o serviço público de abastecimento de água de São Roque do Pico é constituído por três sistemas servidos no total por 5 captações, todas de origem subterrânea com exceção da captação superficial direta (tipo simplificado) que serve o sistema de Prainha-Santo Amaro proveniente da lagoa do Caiado, que pontualmente demonstra alguns problemas de disponibilidade de água para satisfazer as necessidades de abastecimento público, principalmente no período estival. Regista-se assim um volume total anual captado na ordem dos 635dam<sup>3</sup> de água (Quadro 2.8.1).

**Quadro 2.8.1** | Caracterização das captações de água existentes na ilha do Pico

Pico	Lajes do Pico	Madalena	São Roque do Pico	Total
<b>Captações de Água</b>				
N.º de Captações	9	9	5	<b>23</b>
N.º de Captações Superficiais	0	0	1	<b>1</b>
N.º de Captações Subterrâneas	9	9	4	<b>22</b>
Volume Captado (m <sup>3</sup> /ano)	469 080	984 405	635 162	<b>2 088 647</b>

Fonte: INSAAR



**Figura 2.8.1** | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos de abastecimento de água da ilha do Pico.

### 2.8.1.4 | Infraestruturas de tratamento de água

Existem sete postos de cloração de água no concelho de Lajes do Pico distribuídos pelos seus três sistemas. Estes postos de cloração são responsáveis pelo tratamento total de cerca de 591dam<sup>3</sup> de água (Quadro 2.8.2). Os volumes captados e tratados de água não são compatíveis devido à divergência de fontes bibliográficas utilizadas e anos de referência de dos dados. Contudo, neste caso, assume-se que a totalidade do volume de água captado é tratado.

**Quadro 2.8.2** | Caracterização de estações de tratamento de água e postos de cloração existentes no concelho das Lajes do Pico

Pico – Lajes do Pico Estações de Tratamento de Água	Sistema 1 - Piedade	Sistema 2 – Ribeiras	Sistema 3 - Lajes	Total
N.º ETA	0	0	0	<b>0</b>
N.º PC	3	2	2	<b>7</b>
Caudal Tratado (m <sup>3</sup> /ano)	372 300	73 000	219 000	<b>591 300</b>

Fonte: INSAAR

Existem seis estações de tratamento de água no concelho de Madalena, uma por cada sistema de abastecimento de água, sendo responsáveis pelo tratamento da totalidade de água captada anualmente, aproximadamente 984dam<sup>3</sup> de água (Quadro 2.8.3).

**Quadro 2.8.3** | Caracterização de estações de tratamento de água e postos de cloração existentes no concelho da Madalena

Pico - Madalena Estações de Tratamento de Água	Sistema 1 – Cabeço Chão	Sistema 2 – Bicadas	Sistema 3 – Criação Velha	Sistema 4 – Candelária	Sistema 5 – Mirateca	Sistema 6 – Miragaia	Total
N.º ETA	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
N.º PC	1	1	1	1	1	1	<b>6</b>
Caudal Tratado (m <sup>3</sup> /ano)	121 910	174 105	236 885	195 640	172 280	83 585	<b>984 405</b>

Fonte: Inquérito PGRHI, 2010

Existe uma estação de tratamento de água e cinco postos de cloração no concelho de São Roque do Pico, sendo responsáveis pelo tratamento da totalidade do volume anual de água captado, aproximadamente 635dam<sup>3</sup> de água (Quadro 2.8.4).

**Quadro 2.8.4** | Caracterização de estações de tratamento de água e postos de cloração existentes no concelho de São Roque do Pico

Pico – São Roque do Pico Estações de Tratamento de Água	Sistema São Roque	Sistema Santa Luzia	Sistema Prainha / Santo Amaro	Total
N.º ETA	0	0	1	<b>1</b>
N.º PC	1	1	3	<b>5</b>
Caudal Tratado (m <sup>3</sup> /ano)	327 116	138 194	169 852	<b>635 162</b>

Fonte: INSAAR

### 2.8.1.5 | Infraestruturas de transporte, elevação, armazenamento e distribuição de água

Relativamente às infraestruturas de transporte, elevação e armazenamento, nos sistemas de abastecimento que servem Lajes do Pico existem 18 estações elevatórias e 20 reservatórios, nomeadamente, dez reservatórios de água constituintes do sistema da Piedade com uma capacidade útil total de 1 510m<sup>3</sup> de água, cinco reservatórios no sistema de Ribeiras com uma capacidade útil total de 550m<sup>3</sup> de água, e cinco reservatórios no sistema das Lajes com capacidade útil total de 690m<sup>3</sup> (Quadro 2.8.5).

**Quadro 2.8.5** | Caracterização das estações elevatórias e reservatórios existentes existentes no concelho das Lajes do Pico

Pico – Lajes do Pico Transporte, elevação, e armazenamento	Sistema 1 - Piedade	Sistema 2 – Ribeiras	Sistema 3 - Lajes	Total
N.º Estações Elevatórias	7	4	7	<b>18</b>
N.º Reservatórios	10	5	5	<b>20</b>

Fonte: INSAAR

Relativamente às infraestruturas de transporte, elevação e armazenamento, nos sistemas de abastecimento que servem Madalena existem seis estações elevatórias e nove reservatórios de água distribuídos pelos vários sistemas de abastecimento de Madalena com uma capacidade útil total de 2 160m<sup>3</sup> de água (Quadro 2.8.6).

**Quadro 2.8.6** | Caracterização das estações elevatórias e reservatórios existentes no concelho da Madalena

Pico - Madalena Transporte, elevação, e armazenamento	Sistema 1 – Cabeço Chão	Sistema 2 – Bicadas	Sistema 3 – Criação Velha	Sistema 4 – Candelária	Sistema 5 – Mirateca	Sistema 6 – Miragaia	Total
N.º Estações Elevatórias	1	1	1	1	1	1	<b>6</b>
N.º Reservatórios	1	2	1	2	2	1	<b>9</b>

Fonte: INSAAR

Relativamente às infraestruturas de transporte, elevação e armazenamento, nos sistemas de abastecimento que servem São Roque do Pico existem oito estações elevatórias e 13 reservatórios de água distribuídos pelos vários sistemas de abastecimento de São Roque do Pico, sendo que os reservatórios que servem o sistema São Roque apresentem uma capacidade útil total de 1290m<sup>3</sup> de água, 650m<sup>3</sup> de água de capacidade nos reservatórios afetos ao sistema de Santa Luzia e 510m<sup>3</sup> de água de capacidade útil nos reservatórios do sistema Prainha-Santo Amaro (Quadro 2.8.7).

**Quadro 2.8.7** | Caracterização das estações elevatórias e reservatórios existentes no concelho de São Roque do Pico

Pico – São Roque do Pico Transporte, elevação, e armazenamento	Sistema São Roque	Sistema Santa Luzia	Sistema Prainha / Santo Amaro	Total
N.º Estações Elevatórias	3	4	1	<b>8</b>
N.º Reservatórios	3	5	5	<b>13</b>

Fonte: INSAAR

### 2.8.1.6 | Inventário de outras infraestruturas hidráulicas

Não estão implementados quaisquer sistemas de saneamento de águas residuais nem os respetivos modelos de gestão nos concelhos da ilha do Pico.

## 2.8.2 | Sistema de drenagem e tratamento de águas residuais

### 2.8.2.1 | Modelos de gestão

Não estão implementados quaisquer sistemas de saneamento de águas residuais nem os respetivos modelos de gestão nos concelhos da ilha do Pico.

### 2.8.2.2 | Atendimento do serviço

Não estão implementados quaisquer sistemas de saneamento de águas residuais na ilha do Pico pelo que o nível de atendimento do serviço é nulo.

### 2.8.2.3 | Infraestrutura de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais

De acordo com o referido anteriormente e informações disponibilizadas pelo inventário nacional de infraestruturas do INSAAR, nenhuma infraestrutura de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais está cadastrada.

### 2.8.2.4 | Infraestruturas de tratamento de águas residuais

De acordo com o referido anteriormente e informações disponibilizadas pelo inventário nacional de infraestruturas do INSAAR, nenhuma infraestrutura de tratamento de águas residuais está cadastrada.

### 2.8.2.5 | Águas residuais produzidas por tipo

A estimativa dos volumes gerados teve em consideração capitações médias apresentadas por *Metcalf&Eddy*. Assim, para a produção doméstica de águas residuais considerou-se uma taxa de 90 litros por habitante por dia, 62,5 litros por trabalhador por dia para produção industrial e 50 litros por empregado por dia para produção em atividades de comércio e serviços. Aplicando estas taxas aos dados de base considerados para o Plano de população residente, população flutuante, e pessoal ao serviço por setor de atividade, obteve-se a seguinte estimativa de volumes de águas residuais urbanas geradas (Quadro 2.8.8).

**Quadro 2.8.8** | Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem

Origem	Volumes gerados (m <sup>3</sup> /ano) Águas residuais urbanas							
	2000 <sup>18</sup>				2009 <sup>19</sup>			
	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
Doméstico	477 508	163 527	197 494	116 486	489 005	152 884	208 696	127 425
Turístico	507 076	175 625	207 142	124 310	519 041	164 377	218 713	135 951
Industrial	1 688	0	730	0	7 095	2 122	2 943	2 030
Comércio e serviços	15 878	3 650	8 851	3 376	22 028	4 690	12 447	4 891

O setor doméstico e turístico são os setores mais representativos em termos de volumes de águas residuais geradas. De referir que os volumes totais de águas residuais urbanas relativos ao ano de 2008 correspondem a cerca de quase 31,5 mil habitantes equivalentes<sup>20</sup>, sendo que cerca de 887 habitantes equivalentes provêm de atividades industriais ou de comércio e serviços.

<sup>18</sup> Valores referentes à origem comércio e serviços são relativos ao ano de 2002 por ausência de informação de base.

<sup>19</sup> Valores referentes às origens industrial e comércio e serviços são relativos ao ano de 2008 por ausência de informação de base.

<sup>20</sup> Considerando que um habitante equivalente gera cerca de 90 litros por dia de águas residuais urbanas.

As respetivas cargas orgânicas correspondentes aos volumes anteriormente aferidos (Quadro 2.8.10 a Quadro 2.8.14), tiveram também como base de cálculo as capitações sugeridas por *Metcalf&Eddy* para os diferentes parâmetros analíticos considerados: CBO<sub>5</sub>, CQO, SST, Azoto e Fósforo (Quadro 2.8.9).

Para estimar as cargas orgânicas geradas nas águas residuais urbanas de origem industrial e comércio e serviços consideraram-se os habitantes equivalentes correspondentes ao volume de águas residuais produzido, assumindo-se que um habitante equivalente produz 90 litros por ano de águas residuais urbanas.

**Quadro 2.8.9** | Capitações de carga orgânica gerada para o setor urbano

Capitações de cargas orgânicas geradas (g/hab <sub>eq</sub> /dia)				
Águas residuais urbanas				
CBO <sub>5</sub>	CQO	SST	Azoto	Fósforo
60	120	90	10	3

Fonte: PRA, Metcalf & Eddy, 2003

**Quadro 2.8.10** | Estimativa de CBO<sub>5</sub> gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

Origem	Carga de CBO <sub>5</sub> gerada (kg/ano)							
	Águas residuais urbanas				Águas residuais urbanas			
	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2000 <sup>18</sup>				2009 <sup>19</sup>			
Doméstico	318 338	109 018	131 663	77 657	326 003	101 923	139 131	84 950
Turístico	19 712	8 065	6 432	5 216	20 024	7 662	6 678	5 684
Industrial	1 125	0	487	0	4 730	1 414	1 962	1 354
Comércio e serviços	10 585	2 433	5 901	2 251	14 685	3 127	8 298	3 261

**Quadro 2.8.11** | Estimativa de CQO gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

Origem	Carga de CQO gerada (kg/ano)							
	Águas residuais urbanas				Águas residuais urbanas			
	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2000 <sup>18</sup>				2009 <sup>19</sup>			
Doméstico	636 677	218 036	263 326	155 315	652 007	203 845	278 261	169 900
Turístico	39 425	16 130	12 863	10 432	40 048	15 324	13 356	11 368
Industrial	2 251	0	973	0	9 460	2 829	3 924	2 707
Comércio e serviços	21 170	4 867	11 802	4 502	29 370	6 254	16 595	6 521

**Quadro 2.8.12** | Estimativa de SST gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

Origem	Carga de SST gerada (kg/ano)							
	Águas residuais urbanas				Águas residuais urbanas			
	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2000 <sup>18</sup>				2009 <sup>19</sup>			
Doméstico	477 508	163 527	197 494	116 486	489 005	152 884	208 696	127 425



Carga de SST gerada (kg/ano) Águas residuais urbanas								
Origem	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	2009 <sup>19</sup>			
					Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
			2000 <sup>18</sup>					
Turístico	<b>29 569</b>	12 097	9 648	7 824	<b>30 036</b>	11 493	10 017	8 526
Industrial	<b>1 688</b>	0	730	0	<b>7 095</b>	2 122	2 943	2 030
Comércio e serviços	<b>15 878</b>	3 650	8 851	3 376	<b>22 028</b>	4 690	12 447	4 891

**Quadro 2.8.13** | Estimativa de azoto gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

Carga de azoto gerada (kg/ano) Águas residuais urbanas								
Origem	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	2009 <sup>19</sup>			
					Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
			2000 <sup>18</sup>					
Doméstico	<b>53 056</b>	18 170	21 944	12 943	<b>54 334</b>	16 987	23 188	14 158
Turístico	<b>3 285</b>	1 344	1 072	869	<b>3 337</b>	1 277	1 113	947
Industrial	<b>188</b>	0	81	0	<b>788</b>	236	327	226
Comércio e serviços	<b>1 764</b>	406	983	375	<b>2 448</b>	521	1 383	543

**Quadro 2.8.14** | Estimativa de fósforo gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

Carga de fósforo gerada (kg/ano) Águas residuais urbanas								
Origem	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	2009 <sup>19</sup>			
					Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
			2000 <sup>18</sup>					
Doméstico	<b>15 917</b>	5 451	6 583	3 883	<b>16 300</b>	5 096	6 957	4 248
Turístico	<b>986</b>	403	322	261	<b>1 001</b>	383	334	284
Industrial	<b>56</b>	0	24	0	<b>236</b>	71	98	68
Comércio e serviços	<b>529</b>	122	295	113	<b>734</b>	156	415	163

De forma a estimar os volumes de águas residuais geradas encaminhadas para cada tipologia de tratamento existente ou descarregadas diretamente no meio ambiente foi necessário recorrer de forma integrada à base de dados do INSAAR e inquéritos recolhidos pelas entidades gestoras de forma a aferir qual a população ligada à rede de drenagem e que encaminhamento era dado por tipologia ou nível de tratamento aos volumes gerados por freguesia. Em resultado dessa integração de informação estimaram-se taxas de distribuição dos volumes gerados de águas residuais urbanas. Relativamente à estimativa das cargas removidas e emitidas para o meio foram aferidas tendo em consideração as seguintes taxas de remoção por nível de tratamento (Quadro 2.8.15).

**Quadro 2.8.15** | Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento

Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento (%)					
Nível de tratamento	Águas residuais urbanas				
	CBO <sub>5</sub>	CQO	SST	Azoto	Fósforo

Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento (%)					
Nível de tratamento	Águas residuais urbanas				
	CBO <sub>5</sub>	CQO	SST	Azoto	Fósforo
FSI	40%	40%	50%	5%	2%
FSC <sup>21</sup>	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR (Tratamento preliminar) <sup>21</sup>	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR (Tratamento primário) <sup>21</sup>	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR (Tratamento secundário) <sup>22</sup>	70% <sup>(1)</sup>	60% <sup>(1)</sup>	70% <sup>(1)</sup>	15% <sup>(2)</sup>	15% <sup>(2)</sup>

Em resultado, obtiveram-se os seguintes volumes e cargas removidas e emitidas a nível do concelho (Quadro 2.8.16 a Quadro 2.8.21). As cargas emitidas contemplam aquelas que não sofreram qualquer tipo de tratamento (descarga direta) e as cargas que apesar terem sido sujeitas a tratamento não foram removidas devido à eficiência do sistema de tratamento. Considera-se que os volumes de origem industrial e comércio e serviços são por defeito encaminhados para o sistema de tratamento a cargo da entidade gestora municipal. Apenas não se considera esta assumpção quando não existe outra forma de tratamento disponível no município, respeitando-se nestes casos o definido pelas taxas de distribuição referidas anteriormente.

**Quadro 2.8.16** | Estimativa do volume total de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino

Origem	Volume de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino (m <sup>3</sup> /ano)							
	Águas residuais urbanas							
	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2000				2009			
FSI	507 806	175 625	207 872	124 310	519 041	164 377	218 713	135 951
FSC	0	0	0	0	0	0	0	0
ETAR	0	0	0	0	0	0	0	0
Descarga direta	0	0	0	0	0	0	0	0

**Quadro 2.8.17** | Estimativa de CBO<sub>5</sub> removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Destino	Carga de CBO <sub>5</sub> removida e emitida (kg/ano)							
	Águas residuais urbanas							
	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2005				2008			
FSI	143 062	46 391	60 513	36 158	145 852	45 903	62 092	37 857
FSC	0	0	0	0	0	0	0	0
ETAR	0	0	0	0	0	0	0	0
Emitido	214 593	69 587	90 769	54 237	218 778	68 855	93 138	56 785

<sup>21</sup> Fonte: Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro.

<sup>22</sup> Fonte: (1) Mackenzie&Davis; (2) Mano, 2002.

**Quadro 2.8.18** | Estimativa de CQO removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Carga de CQO removida e emitida (kg/ano)								
Águas residuais urbanas								
Destino	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2005				2008			
FSI	<b>286 124</b>	92 782	121 026	72 316	<b>291 703</b>	91 806	124 184	75 713
FSC	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0
ETAR	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0
Emitido	<b>429 186</b>	139 173	181 539	108 474	<b>437 555</b>	137 710	186 275	113 570

**Quadro 2.8.19** | Estimativa de SST removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Carga de SST removida e emitida (kg/ano)								
Águas residuais urbanas								
Destino	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2005				2008			
FSI	<b>268 241</b>	86 983	113 462	67 796	<b>273 472</b>	86 069	116 422	70 981
FSC	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0
ETAR	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0
Emitido	<b>268 241</b>	86 983	113 462	67 796	<b>273 472</b>	86 069	116 422	70 981

**Quadro 2.8.20** | Estimativa de azoto removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Carga de azoto removida e emitida (kg/ano)								
Águas residuais urbanas								
Destino	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2005				2008			
FSI	<b>2 980</b>	966	1 261	753	<b>3 039</b>	956	1 294	789
FSC	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0
ETAR	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0
Emitido	<b>56 629</b>	18 363	23 953	14 313	<b>57 733</b>	18 170	24 578	14 985

**Quadro 2.8.21** | Estimativa de fósforo removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Carga de fósforo removida e emitida (kg/ano)								
Águas residuais urbanas								
Destino	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	2005				2008			
FSI	<b>358</b>	116	151	90	<b>365</b>	115	155	95
FSC	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0
ETAR	<b>0</b>	0	0	0	<b>0</b>	0	0	0
Emitido	<b>17 525</b>	5 683	7 413	4 429	<b>17 867</b>	5 623	7 606	4 637

Além das águas residuais urbanas, existe a emissão de efluentes das atividades produtivas de setores como a agricultura, pecuária e indústria, que devem ser tidas em consideração, não só pela sua significância volumétrica, mas também devido às suas cargas orgânicas. Neste sentido, seguidamente serão caracterizadas as águas residuais não urbanas associadas aos setores agricultura, pecuária e indústria.

### Agricultura

As cargas orgânicas foram estimadas tendo em consideração as seguintes taxas de exportação (Quadro 2.8.22) e áreas agrícolas patentes nas Cartas de Ocupação do Solo (Quadro 2.8.23).

Não é possível aferir os volumes de águas residuais produzidos pelo setor agrícola dado que se desconhece o volume de água sujeita a contaminação com nutrientes nem qual a fração que chega a atingir os aquíferos, ficando retida no solo.

**Quadro 2.8.22** | Taxas de exportação de nutrientes para o setor agrícola

Taxas de exportação (kg/ha/ano)	
Azoto	Fósforo
10	0,3

Fonte: Coelho, Diogo, Almeida (UNL)

**Quadro 2.8.23** | Estimativa das cargas orgânicas emitidas pela agricultura em 2009

Cargas orgânicas emitidas Agricultura		
Território	Azoto (kg/ano)	Fósforo (kg/ano)
Lajes do Pico	29 835	3 676
Madalena	27 086	2 828
São Roque do Pico	9 064	1 481
<b>TOTAL – Pico</b>	<b>65 985</b>	<b>7 985</b>

### Pecuária

O cálculo das cargas de cargas orgânicas e nutrientes emitidos pela pecuária (Quadro 2.8.25) foi efetuado assumindo os coeficientes de emissão de nutrientes publicados pelo *Código de Boas Práticas Agrícolas*, e capitações de cargas orgânicas emitidas publicadas por documentos de referência<sup>23</sup> e representadas de seguida (Quadro 2.8.24).

**Quadro 2.8.24** | Coeficientes de emissão para o setor pecuário por tipo de cabeça

Tipo de cabeça	Coeficientes de emissão			
	CBO <sub>5</sub> (g/animal/dia)	CQO (g/animal/dia)	SST (g/animal/dia)	Azoto (kg/animal/ano)

<sup>23</sup> Plano de Bacia Hidrográfica do rio Lima.

Bovinos	405	458	5 000	105	35
---------	-----	-----	-------	-----	----

**Quadro 2.8.25** | Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pela pecuária

Carga	Cargas orgânicas emitidas (kg/ano)							
	Pecuária							
	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico	Pico	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
	1999				2009			
CBO <sub>5</sub>	2.460 991	1 125 983	761 447	573 561	3 237 368	1 389 112	1 023 984	824 272
CQO	2 783 046	1 273 334	861 093	648 620	3 661 023	1 570 896	1 157 987	932 140
SST	30 382 600	13 901 025	9 400 575	7 081 000	39 967 500	17 149 525	12 641 775	10 176 200
Azoto	1 748 040	799 785	540 855	407 400	2 299 500	986 685	727 335	585 480
Fósforo	582 680	266 595	180 285	135 800	766 500	328 895	242 445	195 160

### Indústria

A aferição do volume e cargas orgânicas geradas e rejeitadas no setor industrial (Quadro 2.8.27 e Quadro 2.8.28) tiveram em consideração as seguintes capitações (Quadro 2.8.26). Desconhece-se quais os sistemas e equipamentos de pré-tratamento das principais indústrias referidas anteriormente, bem como o destino dado aos seus efluentes. Em caso de desconhecimento de informação, considera-se o cenário mais conservativo, traduzido neste caso pela não remoção de carga orgânica e consequente emissão desta para o meio.

Não foi possível aferir os volumes e cargas orgânicas inerentes a outras atividades consideradas relevantes no contexto insular, tais como, a indústria transformadora de pesca (conserveira), ou da cerveja e refrigerantes, devido à ausência de informação de base disponível.

**Quadro 2.8.26** | Captações volumétricas e de carga das águas residuais emitidas para o meio para o setor industrial

Tipo de Atividade	Captações volumétricas e de carga de águas residuais				
	Volume rejeitado	CBO <sub>5</sub> (g/L)	SST (g/L)	Azoto (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Indústria de transformação de carnes	8,0 m <sup>3</sup> /t-carçaça	1,8	6	140	15
Indústria de laticínios	5,5 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> -leite	10	0,8	150	50

Fonte: PRA

**Quadro 2.8.27** | Estimativa das águas residuais emitidas pelas principais atividades industriais

Tipo de Atividade	Águas Residuais emitidas pelas atividades industriais				
	Volume rejeitado (m <sup>3</sup> /ano)		Freguesias afetadas		
	2000	2009	Lajes do Pico	Madalena	S. Roque do Pico
Indústria de transformação de carnes	4 873	15 217	Silveira	-	Santa Luzia
Indústria de laticínios	8 342	7 993	Silveira	-	-

Fonte: SREA, DRAF, IAMA, Inquérito PGRHI, 2010

**Quadro 2.8.28** | Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pelo setor industrial

Cargas orgânicas emitidas	
Indústria	

Tipo de Atividade	CBO <sub>5</sub> (kg/ano)		SST (kg/ano)		Azoto (kg/ano)		Fósforo (kg/ano)	
	2000	2009	2000	2009	2000	2009	2000	2009
Indústria de transformação de carnes	8 771	27 390	29 236	91 300	682	2 130	85	94
Indústria de lacticínios	83 424	79 928	6 674	6 394	1 251	1 199	417	400
<b>TOTAL – Pico</b>	<b>92 195</b>	<b>107 318</b>	<b>35 910</b>	<b>97 694</b>	<b>1 934</b>	<b>3 329</b>	<b>490</b>	<b>628</b>

Nota: as cargas orgânicas estimadas são relativas aos volumes referidos no quadro anterior e referem-se maioritariamente aos principais estabelecimentos industriais referenciados no mesmo quadro.

### Outros Usos

Não foram identificados outros usos significativos na ilha de Pico.

## 2.9 | Análise de perigos e riscos

O presente documento 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. 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

A análise das alterações climáticas será realizada de forma global, ou seja, uniforme para a RAA. Esta medida foi adotada devido à falta de informação das condições climáticas existentes na maioria das ilhas. No entanto foi possível realizar-se o estudo da elevação do nível médio do mar, adotando-se os níveis de elevação do mar apresentados no quarto relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (IPCC, 2007).

#### 2.9.1.1 | A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática

Tal<sup>24</sup> 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 termoregulador 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

<sup>24</sup> Nota prévia: neste capítulo é seguido de perto parte do texto original de Azevedo (2011) em fase de publicação.

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 peculiares. 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 interceptado 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 ela 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 climáticas produzidas ao longo do período de tempo em que são efetuadas observações meteorológicas regulares no arquipélago dos Açores, em particular as que resultam das observações nas

ilhas de S. Miguel e Terceira, bem como o seu tratamento com base em diferentes metodologias de normalização dos dados<sup>25</sup>, designadamente as adotadas no projeto SIAM\_II<sup>26</sup>, e apesar da complexidade da interpretação dos resultados, foi possível identificar o seu comportamento ao longo do século XX, o qual se resume nos seguintes aspetos:

- As observações efetuadas nas ilhas dos Açores, designadamente em Angra do Heroísmo, indicam que o seu clima sofreu uma evolução caracterizada por dois períodos de aquecimento, intercalados por um período de arrefecimento (conforme Figura 2.9.1);

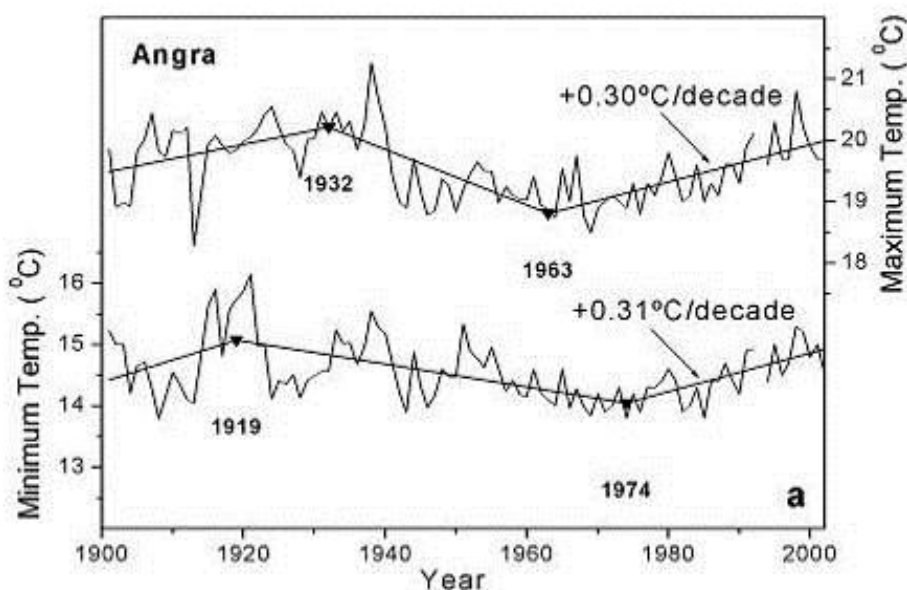


Figura 2.9.1 | Séries temporais de Tmin, Tmax – Angra do Heroísmo/Terceira.

- A tendência de evolução das temperaturas extremas médias diárias é de um aumento sistemático e consistente a partir do fim da década de 70 do século passado, com sinal mais evidente nas temperaturas mínimas diárias, pese embora já se tenham verificado períodos de maior aquecimento, e de maiores amplitudes térmicas, designadamente o observado ao longo das décadas de 30 e 40;
- No que se refere à precipitação, a evolução observada apresenta grande irregularidade interanual (cf. Figura 2.9.2), verificando-se uma variabilidade significativa no seu padrão sazonal;

<sup>25</sup> Nota: tal como é referido no documento final do projeto SIAM\_II, os valores das séries da temperatura observada nas diferentes estações dos Açores, tal como nas da generalidade do país, foram sujeitas a metodologias de normalização face às condicionantes e alteração de posicionamento das estações meteorológicas pelo que se aconselha a leitura do documento original.

<sup>26</sup> F. D. Santos e P. Miranda (editores) (2006) - Alterações Climáticas em Portugal - Cenários Impactos e Medidas de Adaptação - Projeto SIAM\_II, Gradiva, Lisboa, 2006.



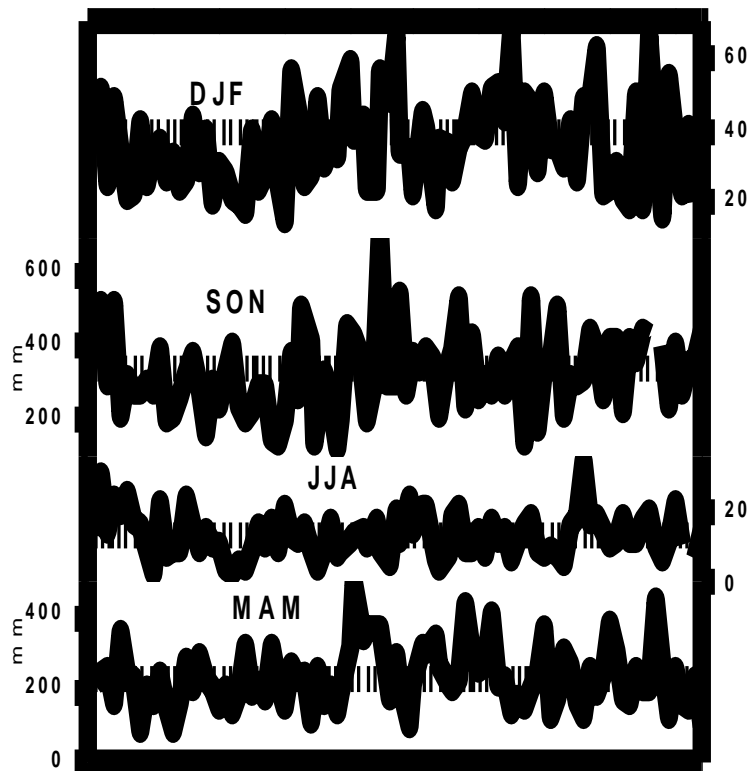


Figura 2.9.2 | Precipitação sazonal – Angra do Heroísmo (Terceira).

- A tendência da precipitação a partir da década de 70 é negativa, pese embora já se terem verificado períodos em que se observaram valores da precipitação significativamente mais baixos do que os atuais, designadamente ao longo das décadas de 20 a 30;
- Tal como seria de esperar, o significado hídrico da variabilidade interanual da precipitação é mais elevado entre os meses de setembro a fevereiro.

### 2.9.1.3 | Cenários e projeções climáticas para os Açores

Os cenários climáticos considerados no projeto SIAM\_II constituem uma estimativa da provável evolução do clima global no próximo século. Para o efeito, consideram-se 3 cenários de emissão de gases de estufa e recorreu-se a dados de diversos modelos globais e regionais<sup>27</sup>.

A diferença entre os diferentes resultados, no conjunto de cenários considerado, permite concluir por uma grande incerteza associada às projeções climáticas analisadas.

No entanto, em todos os cenários da evolução do clima futuro na zona da bacia atlântica onde se enquadram as ilhas do Açores é possível verificar unanimidade na previsão de um aumento da temperatura do ar, muito embora este

<sup>27</sup> 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.

aumento não se preveja tão grave como nas regiões continentais, designadamente para o continente português. Este facto é atribuído à maior inércia térmica oceânica e às trocas de calor sensível e latente entre este meio e a atmosfera.

Tendo como base os dados produzidos no âmbito do projeto SIAM\_II foram identificados, com diferentes graus de probabilidade, os seguintes aspetos expectáveis para o clima futuro dos Açores para o período de 2080-2100:

- Os aumentos da temperatura máxima deverão situar-se entre 1°C e 2°C;
- Um aumento do número de “dias de verão” e de “noites tropicais”, muito embora não sejam previstas ondas de calor tão graves como as previstas para as regiões continentais, nem de frio excessivo, em consequência do efeito termoregulador oceânico;
- Uma maior “irregularidade” do regime sazonal do clima com implicações significativas nos ciclos fenológicos e produtivos;
- No que se refere à precipitação, a incerteza do clima futuro é substancialmente maior. Para esta variável prevê-se uma maior variabilidade interanual e sazonal;
- Os resultados indicam uma diminuição progressiva da precipitação, não verdadeiramente quantificável, embora menor da que se estima para o continente português e arquipélago da Madeira, acompanhada de uma alteração significativa no seu regime de deposição;
- Uma maior probabilidade de ocorrerem fenómenos meteorológicos extremos, em particular um aumento dos episódios de precipitação intensa com origem em células convectivas mais localizadas, bem como uma maior probabilidade de ocorrerem períodos de seca prolongada;
- Atendendo à tendência do aumento da temperatura superficial do oceano, estão criadas as condições para que as tempestades de origem tropical subam mais no Atlântico, atingindo com mais frequência e maior virulência a latitude dos Açores.

#### 2.9.1.4 | Elevação do nível médio do mar

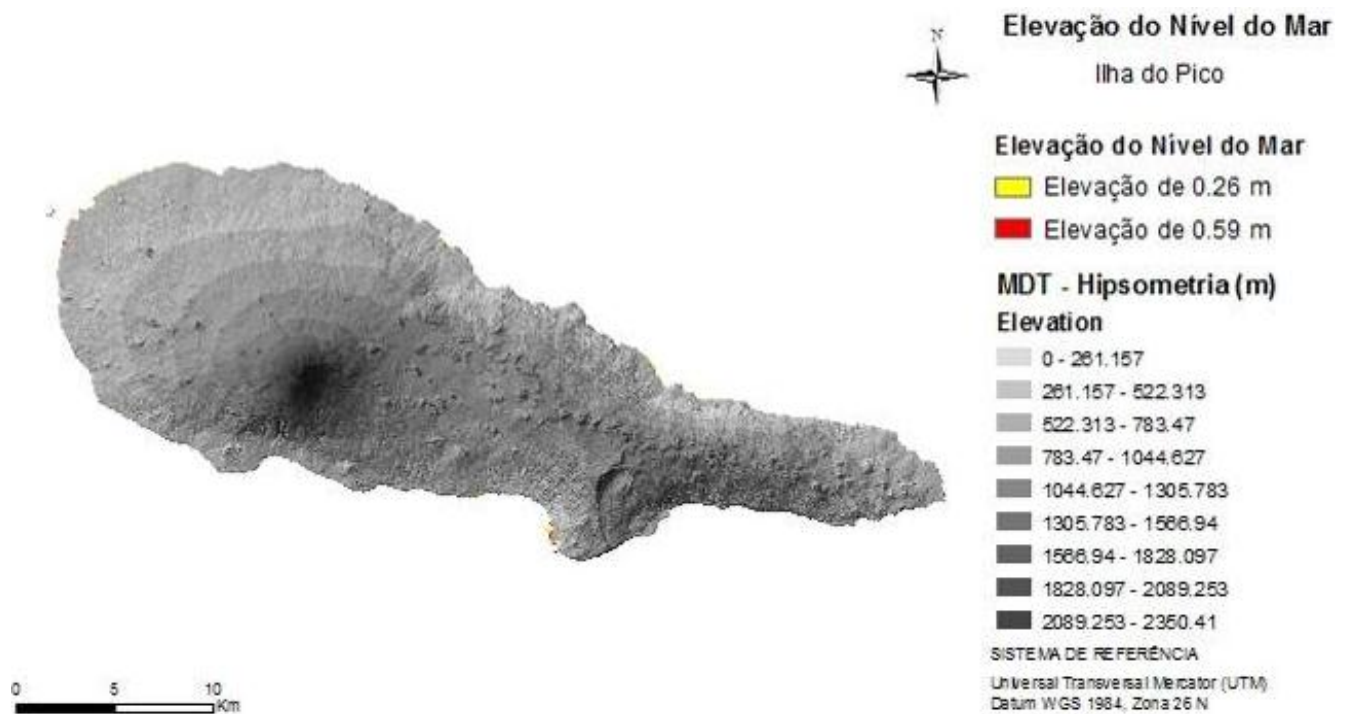
Segundo o quarto relatório do IPCC (2007), as causas para a elevação do nível médio do mar estão relacionadas com a expansão térmica dos oceanos (à medida que as águas aquecem vão se expandindo, através do derretimento das massas de gelo existentes no oceano) e a perda das massas de gelo nos continentes, devido ao derretimento destas mesmas massas de água.

Os cenários apresentados pelo IPCC (2007) para a elevação do mar foram obtidos com base nos anos de 1988-1990, não considerando possíveis mudanças repentinas na dinâmica do fluxo de gelo. Sendo assim os cenários foram projetados para 2090-2099 e o cenário mais desfavorável (A1FI<sup>28</sup>) ostenta uma elevação de 0,26-0,59 m. No entanto esta subida do nível do mar não será geograficamente uniforme, com variações regionais de, aproximadamente 0,15 m.

---

<sup>28</sup> O SRES apresenta quatro cenários A1, A2, B1e B2, diferenciando-se entre eles as características sociais, económicas, demográficas, tecnológicas e ambientais, divergindo para resultados cada vez mais irreversíveis e resultando em diferentes níveis de emissões de GEE. O cenário A1FI é um sub-cenário do A1 e tem as seguintes características: o mundo seria orientado pelo mercado,

A Figura 2.9.3 não é muito elucidativa quanto à variação do nível do mar, devido às condições geomorfológicas das orlas costeiras. As ilhas vulcânicas são por natureza ilhas com orlas costeiras muito elevadas, em relação ao nível médio do mar, e com declives muito acentuados. O maior valor para a elevação do nível médio do mar é de 0,59 m, valor este de pouca representatividade devido aos fatores já enumerados.



**Figura 2.9.3** | Elevação do nível médio do mar na ilha do Pico.

A elevação do nível do mar ocupará uma área de 0,83km<sup>2</sup> ao longo da orla costeira. As zonas mais afetadas serão as zonas da Madalena (Figura 2.9.4) e Lajes do Pico (Figura 2.9.5).

a economia teria um crescimento mais rápido per capita, em 2050 daria o pico populacional seguindo-se de um declínio, as interações regionais serão fortes e existirá uma convergência de rendimento e por último existirá um uso intensivo de energia fóssil.

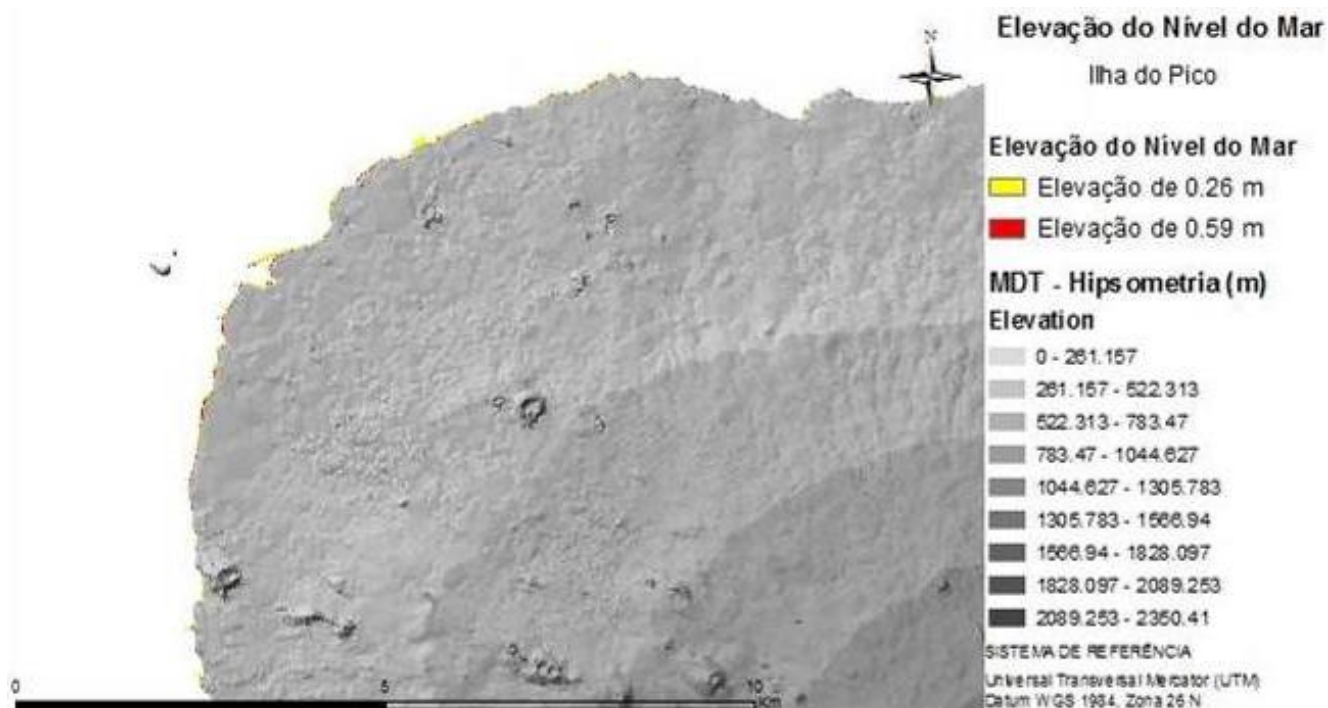


Figura 2.9.4 | Elevação do nível do mar na Madalena do Pico.

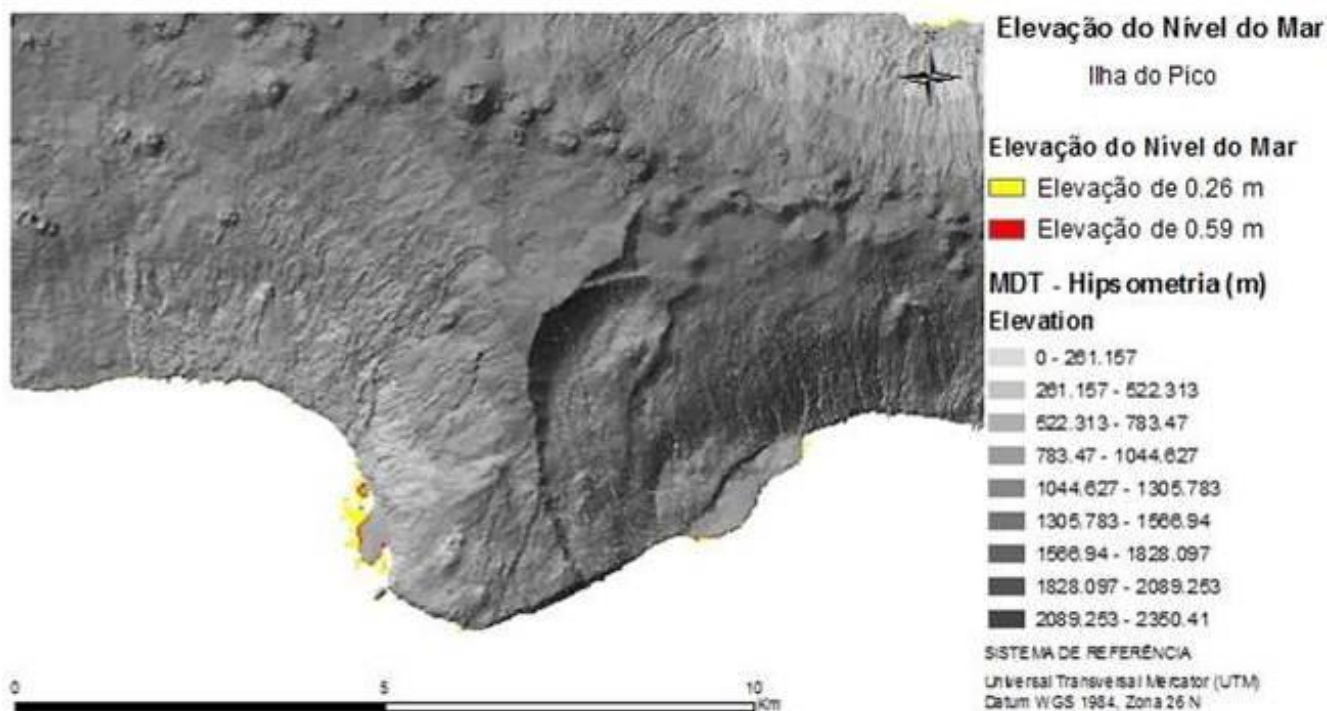


Figura 2.9.5 | Elevação do nível do mar nas Lajes do Pico.

## 2.9.2 | Cheias

A presente secção respeita à identificação do risco de cheia associado às principais bacias hidrográficas identificadas e para as quais se efetuou o cálculo dos caudais de ponta para os diferentes períodos de retorno, tal como identificado no capítulo 2.4.4.1. Diversas unidades de drenagem por corresponderem a bacias hidrográficas agregadas, pela ausência de linha de água principal alocada ou por impossibilidade de cálculo da respetiva densidade de drenagem, resultaram na inviabilidade de aplicação da metodologia definida.

O Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, aprova o quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, com o objetivo de reduzir as suas consequências prejudiciais, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, e indo igualmente ao encontro da preocupação relativa à mitigação dos efeitos das inundações, estabelecida na Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro.

Em estreita articulação com o que virão a constituir os Planos de Gestão dos riscos de inundações, o presente Plano, a fim de evitar e reduzir os impactos negativos das inundações, e em consonância com o disposto no art.º 5º, do Capítulo II, do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro, procurou definir uma metodologia de cariz exploratório que visa a integração dos diferentes fatores compreendidos e outros, de natureza hidráulica, que se julgam pertinentes. Esta abordagem constitui assim a avaliação preliminar dos riscos de inundações prevista no referido art.º 5º, do supracitado diploma legal.

Dada a ausência de registos e estudos, acessíveis e fiáveis, sobre a evolução a longo prazo, nomeadamente do impacto das alterações climáticas na ocorrência de inundações, a metodologia preconizada procura atender, entre outros, aos fatores compreendidos no referido art.º 5º. Assim, e procurando sumariar os referidos fatores:

- Cartas da região hidrográfica à escala apropriada, incluindo os limites das bacias hidrográficas;
- Influência inerente a dados topográficos;
- Afetação dos solos com o seu atual uso;
- Uma descrição das inundações ocorridas no passado que tenham tido impactos negativos importantes.

Em consonância com o disposto na Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro, são vários os tipos de inundações que ocorrem em toda a Comunidade: cheias de origem fluvial, cheias repentinas, inundações urbanas e inundações marítimas em zonas costeiras. Pelo exposto, os objetivos da gestão dos riscos de inundações deverão ser fixados pelos próprios Estados- Membros e basear-se nas particularidades locais e regionais.

No contexto da RH9 esta especificidade prende-se com a natureza torrencial da maioria dos cursos de água, bem como com os declives bastante pronunciados associados. Assim, o risco ligado ao fenómeno de cheia no contexto regional prende-se com as características dinâmicas dos respetivos escoamentos. Para que tal fenómeno seja perfeitamente caracterizável e associável a impactos negativos para a saúde humana, ambiente, património cultural, infraestruturas e atividades económicas, serão necessários futuros estudos de hidrodinâmica de cariz aprofundado, sobretudo para as unidades de drenagem agora identificadas como de risco elevado.

Assim, optou-se por definir uma metodologia capaz de elaborar um mapeamento aproximado do risco de cheia das principais bacias hidrográficas de cada uma das ilhas da RH9. Para este efeito, conjugaram-se as seguintes fontes de informação:

- Caudal de ponta específico, para o período de retorno de 100 anos;
- Densidade de drenagem média de cada bacia hidrográfica;
- Ocupação do solo;
- Registo histórico do número de ocorrências de cheia.

O mapeamento do risco de cheia para as diferentes bacias hidrográficas foi elaborado tendo em conta o cruzamento de fatores acima enumerados, suportado pela utilização de métodos de análise espacial em Sistemas de Informação Geográficos (SIG).

No que respeita à variável caudal de ponta específico, optou-se pela utilização dos seus valores para o período de retorno de 100 anos, correspondente à cheia centenária, frequência de ocorrência estabelecida para a análise de acordo com a Diretiva 2007/60/CE, recentemente transposta para o Direito Interno pelo DL 115/2010, de 22 de outubro.

Este valor de escoamento, encontrado através da fórmula cinemática do NRCS (capítulo 2.4.4.1), face à sua natureza conceptual, permite atender às características do movimento de água na bacia hidrográfica, levando o seu pressuposto de cálculo em consideração as noções de tempo de concentração e de chuvada crítica. Acresce o facto desta variável se encontrar expressa de forma independente da área, evitando assim a consideração de valores de escoamento de ponta muito elevados, apenas pelo facto da área de drenagem ser igualmente elevada. Desta forma, entende-se que o valor do escoamento de ponta utilizado como efetivamente representativo de maiores valores de escoamento associados a eventos de precipitação extrema, para cada uma das bacias hidrográficas em apreço.

No âmbito da aplicação da presente metodologia, e atendendo à gama de valores encontrada para esta variável, foram consideradas 3 classes de escoamento de ponta específico ( $Q_{esp}$ ), agrupadas de forma crescente, de acordo com o seu grau de risco para a ocorrência do fenómeno de cheia. Estas classes são apresentadas no Quadro 2.9.1.

**Quadro 2.9.1** | Classes de escoamento de ponta específico de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia

Caudal de ponta específico ( $m^3/s/Km^2$ ) T = 100 anos	Grau de risco
< 5,5	Reduzido
5,5 – 7,5	Moderado
> 7,5	Elevado

Atendendo a que a densidade de drenagem se traduz em diferentes condicionalismos, nomeadamente os geomorfológicos e geológicos, que determinam a capacidade de uma bacia hidrográfica conduzir o seu escoamento superficial aquando a ocorrência do fenómeno de cheia, este fator assume assim grande relevância.

Desta forma, e de acordo com a metodologia adotada, apresentam-se no Quadro 2.9.2 as três classes de densidade de drenagem ( $D_d$ ) associadas ao grau de risco de ocorrência do fenómeno de cheia.

**Quadro 2.9.2** | Classes de densidade de drenagem de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia

Densidade de drenagem (Km <sup>-1</sup> )	Grau de risco
> 10	Reduzido
5 – 10	Moderado
< 5	Elevado

Relativamente à ocupação do solo, foram consideradas apenas duas classes de risco de ocorrência de cheia, procurando refletir uma maior ou menor propensão que a ocupação solo induz no fenómeno.

Considerando as classes presentes na carta de ocupação de solo mais recente existente para a RAA, entendeu-se que a classe relativa à ocupação urbana adita um maior risco de ocorrência do fenómeno de cheia, pelo seu reconhecido efeito de impermeabilização de áreas. Por outro lado, as classes de ocupação de solo relativas à ocupação florestal, vegetação natural, pastagem e agrícola, foram consideradas como eventualmente atenuantes da severidade destas ocorrências. Assim, e de forma exploratória, foi considerado que a existência de uma ocupação de solo urbana correspondente a uma área superior a 10% da área total da bacia hidrográfica em análise contribui decisivamente para a ocorrência de cheia. Ao invés, se esta classe de ocupação de solo corresponder a menos de 10% da área total da bacia entende-se que o risco não será potenciado por este fator. No Quadro 2.9.3 apresentam-se as duas classes de risco consideradas de acordo com o fator ocupação do solo (OS).

**Quadro 2.9.3** | Classes de ocupação de solo de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia natural

Classes de ocupação de solo	Grau de risco
Urbano < 10% da área da bacia hidrográfica	Reduzido
Urbano ≥ 10% da área da bacia hidrográfica	Elevado

Finalmente, e dada a relevância do registo histórico *per si*, a sua ponderação atendeu simultaneamente ao número de ocorrências registadas para cada bacia hidrográfica, bem como o tipo de dano então causado – material, humano ou ambos. Os resultados parciais são então somados, motivando assim um enfoque a este parâmetro, como resulta da interpretação da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro. No Quadro 2.9.4 é apontada a ponderação numérica atribuída ao registo histórico.

**Quadro 2.9.4** | Classes de ponderação do registo histórico de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia

Tipo de Danos	Ponderação de tipo de danos	N.º Ocorrências	Ponderação de tipo de ocorrências	Classificação Final
Materiais	1	1	1	2 - 6
Pessoais	2	2	2	
Ambos	3	>2	3	

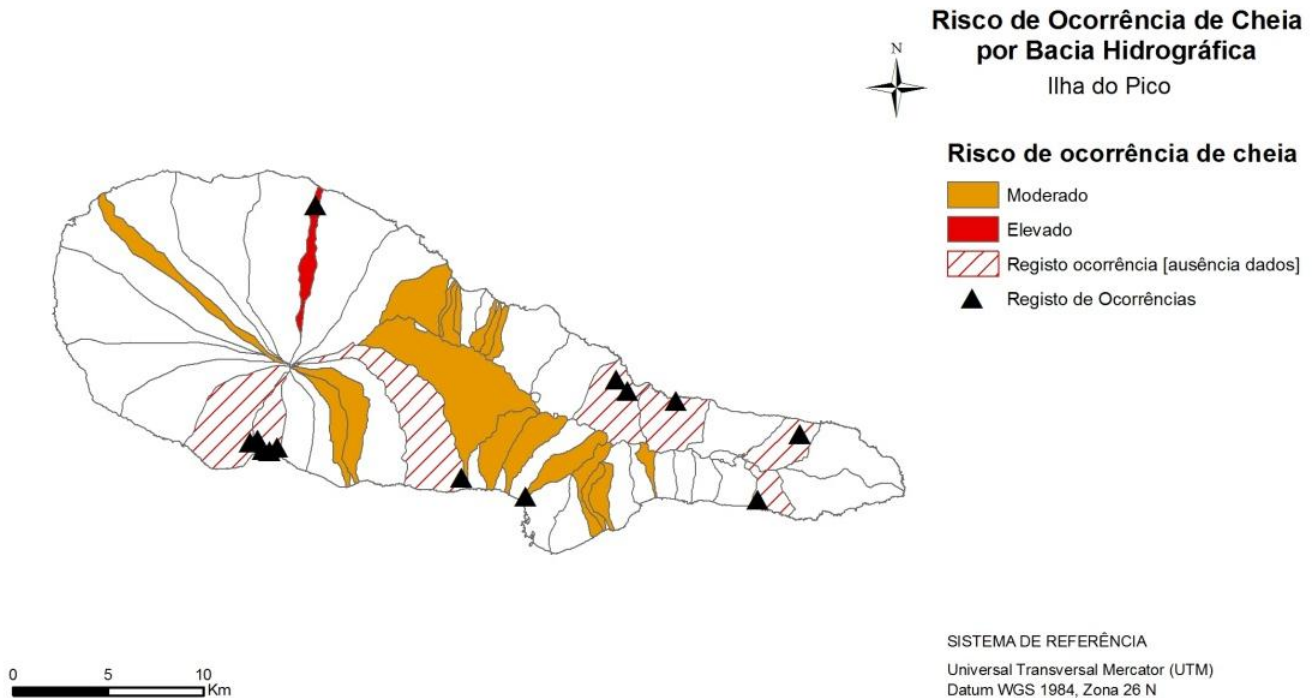
A soma integral dos índices assim definidos conduziu à obtenção de *n* classes para cada uma das bacias hidrográficas em apreço. Estas foram alvo de uma reclassificação final, revertendo 3 classes de risco - baixo, moderado e elevado - de acordo com a ponderação apresentada no Quadro 2.9.5.

**Quadro 2.9.5** | Escala de reclassificação para o grau de risco de ocorrência de cheias

Soma dos índices	Grau de risco
$\leq 5$	Reduzido
6 a 7	Moderado
$> 7$	Elevado

### 2.9.2.1 | Mapeamento do risco de cheia natural por bacia hidrográfica

O mapeamento do risco de ocorrência de cheia associado às principais bacias hidrográficas encontra-se representado na Figura 2.9.6.



**Figura 2.9.6** | Classificação das bacias hidrográficas da ilha do Pico de acordo com o seu risco de cheia.

Como já referido, e à semelhança do elaborado nos estudos de base do PRA, as bacias hidrográficas agregadas, que geralmente se caracterizam por não terem uma linha de água associada ou uma delimitação própria, impossibilitam a aplicação da fórmula semiempírica do NRCS. Assim, e dada a ausência de um valor de caudal de ponta específico associado, torna-se impossível aplicar a metodologia de avaliação de risco de cheia preconizada. As áreas a branco, na Figura 2.9.6, correspondem a bacias com as características mencionadas. A classificação, por índice, dos fatores considerados para a aferição qualitativa do risco de ocorrência do fenómeno em análise, bem como a sua ponderação final, encontra-se sumariado no Quadro 2.9.6.

**Quadro 2.9.6** | Classificação do risco de ocorrência de cheia de acordo com os fatores considerados

Código bacia	Nome bacia	Classificação				
		Histórico	$Q_{esp}$	$D_d$	OS	Final
PIB1	Rib. do Soldo	-	3	3	1	Moderado



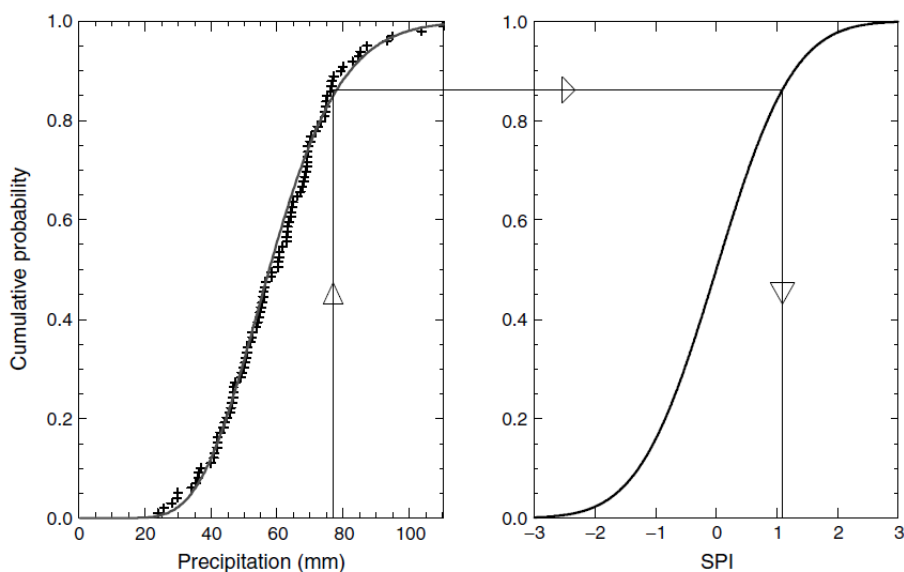
Código bacia	Nome bacia	Classificação				
		Histórico	Q <sub>esp</sub>	D <sub>d</sub>	OS	Final
PIB10	Rib. da Laje	-	3	3	1	Moderado
PIB11	Rib. da Borda do Mistério	-	3	3	1	Moderado
PIB12	Rib. das Mancilhas	-	3	2	1	Moderado
PIB13	Rib. das Velhas\ Grutão	-	3	3	1	Moderado
PIB14	Rib. de Sta. Bárbara	-	3	3	1	Moderado
PIB15	Rib. da Lima	-	2	3	1	Moderado
PIB16	Nome Desconhecido	-	3	3	1	Moderado
PIB17	Rib. dos Fetais	-	3	3	1	Moderado
PIB18	Rib. de Marinho	-	3	3	1	Moderado
PIB19	Rib. Joanes	-	3	3	1	Moderado
PIB2	Rib. do Carvalhal	-	3	3	1	Moderado
PIB3	Rib. do Cabo	-	3	3	1	Moderado
PIB4	Rib. Nova	3	3	3	1	Elevado
PIB5	Nome Desconhecido	-	3	3	1	Moderado
PIB6	Rib. de Dentro	-	2	3	1	Moderado
PIB7	Rib. do Mistério	-	3	3	1	Moderado
PIB8	Rib. do Burro	-	3	3	1	Moderado
PIB9	Rib. do Toiril	2	1	3	1	Moderado

### 2.9.3 | Secas

Tal como referido no capítulo 2.4.4.2, 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.

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 (Figura 2.9.7).



Fonte: Lloyd-Hughes & Saunders (2002)

Figura 2.9.7 | Exemplo do processo de cálculo do índice SPI.

A aplicação da distribuição *Gamma* a registos de precipitação, foi considerada pela primeira vez por Thom (1958), demonstrando o bom ajuste da mesma a este tipo de variável. 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  $\alpha$  e  $\beta$  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  $\alpha$  e  $\beta$  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 a 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.

As principais vantagens do SPI na avaliação de situações de seca são: (i) a sua simplicidade, sendo unicamente baseado em valores de precipitação mensal, (ii) a sua versatilidade de cálculo para qualquer escala temporal, possibilitando a representatividade da afetação de seca em diferentes fases do ciclo hidrológico, e (iii) 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).

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 2.9.7.

**Quadro 2.9.7** | Escala de classificação do SPI de acordo com a intensidade de seca

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 na ilha do Pico.

Os postos de avaliação das séries de precipitação foram selecionados considerando aqueles cujas séries de registos eram mais extensas e completas e que possuíam localização geográfica definida (georreferenciados).

Assim, os postos selecionados para a ilha do Pico são devidamente identificados no Quadro 2.9.8.

**Quadro 2.9.8** | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha do Pico

Ilha	Estação	Origem
Pico	L. Caiado	DSRH
	L. Capitão	DSRH
	L. Paúl	DSRH
	Bandeiras	INMG

Ilha	Estação	Origem
	Cais Pico	INMG
	Madalena	INMG

No presente documento o cálculo do risco de seca tem como unidade de análise a generalidade da própria ilha. Todavia, encontra-se atualmente em desenvolvimento, o cálculo do risco de ocorrência deste fenómeno por área de influência dos postos meteorológicos/ udométricos identificados na ilha do Pico.

### 2.9.3.1 | Definição do período de análise

No que toca ao período de avaliação, o SPI deverá ter por base um período de tempo tão longo quanto possível, atendendo à extensão máxima das séries de registos existentes. Não sendo estipulado um período mínimo para a validade de aplicação do índice SPI, é habitualmente apontado um período de 30 anos como razoável para a preservação das características estatísticas associadas à variável em causa. No que toca à ilha do Pico, foi considerado um período de avaliação de 30 anos atendendo ao período máximo dos registos existentes nos postos seleccionados, tal como surge refletido no Quadro 2.9.9.

**Quadro 2.9.9** | Estações meteorológicas / udométricas seleccionadas – ilha do Pico

Estação	Data de início	Data de fim	Período de Análise
L. Caiado	Jul-79	Dez-10	Out 80 - Set 10
L. Capitão	Out-81	Out-10	
L. Paúl	Out-81	Nov-10	
Bandeiras	Out-77	Set-95	
Cais Pico	Out-77	Set-95	
Madalena	Out-77	Set-95	

As séries de registos de algumas das estações seleccionadas apresentavam falhas no período de avaliação definido, que foram devidamente colmatadas pelo método das duplas acumulações. Para isso, foram tomadas como base as séries de registo completas de outros postos que, dentro da mesma ilha, melhor se correlacionavam com as séries em causa. No caso da ilha do Pico as falhas foram completadas considerando como modelo a média das precipitações mensais das seguintes estações: (i) para o período de outubro de 1980 a setembro de 1995, a média dos postos da Madalena, Cais Pico e Bandeiras; (ii) para o período de outubro de 1995 a setembro de 2010, a média das estações de L. Caiado, L. Capitão e L. Paúl.

A partir dos dados completos de precipitação mensal dos postos indicados, foi determinada a série de precipitação mensal ponderada para a ilha do Pico para o período de avaliação (outubro de 1980 a setembro de 2010). Para o efeito foi considerada a representatividade dos polígonos de *Thiessen* de cada estação. A série de precipitação mensal surge representada no Quadro 2.9.10.

**Quadro 2.9.10** | Precipitação mensal ponderada – ilha do Pico

Ano hid.	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1980/81	276,3	569,4	482,1	67,9	405,7	797,2	158,6	190,0	195,6	26,0	162,5	133,6
1981/82	266,6	357,6	278,5	480,4	411,2	127,4	256,2	208,8	361,5	170,6	43,1	126,2

Ano hid.	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1982/83	247,9	340,0	295,6	225,8	278,4	207,5	292,5	143,7	134,6	94,7	64,4	387,1
1983/84	121,3	513,5	383,8	72,0	292,3	444,7	269,1	72,1	91,6	97,2	98,0	113,2
1984/85	141,4	373,0	243,5	400,8	383,3	197,4	272,0	164,9	185,4	137,2	67,5	138,9
1985/86	318,5	517,3	352,7	183,6	303,8	144,4	168,1	167,3	55,9	91,5	214,6	399,4
1986/87	323,3	250,5	359,0	530,5	619,5	434,4	274,6	188,2	161,5	124,0	96,8	245,7
1987/88	223,7	303,1	666,9	284,3	300,0	254,2	277,7	227,3	74,1	42,7	106,4	206,6
1988/89	242,0	331,8	430,4	122,1	229,3	162,9	147,6	190,4	200,3	87,7	76,6	275,0
1989/90	269,3	245,0	686,6	520,0	475,8	278,1	112,5	510,7	52,7	18,0	424,4	83,2
1990/91	172,5	395,9	520,2	438,0	228,9	345,0	171,4	91,7	65,3	77,9	67,9	201,7
1991/92	294,6	307,9	302,5	445,7	221,3	156,8	119,5	128,1	148,6	114,2	71,7	51,6
1992/93	407,1	286,2	528,7	403,3	298,5	223,3	166,2	254,7	260,1	102,1	179,5	154,6
1993/94	443,5	233,7	409,9	179,7	325,1	186,0	90,8	161,5	52,1	84,3	78,6	141,3
1994/95	408,3	391,6	284,1	306,4	480,0	262,9	158,9	184,5	145,1	108,9	217,5	185,7
1995/96	324,0	305,2	363,9	385,5	224,8	436,2	219,8	261,4	90,0	78,9	103,4	160,4
1996/97	328,3	120,4	426,0	488,5	210,3	205,5	262,4	224,1	140,4	233,4	112,9	246,6
1997/98	382,0	420,9	465,5	367,0	328,5	201,1	319,8	111,1	185,8	104,1	109,5	158,4
1998/99	214,5	281,6	347,1	237,2	143,3	160,8	180,8	387,9	150,2	93,6	92,3	219,3
1999/00	171,0	208,6	575,6	242,6	247,0	197,6	312,5	164,5	97,3	101,3	89,1	99,3
2000/01	172,5	252,5	469,7	446,2	342,4	358,6	178,9	364,4	188,3	74,3	133,1	290,7
2001/02	215,9	232,0	545,4	384,1	151,7	263,9	104,7	152,7	195,7	30,8	138,4	278,3
2002/03	487,1	192,3	429,6	464,6	261,9	336,2	322,2	138,7	120,3	57,2	200,7	152,1
2003/04	206,1	261,5	432,3	428,4	411,8	336,2	285,0	144,8	217,3	83,8	86,4	222,9
2004/05	448,4	362,2	221,1	356,6	118,7	532,2	275,0	391,8	243,0	81,6	50,5	201,9
2005/06	405,1	197,5	261,2	407,3	268,8	633,3	256,4	107,8	143,2	63,0	46,2	237,8
2006/07	316,4	391,1	392,0	459,8	407,4	208,0	406,0	66,4	232,1	60,8	29,3	211,7
2007/08	288,2	497,0	176,1	292,0	174,2	177,9	208,5	171,6	191,4	51,6	35,6	144,1
2008/09	182,7	367,4	212,4	455,9	367,7	258,4	174,1	79,4	151,4	110,6	39,7	150,8
2009/10	423,2	346,5	520,8	456,7	458,2	393,5	483,6	248,8	267,2	47,1	52,5	114,7

### 2.9.3.2 | Cálculo do índice SPI - Ilha

A partir dos dados de precipitação mensal ponderada foi determinado o índice SPI para as escalas temporais a 3, 6 e 12 meses, para o período de avaliação considerado (outubro de 1980 – setembro de 2010). Os resultados para a ilha do Pico são apresentados nas Figura 2.9.8, 2.9.9 e 2.9.10.

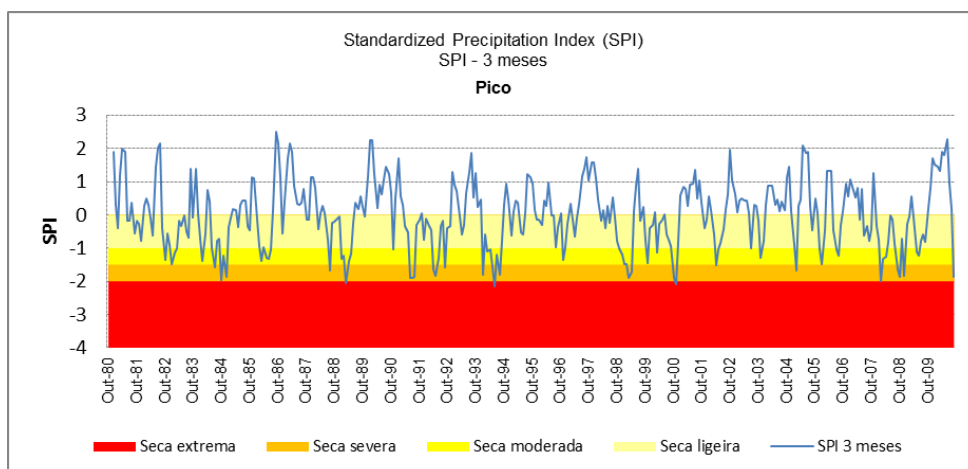


Figura 2.9.8 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha do Pico (período de outubro de 1980 a setembro de 2010).

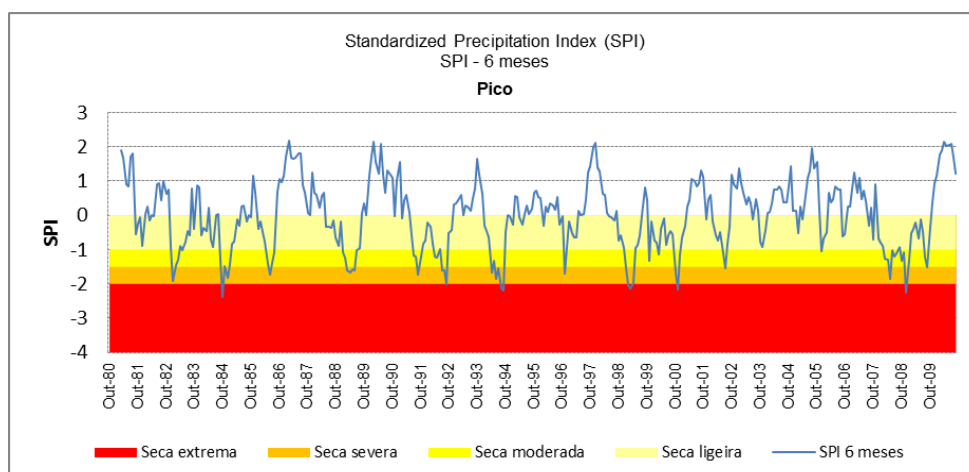


Figura 2.9.9 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha do Pico (período de outubro de 1980 a setembro de 2010).

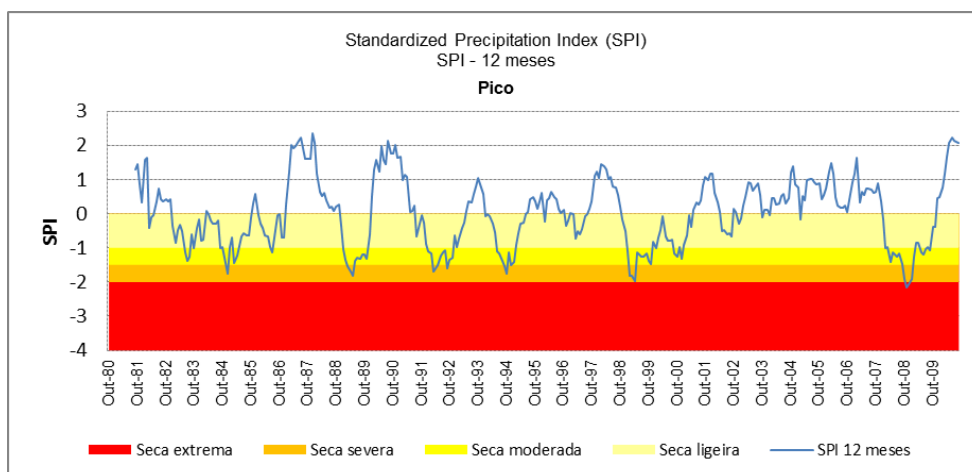


Figura 2.9.10 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha do Pico (período de outubro de 1980 a setembro de 2010).

Pela análise dos resultados obtidos é possível verificar uma maior variabilidade do SPI-3 meses, face aos correspondentes SPI-6 meses e SPI-12 meses. Tal deve-se ao facto do SPI-3 meses ser muito sensível a variações da quantidade de precipitação em períodos de tempo mais reduzidos.

De facto, o SPI-3 meses fornece uma comparação da precipitação ao longo de um período específico de 3 meses, com totais de precipitação desse mesmo período para todos os anos da série. Como exemplo, o SPI-3 meses para o fim de fevereiro compara a precipitação total de Dezembro-Janeiro-Fevereiro de um determinado ano com totais de precipitação de dezembro a fevereiro de todos os anos da série.

Por sua vez, o SPI-12 meses efetua a comparação da precipitação de 12 meses consecutivos com os mesmos 12 meses dos anos anteriores da série histórica. Como esta escala de tempo é o resultado cumulativo de períodos mais curtos que podem estar acima ou abaixo do normal, o SPI mais longo vai tender para zero, exceto quando uma tendência específica está a ocorrer (período seco ou chuvoso prolongado).

Os resultados do SPI- 6 meses correspondem a uma indicação intermédia entre a variabilidade entre estações do ano do SPI-3 meses e as tendências mais longas apontadas pelo SPI-12 meses. Por exemplo, o SPI-6 meses no final de março é um bom indicador da quantidade de precipitação que ocorre no período de outono e inverno, podendo representar a capacidade de recuperação das principais origens de água da região.

Tomando como base os resultados do índice SPI-12 meses, para a ilha do Pico, no período de análise de 30 anos (outubro de 1980 a setembro de 2010), foram consideradas apenas as classes de seca moderada a extrema, que correspondem a situações com impactos mais significativos face à seca ligeira que, no fundo corresponde à variabilidade habitual em torno da média.

Assim, as principais situações de seca identificadas pelo SPI-12 meses verificaram-se, por ordem cronológica:

- De junho a outubro de 1983, correspondente a uma situação de seca moderada;
- De setembro a dezembro de 1984, tendo sido atingido o nível de seca severa no último mês;
- Em março – abril de 1985, sendo uma situação pontual de seca moderada;
- De janeiro a novembro de 1989, correspondente a uma seca severa;
- De janeiro a novembro de 1992, correspondente a uma seca severa;
- De janeiro de 1994 a janeiro de 1995, correspondente a uma seca severa;
- De janeiro de 1999 a janeiro de 2000, correspondente a uma seca severa;
- De setembro a dezembro de 2000, correspondente a uma situação de seca moderada;
- De fevereiro de 2008 a setembro de 2009, correspondente a uma situação de seca extrema, por sinal a mais longa e severa verificada no período de análise.

Analisando, por comparação, o SPI-3 e SPI-6 meses confirma-se, também nessas escalas temporais, a elevada variabilidade dos valores de SPI. Verifica-se igualmente que, na situação de seca mais recente, os valores de SPI-3 e

SPI-6 meses permaneceram com valores negativos por um período de tempo ligeiramente mais longo (19 e 23 meses, respetivamente), confirmando a maior severidade desta última situação face às anteriores.

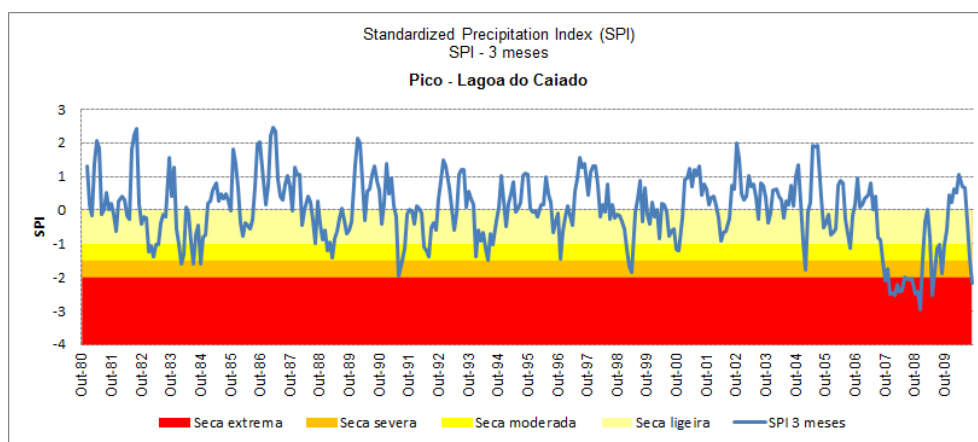
### 2.9.3.3 | Cálculo do índice SPI – Postos

Para avaliar a distribuição espacial da afetação de seca foi efetuada uma avaliação do SPI para cada posto de monitorização, admitindo a área de influência determinada pelos polígonos de *Thiessen* (Quadro 2.9.11).

Os resultados obtidos para o mesmo período de avaliação (outubro de 1980 – setembro de 2010) e para as mesmas escalas temporais (3, 6 e 12 meses), encontram-se sistematizados no Anexo I, sendo representados graficamente nas Figuras 2.9.11 a 2.9.28.

**Quadro 2.9.11** | Características de altitude e área de influência (polígonos de *Thiessen*) das estações selecionadas

Estação	Altitude (m)	Área polígono de <i>Thiessen</i> (km <sup>2</sup> )
Lagoa do Caiado	828	50
Lagoa do Capitão	788	106
Lagoa do Paúl	789	112
Bandeiras	100	97
Cais do Pico	37	32
Madalena	17	49



**Figura 2.9.11** | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto lagoa do Caiado.



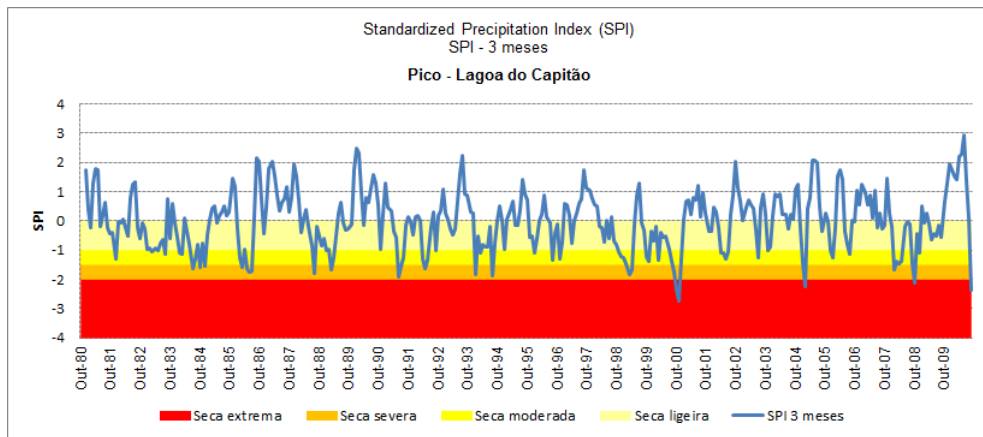


Figura 2.9.12 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto lagoa do Capitão.

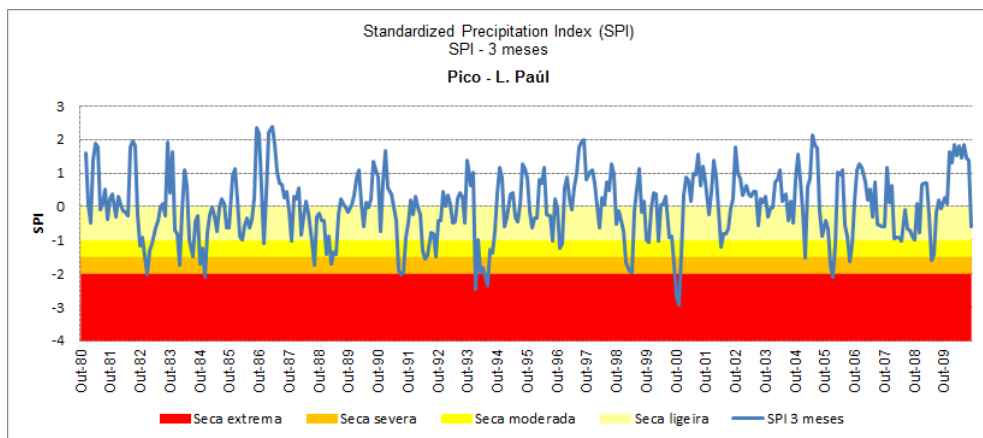


Figura 2.9.13 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto lagoa do Paúl.

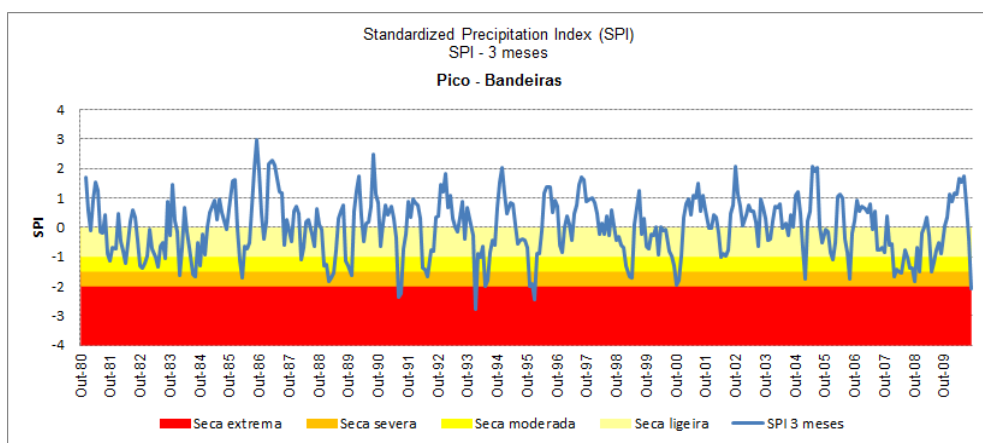


Figura 2.9.14 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Bandeiras.

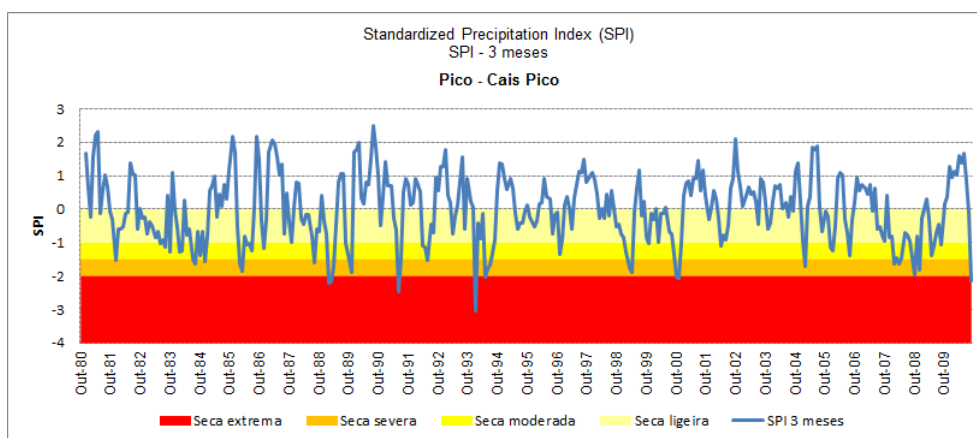


Figura 2.9.15 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Cais Pico.

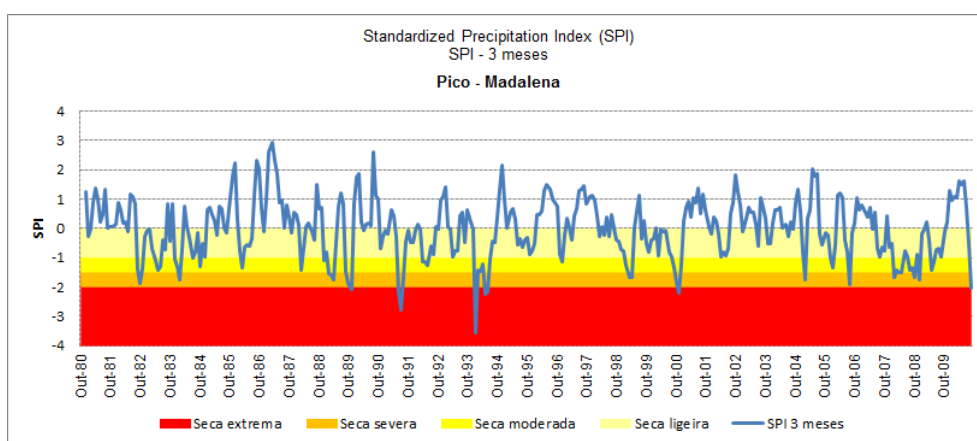


Figura 2.9.16 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Madalena.

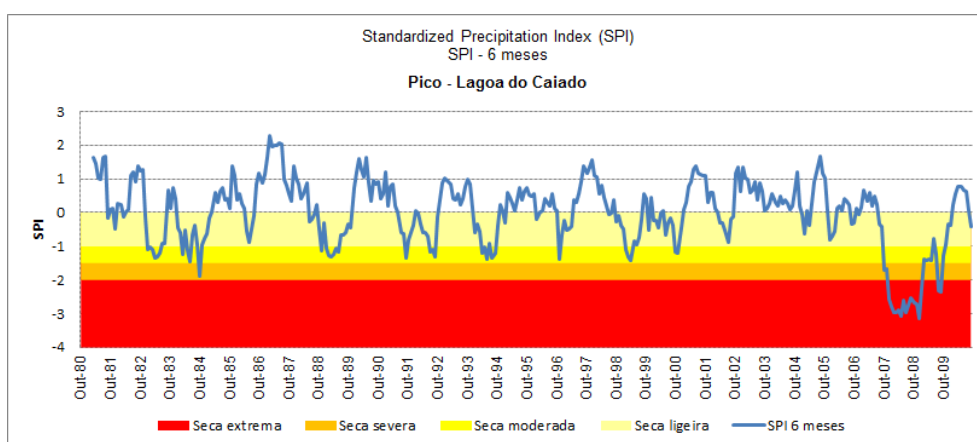


Figura 2.9.17 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto lagoa do Caiado.

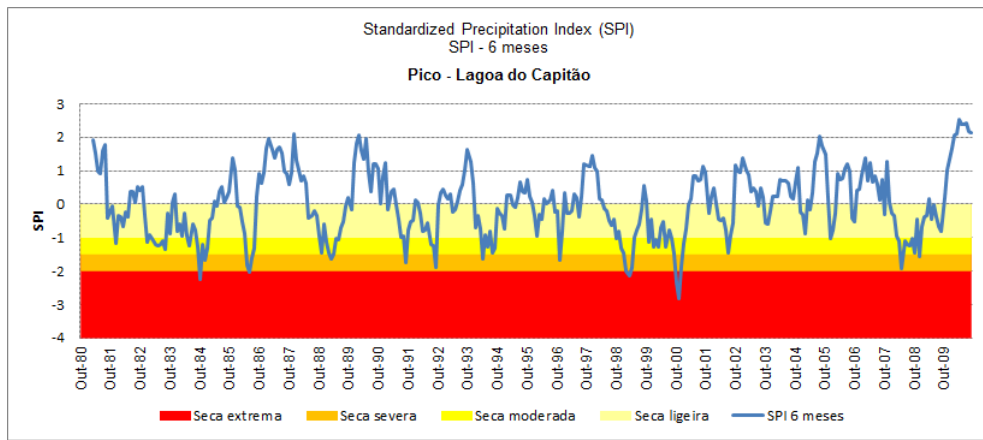


Figura 2.9.18 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto lagoa do Capitão.

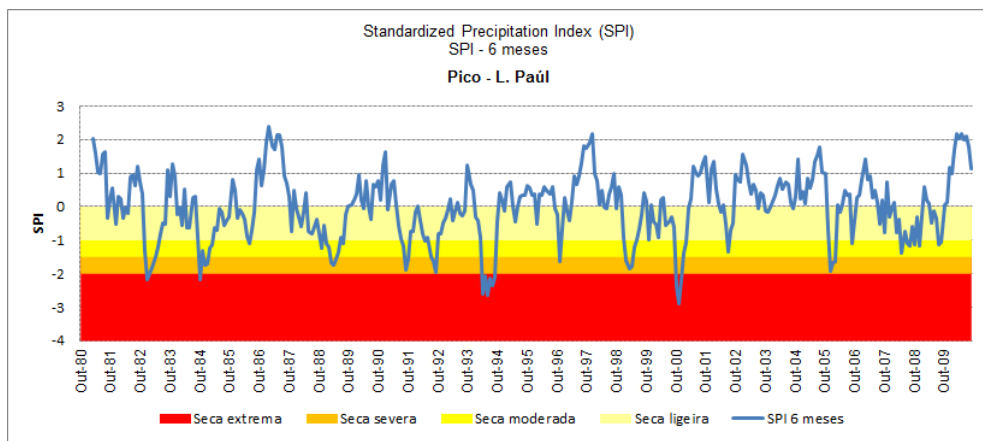


Figura 2.9.19 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto lagoa do Paúl.

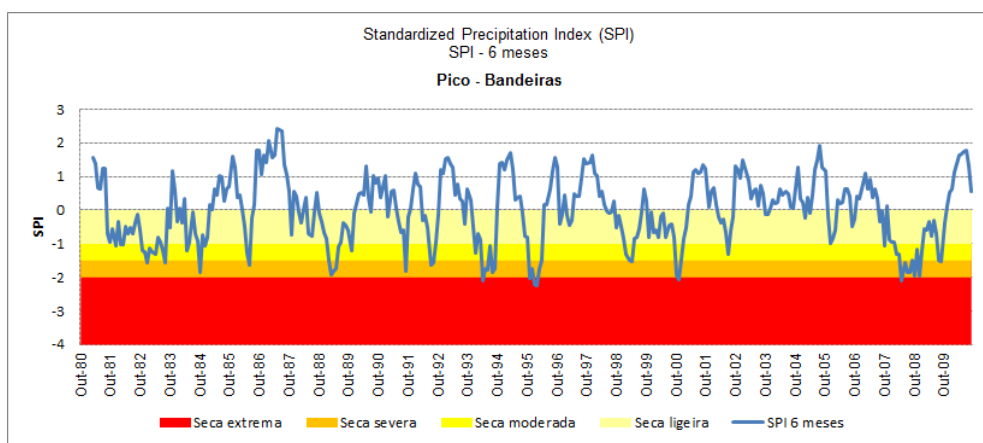


Figura 2.9.20 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Bandeiras.

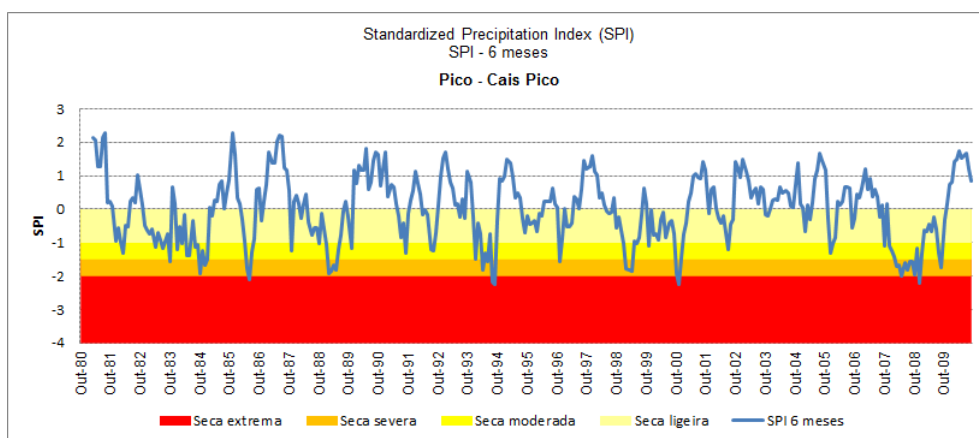


Figura 2.9.21 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Cais Pico.

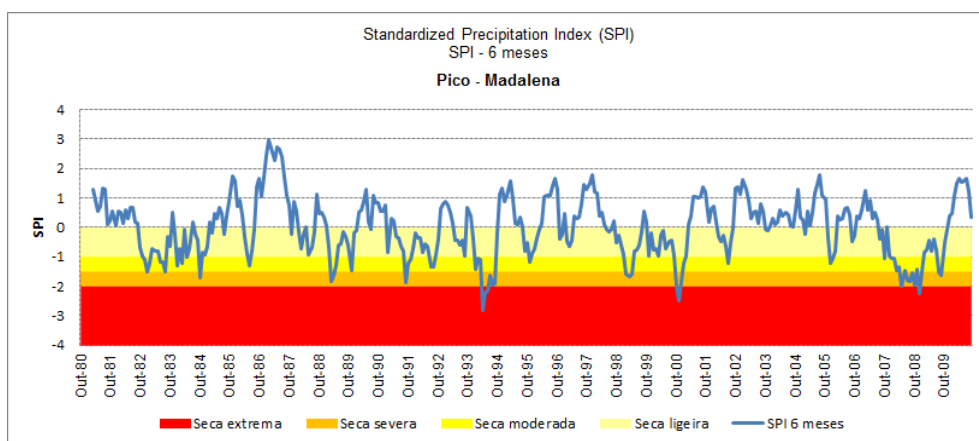


Figura 2.9.22 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Madalena.

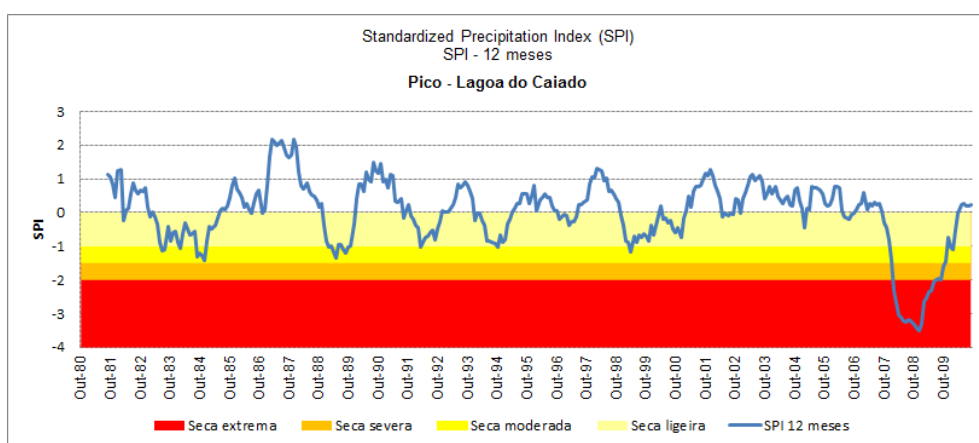


Figura 2.9.23 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto lagoa do Caiado.

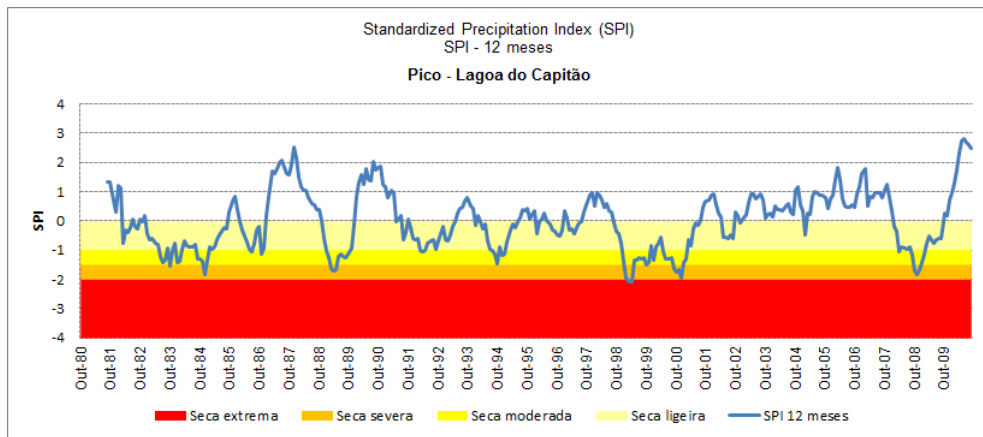


Figura 2.9.24 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto lagoa do Capitão.

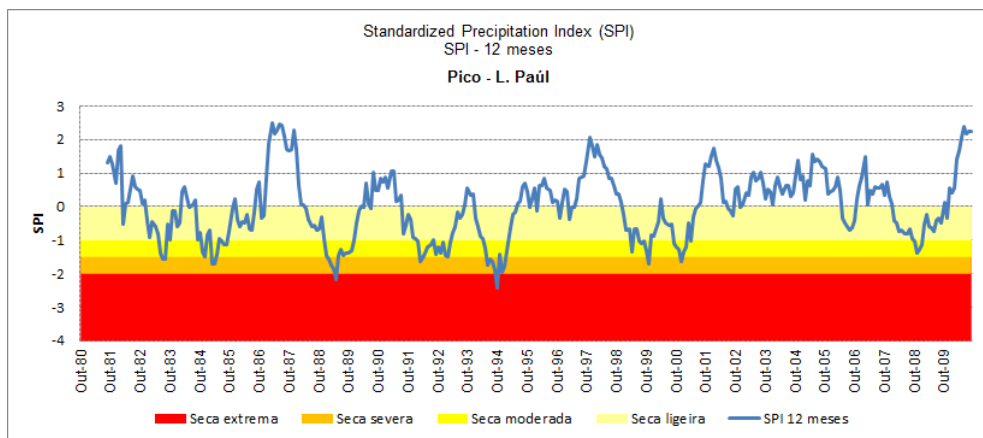


Figura 2.9.25 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto lagoa do Paúl.

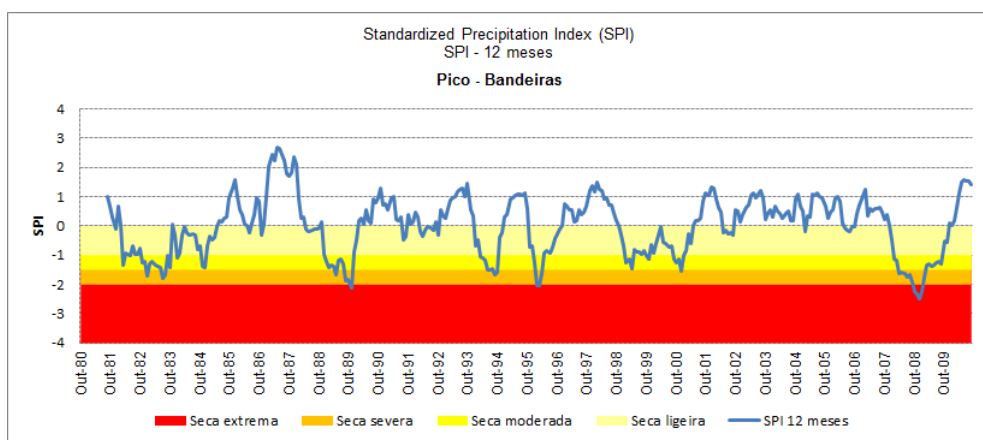


Figura 2.9.26 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Bandeiras.

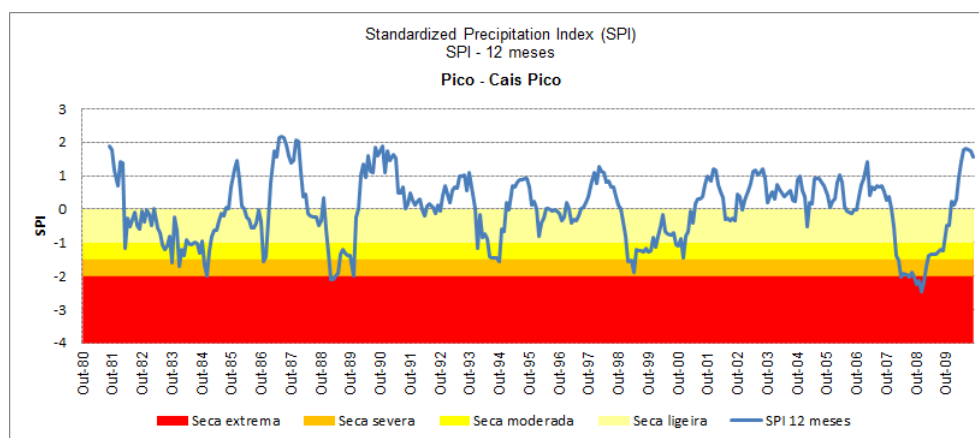


Figura 2.9.27 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Cais Pico.

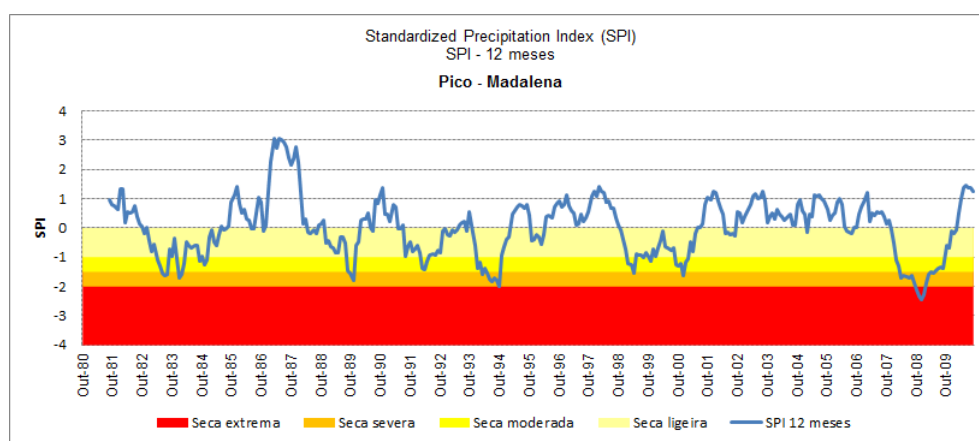


Figura 2.9.28 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Madalena.

Com base nos resultados obtidos foi efetuada uma avaliação da percentagem de meses, do período de análise, em que, cada posto, apresenta valores de SPI inferiores a -1,0, correspondentes a situações de seca moderadas a extremas. O resultado dessa avaliação para as 3 escalas temporais encontra-se sistematizada no Quadro 2.9.12.

Quadro 2.9.12 | Avaliação dos resultados do SPI por posto

Estação	SPI 3	SPI 6	SPI 12
	% meses em seca moderada a extrema	% meses em seca moderada a extrema	% meses em seca moderada a extrema
Lagoa do Caiado	15,4%	15,8%	11,7%
Lagoa do Capitão	18,2%	17,2%	17,5%
Lagoa do Paúl	15,6%	16,3%	18,1%
Bandeiras	15,9%	16,9%	20,1%
Cais do Pico	15,9%	18,3%	19,8%
Madalena	15,6%	15,8%	16,9%

No Quadro 2.9.12 são salientados os postos mais afetados no período de análise, em cada escala temporal.

Considerando o SPI-12 meses representativo da afectação das principais reservas de água e níveis de água subterrânea, verifica-se que a área mais afetada por situações de seca, no período de análise, é representada pelo posto de Bandeiras, representando cerca de 97km<sup>2</sup>, 21,8% da área total da ilha.

## 2.9.4 | Erosão hídrica e transporte de material sólido

A análise da vulnerabilidade à erosão hídrica na ilha do Pico é fundamental para o planeamento e gestão dos recursos hídricos, tendo em consideração as consequências significativas que podem resultar deste tipo de fenómenos, nomeadamente a perda de solo e conseqüente redução da capacidade de infiltração e de retenção de água do solo, o que induz uma menor capacidade de absorção da água da chuva e, conseqüentemente, um maior escoamento e menor disponibilidade de água para a vegetação. Destas ações resultam a mobilização de sedimentos para as zonas costeiras e de transição, bem como eventuais implicações na qualidade da água.

A metodologia utilizada para a análise e cruzamento dos indicadores acima referenciados é adaptada da metodologia desenvolvida por Andrade *et al.* (1987) e Andrade (1990) e teve como suporte o cruzamento de cinco mapas temáticos com informação relativa à densidade de drenagem, ao declive, à precipitação média anual, à litologia e à ocupação do solo. Os valores da densidade de drenagem e da precipitação média anual são os constantes do ficheiro Excel SAV\_Ribeiras\_2011, cedido pela DROTRH. Estes valores correspondem à densidade de drenagem por bacia hidrográfica e à precipitação média por bacia hidrográfica. As classes e respetivos índices de erosão definidos para estes parâmetros são os constantes do Quadro 2.9.13.

**Quadro 2.9.13** | Classificação da suscetibilidade à erosão

Suscetibilidade à Erosão		1	2	3	4	5
		Baixa	Moderada	Média	Alta	Muito Alta
Densidade de Drenagem (km/km <sup>2</sup> )	Classes	0 - 2,2	2,2– 4,4	4,4 – 6,6	6,6 – 8,8	> 8,8
	I.E.	1	2	3	4	5
Declive (graus)	Classes	0 - 1,7	1,7 – 6,6	6,6 – 15,2	15,2 – 26,2	≥ 26,2
	I.E.	1	2	3	4	5
Litologia	Classes	1	2	3		
	I.E.	1	3	5		
Ocupação do Solo	Classes	Espaços urbanos	Mato	Floresta	Solos Agrícolas	Pastagem
	I.E.	1	2	3	4	5
Precipitação Média Anual (mm)	Classes	<1 018	1 018 – 1 268	1 268 – 1 519	1 519 – 1 769	> 1 769
	I.E.	1	2	3	4	5

Os declives foram calculados com recurso a uma ferramenta do ArgGis, para uma malha de 10X10m, a partir das cartas do Instituto Geográfico do Exército (IGEOE), à escala 1:25 000, tendo sido consideradas cinco classes (0 - 1,7°; 1,7° – 6,6°; 6,6° – 15,2°; 15,2° – 26,2°; ≥ 26,2°), em que os índices de erosão mais elevados correspondem aos maiores declives. Para a elaboração do mapa de litologias recorreu-se à carta geológica da ilha do Pico (Zbyszewski *et al.*, 1963), e agruparam-se os materiais aflorantes segundo critérios litológicos, considerando apenas três classes: (1 – aluviões, areias de praia, dejeções torrenciais e formações de vertentes; 2 – cones de escórias; 3 – escoadas lávicas de natureza basáltica s. l.) cujos índices de erosão são 1, 3 e 5 respetivamente. As cartas de ocupação do solo foram

produzidas com base nas imagens do satélite LANDSAT 7 e foram cedidas pela DROTRH. Atribuíram-se os índices de erosão de acordo com o fator K, para as diferentes classes de utilização do solo.

Neste contexto, através do cruzamento da densidade de drenagem e declive, precipitação e litologia (ABCD) com a ocupação do solo (E) produziu-se o mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica para a ilha do Pico (Figura 2.9.29).

O processo de cruzamento de dados abrangeu toda a ilha e conduziu à atribuição de um valor de vulnerabilidade à erosão das lagoas existentes na ilha, o que não é tecnicamente correto. Por este motivo foi imposta uma cor azul às massas de água, de forma a anular a “aberração” resultante dos cálculos.

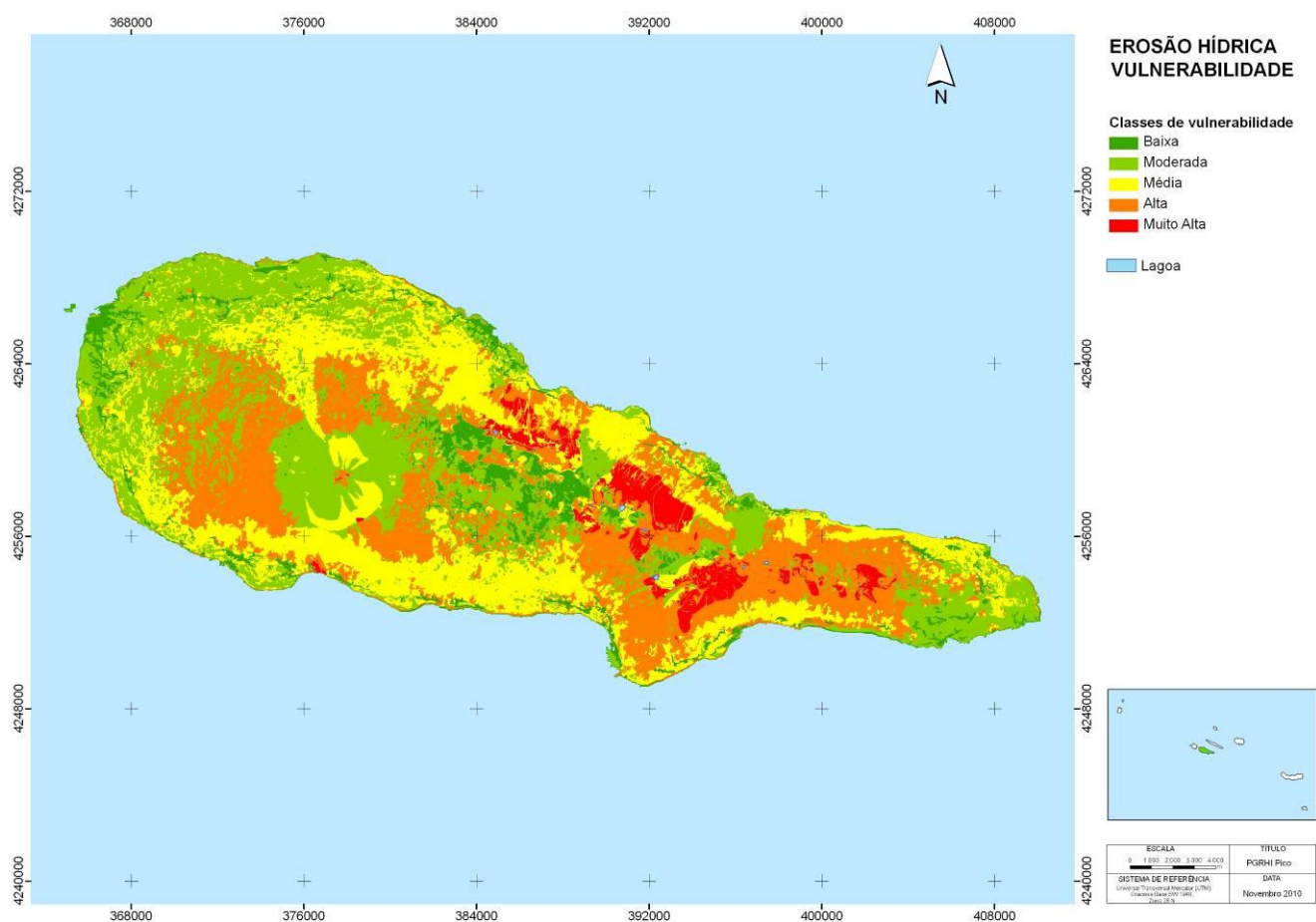


Figura 2.9.29 | Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha do Pico.

Como se pode observar na Figura 2.9.29 a vulnerabilidade à erosão é baixa a moderada nos extremos oriental e ocidental da ilha, e na zona planáltica. Apresenta valores médios em alguns setores da costa norte e sul da ilha, valores altos para os flancos vulcão do Pico e para a zona do Topo e valores muito altos para as arribas virada a norte, a montante do troço Prainha-Santo Amaro.

## 2.9.5. Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral

A erosão costeira resulta do défice sedimentar entre a carga sólida disponível e a capacidade de transporte sedimentar das ações energéticas dos agentes da natureza. Na generalidade do litoral costeiro dos Açores a erosão manifesta-se



pelo desmonte das arribas costeiras, que pode conduzir ao desmoronamento parcial ou total dos edificados, de estradas e/ou de infraestruturas básicas situadas nas imediações da faixa litoral, proporcionando situações de perigo à ocupação da mesma, assim como, facultar a intrusão salina nos sistemas aquíferos de base.

O litoral da ilha à volta do vulcão do Pico é rochoso, apresenta um traçado curvo regular e raramente atinge alturas superiores ao 10m (Figura 2.9.30).



**Figura 2.9.30** | Vista aérea da costa na região do vulcão do Pico NE, entre o Monte e a vila da Madalena.

Na região oriental o traçado da costa é quase sempre retilíneo, apenas interrompido pelas saliências de algumas fajãs lávicas e pelo relevo do Topo (Madeira, 1998), entre a Ribeira do Meio e Santa Cruz das (Figura 2.9.31). As alturas do litoral nesta região da ilha são variáveis e podem ser superiores a 150m.



**Figura 2.9.31** | Vista aérea do litoral da região oriental, podendo observar-se a saliência entre a Ribeira do Meio e Santa Cruz das Ribeiras.

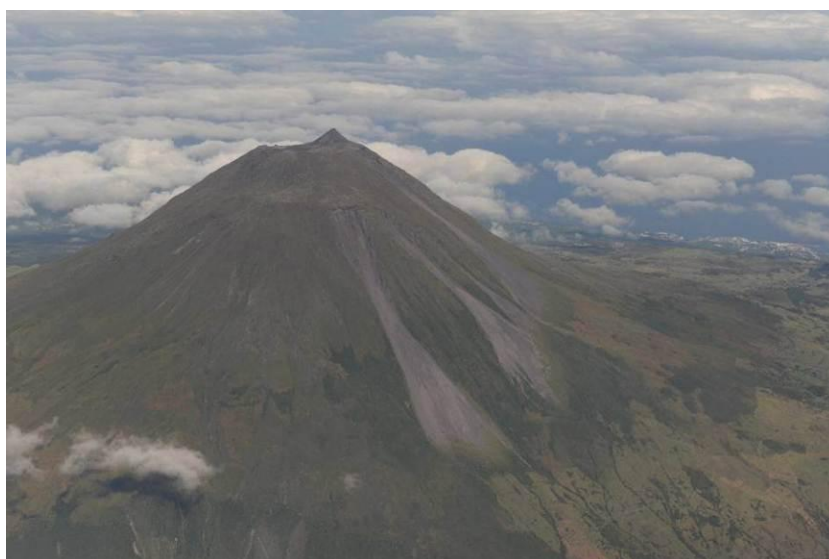
O litoral da região oriental da ilha caracteriza-se pelo seu traçado retilíneo e por uma costa alta, onde pontuam fajãs lávicas originadas por depósitos de vertente (figura 2.9.32). No que se refere aos materiais que constituem o litoral estes variam entre escoadas lávica *aa* e *pahoehoe* e cones piroclásticos (figuras 2.9.32).



**Figura 2.9.32** | Aspeto dos materiais que constituem o litoral da ilha do Pico: Escoadas *aa* (imagem da esquerda), escoadas *pahoehoe* (imagem central) e cones de escórias.

A vulnerabilidade das orlas costeiras à erosão depende de vários fatores, sendo o substrato geológico um dos mais influentes. O processo erosivo é potencialmente mais rápido nas arribas constituídas por material desagregado ou pouco consolidado (e.g. depósitos piroclásticos não consolidados), contrariamente ao esperado em costas formadas por rochas mais resistentes (e.g. escoadas lávicas).

Em termos de recarga do litoral há que considerar o desmonte das arribas e o importante contributo dos movimentos de vertente, designados por areeiros, gerados nos flancos do vulcão e que, em situações de chuvas intensas, são arrastados para os leitos das ribeiras e dos caminhos (Figuras 2.9.33 e 2.9.34).



**Figura 2.9.33** | Aspeto dos movimentos de vertente (areeiros) gerados nos flancos do vulcão e que são transportados para o litoral, por ação de chuvas intensas.



**Figura 2.9.34** | Aspeto de uma estrada próxima de S. João após um período de chuva.

De um modo geral, o perigo de erosão costeira demonstra a necessidade e importância de uma política clara de desenvolvimento sustentado e de planos de gestão e ordenamento, especialmente o plano da orla costeira, nomeadamente no que se refere ao uso do litoral. O conhecimento da erosão costeira e da capacidade de transporte sedimentar é importante na avaliação da envolvente das massas de água costeiras e de transição, com eventual repercussão na qualidade da respetiva água. A quantidade de sedimentos em suspensão e a dispersão dos próprios sedimentos nas massas de água dependem fortemente do clima de agitação e das correntes que resultam das marés e da agitação marítima local.

#### *Marés*

Na Região dos Açores existem cinco marégrafos, localizados em:

- Santa Cruz das Flores (Latitude 39°27'.2N; Longitude 31°07'.2N);
- Angra do Heroísmo (Latitude 38°39'.0N; Longitude 27°13'.4N);
- Horta (Latitude 38°32'.0N; Longitude 28°37'.3N);
- Ponta Delgada (Latitude 37°44'.1N; Longitude 25°40'.3N);
- Vila do Porto (Latitude 36°56'.7N; Longitude 25°08'.9N).

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

com a extensão considerável de uma plataforma submarina, de pequena profundidade, ainda capaz de interagir e empolar a onda de maré.

No arquipélago dos Açores a maré enche de W e SW e na vazante propaga-se de E e NE (Instituto Hidrográfico, 1981). De acordo com a informação contida nas Tabelas de Maré, os valores de amplitude máxima previsível para condições meteorológicas médias, excedem cerca de 40cm, em aproximadamente 10% dos casos, os valores médios de águas vivas na Terceira, Faial e Flores. Contudo, em situações de temporal, estes máximos podem ser ultrapassados em consequência da sobrelevação temporária de origem meteorológica do plano de água.

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

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

Na ilha do Pico não existe um marégrafo em funcionamento. Os elementos que se seguem foram recolhidos no site do Instituto Hidrográfico e dizem respeito ao marégrafo do porto da Horta. A análise Harmónica foi efetuada a partir de um ano de observações maregráficas de 1 de setembro de 2003 a 30 de agosto de 2004. As alturas de Maré são referidas ao nível do Zero Hidrográfico, que está 1,00m abaixo do nível médio adotado, 3,680m abaixo da marca de contacto implantada no pavimento da casa do marégrafo e 3,204m abaixo da marca de nivelamento DO12/97, situado a meio do edifício da lota, junto da parede, a cerca de 50 metros da esquina do cais.

Admitindo os elementos de maré disponíveis para o porto da Horta, a maré astronómica é do tipo semidiurno regular, com cotas médias que variam entre PM +1,5 e BM +0,4 (águas vivas) e PM +1,2 e BM +0,7 (águas mortas). Significa que a amplitude das marés de águas vivas médias é de 1,1 m e nas águas mortas de 0,5m. Cerca de 10% das preia-mares excedem a cota 1,6 m e cerca de 5% das baixa-mares têm cotas inferiores a 0,4m (ao Zero Hidrográfico). A maré enche de Oeste e Sudoeste e na vazante propaga-se para Este e Nordeste.

A maré meteorológica (sobre elevação devido à persistência dos ventos e da agitação ou a variações acentuadas da pressão atmosférica) assume valores ligeiramente variáveis ao longo da costa. É nas zonas de águas costeiras “encaixadas” (baías) que a maré meteorológica pode assumir valores de oscilação mais significativos. Não se dispõe de elementos relativos à maré meteorológica.

A sobreposição da maré astronómica com a maré meteorológica deverá agravar as cotas anteriores pelo menos para uma cota da Máxima Preia-Mar das Águas Vivas de 1,90 ZH. A persistência de ventos fortes ou a ocorrência de pressões atmosféricas anómalas poderá agravar o referido valor.

O Instituto Hidrográfico fornece a previsão diária para o porto da Horta. As alturas de maré apresentadas na Tabela foram disponibilizadas pelo porto da Horta, de acordo com elementos retirados de projetos de obras a decorrer.

**Quadro 2.9.14** | Valores característicos das marés no porto da Horta

PMmáx	+ 1,78 m (ZH)
PMAV	+ 1,60 m (ZH)
PMAM	+ 1,27 m (ZH)

NM	+ 1,00 m (ZH)
BMAM	+ 0,75 m (ZH)
BMAV	+ 0,46 m (ZH)
BMmin	+ 0,33 m (ZH)

Segundo o Instituto Hidrográfico (Instituto Hidrográfico, 1981), as correntes que se fazem sentir no canal do Faial são profundamente influenciadas pelos ventos, os quais variam com grande frequência. As correntes de maré correm normalmente para NNE na enchente e para SSW na vazante. A sobreposição da maré astronómica com a maré meteorológica deverá agravar as cotas anteriores referidas na Tabela, pelo menos para:

- Cota da Máxima Preia-Mar de Águas Vivas: 1,90 m (ZH);
- Cota da Máxima Baixa-Mar de Águas Vivas: 0,20 m (ZH).

A persistência de ventos fortes ou a ocorrência de pressões atmosféricas anómalas poderá agravar os referidos valores.

#### *Agitação marítima local*

No Arquipélago dos Açores existe um conjunto de estações ondógrafo, no âmbito do projeto CLIMAAT/CLIMARCOST, conduzido pela Universidade dos Açores, e cuja informação pode ser consultada na página do referido projeto. A informação disponibilizada pelo Instituto Hidrográfico pode ser consultada a partir de um mapa onde se acede às últimas informações obtidas para cada estação, e ainda através de um conjunto de tabelas e gráficos. Atualmente existem seis ondógrafos de registo de agitação marítima a funcionar na Região dos Açores.

**Quadro 2.9.15** | Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores

Ilha	Boia	Posição	Último registo
Graciosa	Graciosa (Noroeste)	39° 05' 21N – 27°57' 73W	Operacional
Flores	Flores (Sul)	39°21' 86N – 31°10' 00W	07/07/2009
Faial/Pico	No canal	38°35' 26N – 28°32' 26W	30/10/2008
Terceira	Praia da Vitória	38°45' 00N – 27°00' 58W	Operacional
São Miguel	Ponta Delgada	37°43' 53N – 25°43' 28W	20/11/2008
Santa Maria	Santa Maria (Sul)	36°55' 21N – 25°10' 02W	09/07/2009

Fonte: POOC Faial (2009)

Nestes ondógrafos são fornecidos on-line os seguintes dados: Altura Significativa (Hz), Altura máxima (Hmáx), Período Médio, Período Máximo Observado, Período Onda de Altura Máxima, Direção da Agitação e a Temperatura da água à superfície.

A comparação entre dados de agitação registados nos diferentes ondógrafos, para o mesmo período de tempo, evidencia a dependência da localização da boia em relação aos rumos da agitação e trajetórias dos temporais. Por exemplo, no dia 23 de março de 2006 registaram-se ondas com alturas máximas de 12m em Ponta Delgada (exposta a Sul, ondas de W) enquanto na Praia da Vitória os valores máximos não atingiram os 4m (POOC Graciosa, 2006).

Estas boias ondógrafo não estão instaladas há tempo suficiente nas águas oceânicas envolventes do Arquipélago dos Açores, de forma a possibilitar uma análise estatística adequada do clima de agitação, nomeadamente em termos de extremos associáveis a diversos períodos de retorno (por exemplo 100 anos).

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

Para uma melhor caracterização do clima de agitação podem-se utilizar:

- Os resultados do modelo de reconstituição da agitação Meteorological Office (Britânico), com rumos, alturas significativas e períodos de pico das ondas ao largo, no ano, no inverno e no verão;
- Os dados do U.S. Naval Oceanographic Office (USNOO), de 1963, sob a forma de rosas de agitação mensais, de ondulação e de vaga, com distribuição de alturas e de rumos (octantes) e indicações de relações alturas/períodos;
- A reconstituição do estado do mar em São Miguel (Pires, 1995), projeto STORMS, com modelação numérica para reconstituir as características da agitação a partir de campos sinóticos de vento (6 anos).

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

A distribuição de rumos das ondas provenientes do largo é localmente afetada por fenómenos de empolamento, de refração, de difração e de reflexão. Há zonas parcialmente abrigadas, pelo menos em relação a alguns dos quadrantes, devido à existência de formações naturais (as “pontas”) ou de estruturas artificiais (quebra-mares). Os fenómenos de empolamento e de refração verificam-se na interação da agitação com os fundos e agravam ou desagravam localmente as alturas das ondas. A difração verifica-se em torno de “obstáculos” à propagação da agitação (uma ilha, um promontório, uma “ponta”, um rochedo). O “obstáculo” proporciona algum grau de proteção. As reflexões são mais acentuadas em paramentos verticais ou muito inclinados (arribas rochosas, cais, muros de suporte). As baías e enseadas proporcionam algum grau de abrigo natural em relação à agitação proveniente de alguns dos rumos (POOC Graciosa, 2006).

A ilha do Pico é exposta a um regime de agitação muito energético. Segundo os dados USNOO, no Grupo Central os rumos sazonais da vaga são relativamente uniformes com predominância de Sudoeste e ainda de Oeste e Noroeste (POOC Pico, 2009).

Em relação à ondulação, a distribuição dos rumos sazonais da ondulação é, na globalidade, uniforme. Os rumos de Noroeste e Oeste apresentam maior número de ocorrências e de maior energia. Com base nos dados existentes pode afirmar-se que a ilha do Pico se encontra exposta a um regime de agitação muito energético.

Deveria ter sido realizada modelação numérica para caracterização da agitação pelo menos para os portos de São Roque do Pico, Madalena e Lajes do Pico. Até à presente data não foram fornecidos quaisquer dados de projeto sobre o porto das Lajes do Pico. O acesso aos projetos portuários de intervenções recentes ou previstos para os portos de São Roque do Pico, Madalena e Lajes do Pico permitirá ajuizar quais os valores da agitação de projeto (alturas, períodos e rumos) que estão a ser considerados na conceção e dimensionamento dos quebra-mares. Só através da elaboração de planos de agitação, recorrendo a modelos numéricos e dispondo de informação topo-hidrográfica detalhada, é possível averiguar quais os valores locais dos rumos, alturas e comprimentos de onda ao longo do perímetro de cada ilha e, em particular, nos seus portos e portinhos.

## 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 caráter 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 10km<sup>2</sup>. Por outro lado, sismos de magnitudes superiores, como o ocorrido a 9 de julho de 1998 no Faial (5,6 MD), poderão gerar movimentos de vertente numa área na ordem da centena ou até milhar de km<sup>2</sup>.

Nos sismos de menor magnitude podem ocorrer roturas 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: (1) 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 250 000m<sup>3</sup> (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 m<sup>3</sup> (Marques, 2004), a qual provocou a morte de 5 000 pessoas e a destruição de Vila Franca do Campo, então capital de S. 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.

Atualmente, no âmbito do projeto Riscos, através de uma prestação de Serviços para a SRAM, estão em elaboração as cartas de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente à escala de ilha, para todo o arquipélago dos Açores. Neste sentido, até à presente data ainda estão a ser realizados os trabalhos de inventariação de movimentos de vertente, de modo a levar à execução dos algoritmos matemáticos necessários para a produção dos mapas de suscetibilidade, que no futuro poderão ser integrados neste documento de modo a melhorar a qualidade do mesmo.

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 3000m<sup>2</sup>, as áreas florestadas, distâncias aos vales entre 80 e 100m 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.

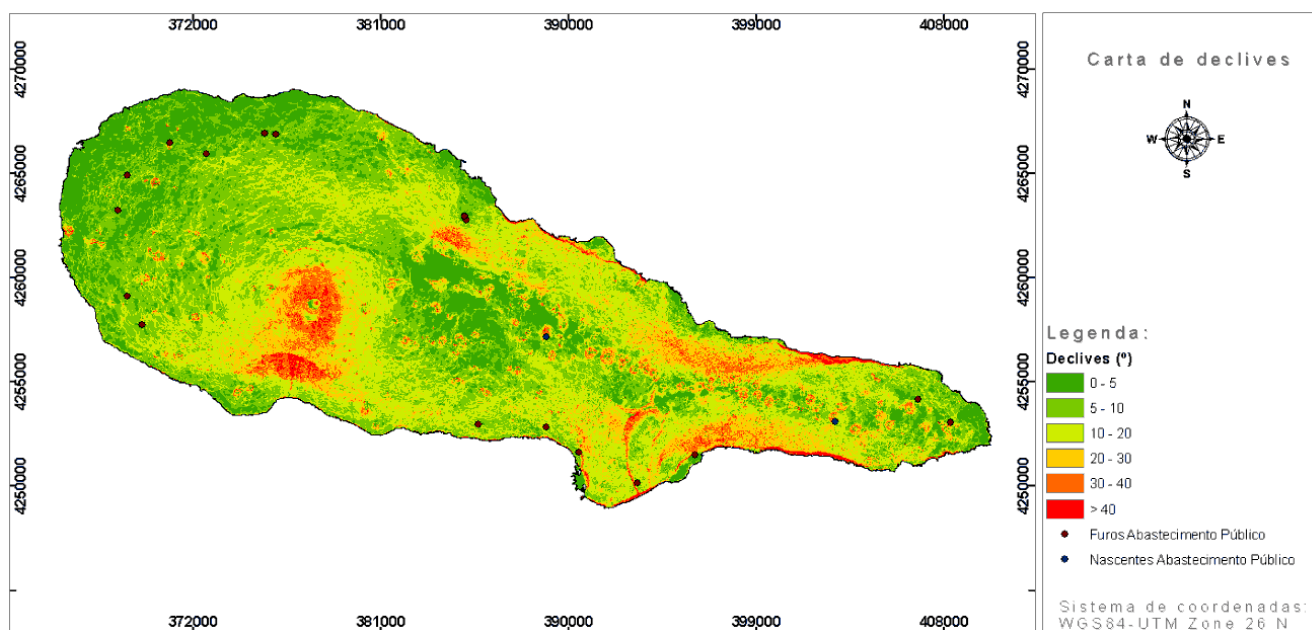
A instabilidade em taludes constituídos por um substrato rochoso está intimamente ligada ao tipo de estrutura geológica, à morfologia, ao estado de alteração, ao tipo e natureza dos níveis que constituem os maciços e à presença de fissuras com percolação de água, pelo que é importante identificar quais 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).

Na ilha do Pico estão inventariados 6 nascentes, 36 poços de maré e 20 furos (Cruz, 2001). Contudo, no presente trabalho são apenas contemplados 17 furos e 2 nascentes de abastecimento público.

A Figura 2.9.35 ilustra a localização espacial das nascentes e furos para abastecimento público, inseridas no mapa de declives da ilha do Pico.



**Figura 2.9.35** | Mapa de declives da ilha do Pico e localização das nascentes e furos para abastecimento público.

Face às características mais importantes como sendo potenciadores de instabilidade (e.g., declives superiores a 35°, materiais incoerentes), verifica-se que a maior parte dos furos e nascentes para abastecimento público localizam-se preferencialmente em zonas aplanadas (Figura 2.9.36) e próximas de substratos rochosos e/ou escoriáceos. Para estes locais os problemas relacionados com os processos de instabilidade geomorfológica são reduzidos em virtude do enquadramento geológico e geomorfológico.

No entanto, no concelho das Lajes encontram-se alguns furos que se localizam no sopé de taludes rochosos (e.g., furo do Arrife, das Ribeiras, da Rainha de Santa Isabel), com comandos apreciáveis. Para estes locais, e face ao desprendimento de materiais rochosos com volumetrias significantes poderão por em risco os locais de captação de água para abastecimento público através da propagação da massa instabilizada.



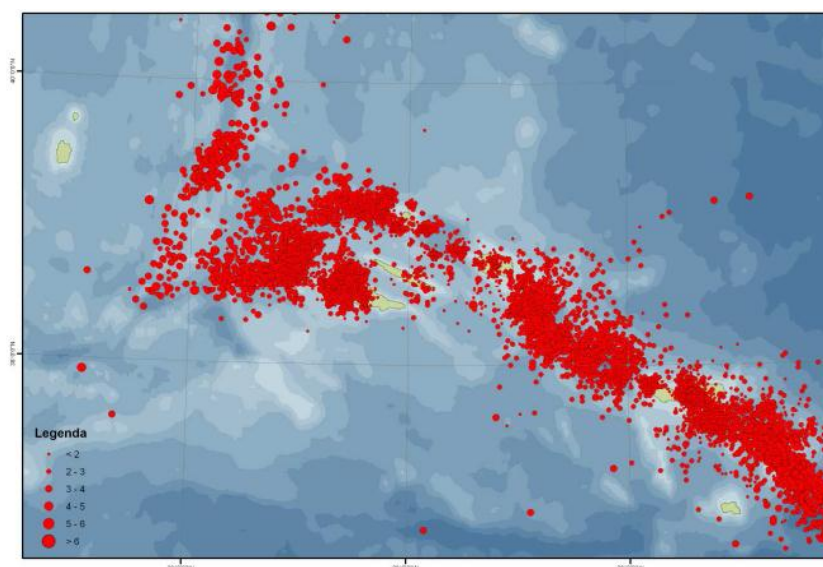
**Figura 2.9.36** | Furo para abastecimento inserido em área relativamente plana.

No concelho de São Roque, os dois furos que se encontram nas proximidades da ribeira de Dentro constituem-se, igualmente, elementos vulneráveis à atuação de movimentos de vertente com a tipologia de escoadas detríticas, que podem ter origem na vertente sobranceira, a S.

### 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 situa-se sob influência de relevantes setores sismogénicos.

Neste contexto merece especial destaque a atividade registada ao nível da CMA e ao nível do RT (Figura 2.9.37).



Fonte: dados CIVISA, 2009

**Figura 2.9.37** | Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2009.

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. As consequências de sismos históricos sentidos na ilha do Pico estão descritas no Quadro 2.9.16.

**Quadro 2.9.16** | Principais sismos sentidos na ilha do Pico

Caracterização Geral de Perigos Naturais					
Data	Intensidade	Ilha mais afetada	Zona mais afetada	Magnitude	Consequências
1973-11-23	VIII	Pico	Stº António		Grandes destruições

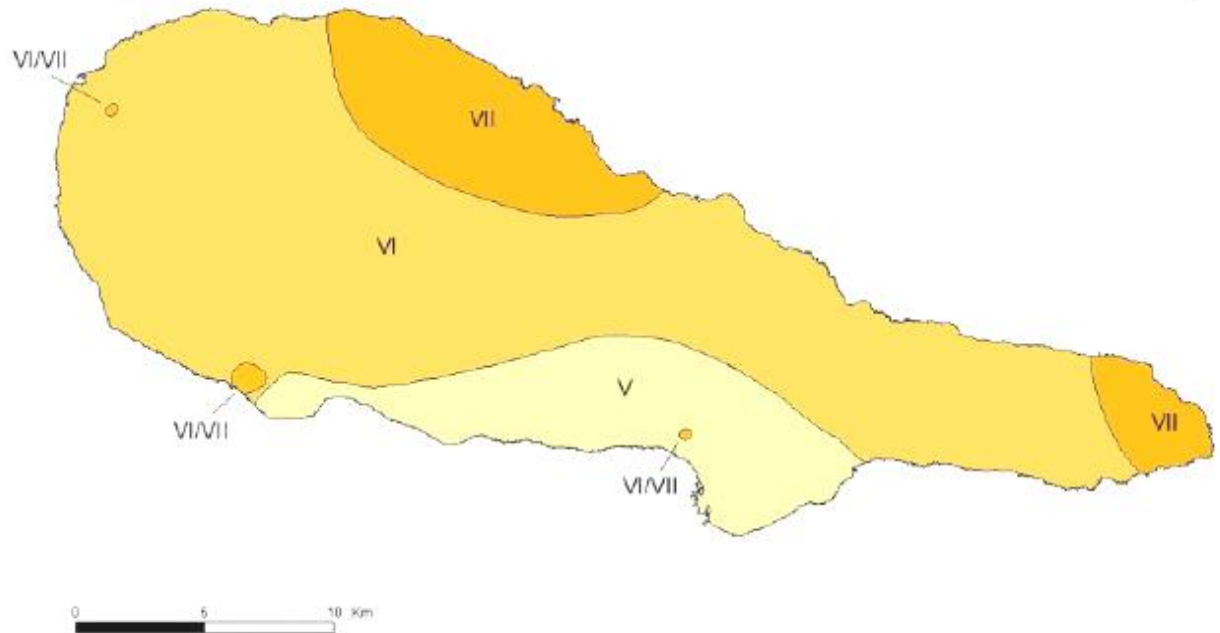
Fonte: Garpar et al., 1999 e Coutinho, 2000

No domínio dos perigos geológicos importa sublinhar o sísmico, na medida em que os eventos desta natureza são frequentes no arquipélago e face ao contexto geoestrutural, a distância epicentral e a magnitude do evento podem desencadear outros fenómenos como o vulcânico, a instabilidade de vertentes e os tsunamis.

A sismicidade da ilha do Pico é relativamente baixa quando comparada com a das restantes ilhas que integram o Grupo Central do arquipélago dos Açores, caracterizando-se pela ocorrência de sismos locais pouco frequentes e de baixa magnitude. Neste enquadramento, a zona ocidental da ilha do Pico, onde se localiza o vulcão poligenético ativo do Pico, constitui a principal zona sismogénica desta ilha. Os epicentros da crise de 1973 distribuíram-se sobretudo nas proximidades da Montanha do Pico, onde se localizaram os sismos mais energéticos (o evento mais forte foi sentido com intensidade de grau VIII - EMM). A distribuição epicentral obtida permitiu inferir a existência de um alinhamento de orientação geral NNW-SSE, compatível com falhas radiais associadas ao estratovulcão (Nunes, 1999).

Um aspeto a salientar é o facto dos sismos sentidos nesta ilha com maior intensidade terem geralmente localizações epicentrais coincidentes, *grosso modo*, com as zonas sismogénicas vizinhas, designadamente o Faial, o Canal Faial-Pico e a zona a W do Faial até à Crista Média Atlântica. Como exemplo refira-se o evento de 9 de julho de 1757 em S. Jorge que terá atingido uma intensidade de grau IX (EMM) na freguesia de Piedade (Machado, 1949), o sismo de 31 de agosto de 1926 localizado no canal Faial-Pico e que foi sentido em toda a ilha do Pico com intensidade máxima de grau VIII (EMM) na Candelária, Santo António e Piedade, a crise sísmica de S. Jorge em 1964, o evento de 1980 na Terceira, a crise sísmica de 1993 a W do Faial e o sismo de 1998 no Faial sentido na ilha do Pico com intensidade máxima de VII (EMM) no lugar de Valverde (Madalena) e mínima de IV (EMM) na zona oriental (Nunes, 1999). Os sismos moderados a fortes afetam esporadicamente a ilha do Pico. A grande maioria dos eventos sentidos, apresentam intensidades fracas, ou seja, atingem valores de intensidade IV para os quais não são reportados danos (Nunes, 1999).

A Figura 2.9.38 apresenta a carta de intensidades sísmicas máximas verificadas na ilha do Pico, tendo por base a reanálise dos registos históricos, à luz da Escala Macrossísmica Europeia de 1998 (EMS-1998).



Fonte: Silva (2005)

Figura 2.9.38 | Carta de intensidades máximas históricas (EMS-1998) para a ilha do Pico.

## 2.9.8 | Vulcões

A atividade vulcânica observada na região dos Açores tem-se centrado, predominantemente, ao longo do Rift 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 (Figura 2.3.5), 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, 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 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 Rift da Terceira (s.l.), tendo-se registado erupções nas ilhas de S. Miguel, Terceira, S. 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.

O vulcanismo histórico na ilha do Pico inclui 3 erupções vulcânicas que deram origem aos designados “Mistérios” da Praínha (1562-64), Santa Luzia e São João (1718) e Silveira (1720). A erupção de 1718, para além dos 2 centros eruptivos referidos anteriormente, teve ainda uma fase submarina localizada no mar a S de São João. Em 1963 foi reportada outra erupção submarina nas imediações da ilha, a N do Cachorro (Santa Luzia), cuja ocorrência e natureza não é consensual (Macedo, 1981; Weston, 1964). A história eruptiva recente da ilha do Pico demonstra que a atividade vulcânica passada é essencialmente de natureza basáltica (*s.l.*), marcada por um caráter predominantemente efusivo ou de baixa a moderada explosividade, do tipo havaiano ou estromboliano, sendo as fases efusivas claramente mais representativas.

Neste contexto, a ocorrência de erupções vulcânicas é mais provável na aconteça na região do Vulcão do Pico (incluindo a pequena caldeira no topo e os flancos do vulcão) ou na Região Oriental da ilha, ao longo dos diversos alinhamentos de cones de escórias. Os locais com maior densidade de fraturas são potencialmente os mais favoráveis ao desenvolvimento de tais fenómenos, pois constituem zonas de fraqueza que permitem a ascensão do magma em profundidade. Contudo, não é de excluir a possibilidade de erupções submarinas ao largo da ilha do Pico, especialmente no prolongamento dos principais alinhamentos tectónicos (Nunes, 1999).

### 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 Gloria 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 inundação por tsunamis para cada ilha do arquipélago em análise, tendo em consideração o run-up máximo histórico registado.

Tal como as restantes ilhas dos Açores, a ilha do Pico encontra-se sujeita à ocorrência de *tsunamis*, originados por sismos fortes com origem nas principais estruturas tectónicas regionais e atlânticas, erupções vulcânicas muito explosivas ou ainda, movimentos de vertente submarinos ou desencadeados próximos do litoral na ilha ou em qualquer local do arquipélago (Nunes, 1999).

Os dados históricos demonstram que os *tsunamis* resultantes do terramoto de Lisboa de 1755, e da ação combinada da crise sísmica e dos deslizamentos ocorridos a 9 de julho de 1757, no setor N da ilha de S. Jorge, atingiram a ilha do Pico (Andrade *et al.*, 2006; Cabral, 2009).

Considerando os *tsunamis* gerados ao nível das principais zonas ativas do arquipélago, de grandes solicitações gravíticas subaéreas ou submarinas, e de outras zonas com potencial tsunamigénico, é de admitir que os setores habitacionais junto ao litoral S e Leste sejam aqueles que se encontram mais expostos à ação de eventos desta natureza.

A carta de suscetibilidade à inundação por *tsunamis* da ilha do Pico (Figura 2.9.39) mostra que as nascentes e furos para abastecimento não se posicionam nas possíveis áreas de inundação, no entanto não se exclui a contaminação dos sistemas de aquíferos basais que fazem parte da ilha.

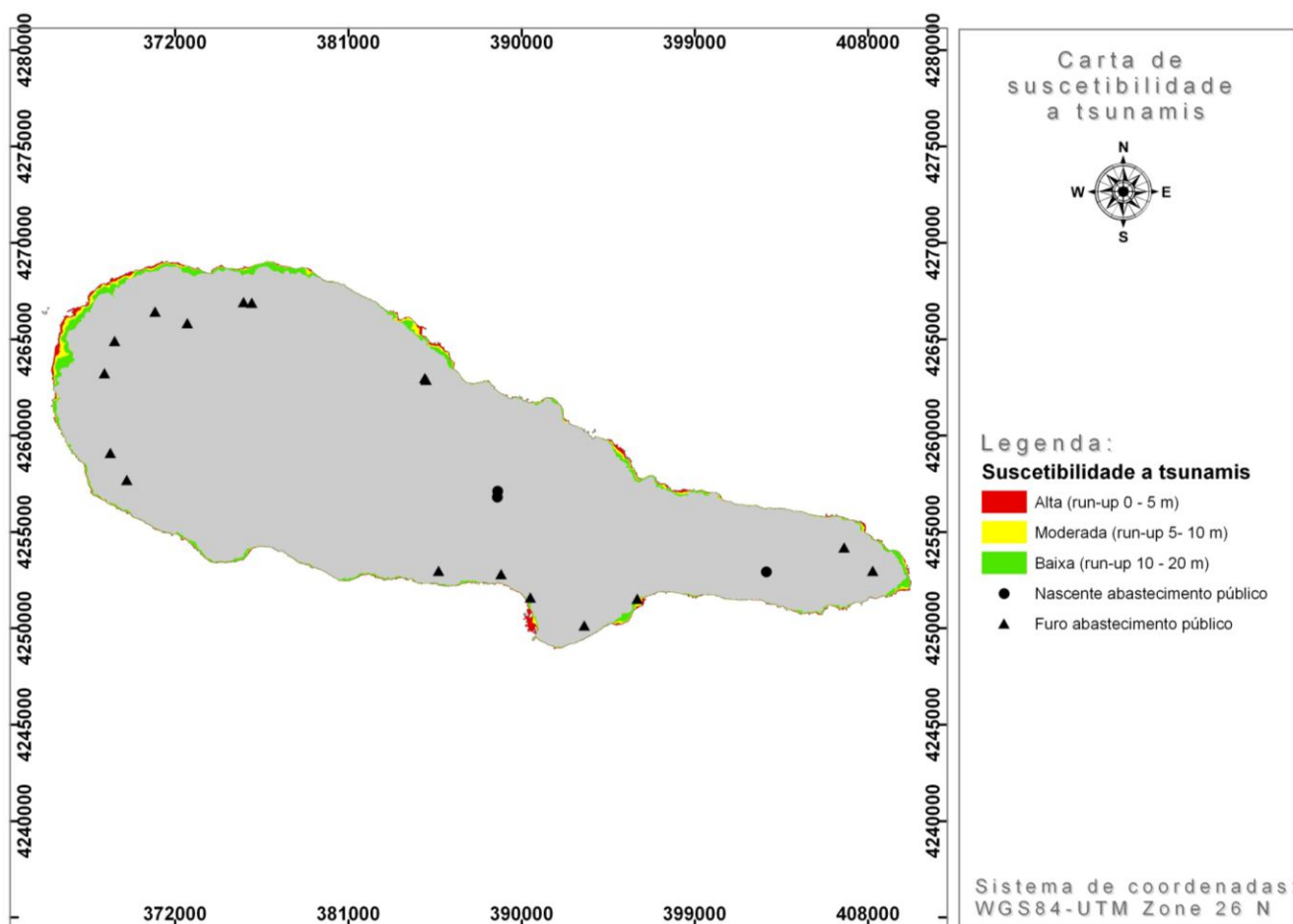


Figura 2.9.39 | Carta de suscetibilidade a *tsunamis* – Carta produzida a partir da altimetria do IGeoE, na escala 1:25 000. O *run-up* máximo de cada classe considerada corresponde à cota máxima da área inundada.

## 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 rotura 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 associados 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 agente de proteção civil face à iminência, ocorrência ou evolução de uma situação de emergência.

Contudo, na ilha do Pico não existem infraestruturas desta tipologia.

### 2.9.11 | Poluição acidental

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

- Instalações PCIP: as instalações mencionadas no Decreto-Lei n.º 172/2008, Anexo I, existentes na região do RH9 são:
  - 1.1 – Energia: Instalações de combustão com potência calorífica de combustão superior a 50MW;
  - 5.4 – Aterros de resíduos urbanos ou de outros resíduos não perigosos, com exceção dos aterros de resíduos inertes, que recebam mais 10t por dia ou com uma capacidade total superior a 25 000t;
  - 6.4 – Instalações destinadas a: a) Matadouros com uma capacidade de produção de carcaças superior a 50t por dia; b) ii) Matérias-primas vegetais com uma capacidade de produção de produto acabado superior a 300t por dia (valor médio trimestral); c) Tratamento e transformação de leite, sendo a quantidade de leite recebida superior a 200t por 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:
  - Industrias de lacticínios;
  - 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.

Em específico para as massas de água superficiais da ilha do Pico, designadamente para a bacia da lagoa do Caiado, bacia da lagoa do Capitão, bacia da lagoa do Paul, bacia da lagoa do Peixinho e bacia da lagoa da Rosada, não existem referências de instalações de cargas domésticas, industriais e agropecuárias. Assim, não existindo industrias no local não se prevê a existência de risco de poluição tóxica nesta região, associadas a estas atividades. Para as restantes massas de água as fontes de poluição tóxica estão representadas no Quadro 2.9.17.

**Quadro 2.9.17 | Fontes de poluição tóxica na ilha do Pico**

Fontes de Poluição Tóxica	Concelho, Local	Tipologia
Descarga de águas residuais	-	Águas costeiras
Lactopico	Lajes do Pico	Águas costeiras
Fábrica de lacticínios Miragaia	Lajes do Pico	Águas costeiras
Sociedade de produção de lacticínios	-	Águas costeiras
Explorações agropecuárias	-	Águas costeiras
Tunapesca	S. Roque do Pico	Águas costeiras
Cofaco	Madalena do Pico	Águas costeiras
PCIP (5.4) - Aterro intermunicipal do Pico (AMIP)	Lajes do Pico	Águas costeiras
Indústria extrativa	Lajes/S. Roque/Madalena do Pico	Águas costeiras
Pressão associada à pressão turística	Lajes/S. Roque/Madalena do Pico	Águas costeiras
Substâncias Perigosas	Lajes/S. Roque/Madalena do Pico	Águas costeiras
Armazenagem de combustíveis - Bencom, S.A	S. Roque do Pico, Porto de S. Roque	Águas costeiras
Efluentes domésticas	Lajes/S. Roque/Madalena do Pico	Águas subterrâneas
Efluentes industriais	Lajes/S. Roque/Madalena do Pico	Águas subterrâneas

### 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).

Na ilha do Pico em específico são identificadas no Quadro 2.9.18 algumas atividades que poderão contribuir como fontes de poluição difusa sobre determinadas massas de água.

**Quadro 2.9.18** | Fontes de poluição difusa na ilha do Pico

Atividade	Concelho, Local	Tipologia
Exploração florestal e matos	Lajes do Pico, lagoa do Caiado	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	Lajes do Pico, lagoa do Capitão	Águas superficiais
Matos	Lajes do Pico, lagoa do Capitão	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	Lajes do Pico, lagoa do Paul	Águas superficiais
Matos	Lajes do Pico, lagoa do Paul	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	S. Roque do Pico, lagoa do Peixinho	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	S. Roque do Pico, lagoa da Rosada	Águas superficiais
Agricultura, floresta, pecuária, doméstica e industrial	Lajes/S. Roque	Águas costeiras
Lixeira	-	Águas costeiras
Pecuária	Lajes/S. Roque/Madalena do Pico	Águas subterrâneas
Agricultura e exploração florestal	Lajes/S. Roque/Madalena do Pico	Águas subterrâneas

## 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, rio ou canal, 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, 2003a). 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 ela 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.

Para a ilha do Pico, e segundo a definição apresentada na DQA (Parlamento & UE, 2000), estão presentes massas de água relevantes das seguintes categorias:

- Lagoas;
- Águas costeiras.

##### 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.

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 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 100km<sup>2</sup>), 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 de Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores (RSCRHAA) (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 100km<sup>2</sup>). 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
	Dimensão	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Pequena: 10 ≤ P ≤ 100 Média: 100 < M ≤ 1 000 Grande: 1 000 < G ≤ 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), 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 3.2). 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 caracteres 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.

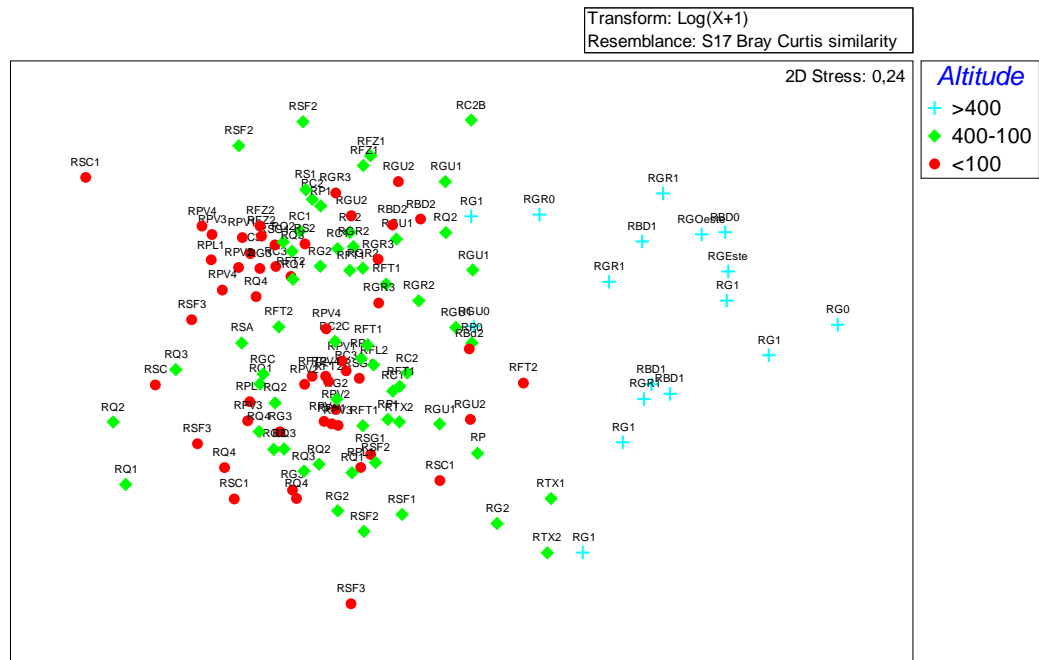


Figura 3.1.1 | Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas de todas ribeiras integrantes da rede de monitorização da Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1)

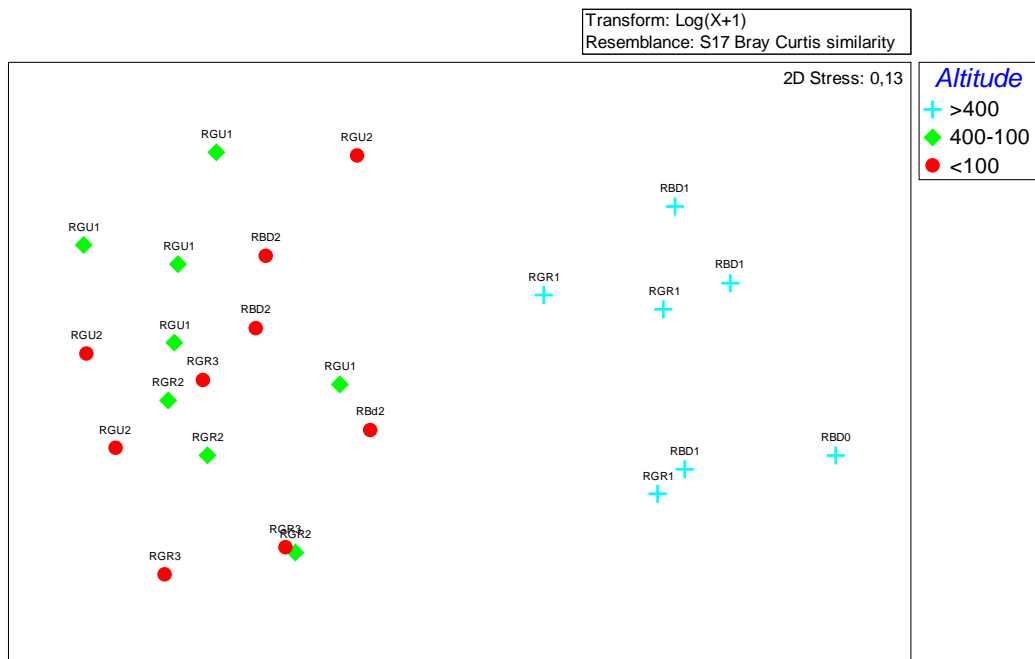


Figura 3.1.2 | Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas das ribeiras consideradas de referência na Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1)

Independentemente de eventuais variações entre ilhas, os resultados da caracterização das ribeiras dos Açores sugerem 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. Por outro lado, a divisão das ribeiras em tipos baseados na altitude, conduziria à fragmentação e à consequente redução do número de ribeiras abrangidas por este sistema de classificação pois o número de massas de água com dimensão superior a 10km<sup>2</sup> em cada tipo altitudinal seria muito reduzido (como já havia sido constatado na execução do PRA). Esta situação poderia ser obviada com a introdução de um novo limite mínimo para as classes de tamanho, de forma idêntica ao que foi efetuado para a categoria lagoas. Tal opção iria aumentar de forma muito significativa o número de massas de água designadas na categoria rios, o que, nesta fase, iria colocar enormes constrangimentos à gestão destes ecossistemas.

Assim, face às lacunas de conhecimento ainda existentes e aos constrangimentos ao nível da gestão destes ecossistemas, optou-se por considerar neste plano de gestão de recursos hídricos um único tipo de ribeiras na Região Hidrográfica Açores, coincidente com o adotado pela SRAM/INAG (2006) no Relatório Síntese de Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores, cujas principais características são apresentadas Quadro 3.1.2. No âmbito dos programas de medidas do PGRH da RH9 serão propostos estudos que permitam reavaliar a tipologia de rios nos Açores tendo em consideração o gradiente altitudinal, a dimensão mínima da área de drenagem e o tipo de caudal.

**Quadro 3.1.2** | Tipo identificado para a categoria rios na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

Designação do tipo	Fatores Obrigatórios				Fator facultativo	
	Altitude (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Dimensão (km <sup>2</sup> )	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)

Todas as ribeiras identificadas na ilha do Pico possuem bacias de drenagem com área inferior a 10 Km<sup>2</sup>, e são todas de caudal não permanente. Assim, na ilha do Pico não existe nenhuma massa de água da categoria rios que se inclua na tipologia definida.

### 3.1.1.1.2 | Lagoas

A primeira proposta de tipificação das lagoas dos Açores foi elaborada no âmbito do PRA em (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 3.1.3.

**Quadro 3.1.3** | Lista de fatores utilizados na definição da tipologia de lagoas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

Fatores	Variável	Classes
Fatores obrigatórios	Latitude	Classe única que contém os limites da região hidrográfica



Fatores	Variável	Classes	
	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 <sup>2</sup> )	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 <sub>0</sub>	Alongada k <sub>0</sub> < 0.5 Elíptica k <sub>0</sub> > 0.5 - < 0.8 Circular k <sub>0</sub> > 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 <sup>2</sup> )	Muito Pequena < 0.01 Pequena > 0.01 - < 0.1 Média > 0.1 - < 1 Grande > 1
	Declive média da bacia hidrográfica		Pequeno < 25% Médio 25 a 50 % Grande > 50%
	Precipitação média anual da bacia hidrográfica	Precipitação (mm)	Baixa < 2000 Média > 2000 - < 4000 Elevada > 4000

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 (0,01Km<sup>2</sup>), o intervalo entre 0,5 e 5Km<sup>2</sup> para as de muito pequena dimensão, entre 5 e 10Km<sup>2</sup> 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 Zbysewski (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, conseqüentemente sem estratificação, e com um índice de permanência muito baixo ( $\leq 0,1$ ), compreendidas entre os 600 e 800m 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 (AL\_G/P e AL\_P/P) 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 é caracterizado por lagoas profundas, monomíticas, de pequena a grande 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 caracteriza-se por lagoas de baixa profundidade, conseqüentemente sem estratificação, de muito pequena dimensão, 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.

A ilha do Pico possui cinco massas de água na categoria de lagos, todas pertencente ao tipo B-L-M/MI/S/PP, sendo elas as lagoas do Caiado, Capitão, Rosada, Paul e Peixinho (Figura 3.1.3).

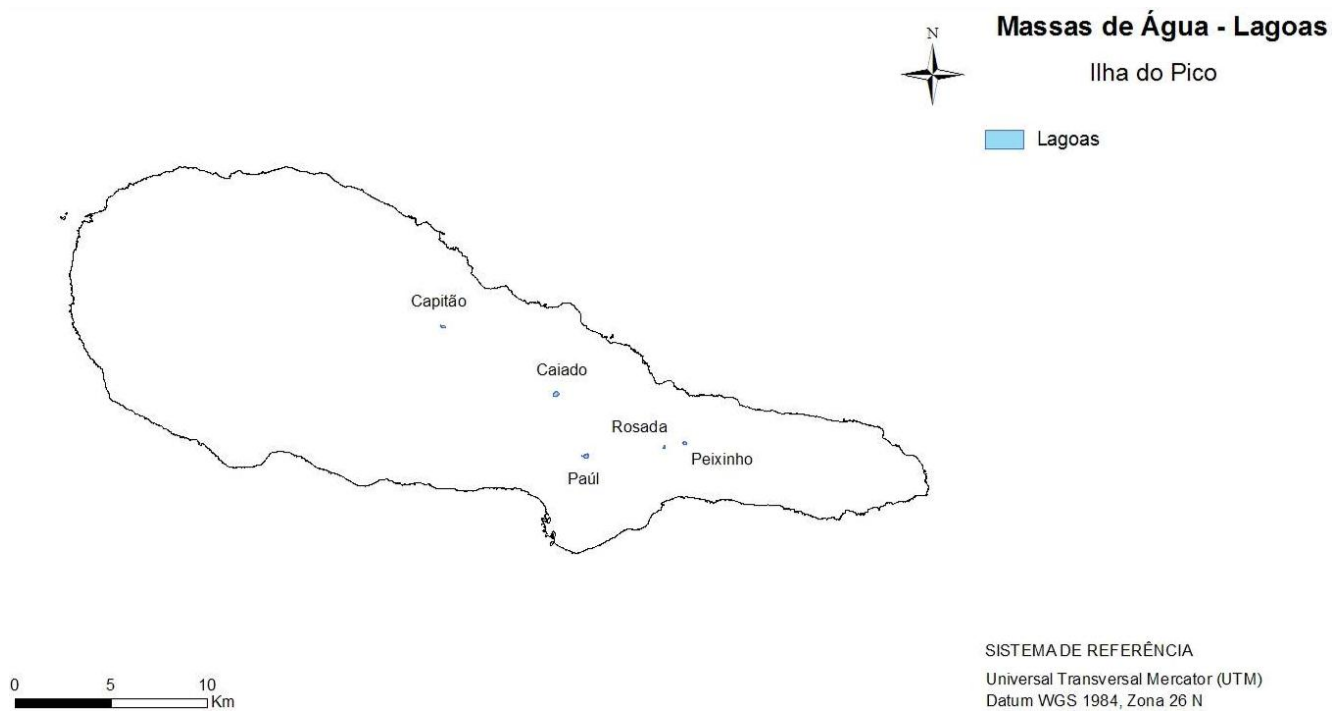


Figura 3.1.3 | Massa de água designada na categoria de lagoas na ilha do Pico.

### 3.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição

Não foram identificadas massas de água 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 que, apesar da sua grande importância em termos ecológicos e socioeconómicos, não são sujeitas a procedimentos de monitorização de quantidade e qualidade das suas águas (PRA, 2001b).

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 informação sobre as comunidades fitoplanctónicas.

Os fatores previstos para a definição da tipologia destas massas de água são apresentados no Quadro 3.1.4. 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 3.1.4** | 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
		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
	Facultativos	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'
		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
	Facultativos	Profundidade	Profundidade média das águas (m)	Pouco profunda: PP <30 Intermédia: 30<I <200 Profunda: P > 200
		Temperatura média	Temperatura média das águas (°C)	A definir com base nos dados da rede de monitorização

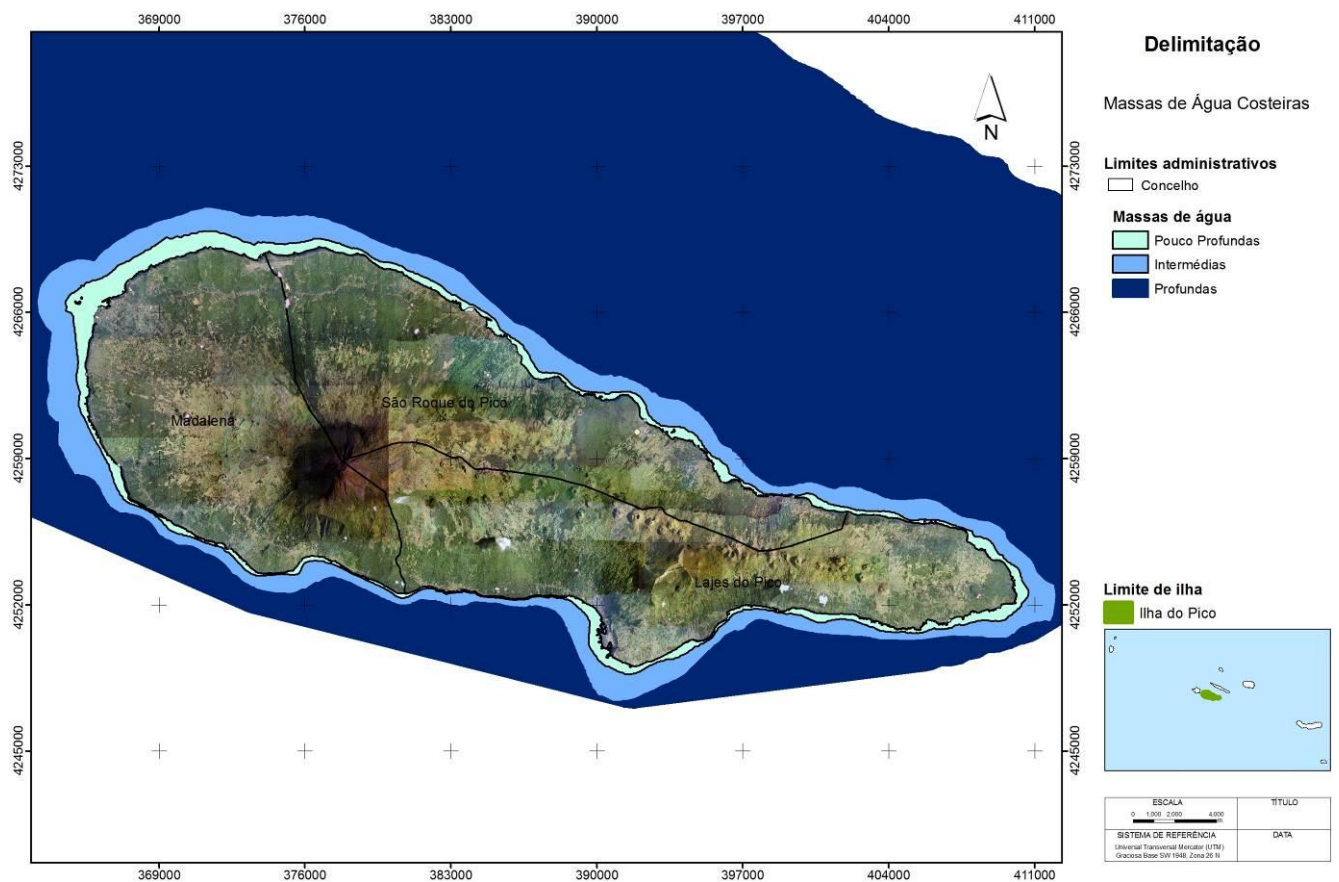
Assim, tendo em conta os condicionalismos anteriormente descritos, as águas costeiras foram classificadas de acordo com os fatores obrigatórios de Ecorregião, salinidade e profundidade, tendo sido identificadas como pertencentes à Ecorregião do Atlântico Norte e como Euhalinas, classe cujos valores de 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 3.1.5.

**Quadro 3.1.5** | 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)

A Figura 3.1.4 apresenta as massas de água costeiras delimitadas para a ilha do Pico.



**Figura 3.1.4** | Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha do Pico.

As principais características para estas massas de água estão sistematizadas no Quadro 3.1.6.

**Quadro 3.1.6** | Tipo identificado para a categoria águas costeiras na ilha do Pico

Designação do tipo	Código	Fatores Obrigatórios		
		Ecorregião	Profundidade	Sanilidade (%)
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	Atlântico Norte	Pouco Profunda	Euhalina
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	Atlântico Norte	Intermédia	Euhalina
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Atlântico Norte	Profunda	Euhalina

#### 3.1.1.1.4 | Massas de água fortemente modificadas

Não foram identificadas massas de água fortemente modificadas nas águas interiores nem nas águas de transição e costeiras da RAA. Nos termos previstos pela DQA, o processo de identificação provisória poderá ser retomado se existir informação adicional, ao longo do processo de implementação da DQA, que permita colmatar as lacunas de conhecimento existentes. Os dados disponíveis não indicam alterações hidromorfológicas significativas, derivadas de alterações físicas, nas massas de água (RSCRHA, 2006).

No que concerne às massas de água fortemente modificadas, deve efetuar-se uma identificação preliminar em função da magnitude das suas alterações hidromorfológicas, como resultado das alterações físicas provocadas pelas atividades humanas que poderão impedir o alcance do bom potencial ecológico. No caso de se dispor previamente de dados suficientes para a avaliação dos elementos hidromorfológicos, pode-se prescindir da identificação preliminar. A caracterização da RH9 desenvolvida pela DROTRH da SRAM não evidencia, de acordo com os dados atualmente disponíveis, alterações hidromorfológicas significativas em nenhuma das ilhas da RAA, nem, especificamente, para o Pico.

Refira-se ainda que para a identificação definitiva de uma massa de águas provisoriamente candidata a fortemente modificada é necessário avaliar os elementos hidromorfológicos de referência que sejam afetados pela alteração física, e verificar o incumprimento dos valores correspondentes ao Bom estado. Para tal, é fundamental concluir a caracterização das condições de referência do estado ecológico para as massas de água superficiais da Região.

#### 3.1.1.1.5 | Massas de água artificiais (AA)

De acordo com o Relatório Síntese de Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores (RSCRHAA) (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, uma na Terceira, outra no Faial e outra no Corvo. 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 não devem ser incluídas nos PGRHI e, subsequentemente, no PGRH – Açores.

#### 3.1.1.2 | Distribuição dos tipos

No Quadro 3.1.7 é apresentada a distribuição dos tipos e número de massas de água para as categorias de águas de superfície acima referidas para a ilha do Pico.

**Quadro 3.1.7 |** Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha do Pico

Categoria	Designação do tipo	Código	Número de Massas de Água
Ribeiras	B-R-C/P/S/P		0
Lagoas	B-L-M/MI-MP/S/P		0
	B-L-M/MI/S/PP		5
Águas de transição	-		-
Águas costeiras	A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	1
	A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	1
	A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	1
Águas fortemente modificadas	-		-
Águas artificiais	-		-

### 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 impacto antrópico mas que outros apresentam alterações significativas nesses comunidades. Seguidamente, apresentam-se os locais considerados referência para cada categoria e tipo de massa de água superficiais interiores.

#### 3.1.1.3.1 | Ribeiras

Como foi referido anteriormente no ponto 3.1.1.1 – Ribeiras, não existe nenhuma massa de água identificada para a categoria rios que se inclua na tipologia definida para a RH9, não podendo assim haver locais de referência para a ilha do Pico.

#### 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 impacto permitirá identificar os locais sem perturbações significativas, que correspondem aos locais de referência.

Esta metodologia foi seguida por Gonçalves *et al*, (2006b) e Gonçalves (2008) que avaliaram o grau de impacto de diversas pressões exercidas sobre as massas de água, recorrendo a informações bibliográficas (Porteiro, 2000), cartográficas e a observações no campo (Quadro 3.1.8). 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*, 2008), 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, 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) e a ausência de dados sobre a lagoa Seca (Lagoa considerada sem impactos significativos mas sobre a qual não existem elementos de caracterização físico-química e biológica) consideraram-se cinco locais de referência para as lagoas dos Açores, conforme indicado no Quadro 3.1.9.

**Quadro 3.1.8** | 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
	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 3.1.9** | 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 – Rs (Flores)	Branca – Bn (Flores)
	Comprida – Cm (Flores)	Empadadas Sul – Em-S (São Miguel)
	-	Canário – Cn (Mi)
	-	-



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 (macrofitos, 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 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 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 desmídiáceas e Peniaceae (Charophyta), dinoflagelados (Dinophyta) 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 (Quadros 5.1.9 e 5.1.11), onde se descreve o sistema de classificação proposto para a avaliação do estado das massas de água da RH9.

Assim, a ilha do Pico não apresenta qualquer local de referência para as lagoas do tipo B-L-M/MI/S/PP.

### 3.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Na ilha do Pico, e no que diz respeito às águas costeiras, iniciou-se, em abril de 2011, um conjunto de campanhas de monitorização, com o objetivo de caracterizar as condições de referência. Existem estudos sobre essas massas de água que poderão contribuir para a validação dos tipos definidos e para a seleção de locais de referência. A partir da análise pericial efetuada verificou-se, devido às próprias características tipológicas das massas de água costeiras e as pressões antropogénicas existentes, é provável, que para as três tipologias de águas costeiras da RH9, as massas de água costeiras não apresentem desvios significativos ao Bom estado ecológico. Contudo, até à data não foram desenvolvidas metodologias para a definição dos valores de referência.

Segundo o RCRH, 2006, a delimitação das massas de água costeiras Pouco Profundas (< -30m) utilizou o critério geométrico, traçando linhas perpendiculares à linha paralela à linha de base deslocada de uma milha para o lado do mar, perpendiculares essas que terminam na costa em coincidência com o limite das linhas que delimitam em terra as Regiões Hidrográficas. Para as massas de água costeiras de profundidade Intermédia e Profundas o critério geométrico foi reajustado, tendo sido abrangidas na delimitação as zonas homogéneas contíguas. A delimitação foi realizada de acordo com a análise pericial por Azevedo, 2005.

Para a delimitação das massas de água da categoria águas costeiras aplicou-se sequencialmente os fatores gerais da metodologia de delimitação das massas de água. Para as três tipologias das águas costeiras da RH9, todas de costa aberta, o principal critério de delimitação baseou-se na análise pericial das pressões significativas. Verificou-se que as pressões sobre as águas costeiras na RH9 estão associadas a zonas de elevada densidade populacional, desde logo pela poluição gerada pelas águas residuais urbanas e industriais, mas também porque é aí que estão localizados os

portos e se tendem a concentrar as estruturas de lazer costeiro. Na ausência de elementos de caracterização, as pressões antropogénicas identificadas e referidas acima foram consideradas como indicador da qualidade química e ecológica das águas costeiras da RH9 e assim referência para a delimitação das massas de água costeiras.

Verificou-se que as pressões antropogénicas eram insignificativas ou mesmo nulas para os tipos de massas de água costeiras Intermédias e Profundas, pelo que a sua delimitação baseou-se nas variações tipológicas e nas próprias características geográficas da RH9, tendo em conta o contorno da ilha.

Apesar da monitorização iniciada, as massas de água costeiras carecem do estabelecimento de parâmetros quantitativos (métricas, índices) das condições de referência, que permitam, de uma forma simples, determinar/quantificar o desvio das massas de água em análise.

## 3.2 | Massas de água subterrâneas

### 3.2.1 | Delimitação das massas de água

Como referido no ponto 2.3.4 do presente relatório, na ilha do Pico foram delimitadas seis massas de água subterrâneas. A respetiva delimitação, realizada no âmbito do relatório de caracterização preliminar da RH9, assentou sobre os sistemas aquíferos cartografados no decurso da elaboração do PRA (DROTRH, 2006). A representação cartográfica das massas de água subterrâneas pode encontrar-se no referido subcapítulo do relatório.

Assim, as massas de água delimitadas são as seguintes:

- Massa de água Arrife

Com uma área aflorante da ordem de 14,5km<sup>2</sup>, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 3,2% da superfície do Pico, correspondendo a um setor localizado na costa S, numa posição meridiana, e confronta a S com a massa Lajes, a N com a massa Piedade e para NE com a massa São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Lajes do Pico.

- Massa de água Lajes

Com uma área aflorante da ordem de 2,8km<sup>2</sup>, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 0,6% da superfície do Pico, correspondendo a um setor localizado na costa S, numa posição meridiana, e confronta a N com a massa Arrife. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Lajes do Pico.

- Massa de água Madalena – São Roque do Pico

Com uma área aflorante da ordem de 7,6km<sup>2</sup>, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 1,7% da superfície do Pico, correspondendo a pequenos setores localizados na extremidade ocidental e na costa N da ilha, e confronta com a massa Montanha. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se nos concelhos de Madalena e São Roque do Pico.

- Massa de água Montanha

Com uma área aflorante da ordem de 262,1km<sup>2</sup>, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 58,9% da superfície do Pico, correspondendo a uma zona muito extensa, que domina todo o setor ocidental da ilha, e confronta a E com as massas Piedade e São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se nos concelhos de Madalena, São Roque do Pico e Lajes do Pico.

- Massa de água Piedade

Com uma área aflorante da ordem de 108,7km<sup>2</sup>, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 24,5% da superfície do Pico, e domina todo o setor oriental da ilha. Confronta a W com as massas Montanha e São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima e a S com a massa Arrife. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se nos concelhos de São Roque do Pico e Lajes do Pico.

- Massa de água São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima

Com uma área aflorante da ordem de 49,4km<sup>2</sup>, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 11,1% da superfície do Pico, correspondendo a três setores, localizados na metade oriental da ilha, quer na costa S, quer na costa N. Confronta com as massas Montanha, Piedade e Arrife. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se nos concelhos de São Roque do Pico e Lajes do Pico.

## 3.2.2 | Caracterização das massas de água

### 3.2.2.1 | Características gerais dos estratos da área de drenagem

A descrição das características gerais dos estratos da área de drenagem das massas de água subterrâneas delimitadas na ilha do Pico foi efetuada com base nos trabalhos de Zbyszewski *et al.* (1962, 1963a, 1963b), Cruz (1997, 2001, 2004), Madeira (1998), Nunes (1999), Nunes *et al.* (1999a, 1999b) e França *et al.* (2005). Um aspeto a realçar, no âmbito da caracterização desta ilha, é a monotonia litológica observada.

#### 3.2.2.1.1 | Massa de água Arrife

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude e basais, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos de altitude livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo Vulcânico Topo – Lajes, em particular a formações das Unidades Inferior e Intermédia, que ocupa uma posição mediana na ilha, aflorando a Sul.

Considerando a escala estratigráfica propostas por Nunes *et al.* (1999a), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade Inferior;
- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade Intermédia;

- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Intermédia
- Depósitos piroclásticos submarinos de natureza basáltica *s.l.*

#### 3.2.2.1.2 | Massa de água Lajes

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos basais, predominantemente fissurados. Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo Vulcânico Topo – Lajes, em particular a formações da Unidade Superior, que ocupa uma posição mediana na ilha, aflorando a Sul.

Considerando a escala estratigráfica propostas por Nunes et al. (1999a), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade Superior;
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Superior.

#### 3.2.2.1.3 | Massa de água Madalena – São Roque do Pico

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos basais, predominantemente fissurados. Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo Vulcânico da Montanha, em particular a formações da Unidade Inferior. Considerando a escala estratigráfica propostas por Nunes *et al.* (1999a), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade Inferior;
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Inferior;
- Depósitos piroclásticos submarinos de natureza basáltica *s.l.*

#### 3.2.2.1.4 | Massa de água Montanha

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude e basais, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos de altitude livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo Vulcânico da Montanha, em particular a formações da Unidade Intermédia e Superior. Considerando a escala estratigráfica propostas por Nunes *et al.* (1999a), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade intermédia (Subunidade Inferior);
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Intermédia (Subunidade Inferior);
- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade intermédia (Subunidade Intermédia);

- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Intermédia (Subunidade Intermédia);
- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade intermédia (Subunidade Superior);
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Intermédia (Subunidade Superior);
- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade Superior (Subunidade Inferior);
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Superior (Subunidade Inferior);
- Escoadas lávicas basálticas de natureza benmoreítica, do tipo *aa*, da Unidade Superior (Subunidade Superior), associadas à erupção histórica de 1718;
- Depósitos piroclásticos de natureza benmoreítica (escórias e *spatter*) da Unidade Superior (Subunidade Superior), associados à erupção histórica de 1718;
- Escoadas lávicas basálticas de natureza basáltica *s.l.* do tipo *aa*, da Unidade Superior (Subunidade Superior), associadas à erupção histórica de 1720;
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Superior (Subunidade Superior), associados à erupção histórica de 1720.

#### 3.2.2.1.5 | Massa de água Piedade

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude e basais, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos de altitude livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos basais, predominantemente fissurados. Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo Vulcânico São Roque – Piedade, em particular a formações das Unidades Intermédia (Subunidades Inferior, Intermédia e Superior) e Superior (Subunidades Inferior e Superior). Considerando a escala estratigráfica propostas por Nunes *et al.* (1999a), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade intermédia (Subunidade Inferior);
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Intermédia (Subunidade Inferior);
- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade intermédia (Subunidade Intermédia);

- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Intermédia (Subunidade Intermédia);
- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade intermédia (Subunidade Superior);
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Intermédia (Subunidade Superior);
- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade Superior (Subunidade Inferior);
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Superior (Subunidade Inferior);
- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade Superior (Subunidade Superior), associadas à erupção histórica de 1562/64;
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Superior (Subunidade Superior), associados à erupção histórica de 1562/64.

#### 3.2.2.1.6 | Massa de água São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima

Esta massa de água corresponde a um sistema no geral de permeabilidade baixa, com aquíferos de altitude e basais, porosos ou fissurados, mas que localmente pode apresentar aquíferos de interesse local, nomeadamente a existência de aquíferos porosos, livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo Vulcânico São Roque – Piedade, em particular a formações da Unidade Inferior. Considerando a escala estratigráfica propostas por Nunes *et al.* (1999a), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas basálticas *s.l.*, do tipo *aa* e *pahoehoe*, da Unidade Inferior;
- Depósitos piroclásticos de natureza basáltica *s.l.* (escórias e *spatter*) da Unidade Inferior;
- Depósitos piroclásticos submarinos de natureza basáltica *s.l.*

#### 3.2.2.2 | Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis

Como apresentado no ponto 2.3.5 do presente relatório, os recursos hídricos subterrâneos na ilha do Pico são, no geral, elevados, totalizando  $582\text{hm}^3/\text{ano}$ . A massa de água com recursos mais elevados é a designada por Montanha, a que corresponde um valor de  $418\text{hm}^3/\text{ano}$  (Figura 3.2.1 a 3.2.6).

Considerando 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, as disponibilidades reais nas massas de água subterrâneas do Pico são respetivamente iguais a:  $250,9\text{hm}^3/\text{ano}$  (Montanha),  $0,41\text{hm}^3/\text{ano}$  (Lajes),  $5\text{hm}^3/\text{ano}$

(Arrife), 1,9hm<sup>3</sup>/ano (Madalena – São Roque do Pico), 75hm<sup>3</sup>/ano (Piedade) e 16hm<sup>3</sup>/ano (São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima) (Figuras 3.2.1 a 3.2.6).

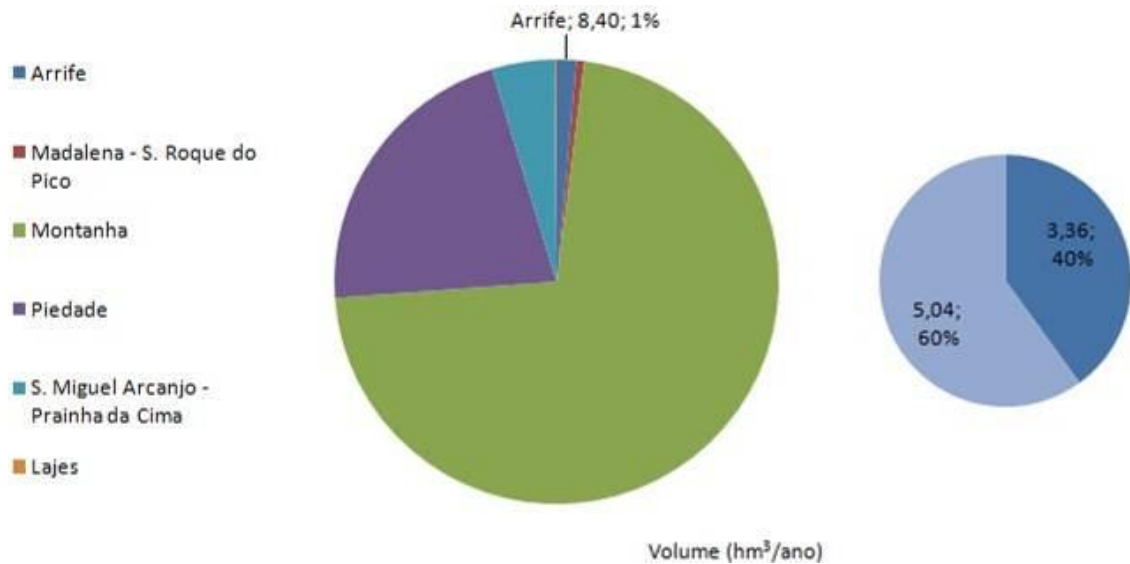


Figura 3.2.1 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Arrife no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

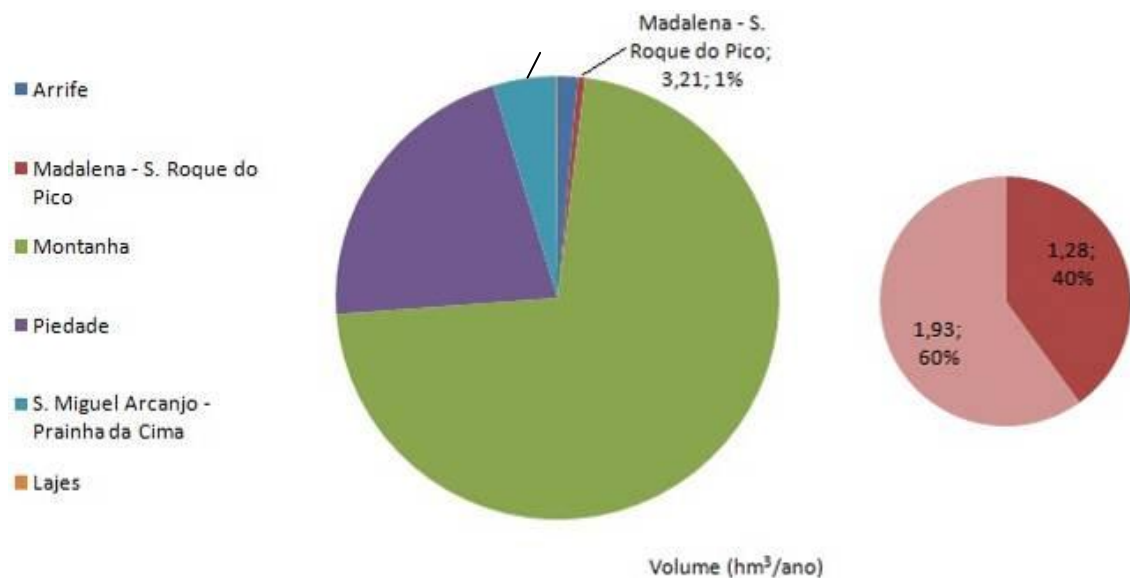


Figura 3.2.2 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Madalena – São Roque do Pico no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

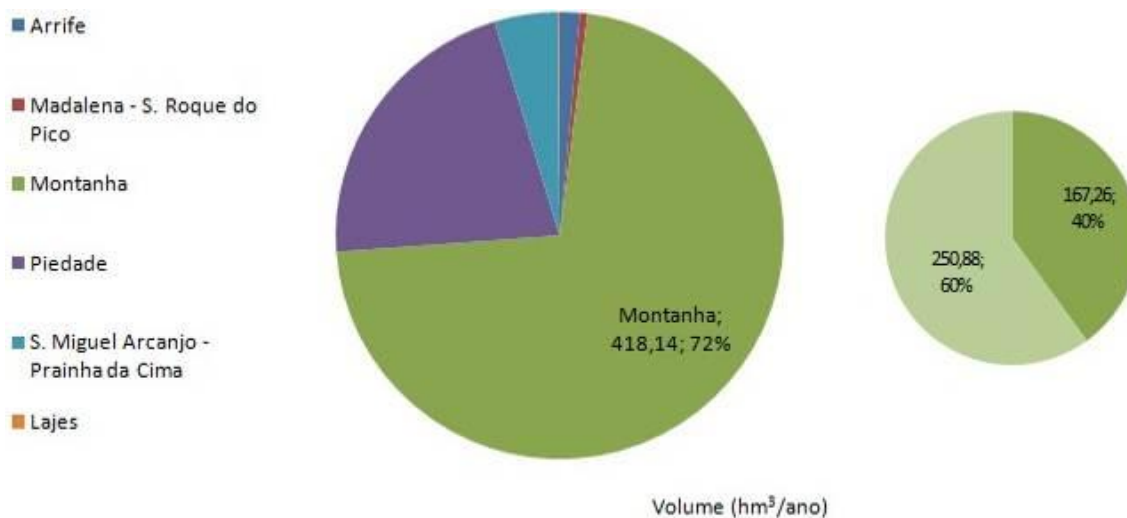


Figura 3.2.3 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Montanha no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

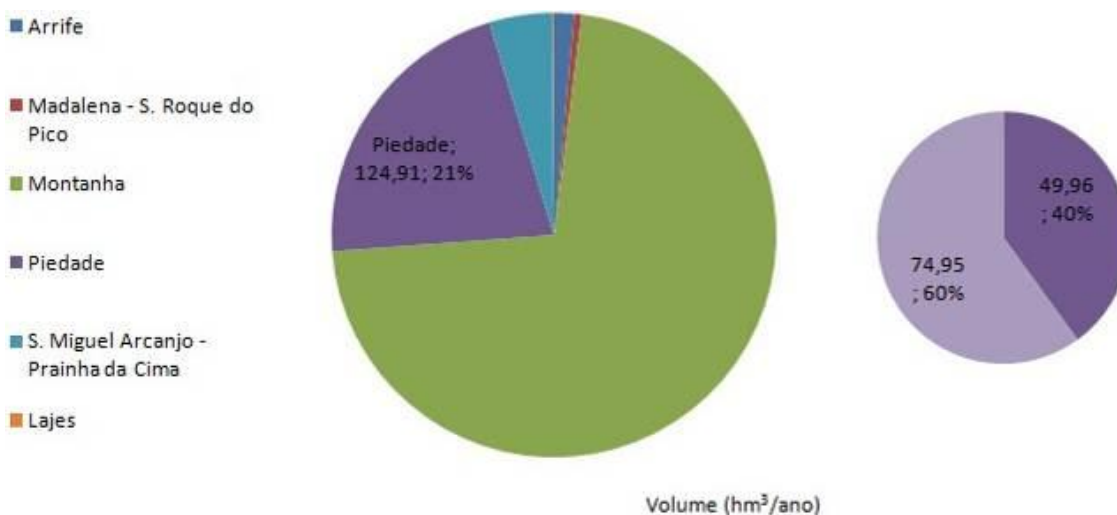
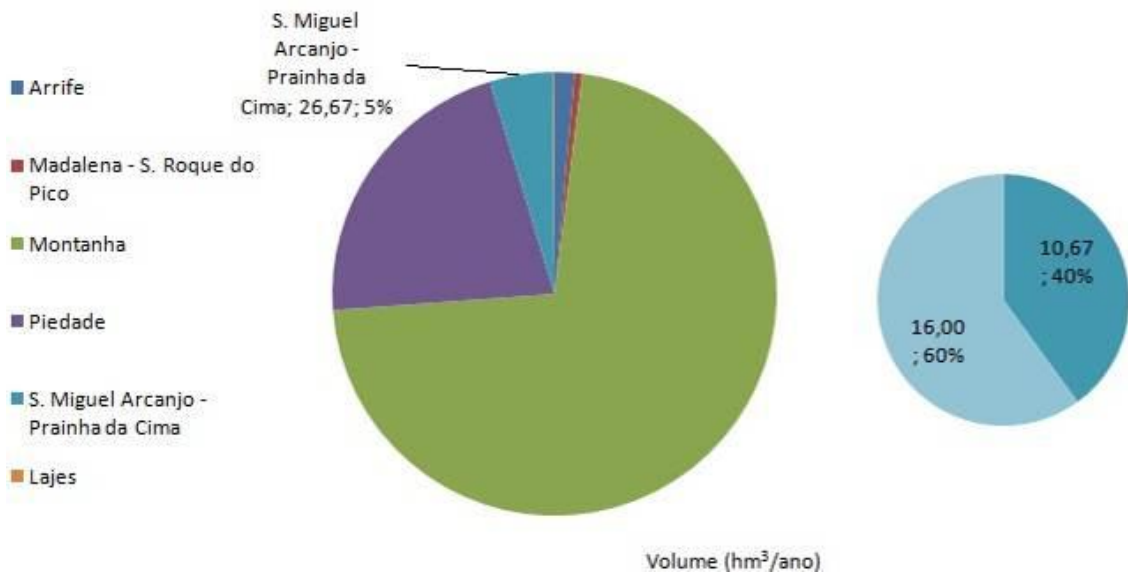
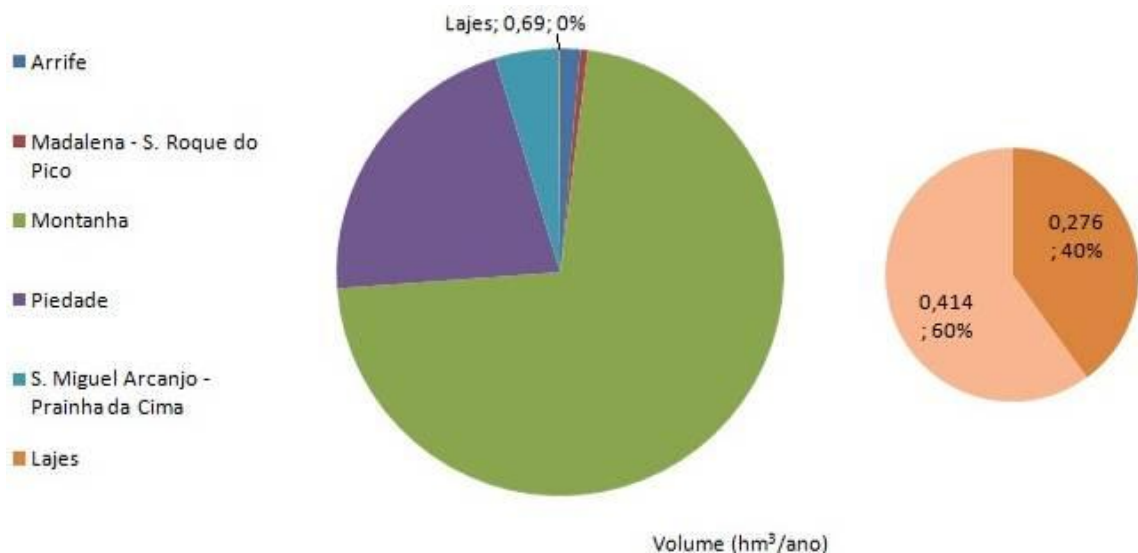


Figura 3.2.4 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Piedade no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).





**Figura 3.2.5** | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).



**Figura 3.2.6** | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Lajes no contexto geral da ilha do Pico (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

### 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 (Zbyszewski *et al.*, 1963a, 1963b; Nunes *et al.*, 1999a);
- 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

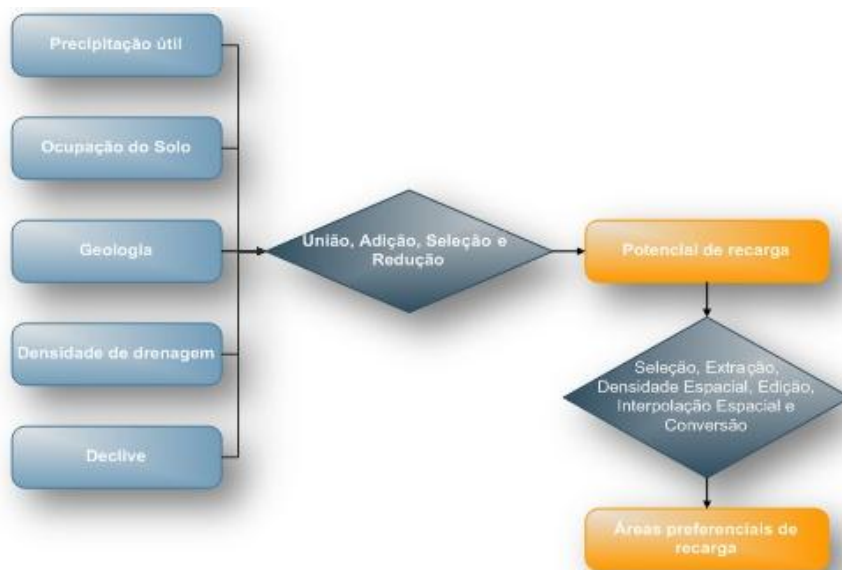
Fatores	Classes	Índice de potencial de recarga	Potencial recarga
Precipitação útil (mm)	<1 050	1	Reduzida
	1 050 – 1 800	2	Baixa
	1 800 – 2 500	3	Moderada
	2 500 – 3 300	4	Alta
	> 3 300	5	Muito alta
Ocupação do solo	Industrial Urbano Áreas descobertas	1	Reduzida
	Agrícola	3	Moderada
	Pastagem	4	Alta
	Lagoas Floresta	5	Muito alta
	Vegetação Natural		
Geologia	Litologias de	1	Reduzida

Fatores	Classes	Índice de potencial de recarga	Potencial recarga
	permeabilidade 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 <sup>-1</sup> )	>18	1	Reduzida
	12 - 18	2	Baixa
	8 - 12	3	Moderada
	2.5 - 8	4	Alta
	<2.5	5	Muito alta
Declives (%)	<2	5	Muito alta
	2 – 10	4	Alta
	10 – 20	3	Moderada
	20 - 45	2	Baixa
	>45	1	Reduzida

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 –  $I_{pr} \leq 8$ ;
- Recarga reduzida –  $8 < I_{pr} \leq 12$ ;
- Recarga moderada –  $12 < I_{pr} \leq 16$ ;
- Recarga elevada –  $16 < I_{pr} \leq 20$ ;
- Recarga muito elevada –  $I_{pr} > 20$ .

Na Figura 3.2.7 apresenta-se o conjunto de operações efetuadas no decurso do cruzamento da informação constante nos cinco mapas temáticos.



**Figura 3.2.7** | Análise espacial utilizada no cruzamento dos mapas temáticos.

Na Figura 3.2.8 representa-se a distribuição das zonas preferenciais de recarga na ilha do Pico, classificadas em função das categorias acima mencionadas. A análise do cartograma permite evidenciar que na ilha predominam as classes de recarga elevada a moderada, embora se observem regiões representativas de todas as classes.

As classes de recarga elevada e muito elevada predominam na metade ocidental da ilha, na região dominada pela Montanha do Pico, quer em função das regiões de maior altitude, onde a precipitação é mais elevada, quer das áreas onde afloram escoadas lávicas mais recentes, como por exemplo nas regiões onde afloram os materiais emitidos nas erupções históricas. Na metade oriental da ilha, na região dominada pela Planalto da Achada, observam-se algumas zonas onde a recarga também é elevada, assim como na região da extremidade E onde afloram escoadas lávicas recentes.

A classe de recarga reduzida está particularmente bem representada na zona costeira a S da ilha, em particular entre a Vila das Lajes e a extremidade E do Pico.

Considerando o âmbito territorial das massas de água subterrâneas, constata-se que na massa Montanha a recarga distribui-se pelas classes reduzida a muito elevada, predominando a classe elevada, em especial no troço superior do aparelho vulcânico da Montanha, o que explica o facto de corresponder à mais elevada taxa de recarga na ilha (62,1%).

Na área dominada pela massa de água Piedade a classe de recarga predominante corresponde à classe moderada. Contudo, observam-se algumas zonas onde a recarga nesta massa é elevada a muito elevada, o que permite explicar que o valor da taxa de recarga média, igual a 36,6%.

Nas áreas de influência das restantes massas de água, as classes de recarga dominantes são a moderada a reduzida. Estes resultados enquadram-se na gama de valores de taxa de recarga estimados, que variam entre 18,5% (São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima), 21,6% (Lajes), 26,7% (Arrife) e 29,6% (Madalena – São Roque do Pico).

A ocupação do solo nas áreas classificadas como de recarga elevada a muito elevada corresponde predominantemente a vegetação natural e a floresta, e em menor proporção a pastagem, neste último caso podendo implicar impactos negativos sobre a qualidade da água subterrânea (Figura 2.3.8).

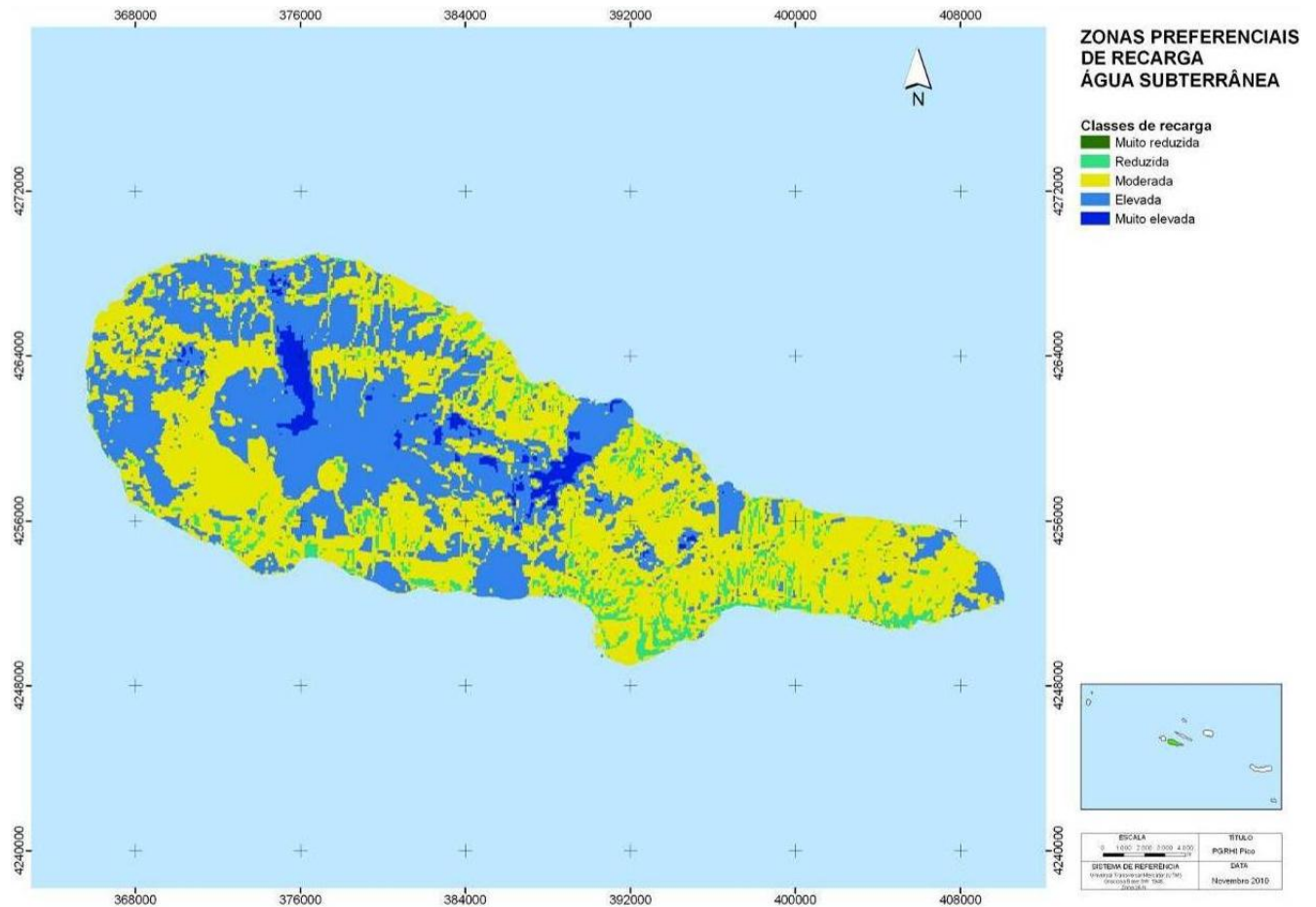


Figura 3.2.8 | Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha do Pico.

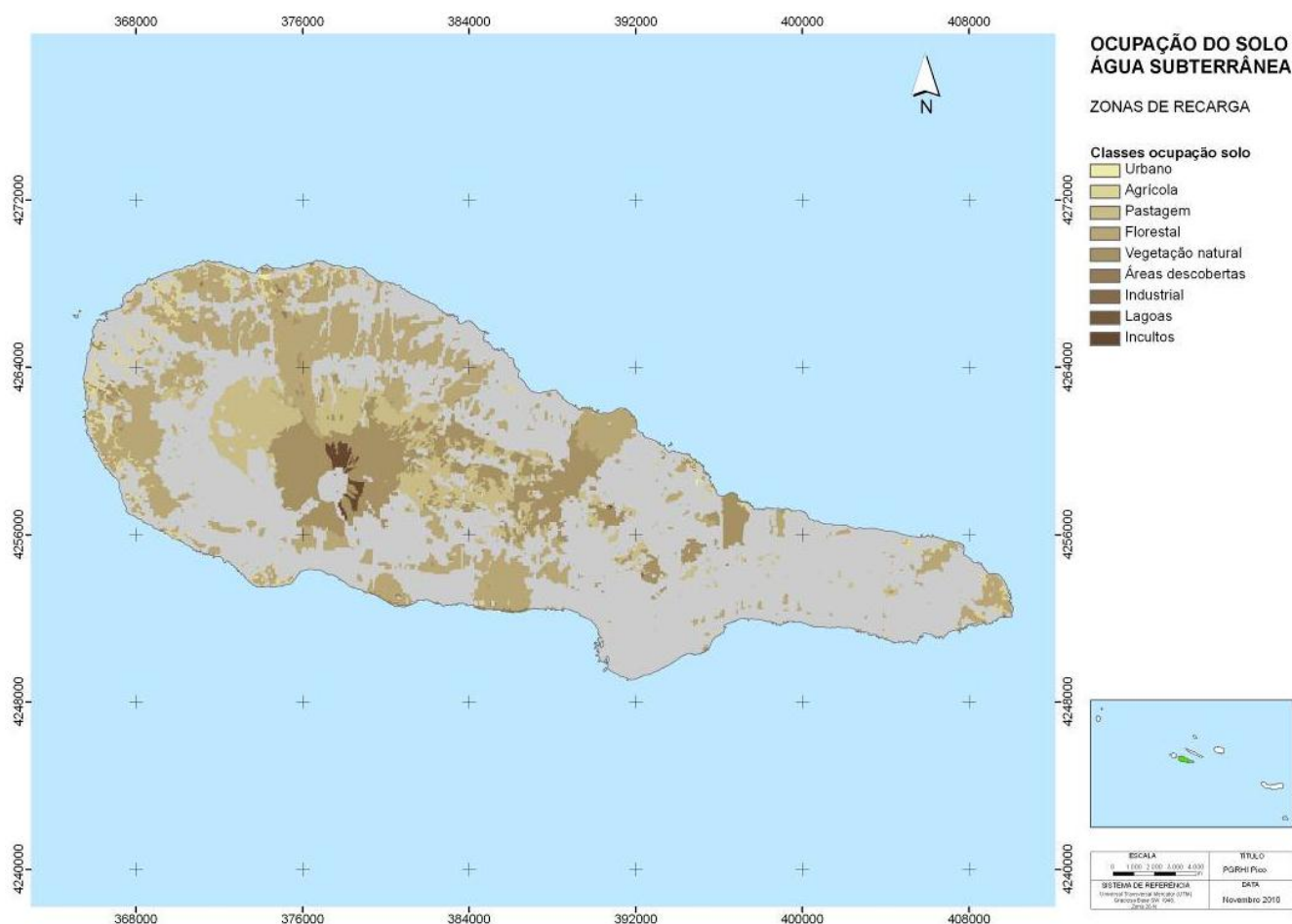


Figura 3.2.9 | Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.

### 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 da não cumprir os objetivos da Diretiva-Quadro da Água, 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 Planos de Gestão de Região Hidrográfica (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 água subterrânea, incluindo a extensão e o tipo das unidades geológicas;
- As características hidrogeológicas da massa de água subterrânea, 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 água subterrânea, 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 água subterrânea;
- O inventário dos sistemas superficiais associados, incluindo ecossistemas terrestres e massas de água superficiais, com os quais a massa de água subterrânea está dinamicamente relacionada;
- Estimativas das direções e caudais de transferência de águas entre a massa de água subterrânea 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 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 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 nas 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 água subterrânea, 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 subterrânea, 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 carácter académico.

A identificação dos sistemas superficiais associados, incluindo ecossistemas terrestres e massas de água superficiais, com os quais a massa de água subterrânea está dinamicamente relacionada, é efetuada considerando as massas de água de superfície designadas no âmbito do relatório 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.

No caso vertente da ilha do Pico, o estado químico das massas de água subterrâneas Montanha, Madalena – São Roque e Piedade foi designado como Mediocre no âmbito do presente relatório. As únicas massas de água de superfície designadas na ilha do Pico correspondem às lagoas do Capitão, do Caiado, da Rosada, do Paul e do Peixinho, de entre as quais apenas as duas últimas estão associadas à massa Piedade. Por outro lado, não existem massas de água de superfície designadas na ilha do Pico que correspondam a cursos de água. Em qualquer caso, salienta-se que o estado químico Mediocre das referidas massas de água subterrâneas não resulta de qualquer associação a águas de superfície.

Realça-se, ainda, que não existem ecossistemas terrestres dependentes das massas de água subterrâneas da ilha do Pico consideradas como de estado Mediocre.

### 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 destinadas à captação de água para consumo humano;
- Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico;
- Massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas 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.

#### 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 10m<sup>3</sup> 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”.

Na ilha do Pico não existe nenhuma massa de água superficial designada para a captação de água destinada ao consumo humano.

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

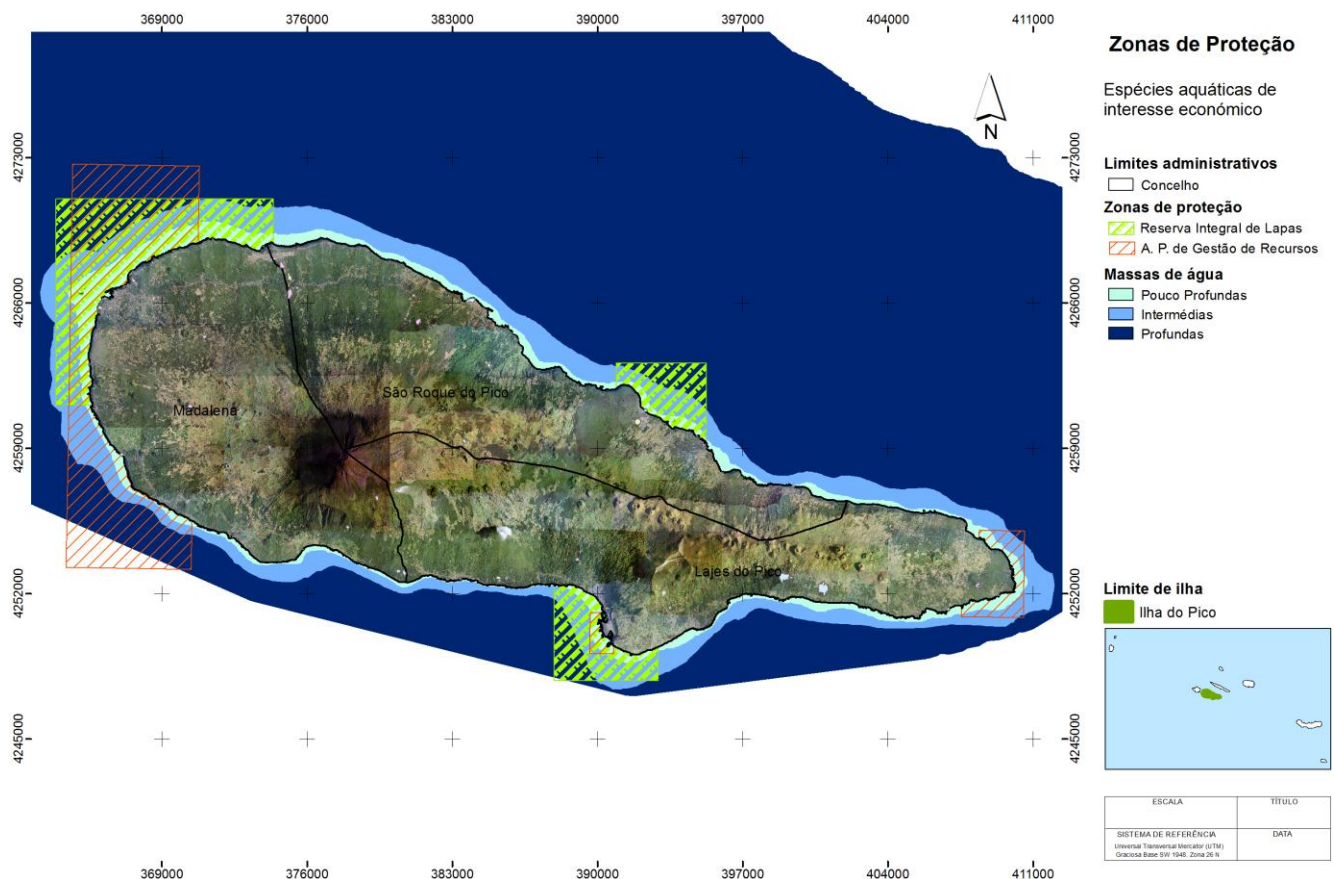
Na RH9 não estão classificadas massas de água para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico (suporte de vida aquícola), nos termos estabelecidos pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto (águas piscícolas e



águas conquícolas). No território continental, as águas aquícolas para fins conquícolas e piscícolas são definidas em função da qualidade da água e, no caso das primeiras, ainda em função da qualidade dos bivalves. Compete ao IPIMAR proceder à classificação das águas conquícolas (Artigo 41º, alínea 1), bem como fixar as normas de qualidade aplicáveis aos parâmetros listados no Anexo XIII do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto (Artigo 42º, alínea 2). Contudo, no que se refere à exploração de recursos biológicos marinhos, nos Açores as zonas delimitadas com este propósito visam proteger as populações de lapas e de amêijoas, estas últimas apenas existentes na lagoa da Caldeira de Santo Cristo (ilha de São Jorge).

As Zonas de Reserva Integral da Apanha de Lapas existentes nos Açores foram fixadas pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 14/93/A, 31 de julho (artigo 4º), que aprova o regulamento da apanha de lapas, com a Declaração de Retificação n.º 182/93, 30 de setembro. A Portaria n.º 43/93, de 2 de setembro, estabelece as condições para a captura de moluscos univalves sem fins comerciais.

Na ilha do Pico encontram-se demarcadas as seguintes Reservas Integrais da Apanha de Lapas: desde Pé do Monte até ao Porto do Cachorro, incluindo os ilhéus da Madalena, Baía das Lajes do Pico até à Ponta da Queimada, Ponta dos Mistérios e Baía das Canas até Farol da Prainha (Figura 3.3.1).



**Figura 3.3.1 | Reservas Integrais da Apanha de Lapas na ilha do Pico.**

Estas zonas de reserva foram parcialmente integradas no Parque Natural da ilha do Pico (Decreto Legislativo Regional n.º 20/2008/A, de 9 de julho), tendo sido atribuída a classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza de Área Protegida de Gestão de Recursos: Porto das Lajes, Ponta da ilha e Canal Faial-Pico/setor Pico.

### 3.3.1.2.1 | Águas conquícolas

Nos Açores essa classificação não existe. No continente, as águas aquícolas para fins conquícolas e piscícolas são definidas em função da qualidade da água e no caso das primeiras ainda em função da qualidade dos bivalves. Compete ao IPIMAR proceder à classificação das águas conquícolas (Art. 41º, alínea 1), bem como fixar, para as águas classificadas, as normas de qualidade aplicáveis aos parâmetros listados no Anexo XIII (Art. 42º, alínea 2).

### 3.3.1.3 | Massas de água designadas como águas de recreio

Na RH9, as massas de água designadas como águas de recreio reportam-se às águas balneares. O Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho, instituiu o regime jurídico de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro, relativa à gestão da qualidade das águas balneares.

Para a análise da conformidade da água compatível com a prática banear (Decreto Lei n.º 236/98, de 1 de agosto), a Direção Regional do Ambiente realiza análises sistemáticas durante a época banear (controlo mensal experimental), que decorre normalmente entre 1 de junho e 30 de setembro, considerando os seguintes parâmetros físicos e biológicos: coliformes totais; *escherichia coli*; enterococos intestinais; óleos minerais; substâncias tensoactivas; fenóis; pH; oxigénio dissolvido, turvação; temperaturas do ar e da água do mar.

Em 2010, foram designadas 53 águas balneares no Arquipélago dos Açores, das quais quatro pertencem à ilha do Pico (Quadro 3.3.1): Zona Banear das Lajes (concelho das Lajes do Pico); Zona Banear da Madalena (concelho da Madalena); Cais do Pico e Zona Banear de São Roque (concelho de São Roque do Pico).

**Quadro 3.3.1 | Águas balneares na ilha do Pico (2010)**

Ilha	Concelho	Designação	Classificação da qualidade
Pico	Lajes do Pico	Zona Banear das Lajes	Excelente
	Madalena	Zona Banear da Madalena	Excelente
	São Roque do Pico	Cais do Pico	Excelente
		Zona Banear de São Roque	Excelente

Fonte: Direção Regional do Ambiente (2010); Portaria n.º 148/2010, de 25 de fevereiro de 2010

No decorrer da respetiva época banear não foram registadas quaisquer situações de não conformidade com as normas de qualidade estipuladas na legislação já que, para a totalidade das amostras recolhidas, os parâmetros respeitam os valores máximos recomendados. Assim, segundo dados da Direção Regional do Ambiente, a água banear monitorizada na ilha do Pico apresenta “Excelente Qualidade”.

### 3.3.1.4 | Zonas sensíveis em termos de nutrientes

De acordo com a legislação em vigor, as zonas sensíveis em termos de nutrientes compreendem 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 50mg/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 50mg/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 8 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. Estes sistemas lacustres encontram-se igualmente abrangidos por Planos de Ordenamento de Bacia Hidrográfica de Lagoa (POBHL), aprovados ou em fase de elaboração.

Na ilha do Pico, a Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro, classifica as lagoas do Caiado e do Capitão com o estatuto de zonas vulneráveis, cuja área de proteção corresponde às bacias hidrográficas.

### 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 eutróficos ou suscetíveis de se tornarem eutróficos 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 (50mg/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 recentemente 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 regional ainda não foi efetuada para a RAA.

### **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 (PNI). Refira-se, desde já, que no processo de reclassificação da Rede Regional de Áreas Protegidas, nos termos do Decreto Legislativo Regional n.º 15/2007/A, de 25 de junho, os PNI contemplam todas as áreas protegidas anteriormente classificadas ou reclassificadas, as áreas importantes para as aves (IBA), as áreas que pertencentes à Rede Natura 2000, bem como as Reservas Integrais da Apanha de Lapas. Integram, ainda, as zonas húmidas de importância Internacional classificadas ao abrigo da Convenção de Ramsar.

#### **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 subseqüentes alterações) e a Diretiva n.º 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio (e subseqüentes 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 PS da Rede Natura da RAA.

A Rede Natura 2000 compreende as áreas classificadas como Zonas de Proteção Especial (ZPE) e Sítio de Importância Comunitária (SIC), entretanto classificados na RAA 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 no Arquipélago dos Açores compreende 39 áreas (45 464ha), das quais 23 são ZEC (33 639ha) e 15 são ZPE (11825ha), abrangendo áreas marinhas e terrestres.

Na ilha do Pico existem quatro ZEC e quatro ZPE, que totalizam aproximadamente 15 542ha, dos quais 14 990ha correspondem a área terrestre e 553ha a área marinha (Figura 3.3.2 e Quadro 3.3.2): ZEC Montanha do Pico, Prainha e Caveiro, Ponta da ilha, Lajes do Pico e ilhéus da Madalena; ZPE Lajes do Pico, Ponta da ilha, Furnas de Santo António e Zona Central do Pico.

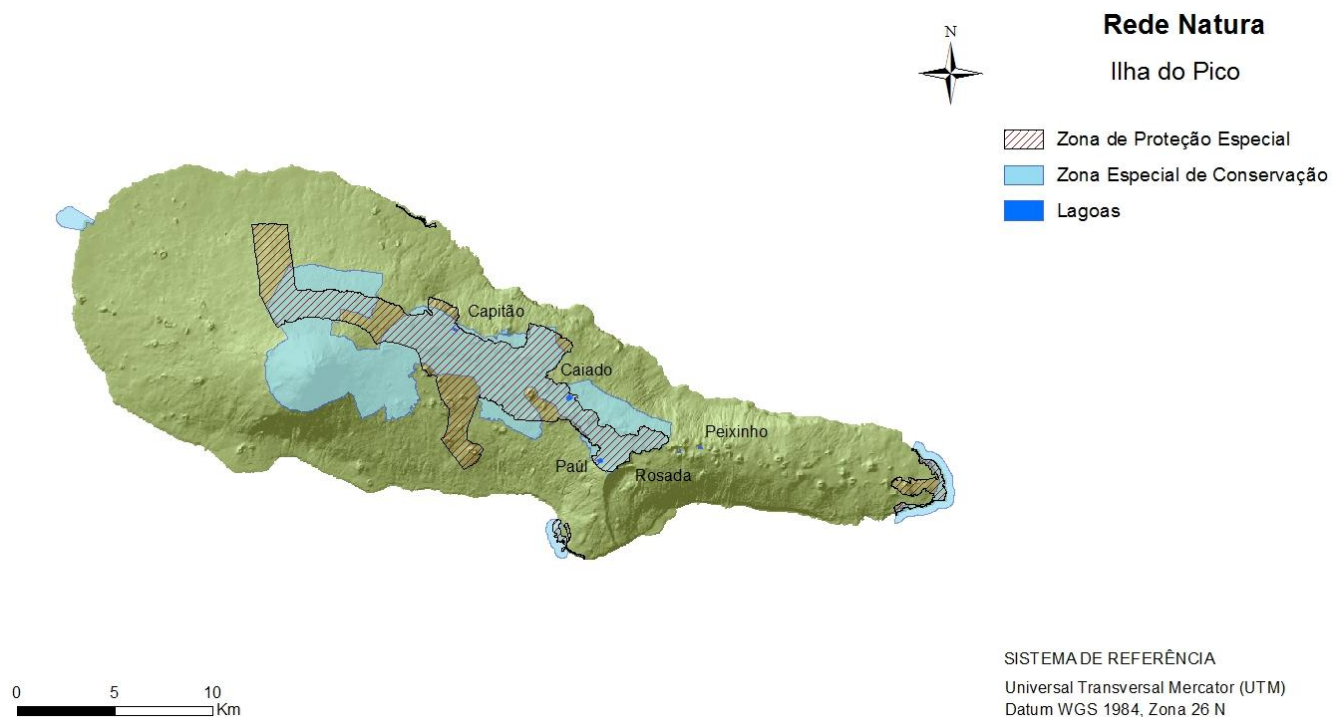


Figura 3.3.2 | Rede Natura 2000 na ilha do Pico.

Quadro 3.3.2 | Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha do Pico

Ilha	ZEC/ZPE	Código	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km <sup>2</sup>	(%)	(ha)	Km <sup>2</sup>	(%)	(ha)	Km <sup>2</sup>
Pico	ZEC	PTPIC0009	Montanha do Pico, Prainha e Caveiro	8 467,1	84,7	100,0	-	-	-	8 467,1	84,7
		PTPIC0010	Ponta da Ilha	106,1	1,1	26,6	292,2	2,9	73,4	398,3	4,0
		PTPIC0011	Lajes do Pico	34,1	0,3	23,9	108,6	1,1	76,1	142,7	1,4

Ilha	ZEC/ZPE	Código	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km <sup>2</sup>	(%)	(ha)	Km <sup>2</sup>	(%)	(ha)	Km <sup>2</sup>
		PTPIC0012	Ilhéus da Madalena	5,3	0,1	3,7	137,9	1,4	96,3	143,2	1,4
	ZPE	PTZPE0024	Lajes do Pico	52,2	0,5	80,9	12,3	0,1	19,1	64,5	0,6
		PTZPE0025	Ponta da Ilha	292,8	2,9	99,6	1,0	0,0	0,4	293,8	2,9
		PTZPE0026	Furnas Santo António	13,0	0,1	97,1	0,4	0,0	2,9	13,4	0,1
		PTZPE0027	Zona Central do Pico	6 019,0	60,2	100,0	-	-	-	6 019,0	60,2

Refira-se que as lagoas do Caiado, Capitão e Paul, massas de água designadas na categoria de lagoas na RH9, encontram-se abrangidas pela Rede Natura 2000, quer pela ZEC Montanha do Pico, Prainha e Caveiro como pela ZPE Zona Central do Pico. Estão assim sujeitas ao registo das zonas protegidas nos termos do n.º 2 do Artigo 48º da Lei da Água e do n.º 1 do Artigo 6º da DQA.

#### Parque Natural de Ilha

A reforma instituída pelo Decreto Legislativo Regional n.º 15/2007/A, de 25 de junho, respeitante ao novo regime jurídico de classificação e gestão da Rede Regional de Áreas Protegidas, veio consagrar os Parques Naturais de Ilha e o Parque Marinho dos Açores (PMA) como as duas tipologias de áreas protegidas na RAA. Uma das vertentes da implementação deste diploma concretizou-se com a criação do Parque Natural da Ilha do Pico (PNI do Pico), através do Decreto Legislativo Regional n.º 20/2008/A, de 9 de julho.

O PNI Pico contempla todas as áreas protegidas anteriormente classificadas ou reclassificadas ao abrigo do Decreto-Lei n.º 19/93, de 23 de janeiro, adaptado à RAA pelo Decreto Legislativo Regional n.º 21/93/A, de 23 de dezembro, e outras cuja criação é contemporânea do Decreto-Lei n.º 613/76, de 27 de julho. Também passam a integrar o PNI Pico as três Reservas Florestais Naturais Parciais do Caveiro, lagoa do Caiado e do Mistério da Prainha, criadas pelo Decreto Legislativo Regional n.º 27/88/A, de 22 de julho, ao abrigo do Decreto Legislativo Regional n.º 15/87/A, de 24 de julho, e que o Decreto Legislativo Regional n.º 15/2007/A, de 25 de junho, as reclassificou como Reservas Naturais. Foram igualmente abrangidas outras áreas com estatutos legais de proteção, como sejam as submetidas ao regime da Rede Natura 2000 e ao das Reservas Integrais da Apanha de Lapas.

Com o propósito de congregar, sob o mesmo quadro jurídico, todos os espaços com especial interesse para a conservação da natureza, ainda que não legalmente vinculativos, o PNI Pico abrange as Áreas Importantes para as Aves – *Important Bird Area* (IBA) e as zonas húmidas de importância internacional, designadas ao abrigo da Convenção de Ramsar, designadamente as seguintes: Ponta da Ilha e Terra Alta, Mistério da Prainha, Furnas – Santa António, Zona Central do Pico, Lajes do Pico e Costa Sudeste do Pico (IBA); Planalto Central do Pico - Achada (Lista Ramsar).

Nestes termos, o PNI Pico integra 22 áreas com categorias diferenciadas consoante os valores naturais e paisagísticos presentes e os objetivos de gestão preconizados, sendo estes os princípios que presidem à nomenclatura de classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Na Figura 3.3.3 e Quadro 3.3.3 identificam as áreas que integram o PNI Pico, que totalizam aproximadamente 23148ha, dos quais 14102ha correspondem a área terrestre e 7438ha a área marinha: Reservas Naturais (Montanha do Pico, Caveiro, Mistério da

Prainha e Furnas de Santo António); Monumentos Naturais (Gruta das Torres); Áreas Protegidas para a Gestão de *Habitats* ou Espécies (lagoa do Caiado, Lajes do Pico, Furnas de Santo António, Silveira, Mistério de São João, Terra Alta, Ribeiras e Zona do Morro); Áreas de Paisagem Protegida (Cultura da Vinha – Ponta da Ilha, Cultura da Vinha – Ponta do Mistério, Cultura da Vinha, Zona Norte, Cultura da Vinha – São Mateus/São Caetano, Cultura da Vinha – Zona Oeste e Zona Central); Áreas Protegidas de Gestão de Recursos (Porto das Lajes, Ponta da Ilha e Canal Faial-Pico/setor Pico).

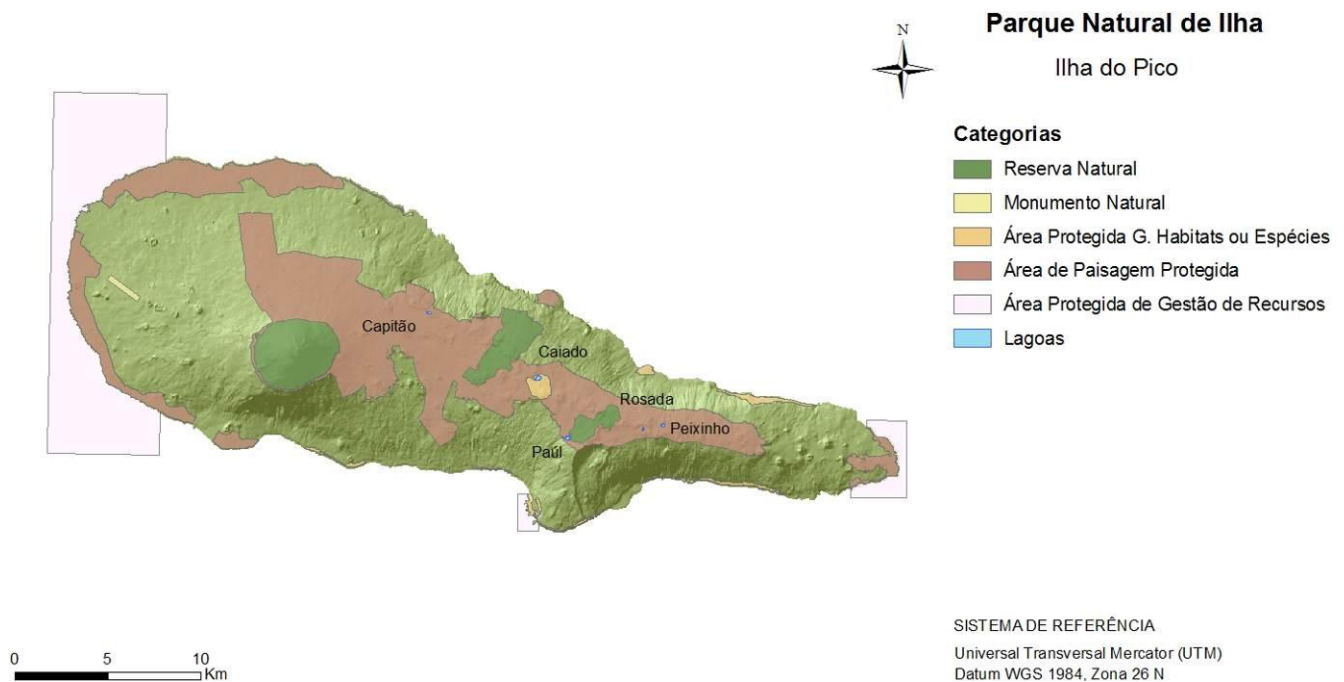


Figura 3.3.3 | Parque Natural da ilha do Pico.

Refira-se que as lagoas do Caiado, Capitão e Paul, massas de água designadas na categoria de lagos na RH9, são abrangidas pelo PNI Pico, a primeira pela Área Protegida para a Gestão de *Habitats* ou Espécies da lagoa do Caiado, as restantes pela Área de Paisagem Protegida da Zona Central. Acresce que a bacia hidrográfica da lagoa do Paul é ainda abrangida pela Reserva Natural do Caveiro. Nestes termos, estas massas de água estão sujeitas ao registo das zonas protegidas nos termos do n.º 2 do Artigo 48º da Lei da Água e do n.º 1 do Artigo 6º da DQA.

Quadro 3.3.3 | Áreas que integram o Parque Natural da ilha do Pico

Ilha	Área Protegida	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
			(ha)	Km <sup>2</sup>	(%)	(ha)	Km <sup>2</sup>	(%)	(ha)	Km <sup>2</sup>
Pico	Reserva Natural	Montanha do Pico	1341,2	13,4	3,0	–	–	–	1 341,2	13,4
		Caveiro	266,4	2,7	0,6	–	–	–	266,4	2,7
		Mistério da Prainha	716,2	7,2	1,6	–	–	–	716,2	7,2
		Furnas de Santo António	0,2	0,0	0,0	–	–	–	0,2	0,0
	Monumento Natural	Gruta das Torres	63,7	0,6	0,1	–	–	–	63,7	0,6
		Área Protegida para a Gestão de Habitats ou	Lagoa do Caiado	136,0	1,4	0,3	–	–	–	136,0
	Lajes do Pico		75,8	0,8	0,2	–	–	–	75,8	0,8

Ilha	Área Protegida	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
			(ha)	Km <sup>2</sup>	(%)	(ha)	Km <sup>2</sup>	(%)	(ha)	Km <sup>2</sup>
	Espécies	Furnas de Santo António	22,1	0,2	0,0	–	–	–	22,1	0,2
		Silveira	12,9	0,1	0,0	–	–	–	12,9	0,1
		Mistério de São João	38,4	0,4	0,1	–	–	–	38,4	0,4
		Terra Alta	111,9	1,1	0,3	–	–	–	111,9	1,1
		Ribeiras	89,2	0,9	0,2	–	–	–	89,2	0,9
		Zona do Morro	37,1	0,4	0,1	–	–	–	37,1	0,4
	Área de Paisagem Protegida	Cultura da Vinha - Ponta da Ilha	296,9	3,0	0,7	–	–	–	296,9	3,0
		Cultura da Vinha – Ponta do Mistério	77,3	0,8	0,2	–	–	–	77,3	0,8
		Cultura da Vinha – Zona Norte	1 747,3	17,5	3,9	–	–	–	1 747,3	17,5
		Cultura da Vinha – São Mateus/São Caetano	150,5	1,5	0,3	–	–	–	150,5	1,5
		Cultura da Vinha – Zona Oeste	1 009,0	10,1	2,3	–	–	–	1 009,0	10,1
		Zona Central	9 517,9	95,2	21,4	–	–	–	9 517,9	95,2
	Área Protegida para a Gestão de Recursos	Porto das Lajes	–	–	–	153,2	1,5	100,0	153,2	1,5
		Ponta da ilha	–	–	–	595,5	6,0	100,0	595,5	6,0
		Canal Faial-Pico/setor Pico	–	–	–	6 689,5	66,9	100,0	6 689,5	66,9

### 3.3.2 | Águas subterrâneas

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

No que respeita às categorias de áreas protegidas que, no contexto hidrogeológico da RH9, estão relacionadas com as massas de água subterrâneas, são de referir:

- 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.

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 a captação para consumo humano que forneçam mais de 10m<sup>3</sup> 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 100m<sup>3</sup>/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 três zonas contíguas de defesa, em que a imediata é de aplicação universal:

- 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.

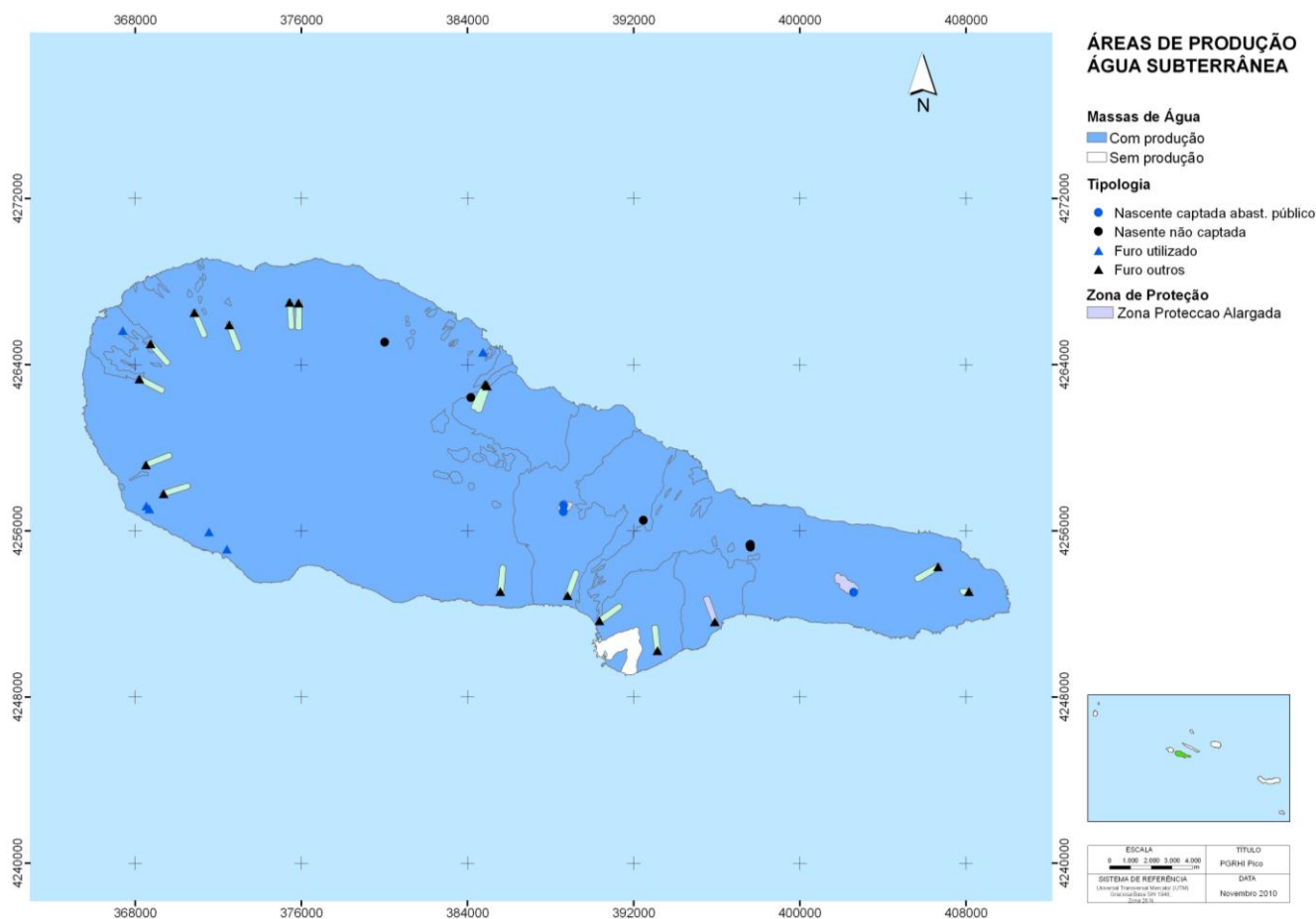
Na Figura 3.3.4 procede-se à identificação das massas de água destinadas à produção de água subterrânea para consumo humano, de acordo com os critérios referidos, assim como se representam as áreas de proteção alargada atualmente delimitadas para as nascentes e furos captados, embora ainda não regulamentados a nível da RH9.

No caso vertente da ilha do Pico todas as massas de água subterrâneas são destinadas à produção de água para consumo humano, com exceção da massa Lajes (Quadro 3.3.10). Como referido no ponto 3.4.2. do presente relatório, na ilha do Pico foram inventariadas um total de 17 captações com um volume de extração superior a 10 m<sup>3</sup>/dia, que correspondem a 2 nascentes (22% do total da ilha) e 15 furos (68% do total), distribuídos predominantemente no primeiro caso na massa de água Piedade, e no segundo caso na massa de água Montanha, a maior parte das quais destinadas à produção de água para uso humano.

O somatório da extração média anual nas captações é igual a 1,73hm<sup>3</sup>/ano (Quadro 3.3.4). As massas de água Montanha e Piedade são aquelas em que se verificam as maiores extrações nas captações com um caudal médio maior que 10m<sup>3</sup>/ano, totalizando volumes respetivamente iguais a 0,74hm<sup>3</sup>/ano e 0,67hm<sup>3</sup>/ano, valores muito superiores aos registados nas outras massas, que variam entre 0 e 0,21hm<sup>3</sup>/ano (Madalena – São Roque do Pico).

No que concerne às zonas de proteção das origens de água, decorrentes da aplicação do Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro, a situação atual na ilha do Pico encontra-se reportada no Quadro 3.3.5 (Coutinho *et al.*, 2008). Dos elementos supramencionados, pode concluir-se que na massa de água Montanha dos 12 furos inventariados apenas nove possuem zonas de proteção delimitadas. Em oposição, nas restantes massas de água, a totalidade dos pontos de água possuem zonas de proteção delimitadas.

Em qualquer caso, ressalva-se que relativamente a alguns destes pontos de água para os quais existem áreas de proteção estudadas, e em particular no caso das nascentes, este procedimento não é obrigatório, na medida que não atingem os critérios de volume de extração e/ou de população servida impostos pela legislação. Deste modo, as medidas de proteção inerentes aos constrangimentos às atividades humanas que devem ser observados nas zonas de proteção às origens ainda não são efetivas, o que passará pela adaptação dos critérios nacionais à realidade da RH9, e pela respetiva regulamentação que atualmente ainda não foi feita.



**Figura 3.3.4** | Massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação. No cartograma representa-se igualmente as áreas de proteção alargada das nascentes captadas e furos para uso humano.

**Quadro 3.3.4** | Caracterização das zonas protegidas relativas às massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação

Massa de Água	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados		Extração (hm <sup>3</sup> /ano)	Descarga total (hm <sup>3</sup> /ano)	Fração da descarga total (%)
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos			
Arrife	0	1	0	1	0,00	0,00	0,00
Madalena - São Roque do Pico	0	3	0	2	0,21	0,21	100,00
Montanha	1	14	0	9	0,74	0,74	100,00

Massa de Água	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados		Extração (hm <sup>3</sup> /ano)	Descarga total (hm <sup>3</sup> /ano)	Fração da descarga total (%)
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos			
Piedade	6	4	3	4	0,67	0,67	100,00
São Miguel Arcanjo - Prainha da Cima	2	1	0	1	0,12	0,12	100,00

**Quadro 3.3.5** | Caracterização das áreas de proteção dos pontos de água captados para consumo humano

Massa de Água	Nº total de captações		Nº total de captações com PP	
	N.º Nascentes Captadas	N.º Furos Captados	N.º Nascentes c/ PP	N.º Furos c/ PP
Arrife	0	1	0	1
Madalena - São Roque do Pico	0	2	0	2
Montanha	0	9	0	9
Piedade	3	4	3	4
São Miguel Arcanjo - Prainha da Cima	0	1	0	1

Fonte: de acordo com o Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro

### 3.3.2.3 | Zonas de infiltração máxima

Relativamente às áreas de máxima infiltração estas não são alvo de qualquer medida regulamentadora específica. Não obstante, o facto de estarem 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 carácter geral deste Plano. Assim as áreas ecológicas complementares definidas no âmbito do PROTA devem ser entendidas como a macro-estrutura ecológica regional a integrar na revisão ou na elaboração dos Plano Municipal de Ordenamento do Território (PMOT), sem prejuízo das adaptações necessárias, com um regime transitório até à publicação da RER.

Em qualquer caso, em virtude do seu carácter genérico no que concerne às zonas de infiltração, ressaltava-se a impossibilidade de no presente relatório avaliar o sucesso das 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

De acordo com o constante no Relatório Síntese da Caracterização da Região Hidrográfica do Arquipélago dos Açores (DROTRH, 2006), correspondente à Implementação da Diretiva Quadro Água no cumprimento dos seus Art.º 5 e 15º, na RH9, e apesar de existirem vários estudos sobre a qualidade das massas de água superficiais não havia, à data, uma análise precisa do impacte das atividades humanas nas águas de superfície para determinação das pressões significativas. A identificação das pressões significativas foi, aquando da elaboração do relatório supracitado, feita por análise pericial, baseada nos resultados dos programas da rede de monitorização da RH9, e nos dados que estão disponíveis nos trabalhos de base do PRA da RAA (DROTRH, 2001).

Este subcapítulo tem como principal objetivo a caracterização da situação de referência no que respeita às pressões antropogénicas sobre as massas de água superficiais interiores. Desta forma, visa-se aferir as cargas poluentes associadas a estas massas de água, bem como a identificação de alterações de natureza hidromorfológica nas mesmas.

Posteriormente, esta caracterização facultará 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.

#### 3.4.1.1.1 | Bacia hidrográfica da lagoa do Caiado

##### 3.4.1.1.1.1 Poluição tóxica

###### **Cargas domésticas**

De acordo com a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) para os concelhos do Pico, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

###### **Cargas industriais**

De acordo com o considerado no Plano de Ordenamento das Bacias Hidrográficas das Lagoas do Pico (POBHL) (DROTRH/SRA, 2008) não foi detetada a presença de qualquer indústria na bacia hidrográfica da lagoa do Caiado.

###### **AgroPecuária**

À semelhança das instalações industriais, e de acordo com o POBHL do Pico, não foi detetada qualquer instalação agropecuária na bacia da lagoa do Caiado.

###### **Síntese da poluição tóxica**

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa do Caiado.

### 3.4.1.1.1.2 | Poluição difusa

#### Pecuária

Para efeitos do presente trabalho, optou-se por utilizar a estimativa de cabeças normais bovinas presentes nas bacias das lagoas do Pico, tendo por base os valores apresentados no POBHL do Pico. Uma vez que estes derivam de trabalho de campo e contagens diretas.

De acordo com o POBHL do Pico, embora a bacia hidrográfica da lagoa do Caiado possua uma ocupação do solo com pastagens seminaturais, cerca de 44% da sua área, verificou-se a inexistência de pastoreio direto ou a aplicação de fertilizantes associada. Como tal, a carga pecuária associada à bacia da lagoa do Caiado não foi objeto de quantificação.

#### Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa do Caiado.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluír de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), circunstância aplicável à bacia da lagoa do Caiado.

Como base de informação foi utilizada a carta digital de ocupação de solos elaborada no âmbito do POBHL do Pico. Desta carta foram consideradas apenas duas classes de ocupação de solo: área florestal e matos. Da análise destas cartas de ocupação do solo é também possível verificar que não existe ocupação agrícola nesta bacia.

As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de fósforo basearam-se em valores apresentados em estudos de Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M. (2007). As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de azoto basearam-se nos valores apresentados por Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M. (2003) para Portugal Continental, dada a ausência de valores tabelados bibliograficamente para o contexto da RAA. O Quadro 3.4.1 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.1 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa do Caiado.

**Quadro 3.4.1** | Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas

Classe de ocupação do solo	Taxa de exportação de Azoto (Kg/ha/ano) <sup>(1)</sup>	Taxa de exportação de Fósforo (Kg/ha/ano) <sup>(2)</sup>
Área florestal	2,00	0,50
Matos	2,70	0,30

Fonte: <sup>(1)</sup> Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; <sup>(2)</sup> Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.

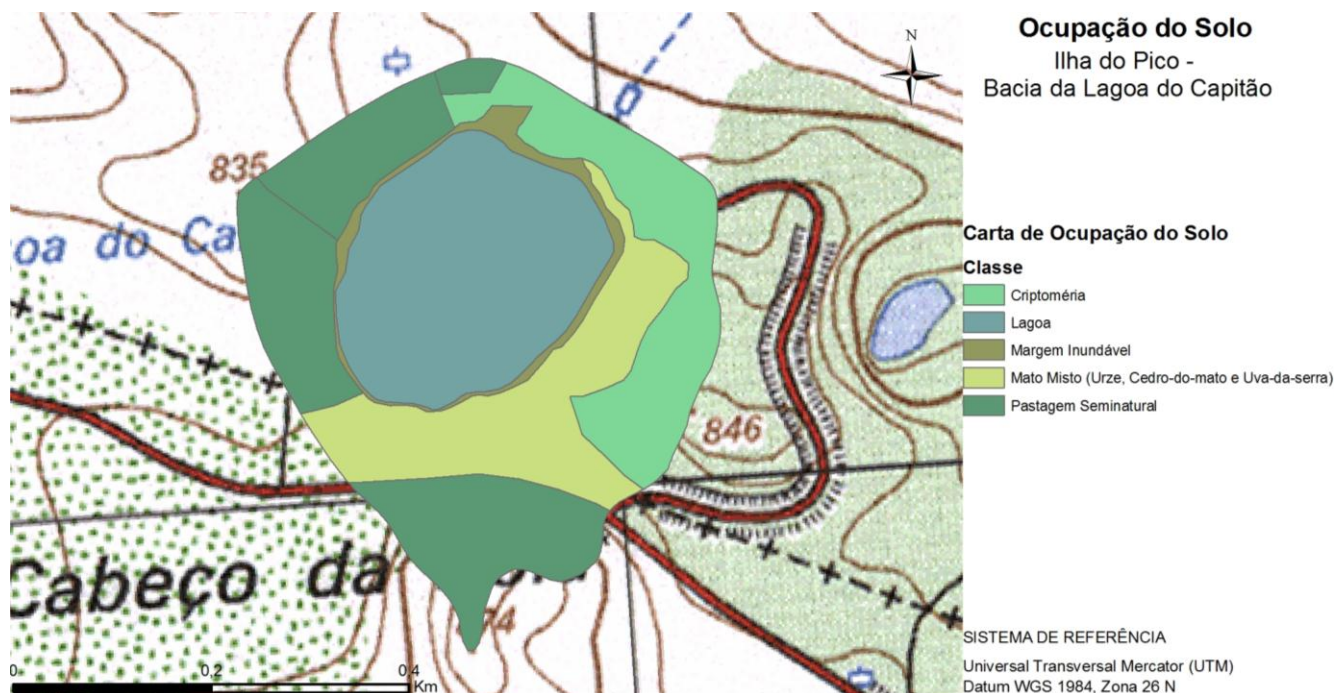


Figura 3.4.1 | Ocupação do solo na bacia da lagoa do Caiado.

No Quadro 3.4.2 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para cada uma das fontes consideradas.

**Quadro 3.4.2** | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa do Caiado

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Área florestal	6,8	1,7
Matos	9,9	1,1
<b>Total</b>	<b>16,7</b>	<b>2,8</b>

### Síntese da poluição difusa

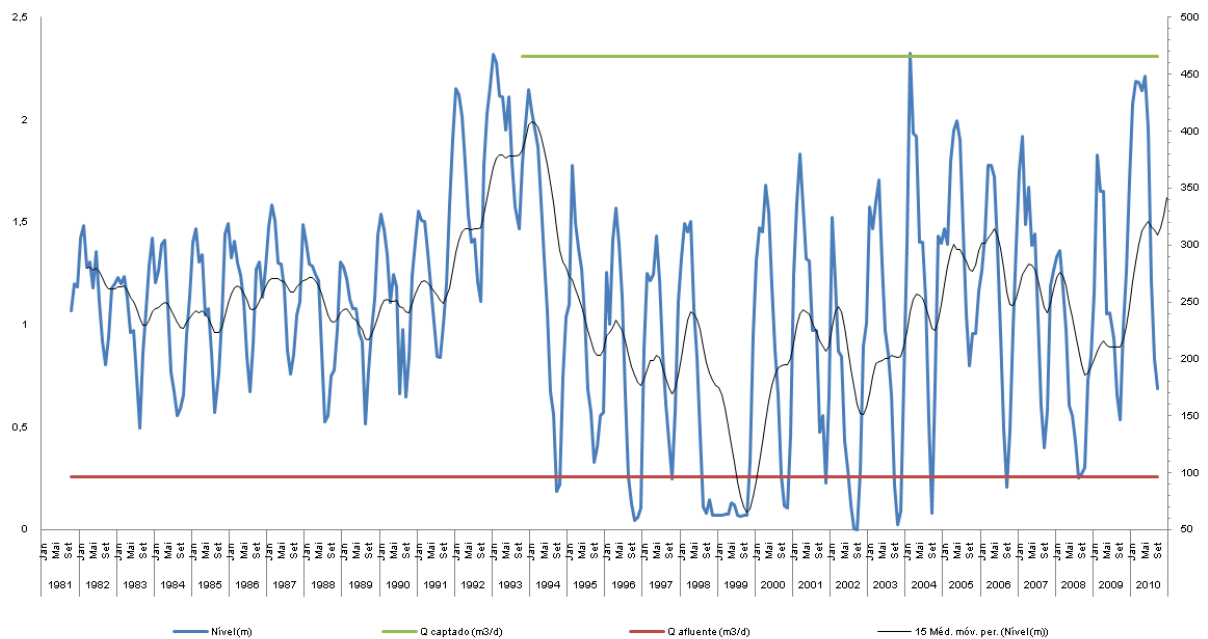
Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa do Caiado. Estas correspondem na íntegra aos valores apresentados no Quadro 3.4.2, considerando-se pelo tanto, que o único setor responsável pelas cargas aferidas será o setor florestal.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação Bom (capítulo 5.1.1.4) - as cargas brutas aferidas revelam-se como uma pressão não significativa em face da capacidade de autodepuração do meio.

#### 3.4.1.1.1.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com os dados da entidade gestora, existe uma captação superficial. Esta, de acordo com a mesma fonte, tem um caudal médio anual diário de 466m<sup>3</sup>/d, e foi construída em 1992, tendo sido assumido que terá entrado em funcionamento efetivo no ano hidrológico 1993/94, algo corroborado pelos valores de nível apresentados na Figura 3.4.2.

Conforme descrito no capítulo 2.4.1, a lagoa do Caiado dispõe de um volume de  $90914,4\text{m}^3$ , um tempo de residência de 0,18 anos, e, ainda de acordo com o capítulo 2.4.2, um valor de escoamento superficial médio anual de  $96\text{ m}^3/\text{d}$ . Na Figura 3.4.2 fazem-se representar estes valores, conjuntamente com a variação de nível da lagoa do Caiado registada entre os anos hidrológicos de 1981/82 e 2009/10.



**Figura 3.4.2** | Variação de nível e caudais médios anuais diários captados e afluentes à lagoa do Caiado.

Da leitura da Figura 3.4.2 resulta evidente que o volume anual captado é bastante superior ao que se pode entender como o volume de recarga anual da lagoa, isto é, o seu valor de disponibilidade. A evolução do nível da lagoa por si evidencia diversas ocorrências de nível igual zero, particularmente em estio, traduzindo assim uma incapacidade de regularização da lagoa face às necessidades que visa suprir. De salientar ainda que a tendência que agora se aponta, encontra expressão para os anos hidrológicos que se seguirem à entrada em funcionamento da captação, corroborando assim a análise efetuada. Pelo tanto, esta captação deverá ser considerada como uma pressão quantitativa significativa.

#### 3.4.1.1.1.4 | Alteração hidrológica

Analisando o gráfico da Figura 3.4.2, verifica-se que a média móvel a 15 anos sugere um andamento perfeitamente díspar entre o período de 1981/82 a 1992/93 e o verificado desde então. Este facto encontra provável explicação na instalação da captação superficial existente na lagoa do Caiado, não obstante se considerarem os anos hidrológicos de 1994/95 e 1996/1997 como claramente anos secos. Previsivelmente, os consecutivos anos em que a lagoa atinge níveis próximos de zero em estiagem condicionam o ciclo de vida da fauna e flora presentes. Pelo tanto, e à semelhança do equacionado no ponto anterior, considera-se existir uma pressão hidrológica significativa.

#### 3.4.1.1.1.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro.

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa do Caiado. Sendo contudo expectável, dada a irregularidade do nível de água evidenciado na Figura 3.4.2, uma variação sazonal vincada do povoamento florístico da margem, que poderá conduzir, com o natural decurso sucessional, a alterações definitivas à morfologia da mesma.

### 3.4.1.1.2 | Bacia hidrográfica da lagoa do Capitão

#### 3.4.1.1.2.1 | Poluição tóxica

##### **Cargas domésticas**

De acordo com a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) para os concelhos do Pico, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

##### **Cargas industriais**

De acordo com o considerado no Plano de Ordenamento das Bacias Hidrográficas das Lagoas do Pico (POBHL) não foi detetada a presença de qualquer indústria na bacia hidrográfica da lagoa do Capitão.

##### **Agropecuária**

À semelhança das cargas industriais, e de acordo com o POBHL do Pico, não foi detetada qualquer instalação agropecuária na bacia da lagoa do Capitão.



## Síntese da poluição tópica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tópica presente na bacia da lagoa do Capitão.

### 3.4.1.1.2.2 | Poluição difusa

#### Pecuária

De acordo com o POBHL do Pico, o encabeçamento pecuário médio na bacia da lagoa do Capitão é de 2 cabeças normais bovinas.

Para utilização da unidade de animais-equivalentes, como unidade base para o cálculo da estimativa das cargas poluentes, foi necessário converter o número do efetivo animal através do coeficiente de conversão definidos no Plano Nacional da Água (PNA) que, para a tipologia animal de bovinos, é de 1.

De acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.3, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

**Quadro 3.4.3** | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa do Capitão

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (kg/ano)
CBO <sub>5</sub>	405 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	295,7
CQO	458 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	334,3
SST	5000 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	3 650,0
N total	105 kg/animal.ano <sup>(2)</sup>	210,0
P total	35 kg/animal.ano <sup>(2)</sup>	70,0

Fonte: <sup>(1)</sup> Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; <sup>(2)</sup> Código de Boas Práticas Agrícolas

#### Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa do Capitão.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluir de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa do Capitão.

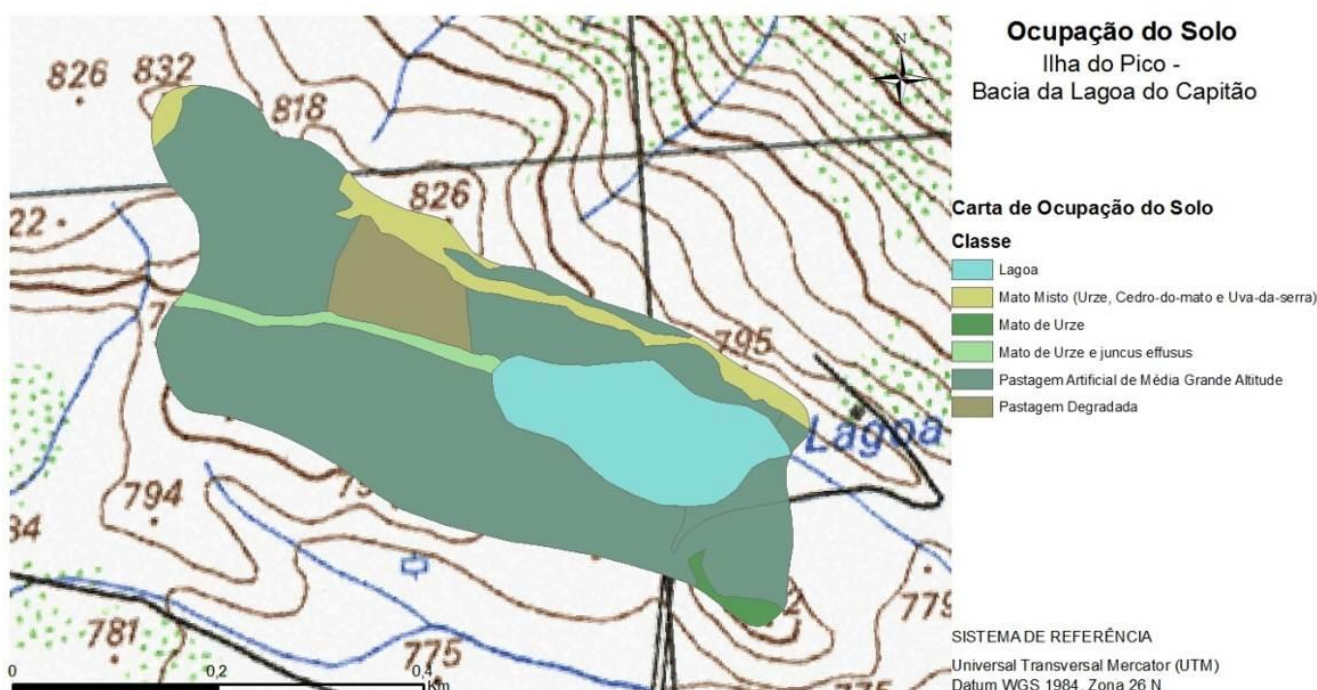
Como base de informação foi utilizada a carta digital de ocupação de solos elaborada no âmbito do POBHL do Pico. Desta carta foram consideradas apenas as classes de ocupação de solo matos, ou vegetação arbustiva. Da análise destas cartas de ocupação do solo é possível verificar que não existe ocupação agrícola nestas zonas da ilha.

As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de fósforo basearam-se em estudos de Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M. (2007). As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de azoto basearam-se nos valores apresentados por Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M. (2003) para Portugal Continental. O Quadro 3.4.4 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.3 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa do Capitão.

**Quadro 3.4.4** | Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas

Classe de ocupação do solo	Taxa de exportação de Azoto (Kg/ha/ano) <sup>(1)</sup>	Taxa de exportação de Fósforo (Kg/ha/ano) <sup>(2)</sup>
Matos	2,70	0,30

Fonte: <sup>(1)</sup> Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; <sup>(2)</sup> Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.



**Figura 3.4.3** | Ocupação do solo na bacia da lagoa do Capitão.

Através da análise da carta de ocupação do solo da bacia da lagoa do Capitão, é possível verificar que não existe área florestal, nem área agrícola, como tal, apenas se pode considerar a área relativa à vegetação arbustiva. No Quadro 3.4.5 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para cada uma das fontes consideradas.

**Quadro 3.4.5** | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa do Capitão

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Matos	4,3	0,5

### Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa do Capitão. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.6.

**Quadro 3.4.6** | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa do Capitão

Parâmetro	Pecuária (Kg/ano)	Vegetação arbustiva (Kg/ano)	Total (Kg/ano)
CBO <sub>5</sub>	295,7	-	295,7
CQO	334,3	-	334,3
SST	3 650,0	-	3 650,0
N total	210,0	4,3	214,3
P total	70,0	0,5	70,5

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4.6, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação Medíocre (capítulo 5.1.1.4) – as cargas brutas aferidas revelam-se como uma pressão significativa em face da capacidade de autodepuração do meio.

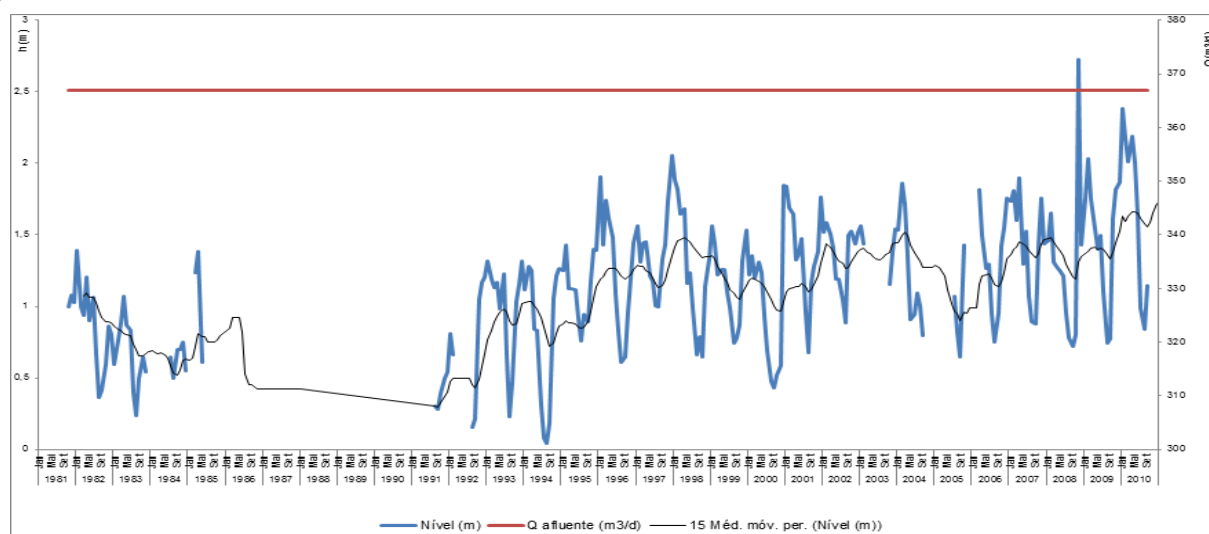
#### 3.4.1.1.2.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

#### 3.4.1.1.2.4 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.1, a lagoa do Capitão dispõem de um volume de 41 216m<sup>3</sup>, um tempo de residência de 0,06 anos e, ainda de acordo com o capítulo 2.4.2, um valor de escoamento superficial médio anual de 367m<sup>3</sup>/d, em ano médio. Na Figura 3.4.4 representam-se os valores deste escoamento, conjuntamente com a variação de nível da lagoa do Capitão, registada entre os anos hidrológicos de 1981/82 e 2009/10.

Embora existam um período, compreendido entre os anos hidrológicos de 1982/83 e 1991/92, para o qual se verifica um ausência de registos, bem como, à semelhança do já verificado para a lagoa do Caiado, a ocorrência de anos secos no início da década de 90, verifica-se uma tendência de variação de nível razoavelmente estável para o período representado. Assim, entende-se que a lagoa do Capitão não se encontrará sujeita a uma pressão hidrológica significativa.



**Figura 3.4.4** | Variação de nível na lagoa do Capitão.

#### 3.4.1.1.2.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa do Capitão.

#### 3.4.1.1.3 | Bacia hidrográfica da lagoa do Paul

##### 3.4.1.1.3.1 | Poluição tóxica

###### **Cargas domésticas**

De acordo com a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) para os concelhos do Pico, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

###### **Cargas industriais**

De acordo com o considerado no Plano de Ordenamento das Bacias Hidrográficas das Lagoas do Pico (POBHL) não foi detetada a presença de qualquer indústria na bacia hidrográfica da lagoa do Paul.

###### **Agropecuária**

À semelhança das cargas industriais, e de acordo com o POBHL do Pico, não foi detetada qualquer instalação agropecuária na bacia da lagoa do Paul.

## Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa do Paul.

### 3.4.1.1.3.2 | Poluição difusa

#### Pecuária

Para efeitos do presente trabalho, optou-se por utilizar a estimativa de cabeças normais bovinas presentes nas bacias das lagoas do Pico, tendo por base os valores apresentados no POBHL do Pico. Uma vez que estes derivam de trabalho de campo e contagens diretas.

De acordo com o POBHL do Pico, o encabeçamento pecuário médio na bacia da lagoa do Paul é de 69 cabeças normais bovinas.

Para utilização da unidade de animais-equivalentes, como unidade base para o cálculo da estimativa das cargas poluentes, foi necessário converter o número do efetivo animal através do coeficiente de conversão definidos no Plano Nacional da Água (PNA) que, para a tipologia animal de bovinos, é de 1.

De acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.7, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

**Quadro 3.4.7** | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a lagoa do Paul.

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (kg/ano)
CBO <sub>5</sub>	405 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	10 199,9
CQO	458 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	11 534,7
SST	5000 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	125 925,0
N total	105 kg/animal.ano <sup>(2)</sup>	7 245,0
P total	35 kg/animal.ano <sup>(2)</sup>	2 415,0

Fonte: <sup>(1)</sup> Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; <sup>(2)</sup> Código de Boas Práticas Agrícolas

#### Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa do Paul.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluír de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa do Paul.

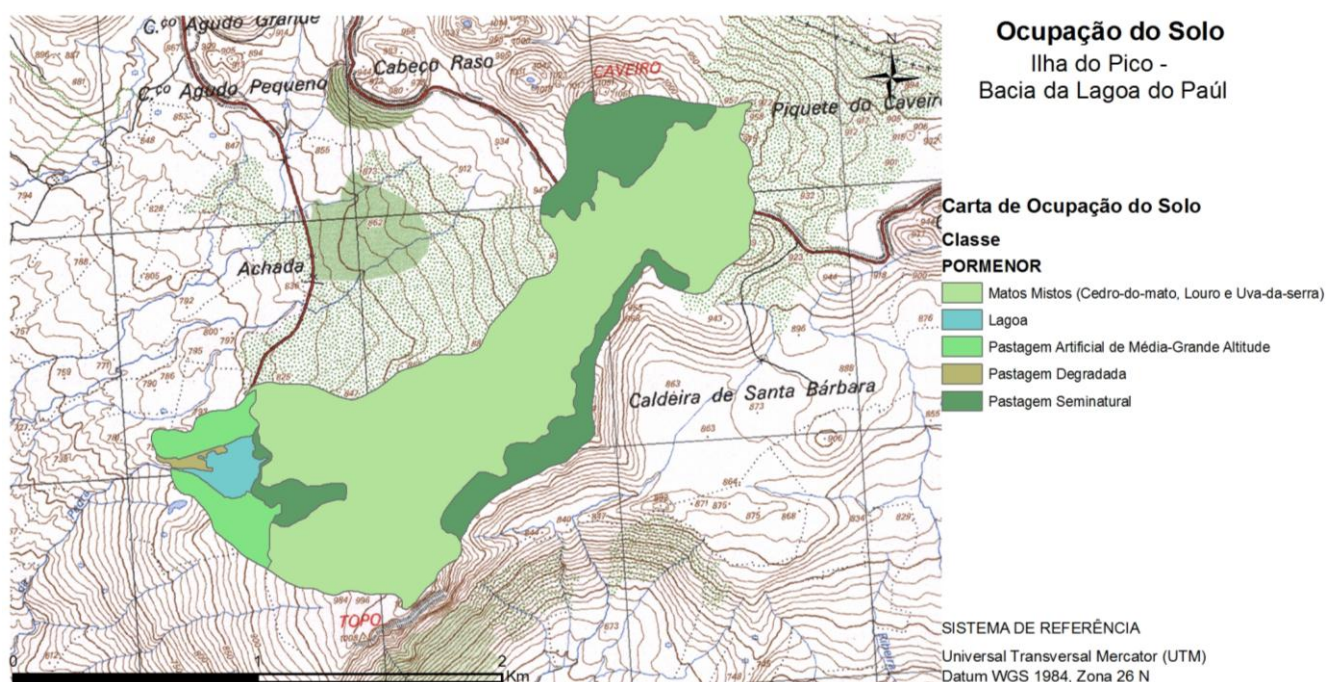
Como base de informação foi utilizada a carta digital de ocupação de solos elaborada no âmbito do POBHL do Pico. Desta carta foram consideradas apenas a classe de ocupação de solo matos, ou vegetação arbustiva. Da análise destas cartas de ocupação do solo é possível verificar que não existe ocupação agrícola nestas zonas da ilha.

As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de fósforo basearam-se em estudos de Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M. (2007). As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de azoto basearam-se nos valores apresentados por Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M. (2003) para Portugal Continental, dada a indisponibilidade de valores específicos para o contexto da RAA. O Quadro 3.4.8 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.5 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa do Paul.

**Quadro 3.4.8** | Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas

Classe de ocupação do solo	Taxa de exportação de Azoto (Kg/ha/ano) <sup>(1)</sup>	Taxa de exportação de Fósforo (Kg/ha/ano) <sup>(2)</sup>
Matos	2,70	0,30

Fonte: <sup>(1)</sup> Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; <sup>(2)</sup> Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.



**Figura 3.4.5** | Ocupação do solo na bacia da lagoa do Paul.

Através da análise da carta de ocupação do solo da bacia da lagoa do Paul, é possível verificar que não existe área florestal, nem área agrícola, como tal, apenas se pode considerar a área relativa à vegetação arbustiva. No Quadro 3.4.9 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para a fonte considerada.

**Quadro 3.4.9** | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa do Paul

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Matos	360,0	40,0

### Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa do Paul. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.10.

**Quadro 3.4.10** | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa do Paul

Parâmetro	Pecuária (Kg/ano)	Vegetação arbustiva (Kg/ano)	Total (Kg/ano)
CBO <sub>5</sub>	10 199,9	-	10 199,9
CQO	11 534,7	-	11 534,7
SST	125 925,0	-	125 925,0
N total	7 245,0	360,0	7 605,0
P total	2 415,0	40,0	2 455,0

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4.10, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação Excelente (capítulo 5.1.1.4) - as cargas brutas aferidas revelam-se como uma pressão não significativa em face da capacidade de autodepuração do meio.

#### 3.4.1.1.3.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

#### 3.4.1.1.3.4 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.1, a lagoa do Paul dispõem de um volume de 35 935,2m<sup>3</sup>, um tempo de residência de 0,01 anos, e, ainda de acordo com o capítulo 2.4.2, um valor de escoamento superficial médio anual de 7 551m<sup>3</sup>/d, em ano médio. Na Figura 3.4.6 representam-se os valores deste escoamento mensal dos tributários: ribeira Seca e ribeira de Sta. Bárbara; conjuntamente com os valores de variação de nível da lagoa do Paul, registados entre os anos hidrológicos de 1983/84 e 2009/10.

Embora existam diversos períodos, avulsos, para os quais se verifica uma ausência de registos, bem como, à semelhança do já verificado para a lagoa do Caiado e do Capitão, a ocorrência de anos secos no início da década de 90, verifica-se uma tendência de variação de nível razoavelmente estável para o período representado, com uma marcada variação sazonal do nível da lagoa. É ainda possível constatar que a ribeira Seca consubstancia grande parte dos escoamentos anuais afluentes à lagoa do Paul, verificando-se que, em estiagem, a ausência de escoamento nesta linha de água, ou o seu baixo valor, se traduz numa redução do nível da lagoa, muitas vezes atingindo valores próximos de zero.

Além do marcado andamento sazonal, e em certa medida interanual, não há alterações de fundo perceptíveis ao regime de escoamentos afluentes à lagoa ou à sua variação de nível, considerando-se pelo tanto que a lagoa do Paul não se encontra sujeita a uma pressão hidrológica significativa.

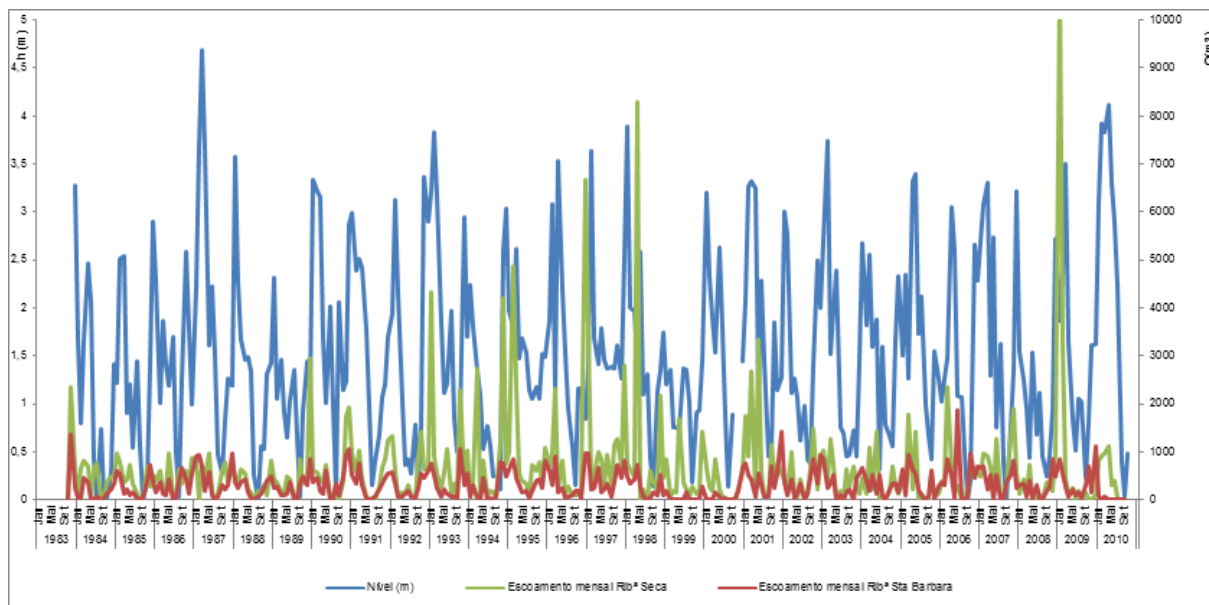


Figura 3.4.6 | Variação de nível na lagoa do Paul.

#### 3.4.1.1.3.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro.



Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa do Paul.

### 3.4.1.1.4 | Bacia hidrográfica da lagoa do Peixinho

#### 3.4.1.1.4.1 | Poluição tóxica

##### Cargas domésticas

De acordo com a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) para os concelhos do Pico, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

##### Cargas industriais

De acordo com o considerado no Plano de Ordenamento das Bacias Hidrográficas das Lagoas do Pico (POBHL) não foi detetada a presença de qualquer indústria na bacia hidrográfica da lagoa do Peixinho.

##### Agropecuária

À semelhança das cargas industriais, e de acordo com o POBHL do Pico, não foi detetada qualquer instalação agropecuária na bacia da lagoa do Peixinho.

##### Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa do Peixinho.

#### 3.4.1.1.4.2 | Poluição difusa

##### Pecuária

Para efeitos do presente trabalho, optou-se por utilizar a estimativa de cabeças normais bovinas presentes nas bacias das lagoas do Pico, tendo por base os valores apresentados no POBHL do Pico. Uma vez que estes derivam de trabalho de campo e contagens diretas.

De acordo com o POBHL do Pico, o efetivo pecuário médio presente na bacia da lagoa do Peixinho é de 9 cabeças normais bovinas.

Para utilização da unidade de animais-equivalentes, como unidade base para o cálculo da estimativa das cargas poluentes, foi necessário converter o número do efetivo animal através do coeficiente de conversão definidos no Plano Nacional da Água (PNA) que, para a tipologia animal de bovinos, é de 1.

De acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.11, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

**Quadro 3.4.11** | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia lagoa do Peixinho

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (kg/ano)
CBO <sub>5</sub>	405 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	1 330,4
CQO	458 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	1 504,5

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (kg/ano)
SST	5000 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	16 425,0
N total	105 kg/animal.ano <sup>(2)</sup>	945,0
P total	35 kg/animal.ano <sup>(2)</sup>	315,0

Fonte: <sup>(1)</sup> Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; <sup>(2)</sup> Código de Boas Práticas Agrícolas

### Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa do Peixinho.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluir de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa do Peixinho.

Como base de informação foi utilizada a carta digital de ocupação de solos elaborada no âmbito do POBHL do Pico, que revela de acordo com a Figura 3.4.7 a existência de apenas uma classe de ocupação de solo que refere a pastagem. Como tal, tendo sido estas áreas abordadas dentro da análise ao setor pecuário, não será considerada qualquer carga de origem florestal para a lagoa do Peixinho.

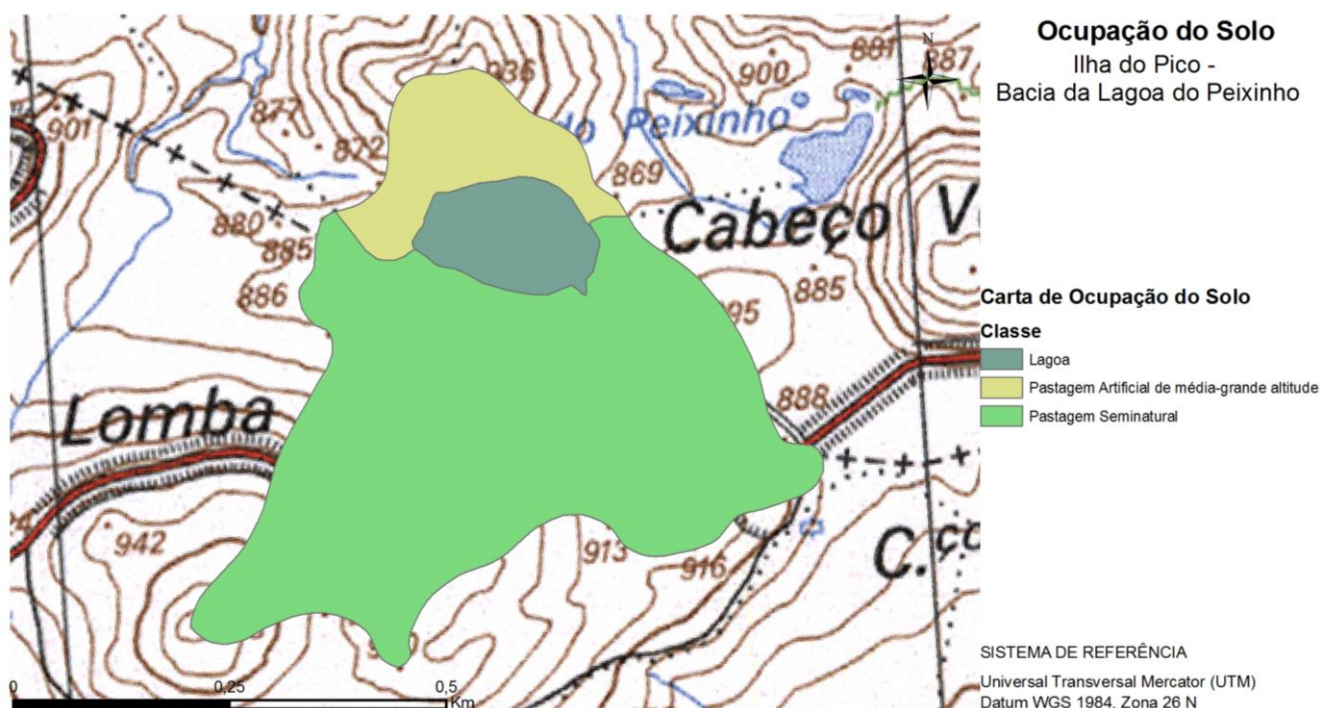


Figura 3.4.7 | Ocupação do solo na bacia da lagoa do Peixinho.

### Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa do Peixinho. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.12.

**Quadro 3.4.12** | Cargas totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa do Peixinho

Parâmetro	Total (Kg/ano)
CBO <sub>5</sub>	1 330,4
CQO	1 504,5
SST	1 6425,0
N total	945,0
P total	315,0

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4.18, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação Razoável (capítulo 5.1.1.4) - as cargas brutas aferidas revelam-se como uma pressão significativa em face da capacidade de autodepuração do meio.

#### 3.4.1.1.4.2 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

#### 3.4.1.1.4.3 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.1, a lagoa do Peixinho dispõem de um volume de 77 040,8m<sup>3</sup>, um tempo de residência de 0,07 anos, e, ainda de acordo com o capítulo 2.4.2, um valor de escoamento superficial médio anual de 345m<sup>3</sup>/d, em ano médio.

Na ausência de registos hidrométricos relativos à lagoa do Peixinho, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

No entanto, e dada a ausência de consumos associados a esta massa de água, consumptivos ou não, previsivelmente não existem alterações hidrológicas de origem antropogénica. É contudo impossível apontar uma tendência de variação, dada a ausência de registos.

#### 3.4.1.1.4.4 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa do Peixinho.

### 3.4.1.1.5 | Bacia hidrográfica da lagoa da Rosada

#### 3.4.1.1.5.1 | Poluição tóxica

##### **Cargas domésticas**

De acordo com a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) para os concelhos do Pico, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

##### **Cargas industriais**

De acordo com o considerado no Plano de Ordenamento das Bacias Hidrográficas das Lagoas do Pico (POBHL) não foi detetada a presença de qualquer indústria na bacia hidrográfica da lagoa da Rosada.

##### **AgroPecuária**

À semelhança das cargas industriais, e de acordo com o POBHL do Pico, não foi detetada qualquer instalação agropecuária na bacia da lagoa da Rosada.

##### **Síntese da poluição tóxica**

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa da Rosada.

### 3.4.1.1.5.2 | Poluição difusa

#### Pecuária

Para efeitos do presente trabalho, optou-se por utilizar a estimativa de cabeças normais bovinas presentes nas bacias das lagoas do Pico, tendo por base os valores apresentados no POBHL do Pico. Uma vez que estes derivam de trabalho de campo e contagens diretas.

De acordo com o POBHL do Pico, o efetivo pecuário médio presente na bacia da lagoa da Rosada é de 7 cabeças normais bovinas.

Para utilização da unidade de animais-equivalentes, como unidade base para o cálculo da estimativa das cargas poluentes, foi necessário converter o número do efetivo animal através do coeficiente de conversão definidos no Plano Nacional da Água (PNA) que, para a tipologia animal de bovinos, é de 1.

De acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.13, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

**Quadro 3.4.13** | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa da Rosada.

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (kg/ano)
CBO <sub>5</sub>	405 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	1 034,8
CQO	458 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	1 170,2
SST	5000 g/animal.dia <sup>(1)</sup>	12 775,0
N total	105 kg/animal.ano <sup>(2)</sup>	735,0
P total	35 kg/animal.ano <sup>(2)</sup>	245,0

Fonte: <sup>(1)</sup> Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; <sup>(2)</sup> Código de Boas Práticas Agrícolas

#### Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa da Rosada.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluír de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa da Rosada.

Como base de informação foi utilizada a carta digital de ocupação de solos elaborada no âmbito do POBHL do Pico, que revela de acordo com a Figura 3.4.8 a existência de apenas uma classe de ocupação de solo que refere a pastagem. Como tal, tendo sido estas áreas abordadas dentro da análise ao setor pecuário, não será considerada qualquer carga de origem florestal para a lagoa da Rosada.

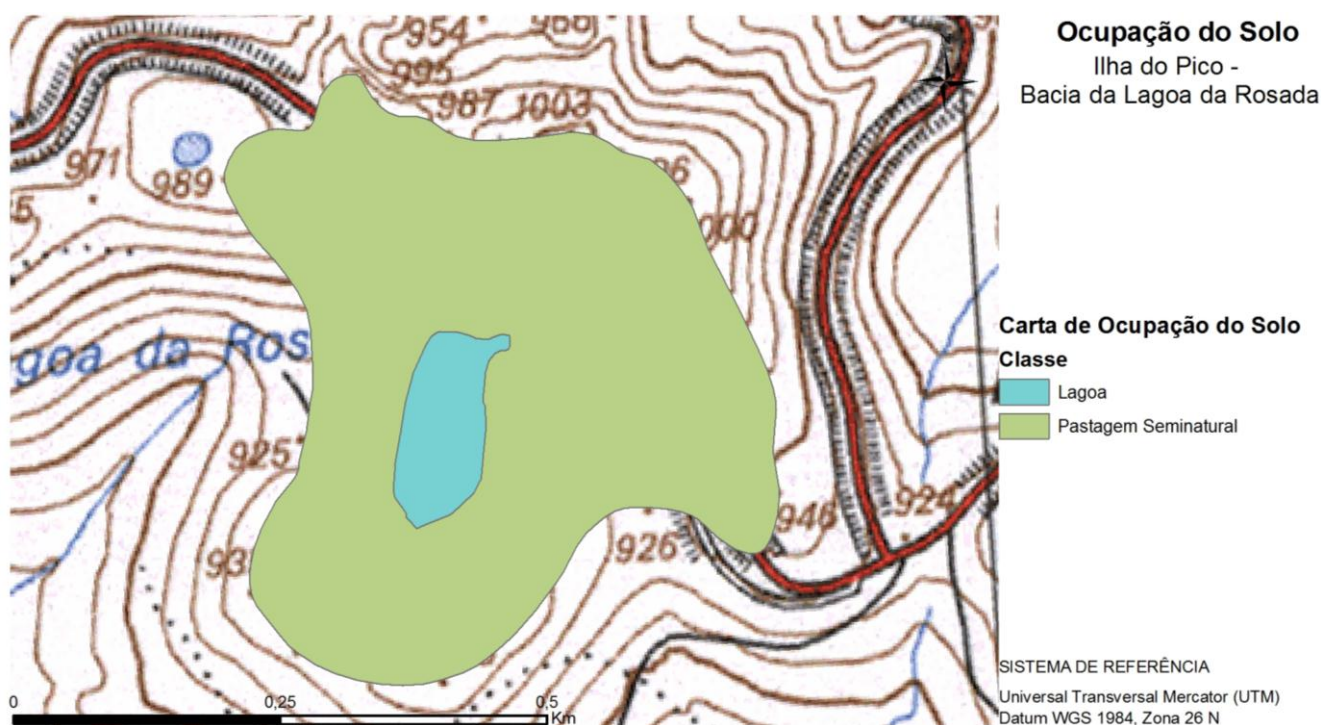


Figura 3.4.8 | Ocupação do solo na bacia da lagoa da Rosada.

### Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa da Rosada. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.14.

**Quadro 3.4.14** | Cargas totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa da Rosada

Parâmetro	Total (Kg/ano)
CBO <sub>5</sub>	1 034,8
CQO	1 170,2
SST	12 775,0
N total	735,0
P total	245,0

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4.14, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação Razoável (capítulo 5.1.1.4) - as cargas brutas aferidas revelam-se como uma pressão significativa em face da capacidade de autodepuração do meio.

#### 3.4.1.1.5.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

#### 3.4.1.1.5.4 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.1, a lagoa da Rosada dispõem de um volume de  $30139,2\text{m}^3$ , um tempo de residência de 0,03 anos, e, ainda de acordo com o capítulo 2.4.2, um valor de escoamento superficial médio anual de  $76\text{m}^3/\text{d}$ , em ano médio.

Na ausência de registos hidrométricos relativos à lagoa da Rosada, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

No entanto, e dada a ausência de consumos associados a esta massa de água, consumptivos ou não, previsivelmente não existem alterações hidrológicas de origem antropogénica. É contudo impossível apontar uma tendência de variação, dada a ausência de registos.

#### 3.4.1.1.5.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro.

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa da Rosada.

### 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 do 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.

Deste modo a 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 geradas domésticas, industriais e da agropecuária, entre outros setores relevantes, que podem atingir as águas costeiras através das linhas de água ou por descargas diretas.

#### 3.4.1.2.1 | Forças motrizes

Da análise efetuada, as forças motrizes identificadas prendem-se com: a população, a pecuária, a agricultura, a indústria, o desenvolvimento portuário e outras fontes.

##### População

A população da ilha do Pico distribui-se de forma assimétrica, sendo que as bacias dos centros urbanos desta ilha apresentam um maior efetivo populacional (Figura 3.4.9 e Figura 3.4.10), em especial duas bacias hidrográficas do concelho da Madalena (uma com população >1300 e outra >2000 habitantes), e uma de São Roque (com população de cerca de 1000 habitantes). Estas regiões terão particular interesse na determinação de cargas de origem doméstica, expondo uma probabilidade mais elevada no que respeita à pressão exercida.



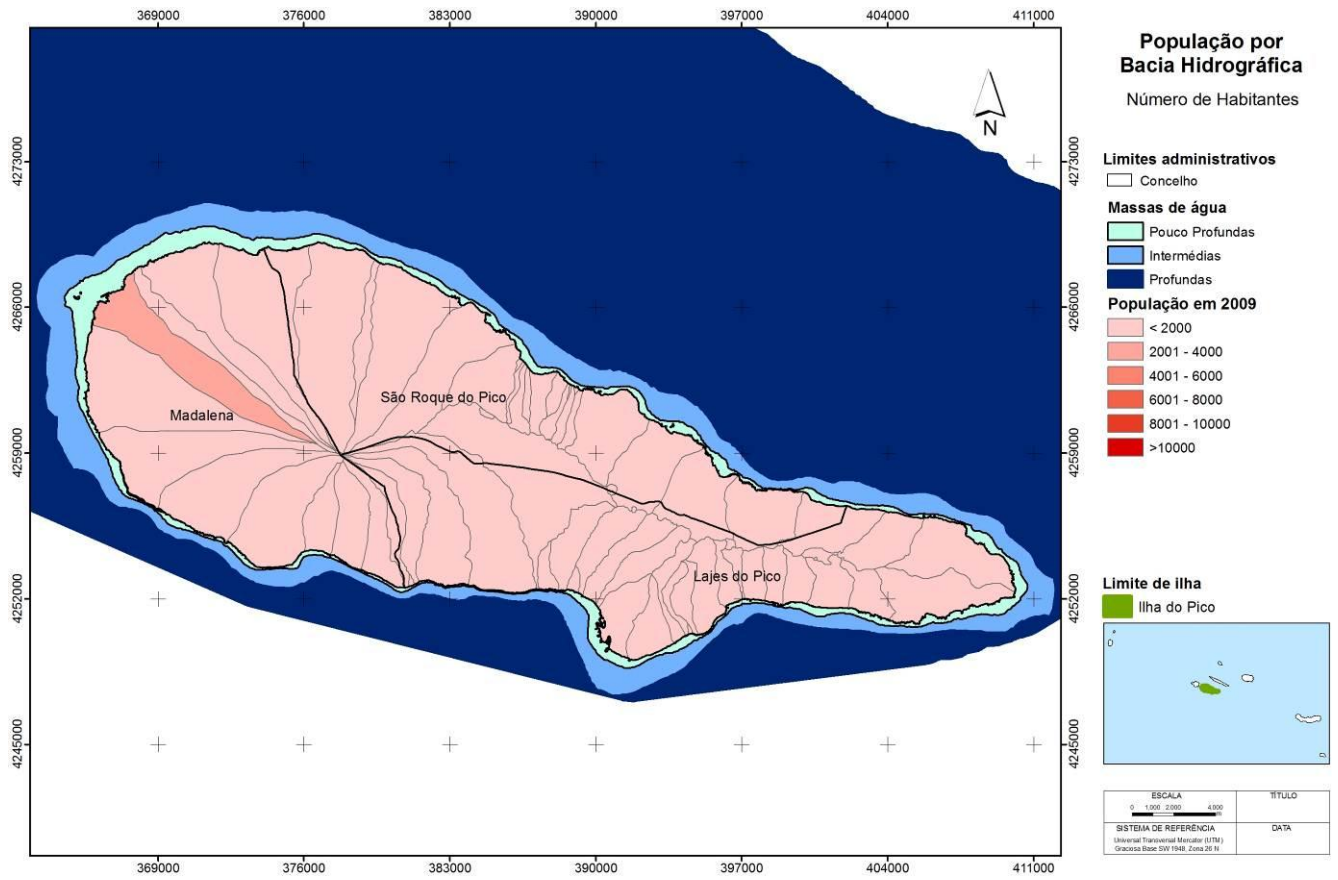


Figura 3.4.9 | Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha do Pico.

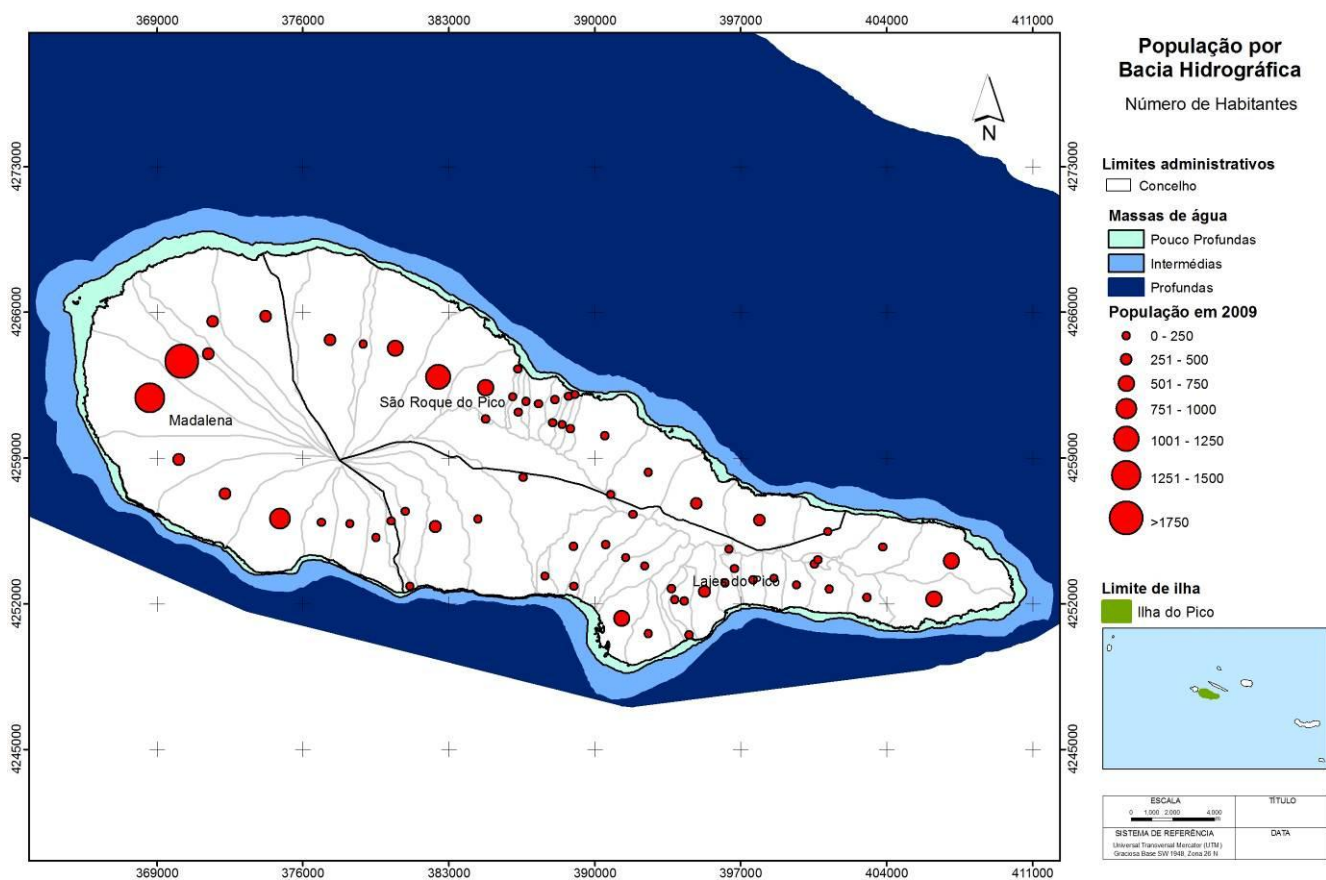


Figura 3.4.10 | Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha do Pico.

Atualmente, esta ilha apresenta uma densidade populacional da ordem dos 34hab/km<sup>2</sup>, verificando-se que a densidade populacional se manteve constante no período entre 2001-2009. Os espaços urbanos distribuem-se pela faixa costeira, acompanhando os principais eixos rodoviários, tendo uma maior representação nas sedes de concelho desta ilha.

### Indústria

A ilha do Pico, a atividade industrial centrada na indústria transformadora apresenta um peso relativamente reduzido na economia da RAA, correspondendo a 1,7% do volume de negócios nas empresas deste setor de atividade na Região e 1,4% do valor acrescentado bruto.

Na ilha do Pico, o concelho da Madalena apresenta cerca de 50% do total das indústrias transformadoras com 62 empresas, seguido pelo concelho de S. Roque com 37 empresas e o concelho das Lages do Pico com 32 empresas (Quadro 2.5.18).

Para além da indústria tradicional, considera-se a indústria do turismo, visto que é uma atividade emergente, na RAA. Contudo, na ilha do Pico o número de estabelecimentos hoteleiros tem vindo a manter-se constante, atingindo em 2009 os 4 estabelecimentos hoteleiros. No que refere ao número de dormidas e hóspedes verifica-se que o concelho da Madalena é o mais dinâmico da ilha do Pico, no entanto, de acordo com os dados do INE o número -de dormidas e hóspedes regista um ligeiro decréscimo, acompanhando a tendência verificada na Região (Quadro 2.5.19 e Quadro 2.5.20).

## Pecuária

Como foi referido anteriormente, no ponto 2.5.2.1, o setor primário apresenta um peso significativo na economia da RAA, em particular nas atividades ligadas à pecuária. De acordo com os dados INE, a ilha do Pico apresenta um efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos) de cerca de 25 000 animais, correspondentes a 2 389 explorações. Deste modo, é de esperar que este efetivo contribua significativamente para as cargas orgânicas que terão como destino final as águas costeiras. Recordando a análise do uso do solo efetuada no ponto 2.6.2, as pastagens, as pastagens apresentam a maior expressão de todo o Arquipélago, 40,3% (180km<sup>2</sup>) da superfície da ilha. Esta predominância da pastagem deve-se à intensificação das explorações agropecuárias, conduzindo ao declínio dos espaços florestais e de vegetação natural, traduzida na Figura 3.4.11 pelo número de cabeças de gado bovino.

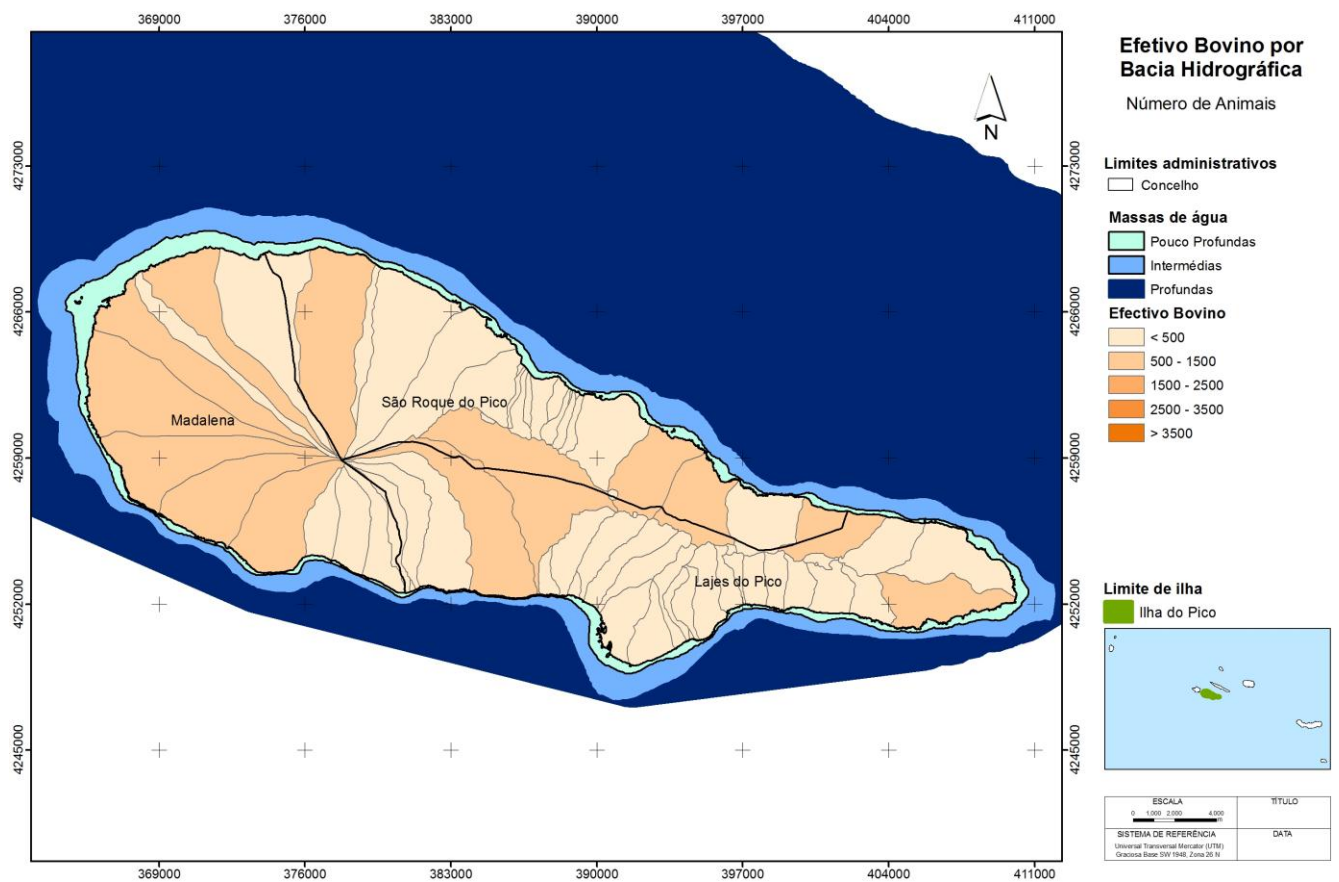


Figura 3.4.11 | Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha do Pico.

Analisando a Figura 3.4.12, verifica-se que as bacias hidrográficas do concelho da Madalena do Pico apresentam um número animais mais elevado (classe com mais de 1000 animais). Esta classe pode ainda ser observada na região central a ilha repartindo-se pelos concelhos de São Roque e Lajes do Pico. Deste modo, será tida em consideração o contributo da carga poluente destas bacias hidrográficas na qualidade das massas águas costeiras.

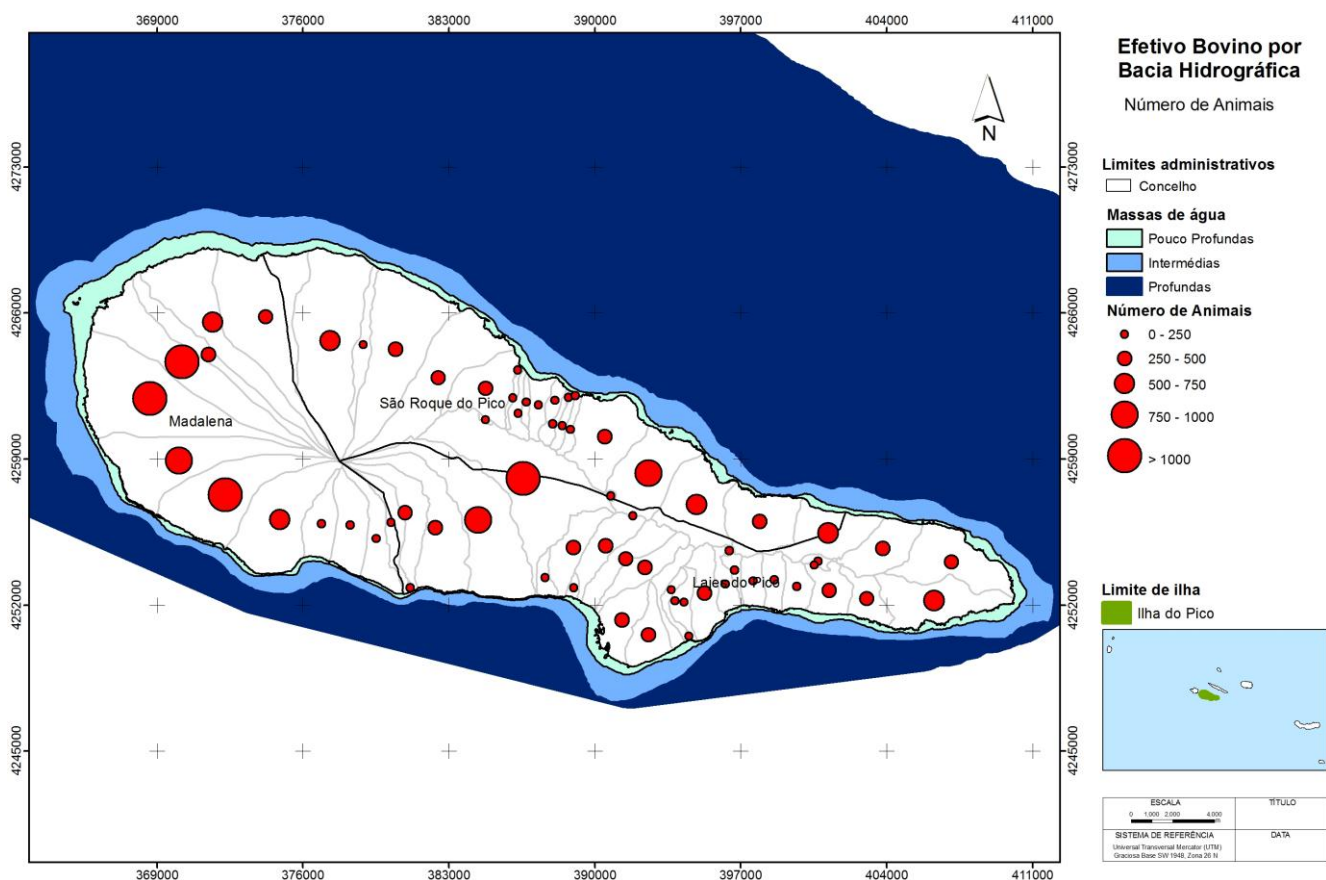


Figura 3.4.12 | Número de animais por bacia hidrográfica na ilha do Pico.

### Agricultura e Floresta

Os espaços agrícolas, que representam cerca de 8,3% da ocupação do solo (37,1km<sup>2</sup>), encontram-se associados aos aglomerados populacionais, observando-se uma distribuição quase contínua (Figura 2.6.3). As explorações de culturas permanentes com maior importância no contexto da ilha do Pico são a vinha (com 31% explorações) e os citrinos (com 30% explorações), (Quadro 2.5.12).

Na ilha do Pico, existem 2 350 explorações que praticam culturas temporárias e que ocupam uma extensão de 1840 hectares, sendo que as culturas temporárias mais comuns na ilha do Pico são as forrageiras, cereais para grão e a batata (Quadro 2.5.13). Este número de produção de forragem deve-se à especialização das explorações da ilha do Pico em bovinos de leite e bovinos para gado e carne.

Relativamente à floresta, podem ser distinguidas dois tipos: a de vegetação natural, com cerca de 13,7% (61,1km<sup>2</sup>), e a mancha florestal, com cerca de 32,5% (144,9km<sup>2</sup>), traduz-se na maior representação regional, distribuindo-se pela base da Montanha do Pico, entre os 200m e 600m de altitude, sobretudo nos concelhos da Madalena e das Lajes.

### **Desenvolvimento Portuário**

O desenvolvimento portuário centra-se essencialmente em três vetores: a construção e ampliação de zonas portuárias comerciais e de recreio (marinas), a exploração de recursos vivos (pesca) e os transportes de bens/mercadorias e de passageiros.

A atividade piscatória, medida pelo pescado descarregado nos portos da ilha do Pico (no porto da Madalena do Pico), traduziu-se, no ano de 2010, em volumes da ordem das 4863 toneladas, aos quais correspondem valores brutos na ordem de 6 028 062 milhões de euros, embora se trate de uma atividade com fortes flutuações.

O transporte de passageiros por via marítima assume atualmente, no conjunto da RAA, uma importância muito relativa. No entanto, o transporte marítimo de passageiros poderá (e deverá) assumir um papel mais relevante no curto-médio prazo e poderá ser uma componente de pressão sobre as águas costeiras (PROTA, 2008).

No que diz respeito ao transporte de mercadorias, os portos desempenham assim um papel primordial no abastecimento às ilhas e no escoamento da produção açoriana, pelo que este tem sido um setor privilegiado pelos investimentos regionais. Dentro das pressões mais significativas do tráfego marítimo de mercadorias, salienta-se o transporte de hidrocarbonetos. Evidencia-se ainda que as águas portuguesas são cruzadas diariamente, por largas dezenas de navios, sendo muitos deles navios petroleiros. Com efeito, muito do tráfego de crude, que se efetua desde os centros de produção até aos grandes centros de consumo (como é o caso do Norte da Europa), passa ao largo da costa portuguesa, elevando, de forma significativa, o risco de acidente.

Finalmente, a náutica de recreio tem, nos últimos anos, registado um crescimento significativo, como resultado da construção das marinas e núcleos de recreio náutico. Na ilha do Pico, existe um porto de recreio náutico localizado na Lages do Pico, verificando-se também a existência de barco de recreio distribuídos por portos de pesca e portinhos existentes.

### **Outros usos**

No que concerne a outro uso, salienta-se a extração de inertes nas proximidades ou na zona costeira, assim como a exploração balnear que se reflete numa pressão temporária durante a época balnear e numa pressão contínua resultante da artificialização da orla costeira, em consequência da criação de infraestruturas balneares de apoio.

#### **3.4.1.2.2 | Pressões identificadas**

Na metodologia de identificação de pressões foi considerada a lista apresentada no Quadro 3.4.15, baseada no IMPRESS (2002) e na experiência adquirida. As pressões foram divididas em quatro grupos: (i) Poluição em que são consideradas as fontes tóxicas e difusas de origem urbana, industrial, agrícola e pecuária; (ii) as morfológicas; (iii) as hidromorfológicas; (iv) as biológicas e usos e (v) outras.

As pressões de origem tóxica sobre as massas de água podem estar relacionadas com a ausência de tratamento de águas residuais doméstica, industrial e agrícola, com a ocupação urbana e agrícola dos solos.

As pressões de origem difusa estão relacionadas com as atividades agrícolas, pecuária e de pastagem.

As pressões morfológicas traduzem-se pelas alterações físicas nos leitos e nas margens das massas de água, de origem antropogénica, que têm como impacte alterações na hidrodinâmica e morfodinâmica das massas de água. Como exemplos de pressões pode-se referir as extrações de inertes, a deposições de sedimentos, as remoções de substratos, os esporões, os quebra-mares, os canais de navegação, a ocupação das margens e as obras marginais.

As pressões hidromorfológicas são alterações dos regimes hidráulico e hidrológico das massas de água, de origem antropogénica, que têm como impacte alterações no estado e no potencial ecológico dessas massas de água. São exemplos de pressões hidromorfológicas:

As variações nas características hidrodinâmica com a introdução de estruturas portuárias, de recreio e de defesa (por exemplo, volume, velocidade, profundidade, da altura de onda e direção dominante);

Alteração localizada do regime de correntes e propagação da onda de maré.

As pressões biológicas significativas correspondem as pressões como a pesca, o transporte marítimo de mercadorias introdução de espécies exóticas que podem ter um impacte direto nos recursos vivos, do ponto de vista quantitativo ou qualitativo.

**Quadro 3.4.15 |** Lista de pressões consideradas

Pressão			
Poluição	Alterações morfológicas	Alteração do regime hidrológico	Biologia e Usos
<b>Fontes tóxicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Descargas Urbanas               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Emissários sem tratamento</li> <li>- Emissários com tratamento</li> <li>- Descarga com tratamento</li> <li>- Descargas com tratamento</li> </ul> </li> <li>. Descargas Industriais</li> <li>. Transportes Marítimos</li> <li>. Extração de inertes               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sedimentos</li> <li>- Materiais basálticos</li> </ul> </li> <li>. Lixiviados de Aterros Sanitários</li> </ul> <b>Fontes difusas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Descargas Industriais               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agroalimentares</li> <li>- Construção</li> <li>- Combustíveis</li> <li>- Lixiviados</li> </ul> </li> <li>. Agricultura e Floresta</li> <li>. Pecuária</li> </ul>	Construção e ampliação de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obras de defesas</li> <li>- Marinas</li> <li>- Portos de pesca e Comercias</li> <li>- Estruturas de defesa (esporões, quebra-mares, obras de defesa aderente)</li> <li>- Dragagens</li> </ul>	Alteração da dinâmica costeira: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obras de defesa aderente</li> <li>- Esporões</li> <li>- Quebra-mares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Exploração de recursos:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pesca</li> <li>- Aquacultura</li> </ul> </li> <li>. Mudanças na biodiversidade:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introdução de espécies</li> <li>- Introdução de doenças</li> </ul> </li> <li>. Recreio               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Praias</li> <li>- Piscinas naturais</li> </ul> </li> </ul>

### 3.4.1.2.3 | Poluição tóxica

As fontes de poluição tóxicas identificadas são as descargas costeiras diretas, como os efluentes urbanos e os industriais. Os primeiros incluem as águas residuais domésticos de populações costeiras e os provenientes de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Também as linhas de água que transportam efluentes urbanos, industriais e agrícolas podem ser consideradas como fontes de poluição tóxica para as massas de água costeiras.

Com base nos vários documentos consultados identificaram-se as seguintes pressões:

- Efluentes urbanos;
- Efluentes industriais;
- Resíduos;
- Extração de inertes;
- Transportes marítimos.

#### 3.4.1.2.3.1 | Efluentes urbanos – pontos de descarga

De acordo com os estudos do POOC do Pico (2009), constata-se que os níveis de atendimento na área de intervenção eram nulos, constituindo uma situação muito preocupante e das mais graves a nível do arquipélago.

Com base nos dados disponíveis, verifica-se que, na generalidade, as ligações domiciliárias não são efetuadas, mantendo-se os sistemas individuais por fossas sépticas, sendo que apenas uma percentagem ainda muito reduzida de cargas poluentes geradas é removida. Acrescenta-se, ainda, a constatação de que as águas residuais industriais não são, na sua maioria, sujeitas a nenhum tratamento, desconhecendo-se dados relativos aos sistemas de drenagem de águas residuais geradas pelas explorações agropecuárias (POOC Pico, 2009).

Assim, em termos de pressão sobre as massas de água costeiras, importa salientar a descarga de águas residuais. A manutenção de sistemas de poços de infiltração e fossas sépticas individuais constitui um risco elevado de contaminação dos solos, assim como a poluição difusa resultante, sobretudo da atividade agropecuária, que implica contaminação das águas superficiais e subterrâneas, assumindo grande importância na ilha do Pico, pela presença de áreas de pastagem, potenciadoras de impactes negativos que se fazem sentir nas ribeiras e lagoas (POOC Pico, 2009).

As descargas de efluentes urbanos e industriais diretamente no meio hídrico, sem tratamento ou sujeitas a tratamento insatisfatório, constituem um potencial risco para a qualidade das águas costeiras. Como o licenciamento efetivo de descarga de efluentes industriais ainda se encontra numa fase preliminar, não existem dados precisos para caracterizá-los e quantificá-los relativamente ao impacte que provocam nos ecossistemas costeiros (POOC Pico, 2009).

As escorrências de matéria orgânica, provenientes da agropecuária, por ocasião de precipitações intensas, também podem atingir as águas costeiras e ampliar este problema. A elevada exposição da costa da ilha do Pico, decorrente da sua posição oceânica e a grande distância entre ilhas, bem como o estado oligotrófico das suas massas de água apresentam-se como vantagens à dispersão de nutrientes e poluentes, pelo que não estão definidas zonas vulneráveis como preceituado pelo Decreto-Lei n.º 235/ 97, de 3 de setembro (POOC Pico, 2009).

#### 3.4.1.2.3.2 | Efluentes industriais

A maior parte das indústrias instaladas nos Açores pertencem ao ramo alimentar, pelo que o volume mais significativo de efluentes gerados é de origem orgânica, e por isso biodegradáveis. O processo de licenciamento de descargas de efluentes industriais encontra-se ainda numa fase preliminar, não existindo dados precisos relativos à sua localização, caracterização e quantificação (PROTA, 2008).

Assim, as descargas diretas de efluentes industriais no meio hídrico ou no solo, sem tratamento ou sujeitas a tratamento pouco apropriado às suas especificidades, representam uma ameaça efetiva à qualidade das águas na Região. De acordo com o PRA existem, com potencial pressão sobre as águas costeiras, as seguintes indústrias:

- Lactopico;
- Fábrica de lacticínios Miragaia;
- Sociedade de produção de lacticínios;
- Todas as explorações agro – pecuárias;
- Tunapesca;
- Cofaco.

#### 3.4.1.2.3.3 | Instalações com Regime de Prevenção e Controlo Integrado de Poluição (PCIP)

De acordo com a Diretiva n.º 96/61/CE, do Conselho, de 24 de setembro (revogada pela Diretiva n.º 2008/1/CE de 15 de janeiro) certas atividades económicas que estão potencialmente associadas a uma poluição considerada significativa, definida pela natureza e/ou a capacidade de produção das instalações, estão condicionadas à obtenção de uma Licença Ambiental.

Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto, entretanto revogado pelo Decreto-Lei n.º 173/2008, de 26 de agosto (Diploma PCIP), consagra em Portugal o princípio da licença ambiental encontrando-se no anexo I as atividades abrangidas.

Na RH9, para as ilhas consideradas existem seis instalações abrangidas pelo Diploma PCIP, apenas uma das quais localizada na ilha do Pico (Quadro 3.4.16).

**Quadro 3.4.16** | Lista de Instalações abrangidas pelo Diploma PCIP nas ilhas do Grupo Central e Ocidental

Rubrica PCIP	Instalação	Concelho
5.4 – Gestão de Resíduos	Aterro Intermunicipal do Pico (AMIP)	Madalena

#### 3.4.1.2.3.4 | Resíduos

As infraestruturas existentes em grande parte das ilhas mostram-se insuficientes para encaminhar convenientemente todas as tipologias de resíduos, provocando situações ambientalmente pouco adequadas para a gestão dos mesmos.

A ilha do Pico possui uma infraestrutura de gestão de resíduos, no entanto, existe a deposição direta e ilegal de resíduos no solo.

#### 3.4.1.2.3.5 | Indústria extrativa

Na ilha do Pico, existem explorações de inertes na orla costeira, que foram tidas em consideração aquando a elaboração do POOC Pico, por se tratar de uma indústria com potenciais impactos ao nível das massas de água costeiras e ecossistemas.



Os potenciais impactes poderão ser ainda mais significativos quando a exploração de inertes localizados nas arribas costeiras influenciando qualidade das massas de água costeiras e a alteração dos ecossistemas.

Na Figura 3.4.13, apresentam-se os locais cadastrados pela SRAM, com o fim de exploração de inertes, verificando-se que o maior número das explorações se localiza no concelho da Madalena. De assinalar, no caso específico da extração de areias na ilha do Pico, que as áreas licenciadas, se localizam na integra no concelho das Lajes do Pico.

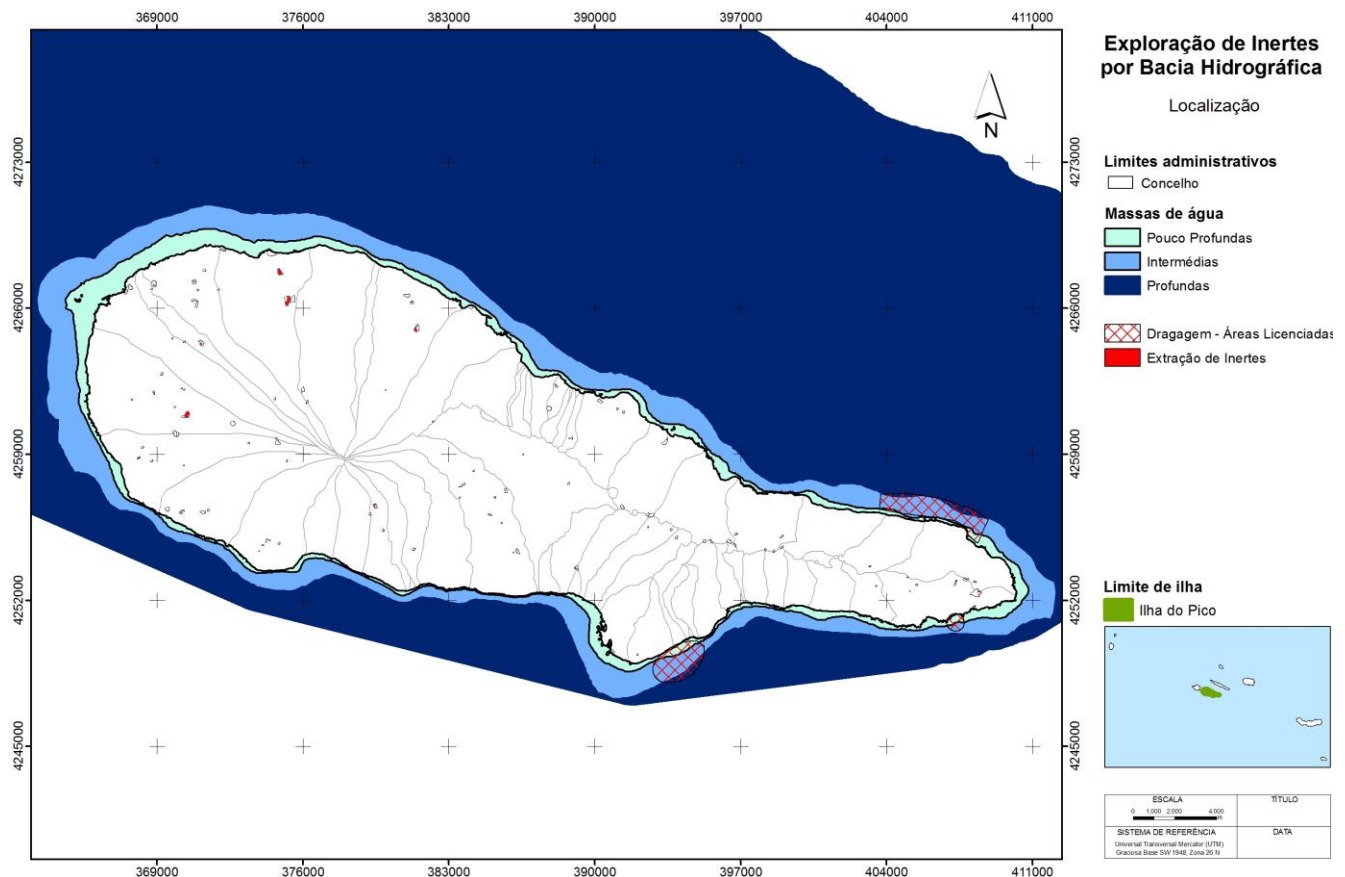


Figura 3.4.13 | Localização das explorações de inertes cadastradas e áreas de dragagem licenciadas.

#### 3.4.1.2.3.6 | Turismo

Como referido anteriormente a indústria do turismo, é uma atividade emergente na RAA. Contudo, observando-se uma expansão sustentada nos últimos anos na ilha do Pico, existindo no ano 2009 quatro estabelecimentos hoteleiros nesta ilha.

De acordo com o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma das Açores, as relações entre ordenamento de atividades, proteção do ambiente e conservação da natureza determinam a importância dos aspetos espaciais, conduziu à delimitação dos Espaços Ecológicos de Maior Sensibilidade, isto é, áreas com algum tipo de condicionamentos de índole biofísica ou ambiental (algumas com expressão legal, como é o caso das Áreas Protegidas).

Os seguintes Espaços Ecológicos de Maior Sensibilidade incluem as seguintes reservas, parques ou zona de proteção:

- Reservas Naturais;
- Reservas Florestais;
- Paisagens Protegidas;
- Biótopos;
- Zonas de Proteção Especial (ZPE);
- Zonas Especiais de Conservação (ZEC);
- Zonas de Risco de Erosão;
- Falésias;
- Zonas Costeiras;
- Bacias Hidrográficas de Lagoas.

Todos estes Espaços são áreas de grande sensibilidade biofísica e/ou paisagístico-ambiental que não apresentam aptidão para a ocupação turística, ou onde esta é, manifestamente, indesejável por motivos de conservação. Nestes Espaços apenas serão admitidas as unidades de alojamento decorrentes dos regimes próprios aplicados aos espaços abrangidos e, genericamente, a recuperação e valorização de edifícios pré-existentes. Sendo que atualmente estes usos ainda não se consideram como uma pressão significativa.

#### 3.4.1.2.3.7 | Substâncias Perigosas

Relativamente às águas costeiras, no caso do Açores, uma das origens que é importante considerar é o transporte marítimo que transporta muitas substâncias perigosas: petróleo, gás liquefeito, fertilizantes, pesticidas e outros químicos industriais. Acidentes ou descuidos durante as operações de rotina ou mesmo perdas de carga em tempestades podem constituir meios de entrada destas substâncias no meio marinho.

O controlo das descargas operacionais de produtos químicos encontra-se regulamentado no Anexo II da convenção Internacional MARPOL 73/78 classificando as substâncias líquidas nocivas em quatro categorias em função do grau de nocividade que apresentam.

De acordo com o PRA, verificou-se não haver qualquer tipo de dados referentes à composição e volume dos efluentes industriais da Região. Das várias indústrias existentes na Região, existem algumas cujas águas residuais são suscetíveis de conterem substâncias perigosas incluídas nas listas I e II. Contudo no caso da ilha do Pico o número desse tipo de indústria terá um significado muito reduzido.

Os dados relativos a substâncias perigosas, disponíveis para as águas costeiras do Arquipélago dos Açores, são escassos e referentes a amostragens pontuais de um determinado composto e apesar do isolamento dos Açores os níveis de metais pesados e outros químicos no ambiente do Arquipélago não parecem diferir significativamente dos observados noutras áreas do Atlântico Norte (Santos et al., 1994). Isto é particularmente verdade para os níveis de metais pesados em grandes peixes migratórios (Monteiro & Lopes, 1990), níveis de mercúrio em cefalópodes (Monteiro

*et al.*, 1992) e aves marinhas (Monteiro *et al.*, 1998). Monteiro *et al.* (1992) encontraram níveis surpreendentemente altos de mercúrio em polvos provenientes de localizações costeiras sob influência urbana como portos, comparados com os níveis encontrados em locais remotos.

Isto sugere que mercúrio proveniente de fontes antropogénicas nas zonas urbanas atinja a espécie através da cadeia alimentar e/ou sedimentos costeiros (Monteiro *et al.*, 1992). Santos *et al.* (1994) sugerem que esta contaminação esteja relacionada com efluentes urbanos, descuido na “eliminação” de pilhas usadas e utilização de tintas antivegetativas. No entanto esta pressão não é considerada significativa na ilha do Pico.

#### 3.4.1.2.3.4 | Transportes marítimos

O transporte de passageiros por via marítima assume atualmente, no conjunto da RAA, uma importância muito relativa. No entanto, o transporte marítimo de passageiros poderá (e deverá) assumir um papel mais relevante no curto-médio prazo e que poderá ser uma componente de pressão sobre as águas costeiras (PROTA, 2008).

Contudo é ao nível do transporte de mercadorias que pela característica insular dos Açores, poderá surgir as pressões mais significativas. A reduzida dimensão de algumas ilhas, aliada à sua dispersão física, torna o abastecimento à RAA um problema sempre presente. Os portos desempenham assim um papel primordial no abastecimento às ilhas e no escoamento da produção açoriana, pelo que este tem sido um setor privilegiado pelos investimentos regionais.

Dentro das pressões mais significativas do tráfego marítimo de mercadorias salienta-se o transporte de hidrocarbonetos. As águas portuguesas, são sulcadas diariamente, por largas dezenas de navios, sendo muito deles navios petroleiros. Com efeito, muito do tráfego de crude desde os centros de produção até aos grandes centros de consumo, como é o caso do Norte da Europa, passa ao largo da costa portuguesa.

Sendo assim verificamos que o "RISCO" de acidentes é uma constante permanente, nas águas costeiras. O risco de poluição por hidrocarbonetos e por substâncias perigosas, seja ele operacional ou accidental, no meio aquático depende de múltiplos fatores, no entanto, a maior parte da poluição por hidrocarbonetos resulta de operações portuárias de rotina ou acidentes em operações de descarga e ou em instalações de armazenamento. As zonas portuárias com terminais petrolíferos estão desta forma sujeitas a um maior risco de poluição accidental ou operacional (REOTA, 2003).

As substâncias perigosas movimentadas nos portos do Açores correspondem sobretudo a combustíveis líquidos, nomeadamente gasolina, gasóleo, jet-fuel e gás liquefeito. Estes chegam aos Açores, mais propriamente a S. Miguel uma vez por mês, vindo de Sines, em quantidades de cerca de 14 a 18 mil toneladas, e quatro vezes por ano chegam à Base dos EUA na ilha Terceira. Para as outras ilhas o transporte deste material inflamável é feito a partir da ilha de S. Miguel (PRA, 2001).

De acordo com o PRA (2001) o desconhecimento por parte das autoridades marítimas acerca do volume e tipo de tráfego marítimo (e carga transportada) que atravessa a ZEE dos Açores, não fazendo escala nos portos da Região, não permite quantificar este mesmo tráfego nem determinar a probabilidade da ocorrência de um acidente com um petroleiro nas águas marinhas dos Açores.

Na contaminação accidental de recursos hídricos, observa-se que, a situação mais perigosa e de maior risco deve-se a descargas accidentais de hidrocarbonetos junto à orla costeira, ou no porto, com navios de transporte de hidrocarbonetos. A situação descrita poderá ter diferentes magnitudes, marcadamente catastróficas, accidentais ou

incidentais. No ano 2000, foram descarregados acidentalmente na orla costeira cerca de 160 m<sup>3</sup> de hidrocarbonetos (SRA, 2001).

#### 3.4.1.2.4 | Poluição difusa

A poluição difusa é causada pela escorrência e infiltração no solo da precipitação, resultando do arrastamento de poluentes naturais e antropogénicos pelo escoamento superficial, até às massas de água rios, lagos, transição, costeiras e subterrâneas. No âmbito geográfico em que nos encontramos uma parte significativa tem como *output* final as massas águas costeiras que rodeiam as ilhas. Neste capítulo podem incluir-se os excessos de fertilizantes e fitofarmacêuticos dos terrenos afetos à pastagem e agricultura, óleos, gorduras, substâncias tóxicas, erosão do solo dos terrenos agrícolas e floresta, materiais sedimentares das áreas urbanas, erosão das margens das linhas de água e movimentos de massas em eventos extremos de precipitação.

De um modo geral as cargas poluentes difusas ocorrem em períodos de tempo intermitentes estando relacionados com a ocorrência de eventos meteorológicos. A intensidade está intimamente ligada com a intensidade e duração do evento de precipitação, sendo o uso do solo um fator determinante nas características deste tipo de poluição.

As metodologias para identificar e quantificar as principais fontes de poluição, geralmente são usadas hipóteses simplificadas e métodos expeditos. No presente PGRHI, para estimar as cargas de origem difusa, consideraram-se as cargas obtidas para as bacias hidrográficas de cada ilha, afetado de um coeficiente de escoamento superficial considerado no balanço hidrológico.

De seguida apresenta-se a identificação e a avaliação de impactes associados a:

- Agricultura/floresta e Pecuária;
- Outras pressões (escorrências de zonas urbanas, lixeiras a céu aberto, limpeza de fossas, operações associadas a atividades marítimas).

##### 3.4.1.2.4.1 | Agricultura/Floresta e Pecuária

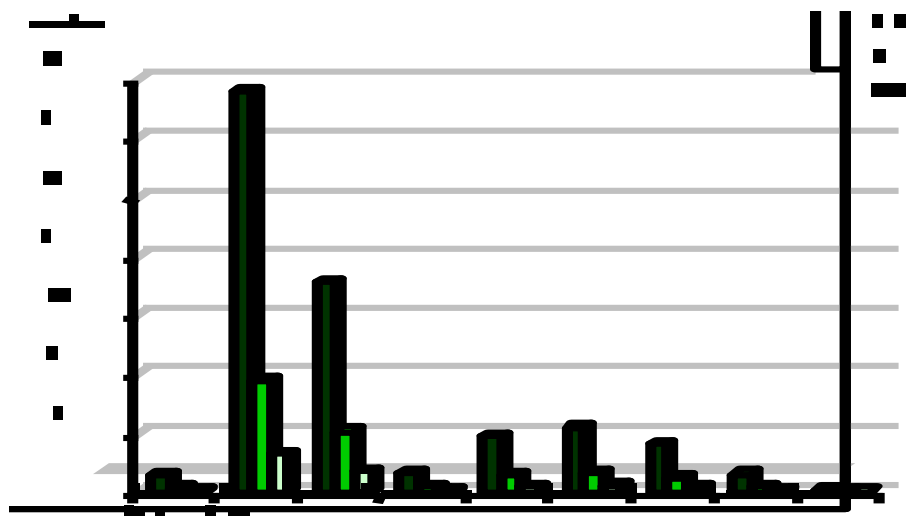
A poluição difusa é caracterizada por ocorrer sobre áreas extensas, transportada por escoamento superficial ou dispersão aérea, entrando no meio recetor de forma difusa e intermitente. Pode ser considerada uma das principais causas de degradação ambiental na Região, constituindo a atividade agropecuária, a sua principal fonte (REOT, 2001).

Nos Açores, é bem visível o surgimento de uma auréola castanha no mar ao redor das ilhas, após uma grande chuvada, resultado da grande erosão a que os solos estão sujeitos. Paralelamente com os sedimentos, são arrastados fertilizantes, pesticidas e outras substâncias perigosas, que vão contribuir para a contaminação das águas costeiras e suas comunidades biológicas. Os sedimentos suspensos, particularmente areias finas e argilas, podem asfixiar os organismos marinhos, colmatando os seus órgãos respiratórios e de alimentação, e reduzem a luz disponível para a fotossíntese. Após assentamento, estes sedimentos podem cobrir as superfícies fotossintéticas, subterrâneas os organismos bentónicos e tornar os substratos rochosos desadequados para a fixação de organismos (PRA, 2001).

A poluição difusa resultante, sobretudo, da atividade agropecuária, assume grande significado como fonte de contaminação dos recursos hídricos (águas interiores e costeiras). Por serem dispersas, irregulares e sem uma

localização específica, as descargas não pontuais são de difícil controlo, especialmente numa Região onde o modelo económico assenta na bovinicultura.

Não estando ainda terminado o modelo de qualificação de pressões em desenvolvimento, conforme referido no ponto 3.4.1.2, os dados relativos à quantificação da contaminação difusa que atinge as zonas costeiras, e assumindo que as linhas de águas interiores (superficiais e subterrâneas) integram grande parte da contaminação difusa existente a montante das zonas costeiras, apresenta-se na Figura 3.4.14 os valores referentes às cargas geradas pelos efetivos pecuários em termos de Carência Química em Oxigénio em cinco dias e Cargas de Fosfato Geradas, determinadas em 2001 no âmbito do PRA.



Fonte: SRA, 2001

**Figura 3.4.14** | Cargas poluentes geradas pela atividade pecuária, por ilha na RAA.

O gráfico evidencia a fraca expressividade das cargas poluentes geradas pela atividade pecuária na ilha do Pico, não obstante, nesta ilha a agropecuária (Quadro 3.4.17), a aplicação abusiva de fertilizantes nas pastagens e os excrementos dos animais são responsáveis pela contaminação microbiológica de solos e recursos hídricos, nomeadamente as massas de água costeiras.

**Quadro 3.4.17** | Cargas de origem biológica na ilha do Pico

Agricultura + florestal (t/ano)		Carga Pecuária (t/ano)				
Ntotal	Ptotal	CBO <sub>5</sub>	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
65 984,9	7 984,8	3 187,1	3 651,4	38 802,8	2 248,5	574,3
Agricultura + florestal (kg/dia km <sup>2</sup> )		Carga Pecuária (kg/dia km <sup>2</sup> )				
Ntotal	Ptotal	CBO <sub>5</sub>	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
406,3	49,2	19,6	22,5	238,9	13,8	3,5

A Figura 3.4.15 apresenta a espacialização das cargas de origem biológica associadas à pressão difusa para a ilha do Pico, relativas ao Azoto Total (agricultura, floresta, pecuária, doméstica, industrial).

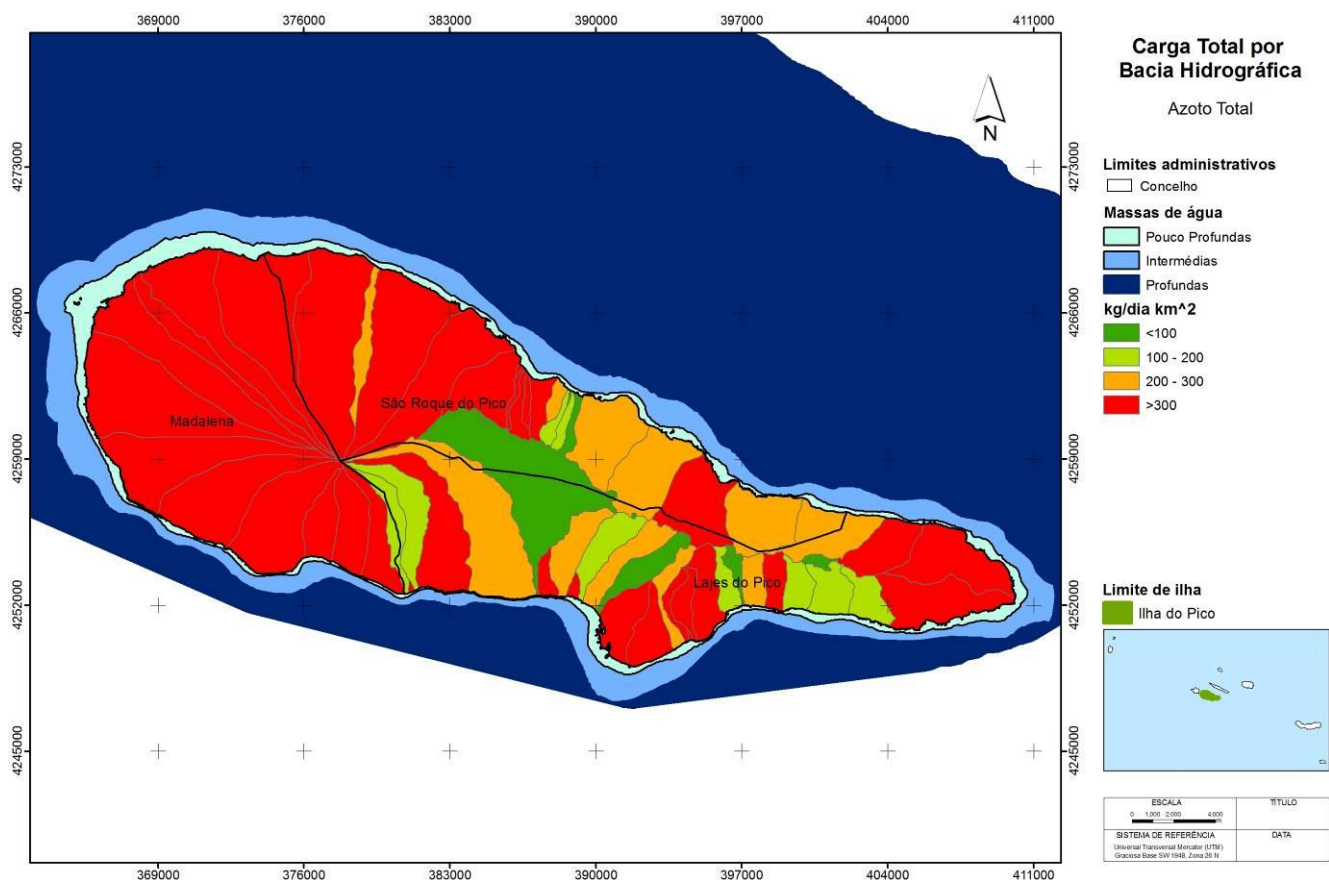


Figura 3.4.15 | Cargas de origem biológica para a ilha do Pico – Azoto total.

Analisando a Figura 3.4.15, verifica-se que, de acordo com as cargas de azoto total, estabelecidos de acordo com Borja *et al.*, 2005, a contribuição das bacias hidrográficas ultrapassa na sua maioria o limiar dos 300kg N/dia km<sup>2</sup>, verificando-se que apenas um número reduzido não ultrapassa o limiar dos 100kg N/dia km<sup>2</sup>. Analisando em termos de carga de Ntotal média, verifica-se que a carga produzida é de cerca de 420,4kg N/dia km<sup>2</sup> e de cerca de 1 232,5kg N/dia km de linha de costa.

Considerando apenas o escoamento superficial de acordo com o balanço hidrológico, cerca de 30% do escoamento superficial total (Figura 3.4.16), como meio de transporte da carga poluente para as linhas de água, verifica-se que para cerca de metade das bacias hidrográficas o limiar dos 100kg N/dia km<sup>2</sup> continua a ser ultrapassado. Em termos de carga de Ntotal média, obtêm-se valores de cerca de 126,1kg N/dia km<sup>2</sup> e 369,7kg N/dia km.

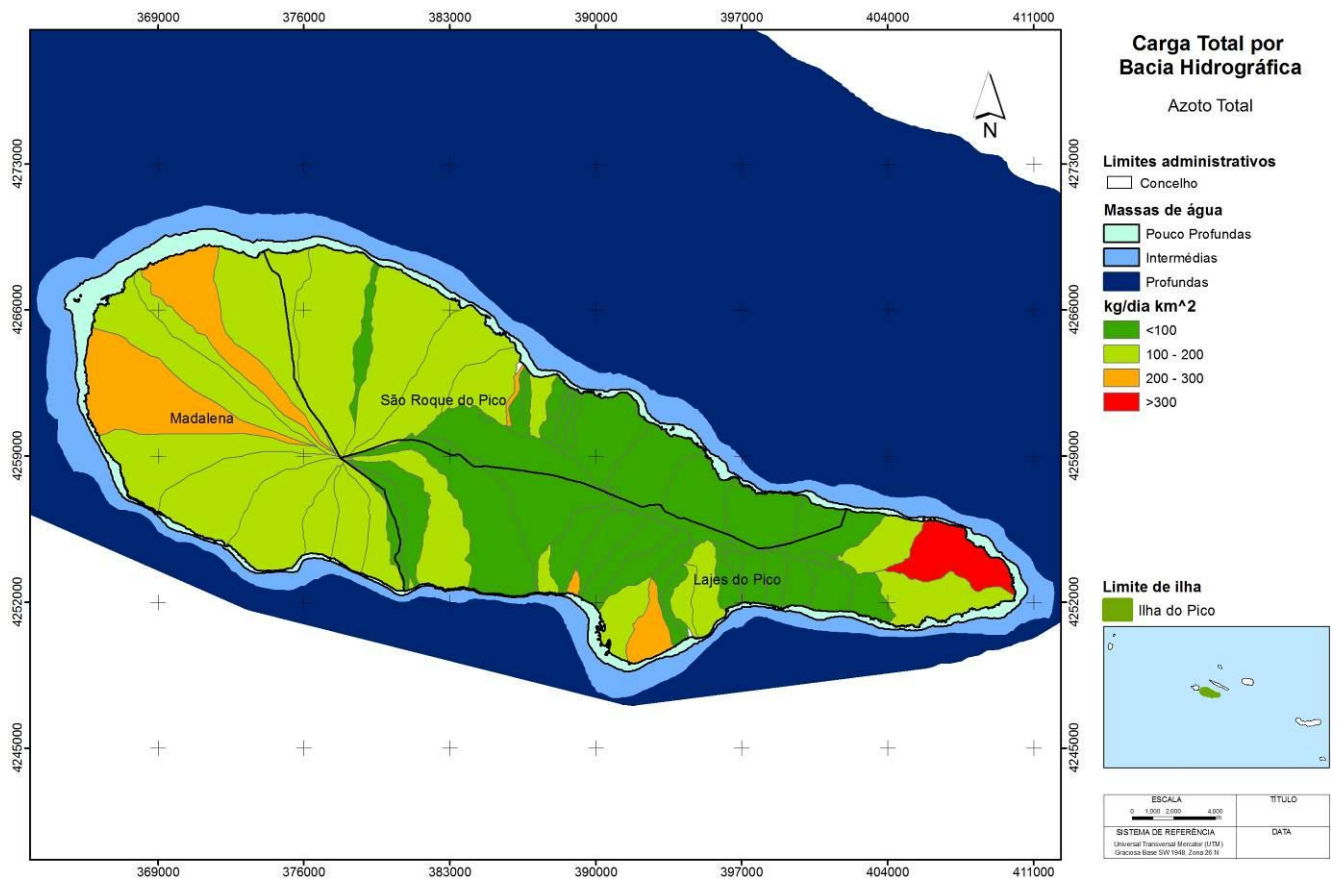


Figura 3.4.16 | Cargas de origem biológica para a ilha do Pico de acordo com o balanço hidrológico – Azoto total.

No entanto, analisando a distribuição das cargas por concelho, verifica-se que o concelho da Madalena e a área Norte de São Roque do Pico são as regiões que contribuem de forma mais significativa para o total da carga poluente.

#### 3.4.1.2.4.2 | Outras Pressões (Esgorências De Zonas Urbanas, Lixeiras a Céu Aberto, Limpeza de Fossas, Operações Associadas a Atividades Marítimas)

De acordo com o PRA, 2001, para além das pressões significativas anteriormente referidas existe um conjunto de pressões que poderão contribuir também para a intensificação da poluição difusa:

- A prática generalizada da utilização de lixeiras a céu aberto onde se processa a combustão dos lixos leva a um risco acrescido de poluição difusa para o meio marinho envolvente das ilhas, pois a elevada pluviosidade que caracteriza o clima local rapidamente transporta as substâncias e poeiras presentes nos fumos para a superfície do mar circundante. No entanto, alguns concelhos (Corvo; Calheta-São Jorge; Horta; Angra do Heroísmo e Praia da Vitória) já reverteram esta situação com a utilização de aterros sanitários;
- As escurências de águas pluviais também arrastam substâncias provenientes do tráfego de veículos (sobretudo óleos, derivados combustíveis e outros resíduos que são depositados sobre as estradas) e das pistas dos aeroportos, bem como de resíduos industriais. Assim é de esperar que entrem no ambiente marinho quantidades consideráveis de hidrocarbonetos através dos sistemas de drenagem

pluvial (que estão geralmente ligados à rede de esgotos quando esta existe) dos centros urbanos, onde também é generalizada a descarga ilegal de óleos usados;

- Considerando a elevada porosidade dos solos em algumas ilhas é lícito pensar que qualquer contaminação destes irá, em última análise, ter ao mar, através da escorrência da água nos solos. Assim será importante considerar que os sumidouros poderão ser uma fonte de contaminação não negligenciável sobretudo em zonas próximas do litoral;
- Na limpeza das fossas, realizada nas diversas ilhas pelos Serviços Municipais, quando existem, ou pelos bombeiros, nem sempre são tomadas as medidas mais corretas para o seu despejo, não sendo raro que este seja efetuado no mar;
- As operações associadas a atividades marítimas, nomeadamente, descargas provenientes dos tanques de carga dos navios-tanque, dos tanques de resíduos e do esgoto de porões e casas de máquinas de todos os navios, constituem também fontes de poluição difusão que são extremamente difíceis de quantificar. A maioria dos navios, dos de carga aos de recreio, utilizam tintas no casco com componentes químicos para aí evitar a fixação e desenvolvimento organismos marinhos. O efeito destas substâncias é garantido por uma solubilização lenta o que obviamente será uma fonte de contaminação difusa da água.

#### 3.4.1.2.5 | Alteração morfológica

As condições da hidromorfologia costeira vão-se modificando pela ação de agentes naturais (agitação, marés, vulcanismo, tempestades) e antropogénicas (reperfilamento de taludes litorais, aterros, construção de obras de defesa e portuárias, dragagens e extração de inertes).

A transformação do litoral, causada por infraestruturas costeiras, como portos, piscinas, avenidas litorais, etc., nem sempre valoriza ou tem em conta as características biológicas da área afetada. Para além da própria alteração física do local, pode levar a alterações do regime de sedimentação e indiretamente a modificações do meio (PRA, 2001).

As alterações morfológicas na zona costeira têm como resultado a modificação da hidrodinâmica local, refletindo-se no padrão natural da direção da agitação (refração, difração e reflexão), da propagação da onda de maré e da regeneração de água em especial dentro das infraestruturas portuárias.

Deste modo pode-se distinguir um grupo de alterações que apresentam maior influência na morfologia e um outro que para além de alterar a morfologia local altera as condições hidrodinâmicas locais, designadamente: dragagens; obras de defesa costeira; piscinas em ZB; infraestruturas portuárias e; esporões.

#### **Dragagens**

O licenciamento da dragagem de areia dos fundos marinhos dos Açores compete à SRAM, considerando que a Lei de titularidade dos recursos hídricos (Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro) atribui a jurisdição do domínio público marítimo aos departamentos do Governo Regional dos Açores. Recentemente foi apresentada à Assembleia Legislativa Regional uma proposta de diploma sobre o Regime Jurídico da extração de inertes na faixa costeira e no mar territorial dos Açores, que aguarda os trâmites legais para a sua aprovação.



A dragagem de areias dos fundos marinhos provoca alterações físicas generalizadas que podem ser ruinosas. Os seus efeitos incluem a alteração da topografia dos fundos, a destruição do biota e do seu habitat e a ressuspensão maciça de sedimentos. As partículas de sedimentos ressuspensas retiram oxigénio, podendo provocar situações de hipóxia (pouco oxigénio) ou anóxia (ausência de oxigénio) em áreas localizadas (Norse, 1993), tendo ainda um outro efeito negativo sobre os organismos filtradores, ao provocar a colmatação das suas estruturas filtradoras. Por outro lado, operações de dragagem executadas deficientemente e em locais poluídos, podem provocar a remoção de substâncias contaminantes retidas nalguns leitos de sedimentos.

Para definir as áreas passíveis de extração, a SRAM, em conjunto com Departamento de Oceanografia e Pescas/Instituto do Mar (DOP/IMAR), desenvolveu o Estudo de Prospeção de Areias Submersas das ilhas do Faial, Pico e São Miguel (2004-2006), que fundamentou o processo de atribuição de licenças, locais e volumes de extração.

No Quadro 3.4.18 apresentam-se os volumes totais das licenças, atribuídas a empresas de dragagem da Região.

**Quadro 3.4.18** | Volumes licenciados na RAA (m<sup>3</sup>/ano)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2009
Terceira	20 000 <sup>1</sup>	60 000 <sup>2</sup>	30 000 <sup>1</sup>	30 000 <sup>1</sup>	30 000 <sup>1</sup>	30 000 <sup>1</sup>	97 500
Pico	-	75 000 <sup>3</sup>	7 500 <sup>3</sup>	7 500 <sup>3</sup>	-	-	28 000
Graciosa	-	2 500 <sup>1</sup>	2 500 <sup>1</sup>	4 000 <sup>2</sup>	-	-	6 900
Flores/Corvo	-	-	-	1 600 <sup>1</sup>	-	-	5 250
São Jorge	-	-	-	-	-	-	10 500
Faial	-	-	-	-	-	-	20 000

Nota: <sup>1</sup> Volume licenciado para a única empresa; <sup>2</sup> Volume licenciado a um total de duas empresas; <sup>3</sup> Volume licenciado a um total de três empresas  
 Fonte: SRAM

Estas licenças foram atribuídas sem que tenham sido realizados estudos prévios de impacte ambiental nos locais definidos para dragagens. Não existe desta forma uma caracterização dos referidos locais, nem o conhecimento acerca do impacto provocado por esta atividade sobre o ecossistema e as suas comunidades. Apesar de parecerem aparentemente pouco importantes em termos biológicos, estes ecossistemas arenosos são praticamente desconhecidos, não sendo desta forma possível avaliar qual a sua importância em termos ecológicos. Por outro lado, este tipo de substrato é pouco comum no litoral das ilhas, o que só por si justifica uma tomada de precauções acrescida.

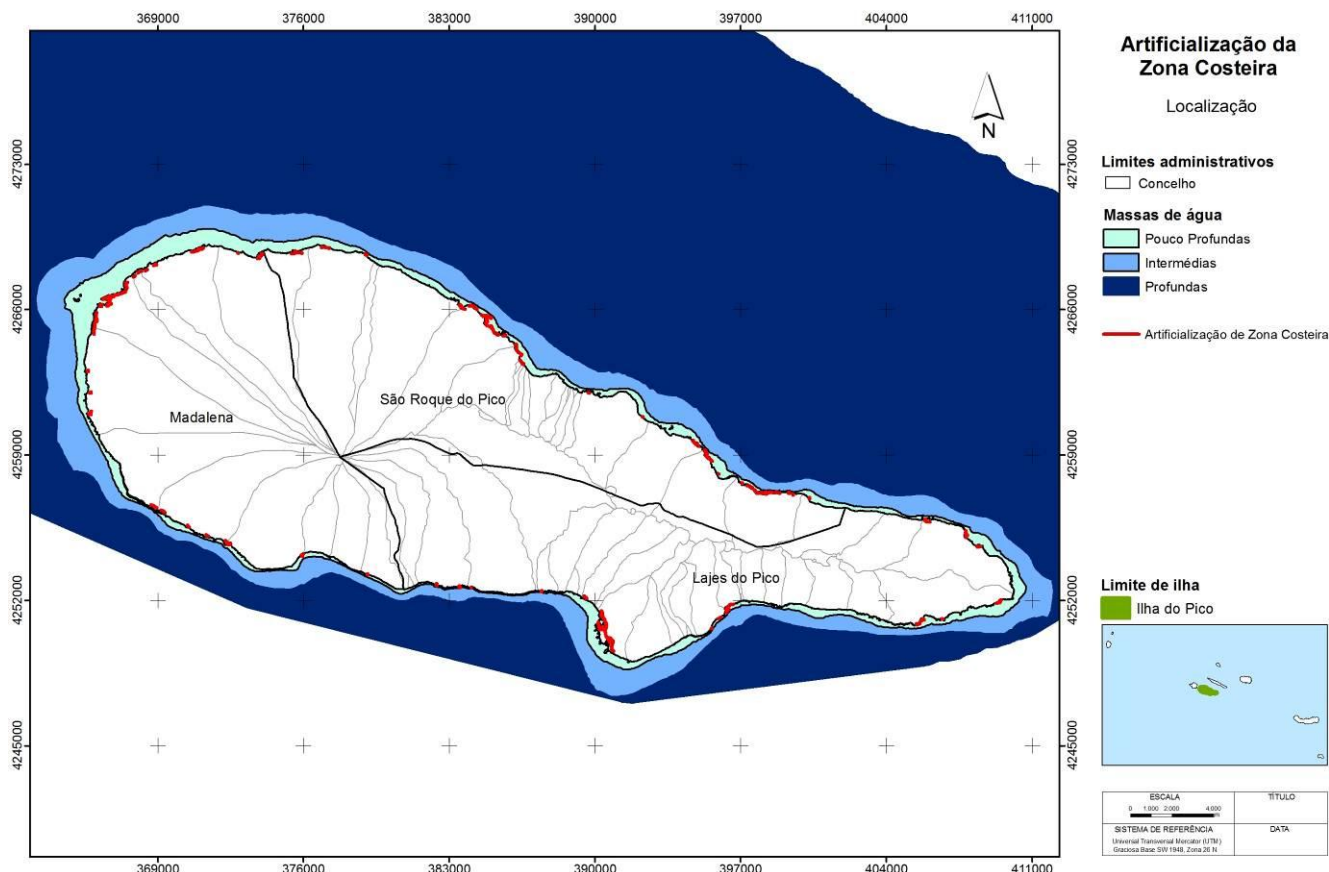
É ainda de referir que, no passado foram efetuadas dragagens ao largo da costa da ilha do Pico provocando alterações intensas na dinâmica natural dos ecossistemas existentes.

Não obstante atualmente não se encontrar nenhuma extração em atividade nesta ilha, para salvaguardar questões futuras e pela significância dos efeitos desta atividade neste tipo de ilhas, torna-se indispensável a realização de estudos de impacte ambiental nos locais delimitados para dragagens e respetivas zonas adjacentes, por forma a determinar quais os impactos que este tipo de atividade terá nas comunidades marinhas, tentando selecionar locais onde as perturbações inerentes ao processo de dragagem se façam sentir de uma forma menos acentuada.

### Obras de defesa costeira

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

Na Figura 3.4.17 estão localizadas as obras de defesa costeira, estando associadas aos aglomerados urbanos existentes, contribuindo decisivamente para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal. Analisando a Figura 3.4.10, verifica-se que as obras de defesa costeira de maior dimensão (obras de defesa aderente e muros marginais de retenção e de suporte de rodoviário) localizam-se no perímetro da área portuária da Madalena, São Roque d Pico e das Lajes do Pico, bem como na zona costeira de Santo Amaro no concelho de São Roque do Pico.



**Figura 3.4.17** | Localização das obras de defesa costeira e portuária que contribuem para a artificialização da zona costeira.

As estruturas de defesa costeira são implantadas quando se pretende defender aglomerados urbanos ou infraestruturas, nomeadamente viárias, em relação às ações do mar: galgamentos pelas ondas, inundações resultantes dos galgamentos, infraescravações de fundações e erosões. Na ilha do Pico são de assinalar as seguintes obras:

- Proteção costeira do Terreiro de São Mateus e Baía das Canas;
- Reforço do muro do adro da Igreja da Calheta do Nesquim;
- Reforço da muralha da Urzelina – São Mateus;
- Reconstrução dos muros de proteção costeira dos lugares do Canto do Calhau e do Calhau Miúdo – Fajã de S. João;

- Proteção Costeira da casa do fio;
- Proteção de muro na orla costeira – Sítio do Calhau – Candelária – Madalena;
- Obra costeira junto ao Salão da Manhêna – Piedade;
- Proteção da fundação de muro na orla costeira – Areia Larga – Madalena do Pico;
- Construção de barreira de proteção na orla costeira – Porto São Mateus – Madalena do Pico;
- Obra costeira junto ao Salão da Manhêna – Piedade – Lajes do Pico;
- Reparação e reforço da orla costeira no caminho do Farol – Prainha de São Roque;
- Proteção Costeira do Pocinho;
- Estrutura longitudinal aderente na frente urbana e zona portuária da Madalena (Concelho da Madalena);
- Estrutura longitudinal aderente a Sul da Areia Larga, estrutura extensa em pedra com murete (Concelho da Madalena);
- Estrutura longitudinal aderente a Norte da Canada das Adegas, em pedra (Concelho da Madalena);
- Estrutura longitudinal aderente a Norte do Porto de São Mateus, em pedra (Concelho da Madalena);
- Estrutura longitudinal aderente na frente urbana das Lajes do Pico, Lagoa e São Pedro (Concelho de Lajes do Pico);
- Cancela da Areia, Ribeiras, com um recinto desportivo (Concelho de Lajes do Pico);
- Ribeiras, muro de suporte da marginal, em pedra, com infraescavações (Concelho de Lajes do Pico);
- Santo Amaro, muro de suporte da marginal com sobre elevação (Concelho de São Roque do Pico);
- Portinho, junto da Ponta de São João Salino, protegendo uma habitação (Concelho de São Roque do Pico);
- Prainha de Baixo, em pedra e betão (Concelho de São Roque do Pico);
- Prainha, na estrada (Concelho de São Roque do Pico);
- Estrutura longitudinal aderente a Norte da Prainha, em construção até ao farolim (Concelho de São Roque do Pico);
- Cais do Pico (Concelho de São Roque do Pico);
- S. Roque (Concelho de São Roque do Pico);

- Estrutura longitudinal aderente a Norte do cais do Pico, com uma grande extensão (Concelho de São Roque do Pico);
- Cachorro, de proteção a uma habitação (Concelho da Madalena);
- Estrutura longitudinal aderente em Baixio Pequeno, em enrocamento (Concelho da Madalena);
- Cais do Mourato, edificação e anexos avançados com parede de betão (Concelho da Madalena);
- Barça (Concelho da Madalena);
- Santana, construções mal enquadradas paisagisticamente, protegidas por enrocamento (Concelho da Madalena);
- Estrutura longitudinal aderente na zona adjacente ao enraizamento do quebra-mar da Madalena (Concelho da Madalena).

#### Infraestruturas portuárias e quebra-mares

As obras costeiras, nomeadamente as infraestruturas costeiras, alteram a orla costeira. Ao longo do perímetro das ilhas, encontra-se uma série destas obras, alterando a dinâmica costeira, particularmente em termos hidromorfológicos e hidrodinâmicos do local. Como tal, para cada ilha, são apresentadas algumas destas intervenções efetuadas desde 2004, bem como as intervenções referidas nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira das ilhas, representando pressões sobre as águas costeiras e de transição.

As estruturas portuárias e os respetivos equipamentos existentes nas ilhas dos Açores, que também podem ser entendidas como zonas de costa artificializada e de pressão, conduzem a eventuais alterações hidromorfológicas e hidrodinâmicas ao longo das zonas costeiras, com impactos nas águas costeiras.

Da análise da Figura 3.4.18, verifica-se que as grandes obras portuárias se localizam em São Roque do Pico, Madalena e Lajes do Pico onde estão localizados dois quebra-mares de grandes dimensões com cerca de 450m, 550m e 650m comprimento, respetivamente

De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 13/2000/A, de 20 de maio, sobre os Portos da RAA, verifica-se que na ilha do Pico estão classificados: o porto de São Roque na classe B; os portos da Madalena e das Lages na classe D e classificado como “portinho” as restantes infraestruturas portuárias.

No quadro seguinte (Quadro 3.4.19) encontram-se listados os portos (13) e portinhos (14) da ilha e a respetiva classificação dos portos.

**Quadro 3.4.19** | Listagem de portos e portinhos da ilha do Pico

Portos		Portinhos
Nome	Classe	
Madalena	C	Areia Larga
Monte Calhau	D	Pocinho
São Mateus	D	Fogos
São Caetano	D	Guindaste

Portos		Portinhos
Nome	Classe	
São João	D	Santa Margarida ou Baixas ou Terra de pão
Lajes	C	Silveira
Santa Cruz das Ribeiras	D	Baixa Ribeira
Calheta do Nesquim	D	Cais do Pico
Manhenha	D	Santo António
Calhau da Piedade	D	Lajido
Santo Amaro	D	Cachorro
Prainha do Norte	D	Cais do Morato
São Roque	B	Formosinha
		Barca

Fonte: POTRRA, 2007

Na Figura 3.4.18 apresenta-se a distribuição das diferentes infraestruturas portuárias na ilha do Pico.

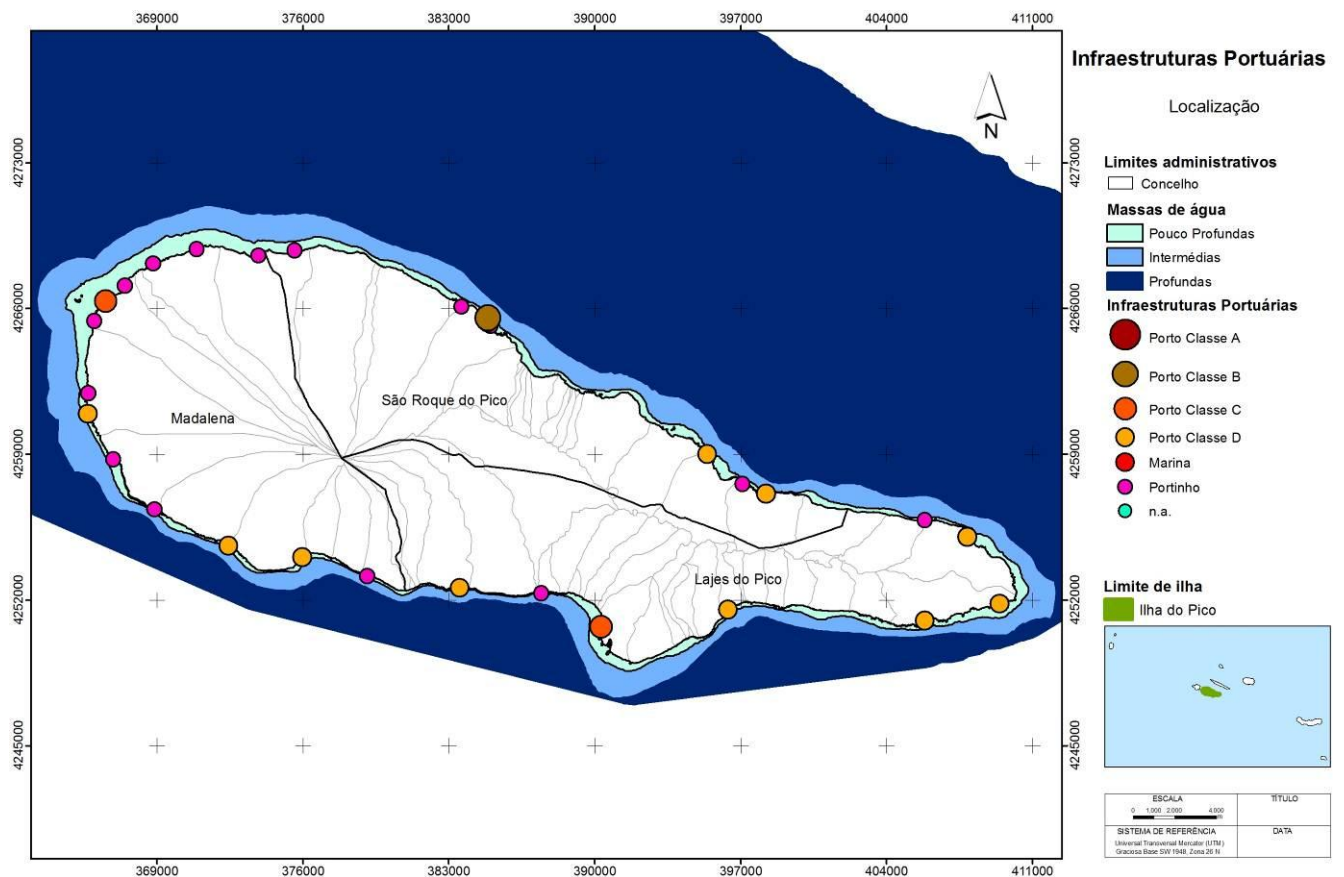


Figura 3.4.18 | Distribuição das infraestruturas portuárias na ilha do Pico.

Os portos de São Roque do Pico e da Madalena têm valências comerciais. O porto das Lajes do Pico é o único que atualmente tem um núcleo de recreio recente (POOC Pico, 2009).

### 3.4.1.2.6 | Pressão biológica

A forte ocupação do litoral tem conduzido à redução das áreas de nidificação das aves migratórias. De entre as aves que utilizam o Arquipélago refiram-se o garajau comum, *Sterna hirundo*, o garajau rosado, *Sterna dougalli*, e a cagarra, *Calonectris diomedea borealis*, das quais o garajau rosado encontra-se ameaçado de extinção e as populações de cagarra parecem estar em regressão.

Além disso verifica-se em muitos aglomerados urbanos litorais o despejo de detritos na costa. A estes, que são de natureza vária, há ainda a acrescentar o lixo que é acidentalmente arrastado para a costa pelo mar. Podemos classificar estes detritos de acordo com a sua origem: os relacionados com atividades de recreio e o turismo, os de origem doméstica e os provenientes da atividade piscatória e da navegação.

#### Pescas

A RAA possui uma importante parcela da ZEE portuguesa, a maior da UE. Devido à natureza oceânica das ilhas, o número de bancos de pesca é reduzido e as plataformas que constituem uma possível zona de pesca são bastante irregulares. As capturas de peixes pélagicos (sobretudo tunídeos: bonito e patudo, mas também pequenos pelágicos: chicharro) e de peixes demersais (várias espécies, sendo o goraz a mais importante em termos económicos) constituem as duas pescarias principais dos Açores. Nos últimos anos, em termos de biomassa desembarcada, os demersais tornaram-se no principal recurso, sobretudo por decréscimo das capturas dos tunídeos (REOTA, 2003).

De facto, a biomassa de pescado desembarcado nos Açores tem vindo a diminuir, em grande parte devido às grandes oscilações nas capturas interanuais de tunídeos, devidas a razões ambientais ou ao depuramento destes recursos internacionais (OSPAR, 2000 - Convenção Internacional para a Proteção do Ambiente Marinho do Atlântico NE). A exploração dos recursos demersais parece ter atingido ou ultrapassado os valores máximos de esforços recomendados (Silva *et al.*, 1995; Menezes *et al.*, 1999; Pinho *et al.*, 1999).

De referir que cerca de 99% da pesca descarregada na ilha do Pico corresponde a peixes marinhos, dos quais se destacam principalmente os recursos pélagicos (tunídeos e chicharro) e os recursos de peixes demersais (diversas espécies de peixes, salientando-se pela importância económica o goraz, cherne e pargo). O total de moluscos e os crustáceos desembarques em lota (em 2010), correspondem à percentagem restante para perfazer os 100% (SREA, 2011) (Quadro 3.4.20).

Quadro 3.4.20 | Quantidade de pesca na ilha do Pico

		Anos								
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
		Quantidade Pesca (Kg)								
Demersal		19 908	119 903	119 774	185 872	157 388	186 053	205 663	236 731	174 335
Pelágica		119 812	2 003 814	2 507 835	1 036 125	3 703 212	4 235 456	1 143 704	1 585 140	4 640 709
Molusco		3 387	8 140	8 517	9 986	14 367	99 086	92 931	46 441	47 038
Crustáceo		5	51 834	13 624	421	1 416	980	1 216	2 397	1 673
Outras espécies		10	30	476	383	226	202	169	94	2

De acordo com o PRA, 2001, o crescimento populacional e do turismo, e a exportação para outros mercados, intensificou a procura de especialidades locais, como o cavaco, *Scyllarides latus*, a lagosta, *Palinurus elephas*, as cracas, *Megabalanus azoricum*, as amêijoas, *Ruditapes decussatus*, as lapas, *Patella sp.*, o polvo, *Octopus vulgaris*, e o mero, *Epinephelus guaza* (Costa *et al.*, 1993).

Um exemplo de sobre-exploração é a apanha de lapas. A intensa exploração das lapas para consumo próprio e fins comerciais terá levado ao seu quase desaparecimento nalgumas ilhas. A proibição da apanha destes moluscos foi então decretada nos grupos Oriental e Central (Santos *et al.*, 1994). Com esta interdição, as populações de lapas têm vindo a recuperar o seu efetivo. Em 1993 foi levantada a interdição embora hajam ainda algumas restrições à sua recolha. O valor comercial destas espécies chegou a ser muito elevado, tendo ocupado o sexto valor económico nas espécies transacionadas nas lotas do arquipélago (Monteiro, 1991). Diversos estudos têm demonstrado que, quer a densidade quer o tamanho máximo destas lapas, têm decrescido nos últimos 20 anos (Martins *et al.*, 1987).

Este facto tem sido atribuído essencialmente à sua exploração, embora possam também estar envolvidos outros fatores. Na ausência de predação exercida pelas lapas, por exemplo, as algas tendem a multiplicar-se, limitando a área de possível fixação das larvas daquele molusco e alterando toda a paisagem e composição do ecossistema.

Segundo Santos *et al.* (1994), 19 espécies de peixes açoreanos têm um estatuto de conservação. Destas, quatro estão comercialmente ameaçadas e quatro são raras. Destas, *Epinephelus guaza* está protegida dos caçadores submarinos e, segundo Santos (1992), a proteção deveria ser alargada ao badejo (*Epinephelus alexandrinus*), espécie aparentada com a anterior mas menos abundante (PRA, 2001).

### **Espécies exóticas**

Devido ao fluxo de nutrientes proveniente de terra, a concentração de nutrientes nas águas costeiras é mais elevada do que em alto mar. Isto significa que as alterações biológicas devidas à eutrofização far-se-ão sentir mais em zonas costeiras e particularmente abrigadas, como lagoas costeiras e baías semi- fechadas, do que em grandes áreas marinhas abertas.

A sequência de alterações que caracterizam os sucessivos estados da eutrofização no mar, é a seguinte: a) aumento da produção primária, por aumento rápido e excessivo de fitoplâncton; b) alteração na composição das espécies vegetais; c) florescências ("blooms") muito densas, por vezes tóxicas; d) diminuição de oxigénio devido à decomposição das algas que pode levar a condições de anóxia; e) efeitos adversos em peixes e invertebrados; f) impacto na amenidade; g) alteração na estrutura das comunidades bentónicas. Nem todas estas características são observadas em todos os casos e a sequência no seu todo nem sempre é óbvia.

A eutrofização pode alterar o valor recreativo das águas marinhas e prejudicar a prática de diversas atividades tais como, a pesca ou os banhos, daí resultando não só impactos sociais negativos com percas em termos económicos.

De referir, de acordo com a bibliografia consultada ao nível de florescências algais, a problemática da *Caulerpa webbiana*, mais localizada nas ilhas do Faial e Pico e a inexistência de casos de eutrofização nas águas marinhas do Arquipélago dos Açores. Porém, a monitorização das águas em relação a estes aspetos é ainda escassa.

Existe pouca informação disponível sobre o fitoplâncton das águas marinhas da região, sabendo-se, no entanto, existirem espécies de fitoplâncton responsáveis por florescências algais noutras regiões do globo.

As fontes mais comuns de nutrientes no meio marinho, são os efluentes domésticos, as escorrências agrícolas provenientes de práticas de agropecuárias intensivas e efluentes industriais das unidades de processamento alimentar.

A elevada exposição das costas das diversas ilhas do Arquipélago, consequência da sua posição oceânica e grande distância entre elas, bem como a natureza oligotrófica das suas massas de água apresentam-se como vantagens à dispersão de nutrientes e poluentes, o que por si só diminui o risco de eutrofização. Porém em zonas protegidas, como é o caso de baías, portos e marinas, o risco de eutrofização e ocorrência de blooms algais potencialmente tóxicos, torna-se maior.

Nos Açores é possível identificar algumas zonas de risco, nomeadamente a Baía das Lajes do Pico, na ilha do Pico.

#### 3.4.1.2.7 | Avaliação das pressões nas águas costeiras e de transição

De acordo com os documentos consultados (IMPRESS, 2002 e Borja, *et al.*, 2004), onde é efetuada uma revisão de ferramentas para a determinação de pressões em meios marítimos, verifica-se que não existe praticamente nenhum método para a avaliação de pressões para estas massas de água.

Deste modo, partindo do catálogo de pressões, foram identificadas e caracterizadas as pressões existentes para a ilha do Pico, independentemente do significado das diferentes pressões (poluição, artificialização...).

Em certos casos, como na artificialização da linha de costa, foram agrupadas pressões para aumentar o seu significado. Neste caso, incluíram-se aspetos relacionados com a presença de infraestruturas e com as perdas de área intertidal.

Neste seguimento, foi definido um conjunto de pressões, consideradas relevantes, e que poderão causar os principais impactes nesta região insular. Uma vez selecionadas as pressões relevantes, foi necessário classificá-las em significativas ou não significativas. Assim, foram estabelecidos quatro níveis para as pressões relevantes (Elevada, Moderada, Baixa, Ausente).

Estes níveis tenderão a considerar a magnitude da pressão e a sensibilidade do meio. Daqui decorre que a valorização da pressão de uma massa de água será significativa ou não significativa se ocorrem sobre o meio as pressões consideradas. O valor da pressão média global calcula-se com base na atribuição de um valor a cada nível de pressão (Elevada – 6, Moderada – 4, Baixa – 2, Ausente – 0). Com base no valor médio obtido, classificam-se o estado e a pressão: Ausente, se o valor se situar entre 0-1; Baixo, se o valor se situar entre 1-3; Moderado, se o valor se situar entre 3-5; Elevado, se o valor for > 5.

Com base nesta classificação, pode definir-se o estado de pressão:

- Pressão alta (significativa): Existe uma elevada probabilidade de produzir impacte sobre a massa de água;
- Pressão moderada (significativa): Existe uma certa probabilidade de produzir impacte sobre a massa de água;
- Pressão baixa (não significativa): Existe uma elevada probabilidade de não produzir impacte sobre a massa de água;



- Pressão Ausente (não significativa): Não é produzido impacto sobre a massa de água.

Assim, pode concluir que, se o valor obtido for inferior ou igual a 3, a pressão global sobre o meio não terá significado, considerando-se o mesmo estado para o caso de não existirem dados. Seguindo o mesmo princípio, se o valor for superior a 3, a pressão global sobre o meio será significativa.

#### 3.4.1.2.7.1 | Identificação das pressões relevantes

A metodologia apresentada, adaptada de Borja *et al.*, 2005, que utilizou a aproximação *DPSIR* (*Driver, Pressure, State, Impact, Response*), para avaliar o risco de as massas de água costeiras e de transição não atingirem o Bom estado ecológico, no País Basco, Espanha.

Assim, após a identificação e caracterização das pressões, foram estabelecidos grupos de pressões relevantes descritos em seguida:

- Pressão originada pelo nutrientes – relacionar a avaliação das características de mistura, que proporciona a diluição potencial da massa de água em conjunto com a taxa de regeneração ou dinâmica marítima, para as águas costeiras e águas marítimas, respetivamente. Este parâmetro foi utilizado com o objetivo de proporcionar uma medida da sensibilidade da massa de água aos inputs de nutrientes. Consequentemente, a comparação da carga total de nutrientes com a sensibilidade e o nível de pressão foram efetuados. Com esta análise pretende-se determinar o efeito potencial das entradas de cargas nutrientes elevadas nas massas de água, em particular a da eutrofização (Quadro 3.4.21);

**Quadro 3.4.21** | Determinação do nível de pressão pela carga de nutrientes, em águas costeiras e de transição, produzido pelas descargas de nutrientes. Modificado de Borja *et al.* 2005. S-Sensibilidade; P-Pressão

Características de mistura	Diluição potencial	Taxa de Renovação (t)*		
		Alta (horas)	Moderada (dias)	Baixa (semanas)
Mistura Total	Alta	Baixa S	Baixa S	Moderada S
Mistura Parcial	Moderada	Baixa S	Moderada S	Alta S
Estratificação permanente	Baixa	Moderada S	Alta S	Alta S
Carga de CBO <sub>5</sub>		Sensibilidade		
Ausente		Baixa Sem P	Moderado Sem P	Alto Baixa P
Baixa		Baixa P	Baixa P	Moderada P
Moderada		Baixa P	Moderada P	Moderada P
Alta		Moderada P	Alta P	Alta P
Carga de Azoto		Sensibilidade		
Ausente	<100 kg N/dia km <sup>2</sup>	Baixa Sem P	Moderado Sem P	Alto Baixa P
Baixa	100-200 kg N/dia km <sup>2</sup>	Baixa P	Baixa P	Moderada P
Moderada	200-300 kg N/dia km <sup>2</sup>	Baixa P	Moderada P	Moderada P
Alta	>300 kg N/dia km <sup>2</sup>	Moderada P	Alta P	Alta P

\*Associada à dinâmica costeira, tendo em consideração as características de agitação marítima, correntes e maré.

- Poluição da água – para este tipo de pressão, devem utilizar-se variáveis de concentração de metais de compostos orgânicos. Este parâmetro pode ser determinado pela percentagem de amostras de água que não cumprem os objetivos de qualidade de acordo com a legislação em vigor (Quadro 3.4.22 e Quadro 3.4.26).

**Quadro 3.4.2** | Número máximo de amostras que poderão não ser conformes (DL 152/97 de 19 de julho, Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A)

Série de amostras colhidas durante um ano	Número máximo de amostras que poderão não ser conformes
4-7	1
8-16	2
17-28	3
29-40	4
41-53	5
54-67	6
68-81	7
82-95	8
96-110	9
111-125	10
126-140	11
141-155	12
156-171	13
172-187	14
188-203	15
204-219	16
220-235	17
236-251	18
252-268	19
269-284	20
285-300	21
301-317	22
318-334	23
335-350	24
351-365	25

- Sedimentos poluídos – relaciona-se com a superfície de sedimentos contaminados, de acordo com a portaria n.º 1450/2007, de 12 de novembro (Quadro 3.4.31), sendo, deste modo, determinado com base na percentagem de superfície da massa de água que contem sedimentos que não cumprem os objetivos de qualidade, tendo como impacto potencial a produção de toxicidade, a poluição dos ecossistemas, etc. (Quadro 3.4.32).

**Quadro 3.4.23** | Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (µg/kg)

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
	<b>Metais</b>				
Arsénio	<20	20-50	50-100	100-500	>500
Cádmio	<1	1-3	3-5	5-10	>100

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
<b>Metais</b>					
Crómio	<50	50-100	100-400	400-1000	>1000
Cobre	<35	35-150	150-300	300-500	>500
Mercúrio	<0,5	0,5-1,5	1,5-3,0	3,0-10	>10
Chumbo	<50	50-150	150-500	500-1000	>1000
Níquel	<30	30-75	75-125	125-250	>250
Zinco	<100	100-600	600-1500	1500-5000	>5000
<b>Compostos orgânicos</b>					
PCB (soma)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
PAH (soma)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
HCB	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50

- Alterações morfológicas – utilizadas para avaliar várias pressões relevantes provocadas pela artificialização da linha de costa, nomeadamente pela construção de estruturas de defesa costeira e portuária, dragagens dentro e fora das bacias portuárias e deposição (aterros), que provocam importantes impactos relacionados com a artificialização da linha de costa, alteração dos fundos marinhos e margens das massas de água, alteração e perda da habitats e introdução de poluentes nos ecossistemas (Quadro 3.4.32). Considera-se ainda, para as massas de água de transição, a introdução de estruturas transversais e longitudinais que alterem as condições naturais dos padrões hidrodinâmicos, de regeneração/mistura e de profundidade média da massa de água (Quadro 3.4.32).
- Número de amarrações para embarcações (Instalações portuárias – portos, marinas, portinhos) – considera-se um índice de alteração morfológica, podendo ser uma fonte de poluição, de alteração do habitat e indicador da alteração dos fundos (Quadro 3.4.24).
- Pressões biológicas – avaliação do volume de pescas, bem como a introdução de espécies exóticas (Quadro 3.4.24).

**Quadro 3.4.24** | Determinação do nível de pressão global gerado pelas pressões mais relevantes em águas costeiras e de transição

Nível de pressão			Ausente	Baixo	Moderado	Elevado
Poluição	Água (%)		<5	6-15	16-30	>30
	Sedimentos (%)	Transição	<10	11-25	26-50	>50
Costeira		<5	6-10	11-25	>25	
Regime hidrológico	Dragagem de sedimentos ( $10^4 m^3/ano$ )	Portos	<1	1-10	11-20	>20
		Outros	<0,1	0,1-1	2-10	>10
Alteração morfológicas	Defesa Costeira (%)	Transição	<10	11-30	30-60	>60
		Costeira	<5	6-10	11-30	>30
	Divisão da Massa de Água (%)	Transição	<10	11-25	26-50	>50
	Profundidade média (m)	Transição	>3	3-1,5	1,5-0,75	<0,75

Nível de pressão			Ausente	Baixo	Moderado	Elevado
Biologia	Artificialização da LC (%)		<5	6-25	26-50	>50
	Ancoradouros (n)	Portos	<100	101-200	201-500	>500
		Outros	<50	51-100	101-200	>200
	Espécies Exóticas (n)		0	1	2	3

Fonte: Modificado de Borja et al. (2005)

Com o objetivo de determinar a pressão global de cada massa de água, a cada nível de pressão é alocado um valor relativo de pressão (6, 4, 2, 0 respetivamente). Deste modo, é possível estabelecer/determinar a pressão média para cada massa de água, sendo possível avaliar a pressão total: ausente (valores entre 0-1), pressão baixa (valores entre 1-3), pressão moderada (valores entre 3-5), e pressão elevada (valores entre >5).

Neste sentido, numa primeira fase foi efetuado um levantamento/estimativa das pressões consideradas relevantes, bem como a quantificação de cada uma das respetivas pressões (Quadro 3.4.25). O levantamento e a quantificação foram elaborados com base em documentos bibliográficos, dados/informação geográfica e ortofotomapas.

Quadro 3.4.25 | Levantamento das pressões consideradas relevantes e sua quantificação

Pressão							
Poluição		Alterações morfológicas		Alteração do regime hidrológico		Biologia e Usos	
<b>Descargas Urbanas</b>		<b>Infraestruturas Portuárias</b>		<b>Alteração da dinâmica costeira</b>		<b>Exploração de recursos</b>	
Sem tratamento	0	Marinas/Porto de Recreio	1	Obras de defesa aderente	30	nº empresas	89
Com tratamento	0	Portos de pesca	11	Esporões	0	<b>Mudanças na biodiversidade</b>	
Fontes difusas		Comercias	3	Quebra-mares (>400 m)	3	Introdução de espécies	0
<b>Descargas Industriais</b>		Portinhos	14	Quebra-mares (<400 m)	5	Introdução de doenças	0
Combustíveis	1	<b>Estruturas de defesa</b>		Outros	20	<b>Recreio</b>	
Indústria transformadora (nº de empresas)	131	Obras de defesa aderente	30			Áreas balneares	14
Construção		Esporões	0				
Fontes difusas		Quebra-mares (>400 m)	3				
<b>Agricultura e Floresta</b>		Quebra-mares (<400 m)	5				
Fontes difusas (nº de bacias)	62	<b>Dragagens</b>					
<b>Pecuária</b>		Sedimentos 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /ano	1,2				

Pressão							
Poluição		Alterações morfológicas		Alteração do regime hidrológico		Biologia e Usos	
Fontes difusas (nº de bacias)	63						
<b>Indústria Extrativa</b> (nº de Explorações)							
Sedimentos							
Bagacina							
Materiais basálticos	111						
Outros materiais							
<b>Lixiviados de Aterros Sanitários</b>	1						
<b>Transportes Marítimos</b>							
Embarcações comerciais (nº de entradas anuais)	279						

Deste levantamento foram apuradas/estimadas cerca de 877 pressões relevantes exercidas sobre as águas costeiras da ilha do Pico. A distribuição de pressões foi realizada tendo em consideração a área e o perímetro da ilha do Pico, com o objetivo de quantificar, em termos médios, as pressões exercidas sobre as massas de água costeiras que circundam a ilha em análise.

No entanto, deve ter-se em consideração que existem áreas que, em termos de valores máximos, assumem uma particular relevância, estando associada aos núcleos urbanos e portuários existentes na ilha em análise, em particular nas pressões associadas a carga orgânicas domésticas, hidromorfológicas e portuária comercial e de recreio. De salientar ainda, as pressões relacionadas com a pesca no que respeita à exploração de recursos e usos

São ainda identificadas e quantificadas as principais forças motrizes responsáveis pelas pressões relevantes identificadas anteriormente. Das forças motrizes, destacam-se, em particular para a ilha do Pico a agricultura e floresta, que são responsáveis por mais de 93% da carga orgânica (azoto total e fósforo total) produzida.

No Quadro 3.4.26 são apresentados e quantificadas as principais forças motrizes que atuam nas massas de água costeiras, o número de pressões identificadas, desdobradas em pressões por área e por quilómetro linear de linha de costa.

**Quadro 3.4.26** | Forças motrizes principais, atuando nas massas de água costeiras, e número de pressões identificadas, pressões por quilómetro quadrado da ilha e por quilómetro linear de linha de costa

Forças motrizes principais			Pico
Forças Motrizes	População (n/km <sup>2</sup> )		34
	Industria	(km <sup>2</sup> )	0,5

Forças motrizes principais		Pico	
	(n)	131	
	Portos	28	
	Pescas (t/ano)	4 863	
	Agricultura	(km <sup>2</sup> )	37,1
		(n)	2 649
	Pecuária (Pastagem)	(km <sup>2</sup> )	180
(n)		2 389	
Pressões	Total (n)	877	
	(n/km <sup>2</sup> )	2,0	
	(n/km)	5,8	

Das pressões enumeradas, foi identificado um conjunto de pressões relevantes, apresentadas e quantificadas no Quadro 3.4.27.

**Quadro 3.4.27** | Quantificação das pressões relevantes para a ilha do Pico

Pressões Relevantes		Pico	
Nutrientes	Carga total média (km <sup>2</sup> )	Kg N/dia.km <sup>2</sup>	420,4
	Carga total média (km)	Kg N/dia.km	1 232,5
Poluição	Água (%)*		0
	Sedimentos (%)		n.a.
Dragagem de sedimentos (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /ano)	Portos		n.a.
	Outros		1,2
Defesa Costeira (%)			8
Artificialização da linha de costa (%)			18
Ancoradouros (n)	Portos		310
	Outros		n.a.
Espécies Exóticas (n)			n.a.

\*De acordo com o relatório de monitorização "Caracterização das massas de água costeiras da ilha do Pico"

Às pressões relevantes das cargas orgânicas, foi efetuada uma análise, tendo em consideração duas aproximações: uma relativa à carga total de Azoto pela área total da ilha (Kg N/dia.km<sup>2</sup>), resultante da soma da carga de todas as bacias hidrográficas, e uma segunda considerando essa mesma carga distribuída pelo perímetro da ilha do Pico, assumindo uma distribuição uniforme da carga para toda a ilha. Analisando a primeira aproximação, de acordo com a Quadro 3.4.29, verifica-se que a carga poluente apresenta um valor significativamente elevado. Considerando que a mistura é total, a diluição potencial alta e a taxa de renovação alta/moderada, devido ao clima de agitação, correntes e marés, verifica-se que as massas de água costeiras apresentam uma sensibilidade baixa. Assim, e de acordo com o

proposto no Quadro 3.4.29, verifica-se que a pressão exercida pelo azoto total se classifica como uma pressão Alta (Moderada P). Relativamente à segunda aproximação, de acordo com o Quadro 3.4.29, a pressão é também classificada como Alta (Moderada P).

Contudo, e de acordo com o relatório de monitorização (Agroleico, 2010), no qual é referido que o valor de Azoto total, para as águas pouco profundas, intermédias e profundas é de inferior a 5mg/L, apresentando valores inferiores aos respetivos valores máximos admissíveis de acordo com o Decreto-Lei n.º 236/98.

Relativamente à poluição considerou-se a poluição da água e dos sedimentos. A primeira foi quantificada com base no relatório de monitorização, constando-se que todas as amostras apresentaram valores inferiores aos respetivos valores máximos admissíveis de acordo com o Decreto-Lei n.º 236/98. Relativamente aos poluentes específicos, na ilha do Pico atividade industrial que responsável pela sua produção/utilização apresenta uma reduzida expressão não tendo significado ou está mesmo ausente, facto que é comprovado pelo relatório de monitorização (Agroleico, 2011), considerando-se assim que a pressão está Ausente. A mesma classificação foi atribuída à poluição dos sedimentos, visto não existirem dados e estarem localizados em áreas restritas como Infraestruturas portuárias.

No que diz respeito às dragagens, de acordo com os dados analisados, considera-se um valor de referência de 2009, onde foram dragados cerca de 11 600m<sup>3</sup> de sedimentos, não sendo contudo conhecida a sua localização. Deste modo, as dragagens serão consideradas fora das áreas portuárias, de acordo com as áreas licenciadas, por se considerar mais desfavoráveis à preservação da qualidade das águas costeiras, classificando-se a pressão como Moderada. De referir, que de acordo com o Projeto Gemas, estão previstas duas áreas de dragagens autorizadas. No que respeita às dragagens nas áreas portuárias, visto que se considerou que todo o volume licenciado foi dragado fora das bacias portuárias, considera-se que não ocorreram dragagens, sendo classificada como Ausentes.

Relativamente à defesa da zona costeira foram consideradas todas as obras de defesa que apresentem a função de proteger zonas urbanas (obras de defesa aderente e esporões) ou portuárias (quebra-mares). Decorrente da análise efetuada, com base na fotografia aérea, concluiu-se que cerca de 8% da linha de costa da ilha do Pico apresentava obras de defesa costeira, tendo sido a pressão classificada como Baixa. Desta, destacam-se fundamentalmente os quebra-mares dos Portos comerciais da Madalena, São Roque e Lajes, e obras aderentes nas sedes de concelho, com uma extensão superior a 500m.

A artificialização da linha de costa foi igualmente estimada com base em ortofotomapas, tendo sido considerado, neste caso, para além das obras de defesa referidas anteriormente, as regiões balneares artificializadas: portinhos, ou piscinas naturais que sofreram a intervenções com a criação de zonas de solário e de recreio, originando a perda e/ou degradação da função intertidal da linha de costa. Com base nesta análise, estima-se que aproximadamente 18% da linha de costa se apresenta artificializada, o que conduziu à classificação de pressão Baixa.

Quanto ao número de ancoradouros/amarrações, foram estimados através da contagem de embarcações presentes no ortofotomapas, atracados nos Portos de pesca e comerciais, obtendo-se um valor de cerca 190 embarcações. Contudo este valor é apenas indicativo, devendo ser considerado com reserva. Foram ainda contabilizados o número de amarrações do porto de recreio das Lajes do Pico, num total de 120 lugares de amarração, de acordo com informação recolhida. Deste modo, e de acordo com Quadro 3.4.10, esta pressão é classificada como Moderada. Apesar de terem sido considerados outros locais de ancoragem/amarração, no caso da ilha do Pico, a sua expressão não possui qualquer significado.

Por último, e quanto às espécies exóticas, não existem dados nem conhecimento sobre a existência de espécies exóticas marinhas nesta região, tendo sido classificada com Ausente. Contudo, com a intensificação tráfego marítimo, em particular através das embarcações de recreio, poderá ocorrer a introdução de novas espécies, devendo ser efetuada uma monitorização efetiva.

#### 3.4.1.2.7.2 | Identificação das pressões significativas

De acordo com a DQA, “as pressões significativas devem ser identificadas”, seja qualquer pressão ou combinação de pressões que possam contribuir para que as massas de água não alcancem o Bom estado ecológico.

Assim, e de acordo com Borja *et al.*, 2004 e 2005, já referido anteriormente, os quatro níveis estabelecidos corresponderão a níveis de significância de pressão de acordo com a seguinte descrição:

- Pressão elevada (significativa), quando existe uma elevada probabilidade de produzir um impacto ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão moderada (significativa), quando existe alguma probabilidade de produzir um impacto ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão baixa (não significativa), quando existe uma elevada probabilidade de não ser produzido um impacto ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão ausente (não significativa), quando não é produzido impacto sobre a massa de água.

No sentido de estabelecer a significância da pressão, recorrendo aos intervalos propostos nos Quadro 3.4.21 e Quadro 3.4.24 classificou-se cada uma das 9 pressões relevantes (Quadro 3.4.28).

**Quadro 3.4.28** | Avaliação do nível de pressão, em termos de pressão relevante. Determinação da pressão global média. A – Ausente; B – Baixa; M – Moderado; E – Elevada; NS – Não Significativa; S – Significativa

Pressões Relevantes	Classificação
Nutrientes Carga Ntotal média (km <sup>2</sup> )	M
Nutrientes Carga Ntotal média (km)	M
Poluição Água (%)	A
Poluição Sedimentos (%)	A
Dragagem de sedimentos (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /ano) - Portos	A
Dragagem de sedimentos (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /ano) - Outros	M
Defesa Costeira (%)	B
Artificialização da linha de costa (%)	B
Ancoradouros (n) - Portos	M
Ancoradouros (n) - Outros	A



Pressões Relevantes	Classificação
Espécies Exóticas ( <i>n</i> )	A
<b>Pressão Global Média</b>	<b>B - NS</b>

Posteriormente, cada um dos níveis de pressão relevante foi quantificado, tendo sido atribuído um valor a cada nível de pressão (Elevada – 6, Moderada – 4, Baixa – 2, Ausente – 0). Com base no valor médio obtido, é possível quantificar a pressão global média, que para o caso da ilha do Pico é classificada como baixa (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 1-3, 1,82 respetivamente.

#### 3.4.1.2.8 | Avaliação do risco das massas não alcançarem os objetivos

De acordo com a DQA, deverá ser elaborada/considerada uma avaliação de risco de as massas de água não atingirem os objetivos de estabelecido nessa Diretiva. Deste modo, torna-se necessário estabelecer uma escala que relacione o nível de pressão, referidos e definidos anteriormente, com o nível de impacto.

Pela comparação da pressão global e dos impactos ambientais detetados, obtidos com base no estado ecológico de cada massa de água, Quadro 3.4.29, é possível avaliar o risco de as massas de água não atingirem o Bom estado ecológico.

**Quadro 3.4.29** | Avaliação do risco de os objetivos da DQA não serem alcançados, baseados no nível significativo de pressão e nos impactos determinado em cada massa de água, modificado de Borja *et al.*, 2005. Não aparente, provável e verificado são nível equivalente de impactos pela aproximação pressão-impacto

Pressão		Estado da Massa de Água (ecológico e químico)					
		Excelente	Bom	Moderado	Pobre	Mau	Sem dados
		Impacto					
		Não aparente		Provável	Verificado		
Elevada	Significativa	Risco Baixo		Risco Moderado	Risco Elevado		Risco Moderado
Moderada		Ausência de Risco			Risco Elevado		Risco Baixo
Baixa	Não significativa						
Ausente							

Perspetivando-se que o estado das massas de água seja classificado como **Excelente/Bom**, e tendo-se verificado que o grau de pressão existente nas massas de água costeiras da ilha do Pico apresenta uma classificação de **Não Significativo**, conclui-se que as estas massas de água apresentam **Ausência de Risco** em não alcançar os objetivos estabelecidos pela DQA.

## 3.4.2 | Águas subterrâneas

### 3.4.2.1 | Poluição tóxica

No presente capítulo procede-se à análise das pressões sobre as massas de água subterrâneas associadas à poluição tóxica. A caracterização dos impactes 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).

#### 3.4.2.1.1 | Caracterização das cargas poluentes tóxicas

Integram-se nesta categoria as descargas de águas residuais urbanas, que eventualmente poderão provocar impactos sobre a qualidade das águas subterrâneas como sugerido por Cruz *et al.* (2010a), e as cargas relacionadas com as indústrias de laticínios e de transformação de carnes. Com base na informação existente, e de acordo com os princípios metodológicos reportados no ponto 3.4.1 do presente relatório, foram estimadas as cargas poluentes, expressas de acordo com os parâmetros CBO<sub>5</sub> (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.

Necessariamente que, em face dos parâmetros mencionados, merecem particular atenção aqueles que podem apresentar um impacto 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 impacto 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  $17.2 \times 10^7$  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 nitrito 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 nitrito por oxidação do ião amónio, num processo controlado pelas nitrosobactérias (nitrosomonas):



- Formação de nitrato por oxidação do nitrito, 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 prospeção e explorar novos pontos de água, bem como dos custos inerentes ao tratamento da água contaminada (Martinez *et al.*, 1990).

Nas Figuras 3.4.19 e 3.4.20 representam-se as cargas poluentes totais anuais de azoto e fósforo estimadas por bacia hidrográfica, verificando-se que é na área dominada pela massa de água Montanha que ocorrem as maiores cargas poluentes. A respetiva análise permite concluir que a carga mais significativa corresponde ao azoto total, na medida que se observam bacias em que as cargas variam entre 0 e 121,4 T/ano (média=34,1 T/ano), enquanto relativamente ao fósforo total as cargas variam entre 0 e 40,9 T/ano (média=8,7 T/ano).

Considerando a tipologia dos focos de poluição é possível observar que as cargas poluentes tóxicas (domésticas e industriais) são relativamente pouco significativas comparativamente às cargas difusas, com origem na agricultura, florestas e pecuária, predominando esta última em toda a ilha (Figuras 3.4.21 e 3.4.22). Com efeito, a discriminação dos valores de cargas totais de N e P por bacia hidrográfica evidencia bem o predomínio das cargas difusas, em particular as associadas à agropecuária (Quadro 3.4.30).

**Quadro 3.4.30** | Distribuição das cargas poluentes por bacia hidrográfica de acordo com a origem

Poluição	Origem	Valores (T N/ano)			Valores (T P/ano)		
		Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Tóxica	Doméstica	0,00	7,06	0,78	0,00	2,18	0,24
	Indústria	0,00	1,20	0,04	0,00	0,14	0,00
Difusa	Pecuária	0,00	121,42	34,07	0,00	40,86	8,70
	Agricultura e Floresta	0,00	6,32	1,00	0,00	0,76	0,12

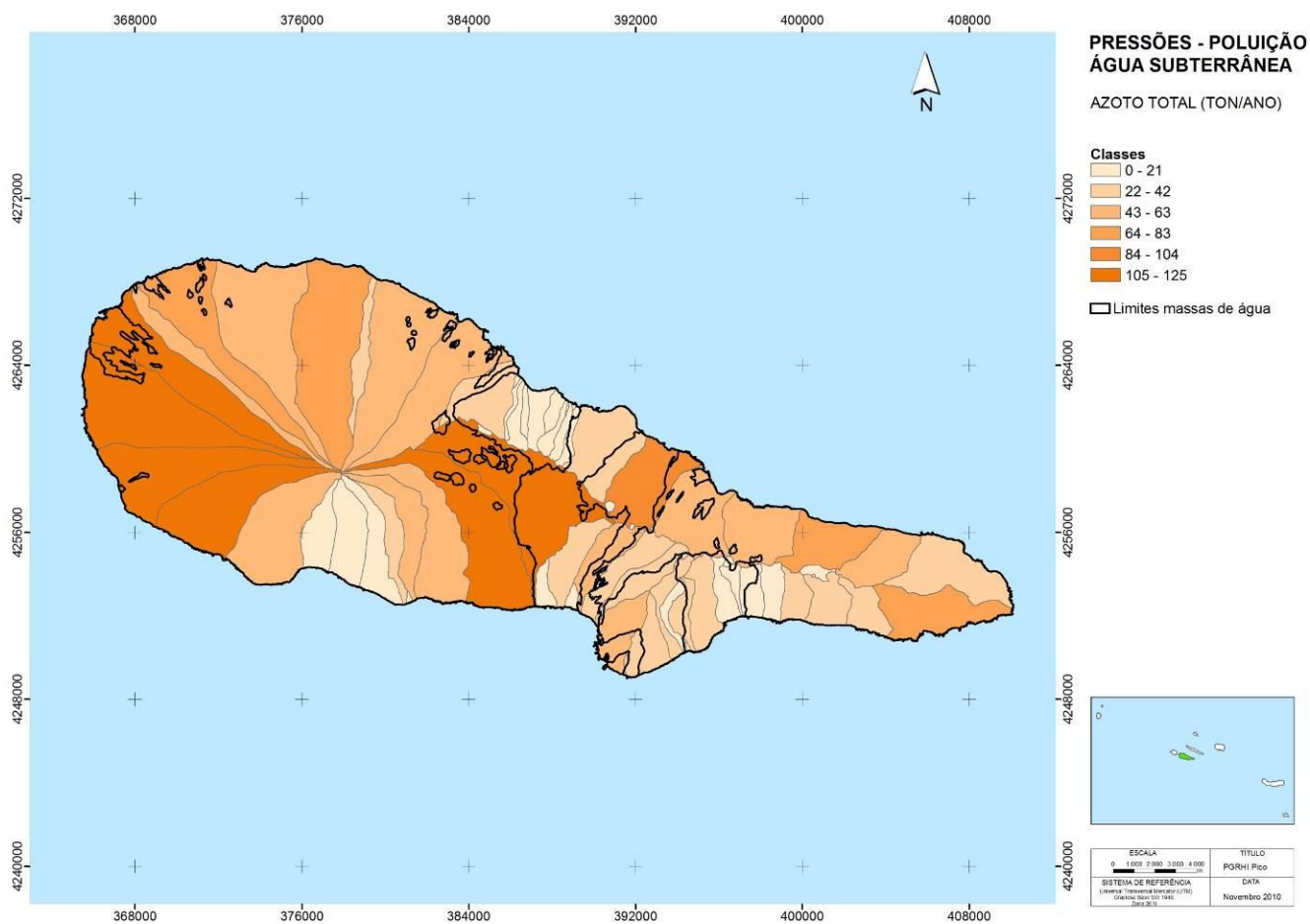


Figura 3.4.19 | Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha do Pico.

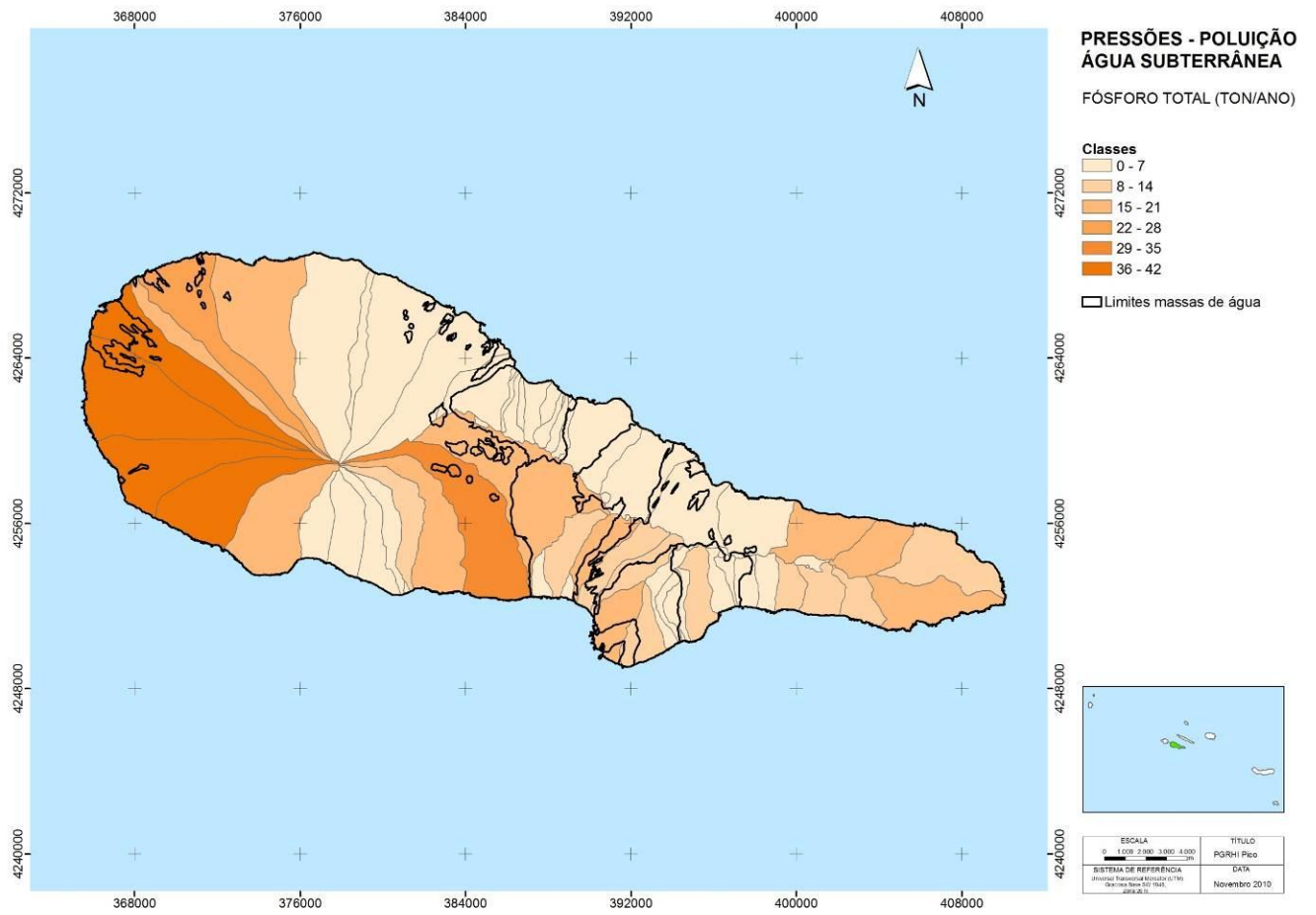


Figura 3.4.20 | Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha do Pico.

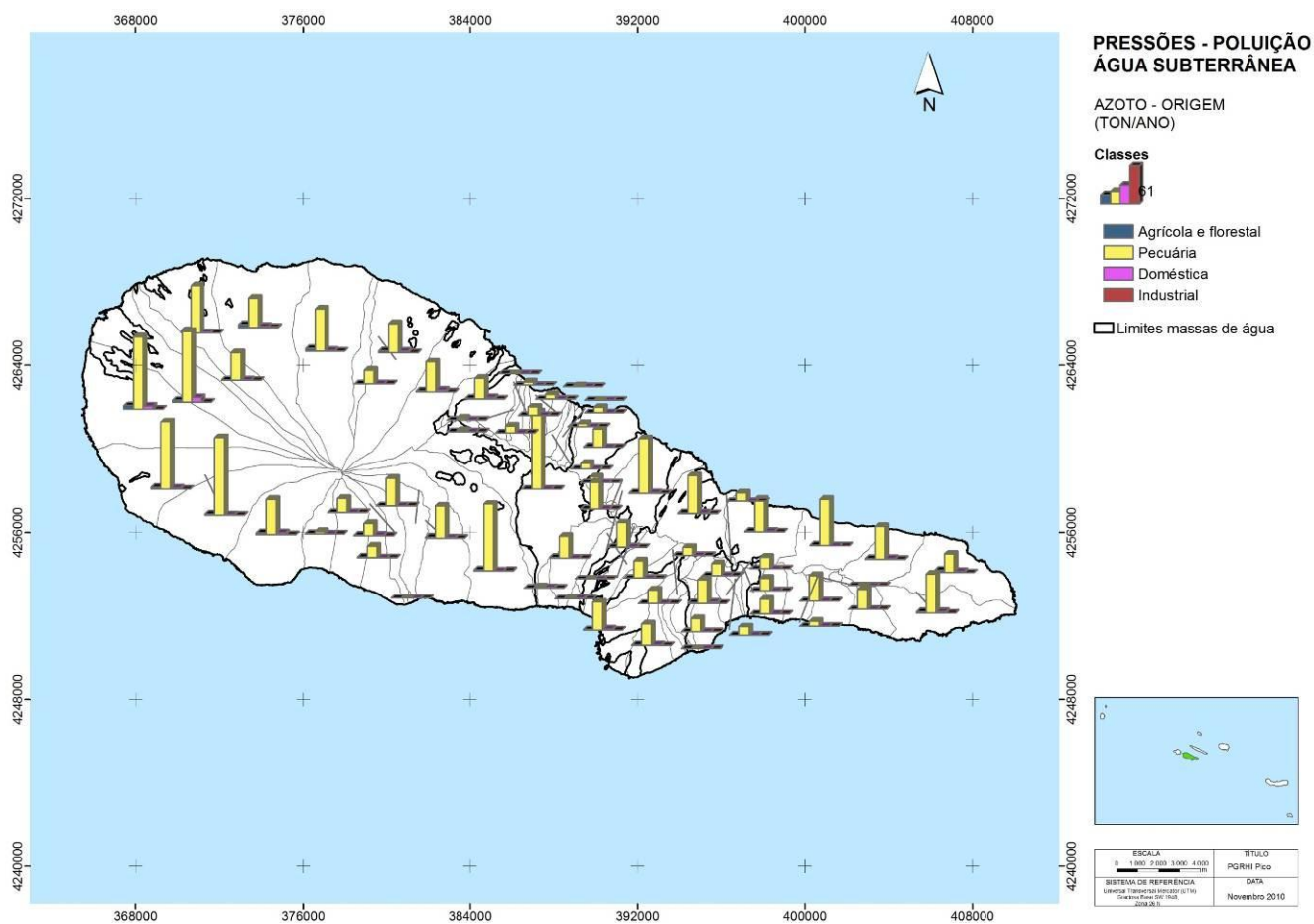


Figura 3.4.21 | Distribuição da carga poluente de azoto de acordo com a origem.

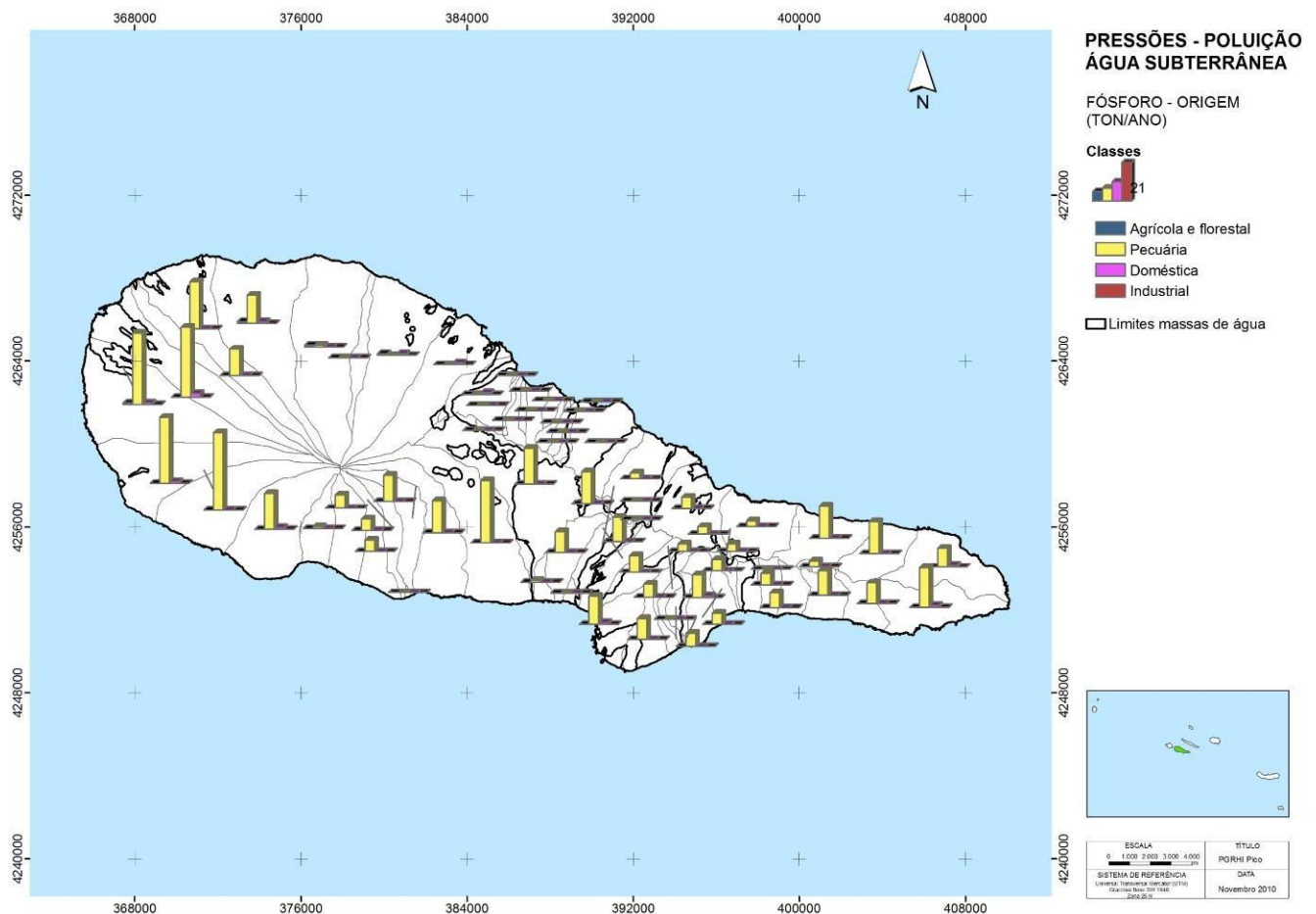


Figura 3.4.22 | Distribuição da carga poluente de fósforo de acordo com a origem.

Os resultados analíticos decorrentes da rede de monitorização de vigilância do estado químico, caracterizada no âmbito do ponto 4.1.2 do presente relatório, mostram que não ocorrem impactes significativos resultantes da poluição por composto azotados associados a fontes tóxicas, o que está de acordo com a análise providenciada por Cruz *et al.* (2010a). Contudo, outros trabalhos demonstram que nalgumas ilhas dos Açores podem ocorrer pontualmente valores elevados de concentração de nitratos nas águas subterrâneas, pelo que esta questão não deverá ser ignorada no âmbito do Plano de Gestão de Região Hidrográfica.

Alem dos nutrientes, e associados aos focos de poluição tóxica, podem ocorrer ainda cargas poluentes relativas a metais pesados e metaloides, compostos orgânicos naturais ou sintéticos e micro-organismos. Se a poluição microbiológica poderá estar relacionada com as descargas de águas residuais urbanas, e pode implicar um impacto significativo sobre as massas de água subterrâneas Cruz *et al.* (2010), os outros grupos de substâncias poluentes não são detetados na rede de monitorização, nem se conhecem estudos que demonstrem a ocorrência de impactes significativos.

Como potenciais focos de poluição tóxica por compostos orgânicos e metais pesados e metaloides devem, ainda, considerar-se os locais de destino final de resíduos sólidos urbanos. Na ilha do Pico estão inventariados cartograficamente pelas autoridades ambientais três vazadouros não controlados. No âmbito do Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores é referida a existência de um aterro sanitário intermunicipal, com uma capacidade total

de 209 785m<sup>3</sup> e onde é depositado um volume anual da ordem de 5 320m<sup>3</sup>/ano (SRAM, 2007). De acordo com a avaliação efetuada no âmbito do risco ambiental associado a esta última infraestrutura pode ser considerado como Médio.

### 3.4.2.1.2 | 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 3.4.31). 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 3.4.31** | Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação

Parâmetro DRASTIC	Índice DRASTIC										Peso	Mín.	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
Condutividade hidráulica											3	3	30
												23	226

A cartografia final põe em evidência que a maior parte da superfície da ilha corresponde à classe de moderada vulnerabilidade à poluição, embora existam alguns setores bem delimitados em que predomina a classe de vulnerabilidade baixa a moderada (Figura 3.4.23). Por outro lado, em especial em zonas geologicamente muito recentes, observam-se algumas zonas de elevada vulnerabilidade à poluição, mas que no contexto geral da ilha são espacialmente pouco representativas.

Considerando a área aflorante das massas de água subterrâneas constata-se que na área dominada pelas massas Madalena – São Roque do Pico, Montanha e Piedade predomina a classe de vulnerabilidade moderada, embora, como referido anteriormente, ocorram nalgumas zonas áreas de vulnerabilidade elevada. Por seu turno, a classe de baixa a média vulnerabilidade corresponde à área aflorante das Arrife, Lajes e São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima.

Com o objetivo de avaliar o potencial impacte das atividades antropogénicas, expressas sobre a forma de focos de poluição tóxica, 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 tóxicas (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).

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.

Em resultado da aplicação da metodologia referida, apresentam-se os mapas de risco referentes à poluição tóxica doméstica e industrial respetivamente nas Figuras 3.4.24 e 3.4.25.

O cartograma relativo à poluição tóxica doméstica, mostra que em todas as massas de água ocorrem zonas em que o risco associado pode ser classificado como muito reduzido, com exceção de zonas de pequena dimensão espacial, integradas nas massas Montanha e Madalena – São Roque, que apresentam um risco designado como reduzido a moderado.

No que concerne à poluição tóxica derivada da atividade industrial, apenas nas massas de Madalena – São Roque e Montanha estão identificadas pequenas zonas de risco, classificadas como muito reduzido.

Na Figura 3.4.26 apresenta-se a localização dos vazadouros não controlados inventariados na ilha do Pico, que se localiza numa área considerada como de moderada vulnerabilidade à poluição. Sem informação que permita estimar as eventuais emissões com foco nestas infraestruturas, salienta-se, contudo, que face a esta inserção, poderão ocorrer eventuais impactes se não forem implementados os melhores procedimentos de reabilitação ambiental destas áreas.

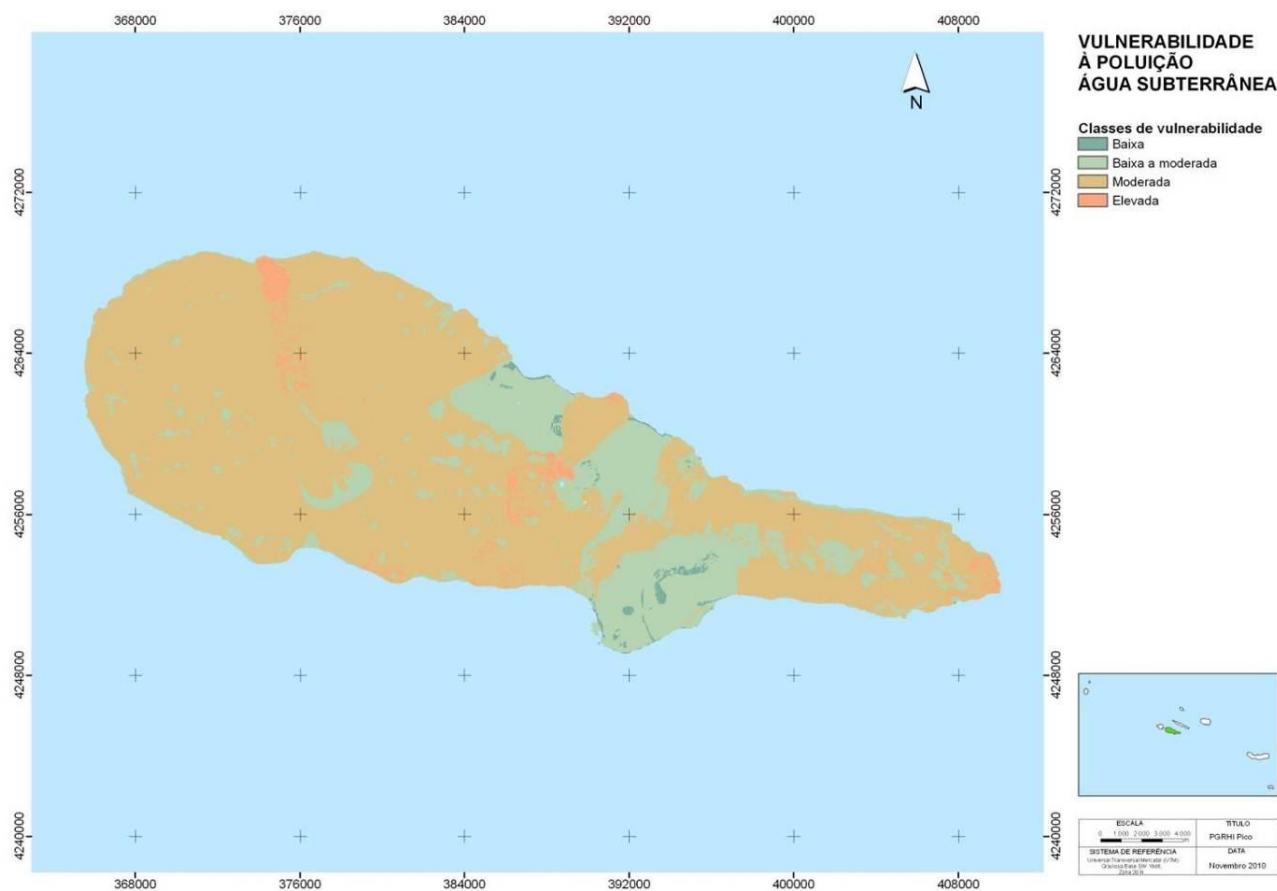


Figura 3.4.23 | Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.

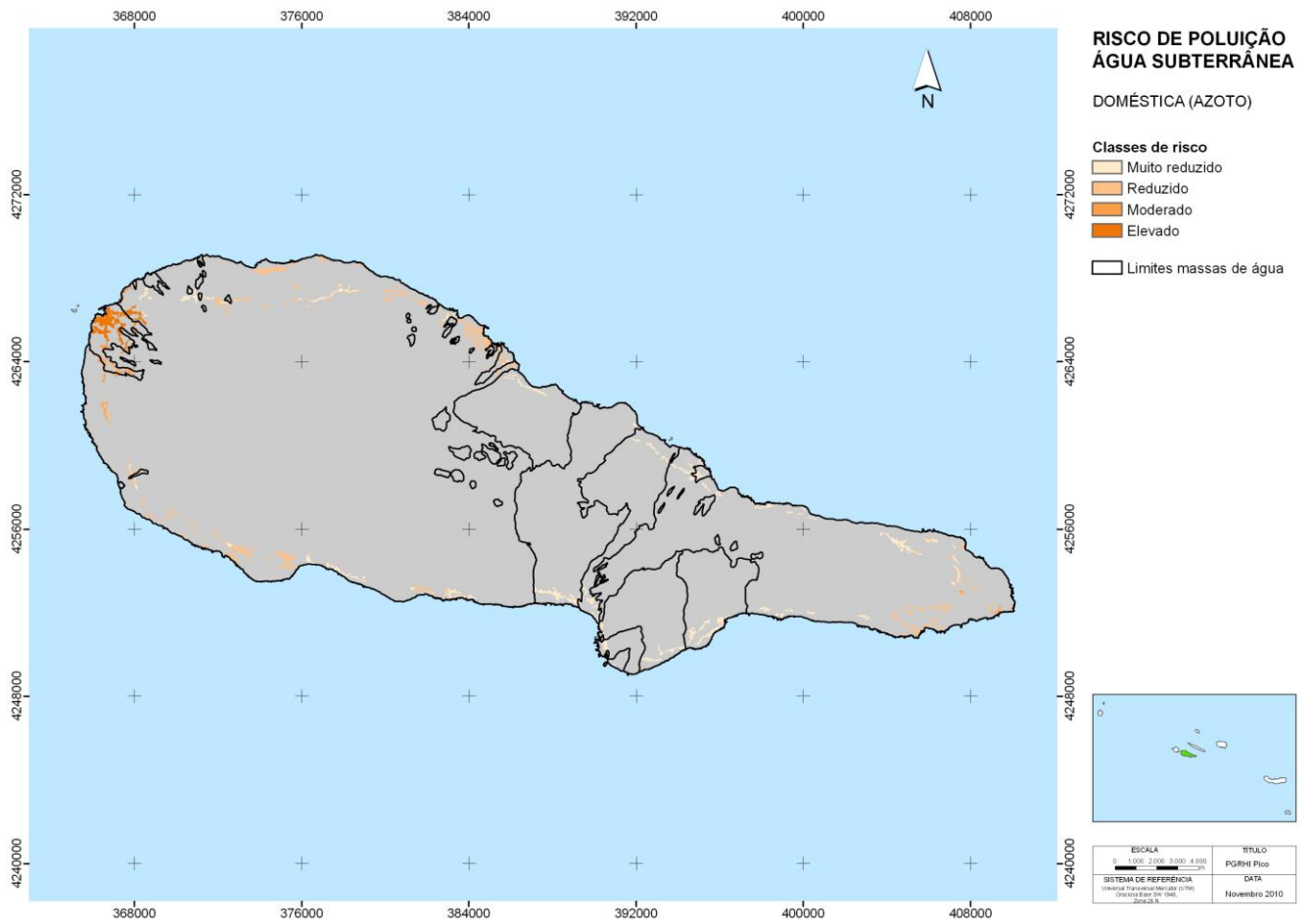


Figura 3.4.24 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica doméstica.

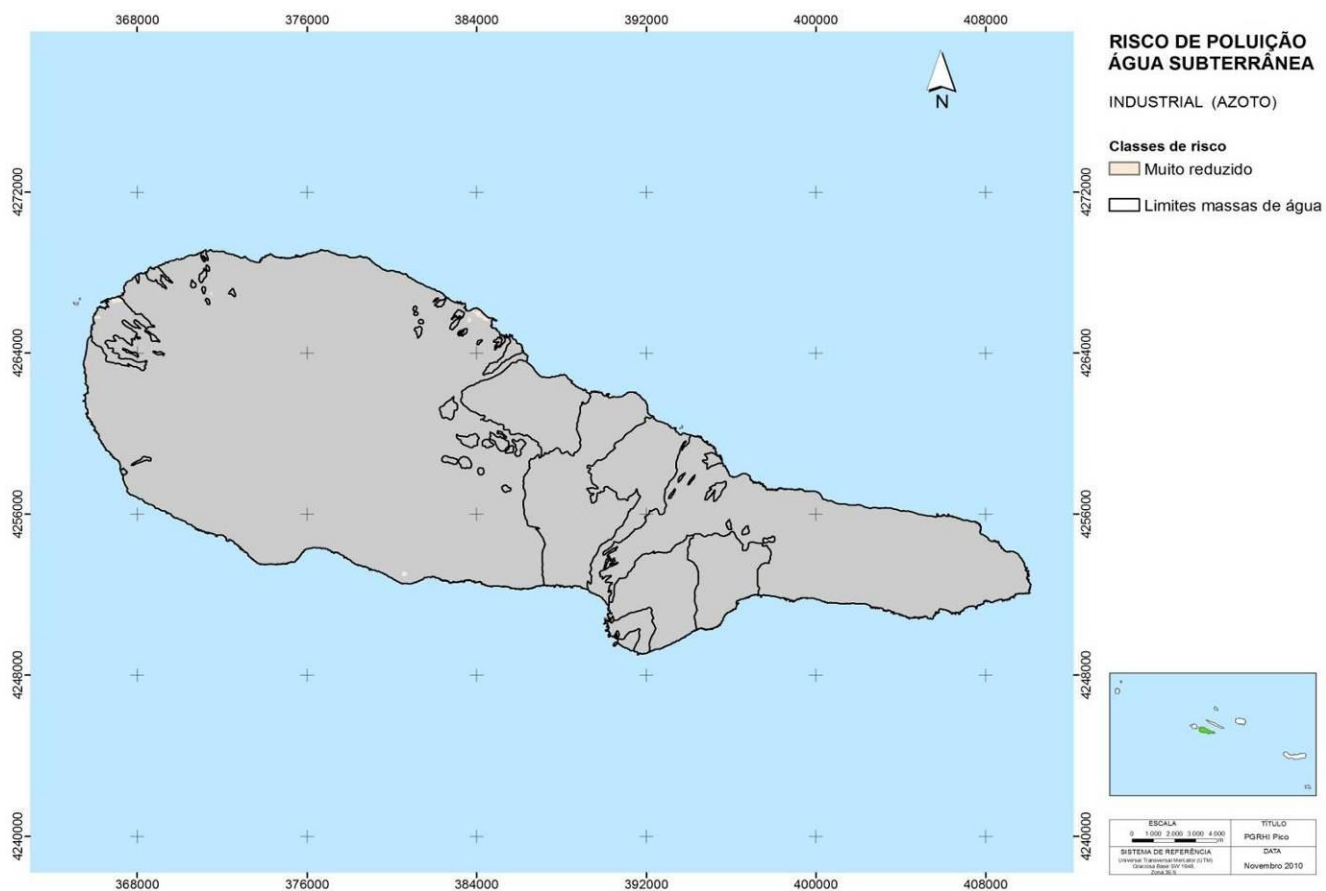


Figura 3.4.25 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica industrial.

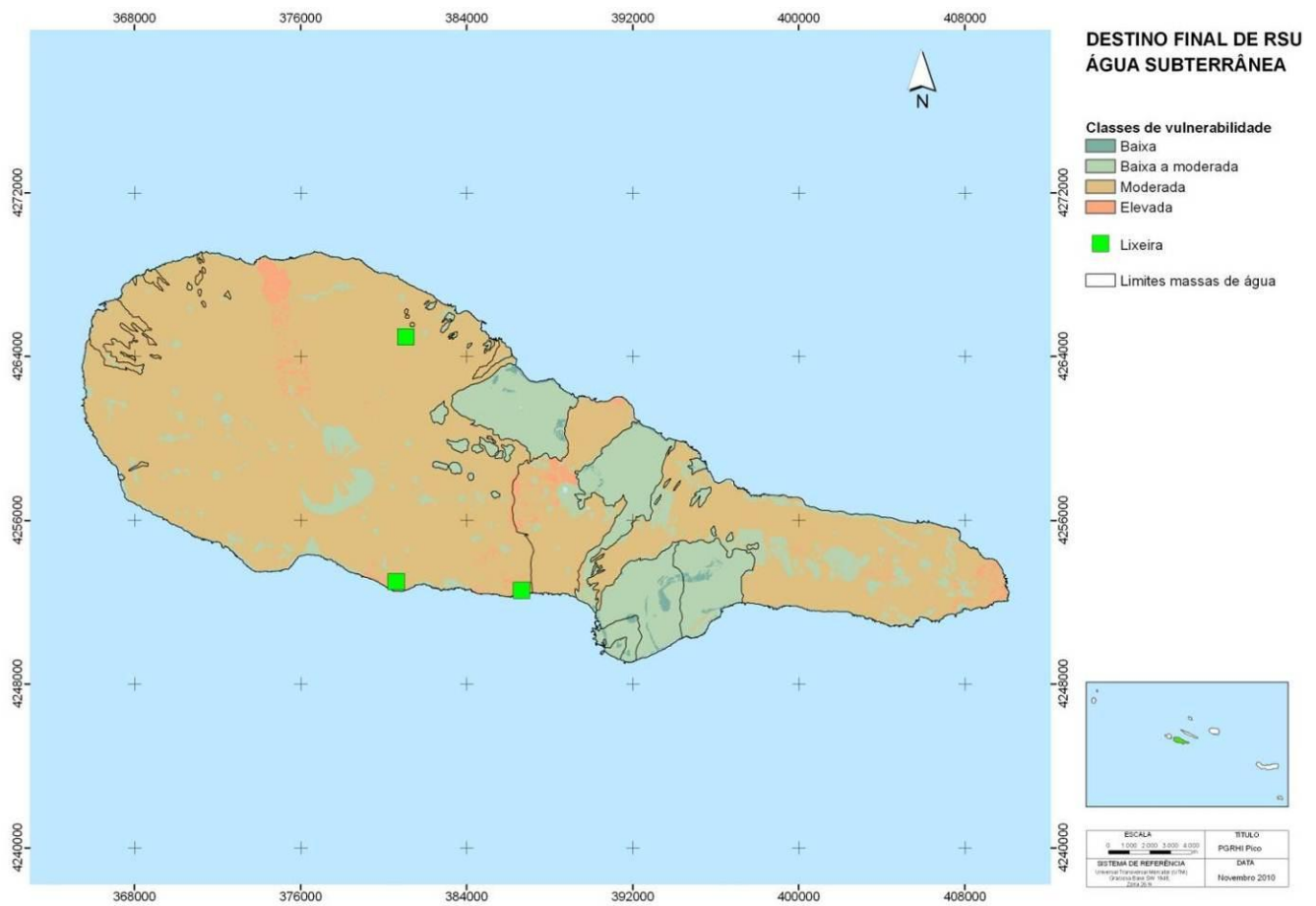


Figura 3.4.26 | Localização dos locais de destino final de RSU em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrânea.

### 3.4.2.2 | Poluição difusa

No presente capítulo procede-se à análise das pressões sobre as massas de água subterrâneas associadas à poluição difusa. A caracterização dos impactes decorrentes das fontes de poluição difusa 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).

#### 3.4.2.2.1 | Caracterização das cargas poluentes difusas

Integram-se nesta categoria as emissões associadas à pecuária e às atividades agrícola e florestal. Com base na informação existente, e de acordo com os princípios metodológicos reportados no ponto 3.4.1 do presente relatório, foram estimadas as cargas poluentes, expressas de acordo com os parâmetros CBO<sub>5</sub> (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 estimados inicialmente por bacia hidrográfica e, posteriormente, agregados por massa de água subterrânea.

Necessariamente que, em face dos parâmetros mencionados, merecem particular atenção aqueles que podem apresentar um impacto 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 impacto muito pouco significativo sobre a qualidade da água subterrânea relativamente às espécies azotadas.

Verificou-se que as cargas poluentes mais significativas são difusas, com origem na agricultura, florestas e pecuária. Com efeito, como elencado no Quadro 3.4.38 (ponto 3.4.2), a discriminação dos valores de cargas totais de N e P por bacia hidrográfica, evidencia bem o predomínio das cargas difusas, em especial as relacionadas com a atividade pecuária, na metade oriental, e com a agricultura na metade ocidental da ilha.

Os resultados analíticos decorrentes da rede de monitorização de vigilância do estado químico, caracterizada no âmbito do ponto 4.1.2 do presente relatório, mostram que não ocorrem impactes significativos resultantes da poluição por composto azotados associados a fontes difusas, o que está de acordo com a análise providenciada por Cruz *et al.* (2010a). Contudo, outros trabalhos demonstram que nalgumas ilhas dos Açores podem ocorrer pontualmente valores elevados de concentração de nitratos nas águas subterrâneas, pelo que esta questão não deverá ser ignorada no âmbito do Plano de Gestão de Região Hidrográfica.

#### **3.4.2.2.2 | 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.

Em resultado da aplicação da metodologia referida, apresentam-se os mapas de risco referentes à poluição difusa respetivamente nas Figuras 3.4.27 e 3.4.28.

O cartograma relativo à poluição difusa associada à atividade pecuária mostra que em todas as massas de água ocorrem áreas em que o risco pode ser qualificado de muito reduzido a reduzido. Contudo, nalgumas massas de água a classificação de risco inerente a algumas áreas é superior, como no caso das massas Piedade e Montanha onde existem extensas áreas em que pode ser designado como moderado a elevado.

Por outro lado, relativamente à atividade agrícola e florestal, em todas as massas de água ocorrem áreas em que o risco pode ser qualificado de muito reduzido. Na massa de água Piedade, em particular na extremidade S, o risco pode ser classificado predominantemente como reduzido a elevado nalgumas áreas. Por seu turno, em toda a zona mais

ocidental da ilha, onde afloram as massas Montanha e Madalena – São Roque, podem observar-se extensas zonas em que o risco pode ser classificado como reduzido a muito elevado.

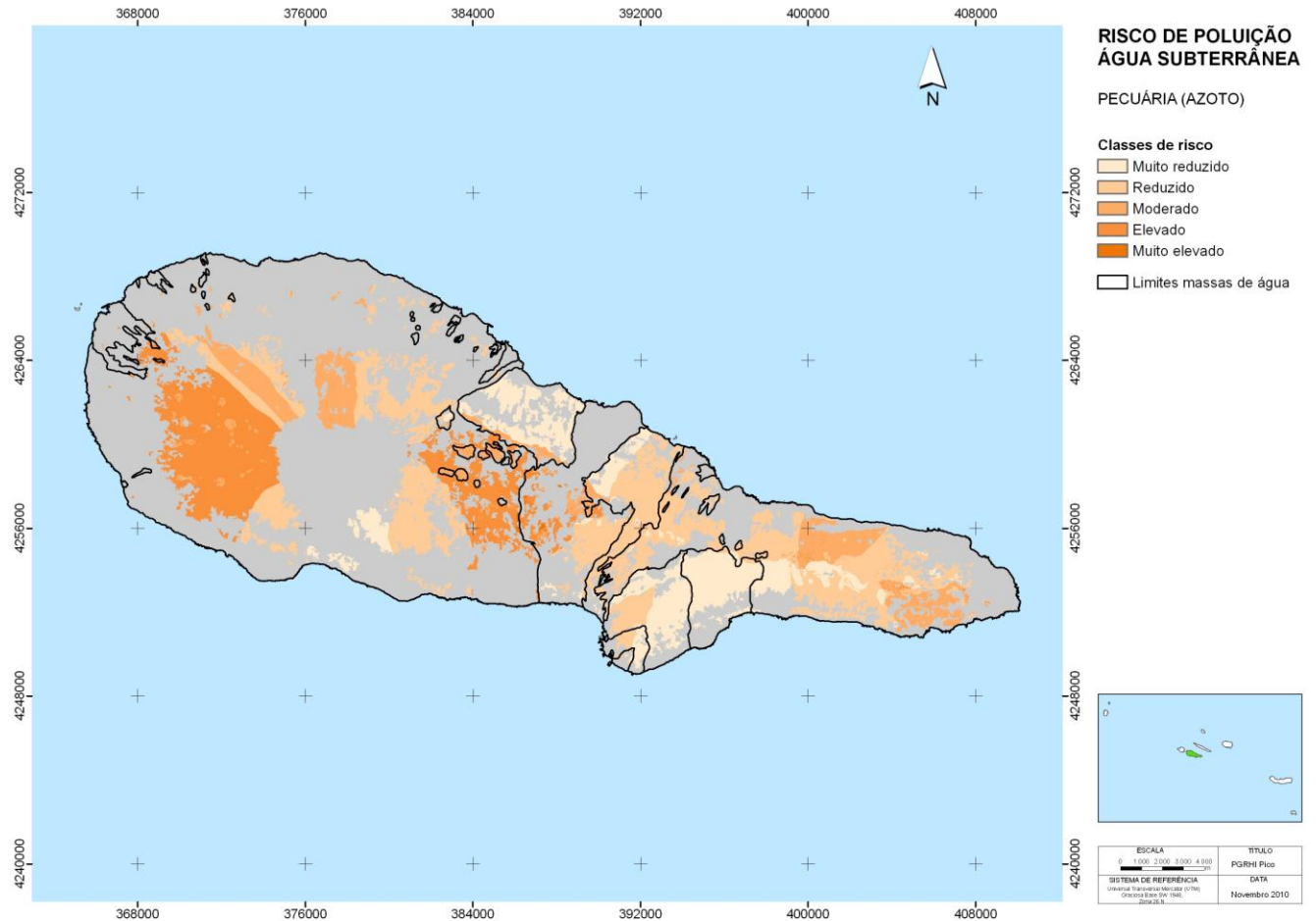


Figura 3.4.27 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada à atividade pecuária.

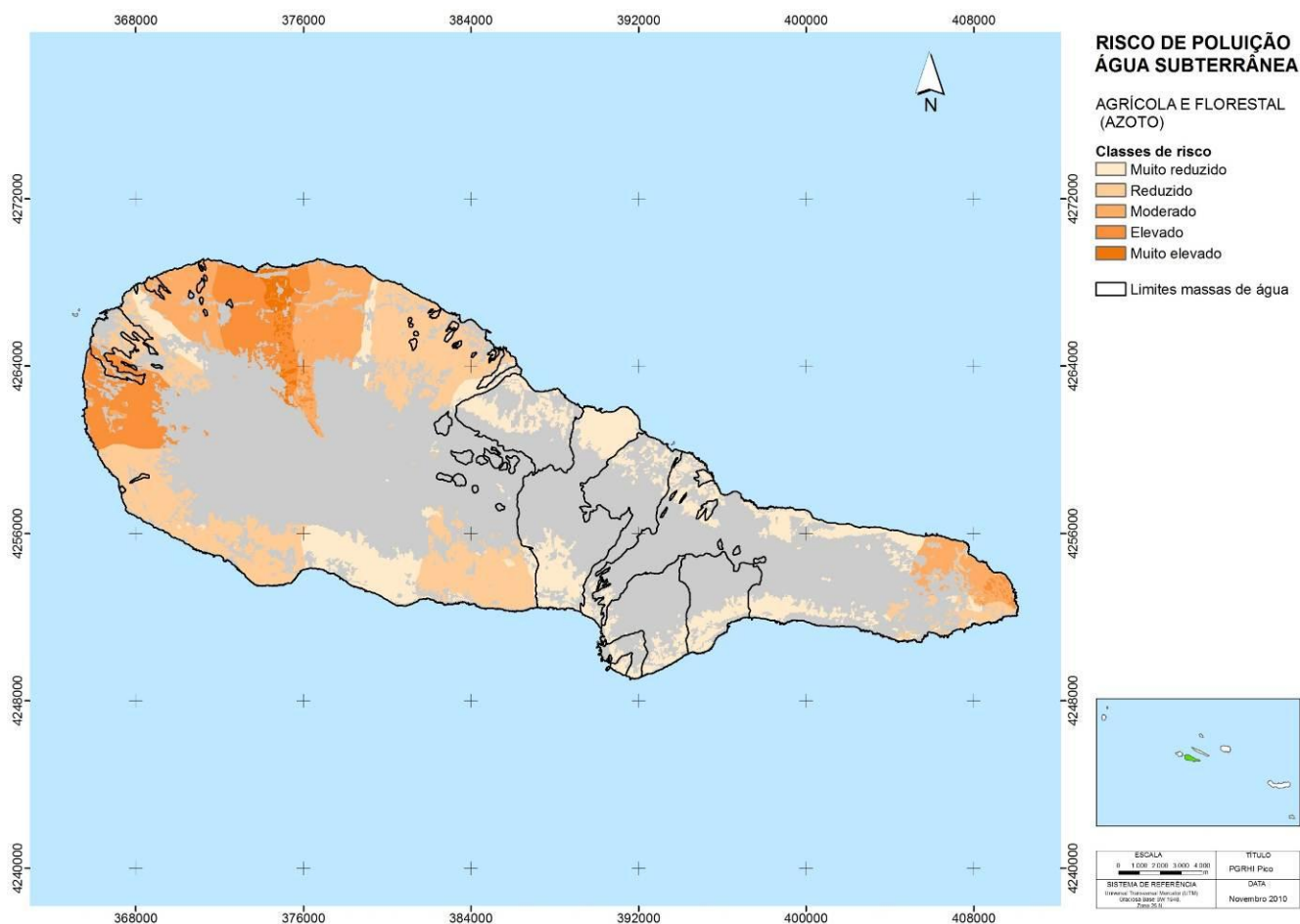


Figura 3.4.28 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada às atividades agrícola e florestal.

### 3.4.2.3 | Intrusão salina

No presente capítulo procede-se à análise das pressões sobre as massas de água subterrâneas 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 UE (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 hidrogequímicos induzidos, de que a ocorrência de trocas iónicas é o exemplo



mais comum. Em resultado da salinização observa-se um impacto 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 impactos 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 (Cruz & Silva, 2000; Cruz *et al.* 2010b, 2010c). No caso vertente da ilha do Pico, têm vindo a ser reportados os efeitos da intrusão salina, que inclusivamente provocaram o abandono de furos de captação, com as inerentes consequências económicas e constrangimentos ao abastecimento público.

De forma a identificar os locais em que a pressão associada à intrusão salina é mais acentuada, identificaram-se, com base na informação existente, 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. A opção pela utilização do teor em cloreto como indicador, em detrimento da condutividade elétrica, resulta do caráter conservativo desta espécie.

Na Figura 3.4.29 pode observar-se a distribuição de todos os furos que captam em aquíferos basais, realçando-se em particular aqueles em que o teor de cloretos é superior ao valor critério adotado (225mg/L). A análise do cartograma evidencia que a captação de água no sistema aquífero basal está associada a valores de concentração de cloretos que, num número significativo dos furos existentes na ilha do Pico, é superior ao limite anteriormente referido.

Realça-se que, inclusivamente, os efeitos do fenómeno de intrusão salina implicaram que três das massas de água delimitadas na ilha tenham sido considerada como de estado químico Medíocre (ponto 5 do presente relatório). Neste contexto, importa salientar que a construção de novas captações de água em aquíferos basais deve implicar um criterioso estudo hidrogeológico e a adoção das melhores práticas quando da perfuração de novos furos.

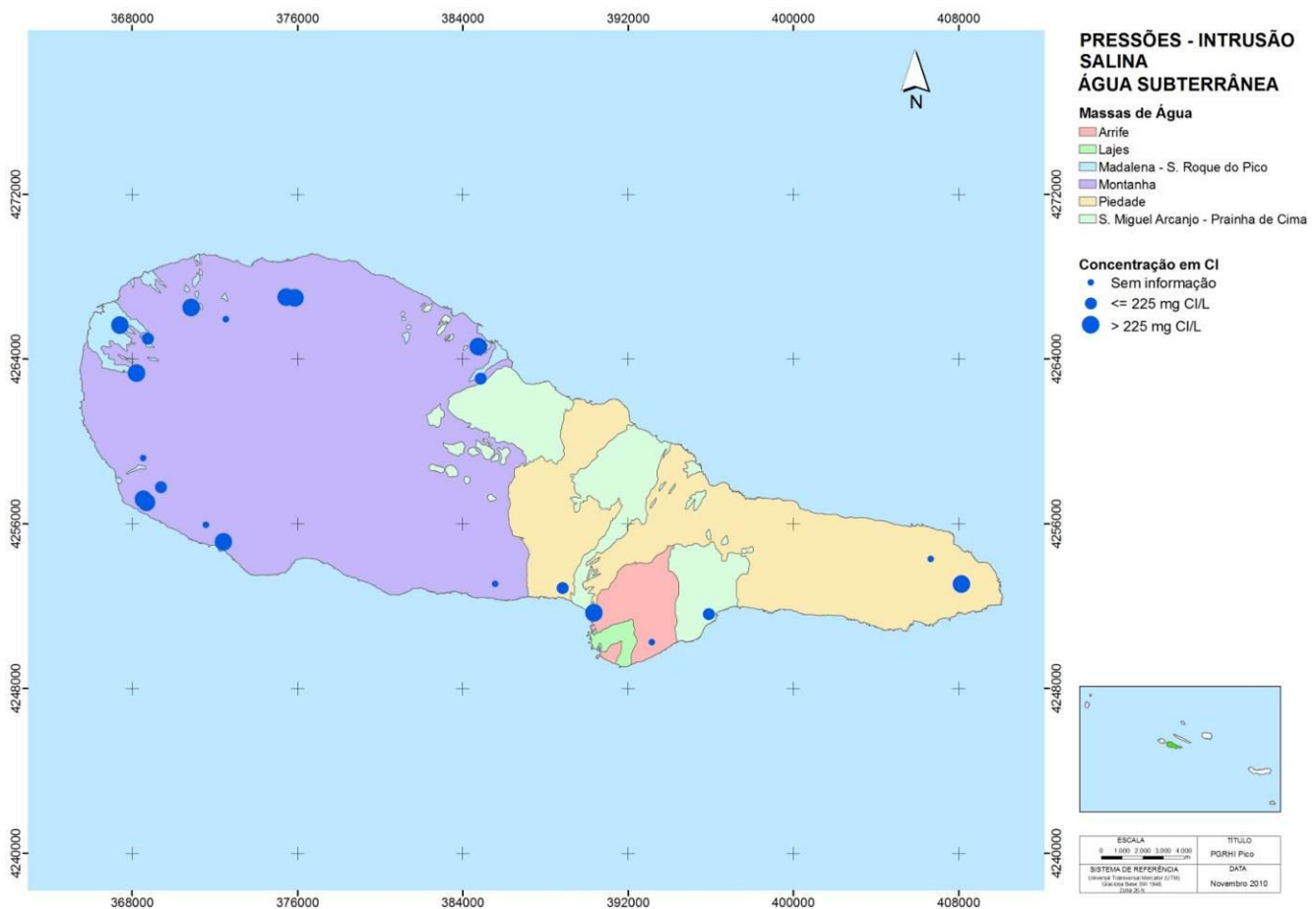


Figura 3.4.29 | Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com a concentração em cloreto.

### 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 10m<sup>3</sup>/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 adotado, devem ser também inventariadas as taxas médias anuais de captação (CEC, 2003).

Independentemente da designação de Bom estado para as massas de água subterrâneas na ilha do Pico, expressa no relatório de caracterização preliminar da RH9 (DROTRH, 2006), no presente trabalho procedeu-se ao inventário supramencionado não obstante o seu caráter não compulsivo.

A inventariação das captações que forneçam mais de 10m<sup>3</sup> por dia em média, ou em alternativa, que sirvam mais de 50 pessoas, efetuada como elemento de suporte ao presente subcapítulo, é retomada no ponto do presente relatório

referente às zonas de proteção (ponto 3.3.2), nomeadamente no que concerne à identificação no território da região hidrográfica de todas as massas de água subterrâneas destinadas a captação para consumo humano.

Realça-se, ainda, que na RH9 não se procede a ações de recarga artificial de aquíferos, pelo que se excluem da análise subsequente.

Neste contexto, a partir da base de dados relativa aos pontos de água da ilha do Pico, selecionaram-se aqueles que efetivamente eram captados e, dentro deste grupo, os que cumpriam o critério de volume (i.e. com extração média superior a  $10\text{m}^3/\text{dia}$ ). A opção pelo critério de volume em detrimento do critério relativo ao número de habitantes servido, resultou do facto de se julgar que este último limite, estabelecido na legislação nacional, não foi definido atendendo à realidade da RH9. Em qualquer caso, as diferenças que poderiam emergir adotando o critério populacional seriam negligenciáveis. O limitado número de captações de água subterrânea licenciadas, quer das entidades gestoras de sistemas públicos de abastecimento, quer de particulares, revelou-se um constrangimento à análise efetuada. Optou-se, na ausência de informação relativa ao volume extraído numa captação, por não a considerar como eventual pressão.

Na Figura 3.4.30 apresenta-se a localização das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a  $10\text{m}^3/\text{dia}$ , que correspondem a 2 nascentes (22% do total da ilha) e 15 furos (68% do total), distribuídos predominantemente no primeiro caso na massa de água Piedade, e no segundo caso na massa de água Montanha (Quadro 3.4.32).

Os valores respeitantes às extrações foram obtidos a partir de três referências fundamentais: o levantamento do INSAAR, consultado em linha, o estudo elaborado no âmbito do PRA (Cruz, 2001), o trabalho respeitante ao Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da RAA (PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPECTIVA, 2005). Sempre que no INSAAR são indicados valores estes são utilizados e, em caso negativo recorreu-se aos restantes trabalhos referenciados. Relativamente aos pontos atualmente não captados, e em especial no caso da descarga natural das nascentes, a referência fundamental corresponde ao PRA.

O somatório da extração média anual nas captações é igual a  $1,73\text{hm}^3/\text{ano}$ , valor que corresponde a 100% dos volumes apurados de extração total anual e descarga anual média nas massas de água, neste último caso considerando também o volume de água emergente nas nascentes não captadas (Quadro 3.4.33). As massas de água Montanha e Piedade são aquelas em que se verificam as maiores extrações nas captações com um caudal médio maior que  $10\text{m}^3/\text{ano}$ , totalizando volumes respetivamente iguais a  $0,74\text{hm}^3/\text{ano}$  e  $0,67\text{hm}^3/\text{ano}$ , valores muito superiores aos registados nas outras massas, que variam entre 0 e  $0,21\text{hm}^3/\text{ano}$  (Madalena – São Roque do Pico).

Da observação da Figura 3.4.31, depreende-se que, face aos recursos hídricos subterrâneos, a captação de água subterrânea na ilha do Pico não constitui uma pressão significativa em qualquer das massas delimitadas. Salienta-se que, mesmo considerando uma fração efetivamente disponível de 60% do volume de recursos, como apresentado no ponto 2.3.5. do presente relatório, a pressão das captações de água subterrânea não é significativa.

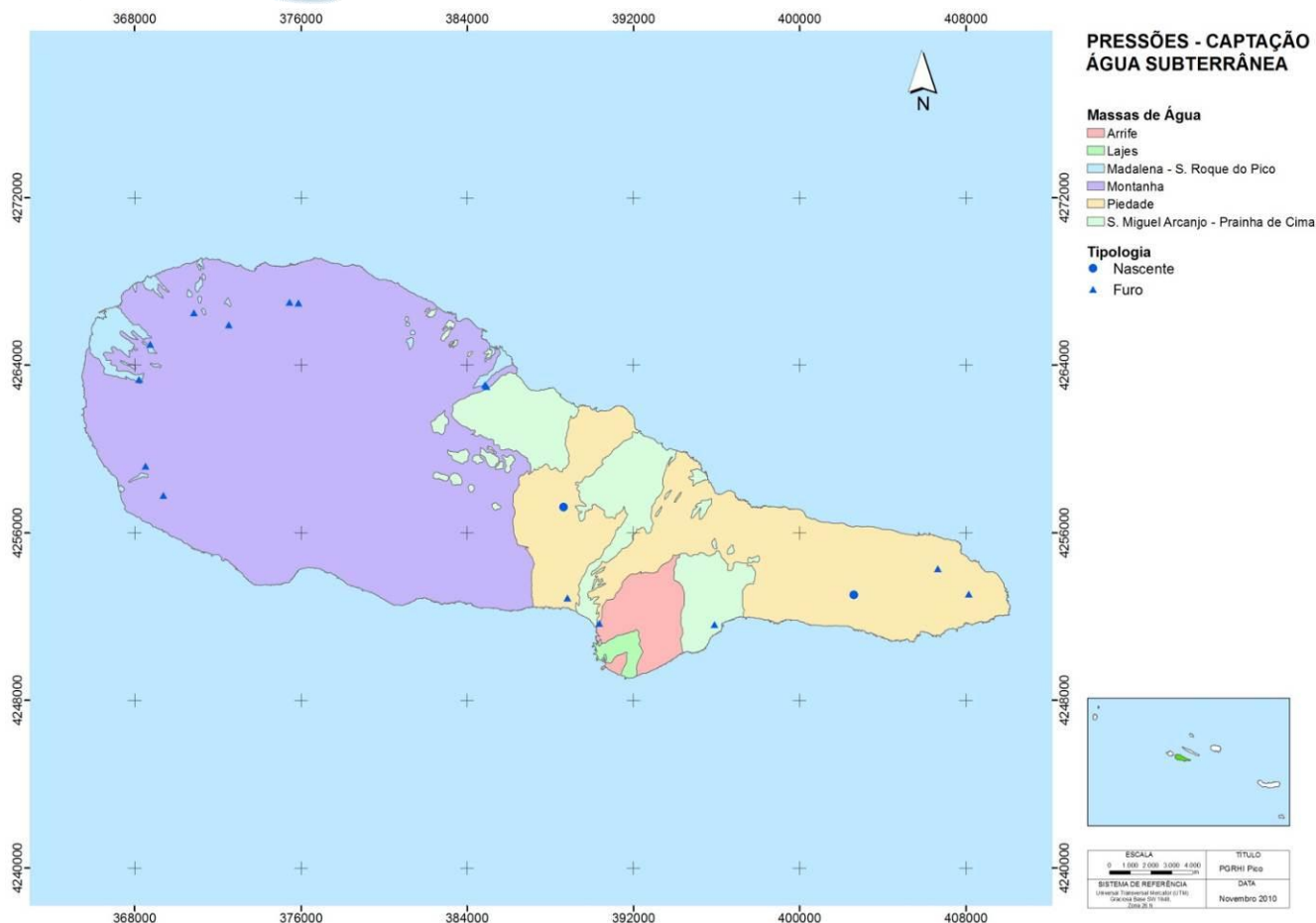


Figura 3.4.30 | Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m<sup>3</sup>/dia.

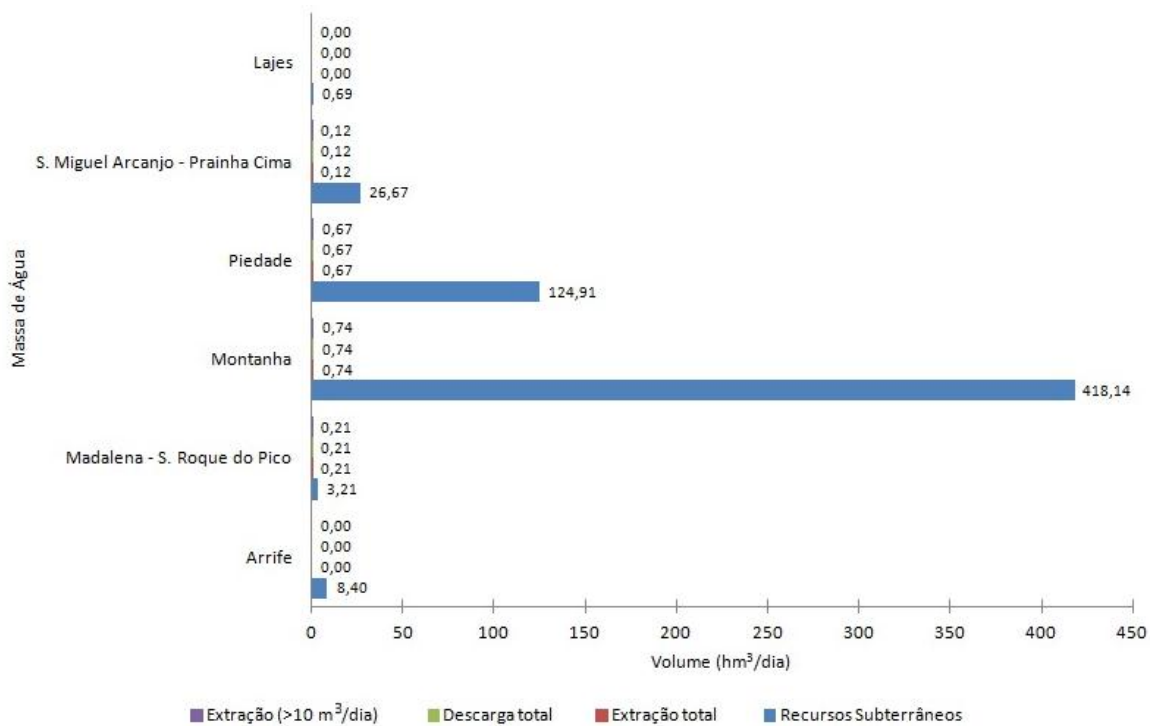
Quadro 3.4.32 | Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de águas delimitadas na ilha do Pico

Massa de Água	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados	
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos
Arrife	0	1	0	1
Madalena - S. Roque do Pico	0	3	0	2
Montanha	1	14	0	9
Piedade	6	4	3	4
S. Miguel Arcanjo - Prainha de Cima	2	1	0	1

Quadro 3.4.33 | Quadro comparativo do volume de recursos hídricos subterrâneos, da extração e descarga natural totais e da extração média nos pontos de água com caudal superior a 10m<sup>3</sup>/dia

Massa de Água	Recursos Subterrâneos	Extração total	Descarga total	Extração (>10 m/dia)
Arrife	8,40	0,00	0,00	0,00
Madalena - S. Roque do Pico	3,21	0,21	0,21	0,21
Montanha	418,14	0,74	0,74	0,74

Massa de Água	Recursos Subterrâneos	Extração total	Descarga total	Extração (>10 m³/dia)
Piedade	124,91	0,67	0,67	0,67
S. Miguel Arcanjo - Prainha da Cima	26,67	0,12	0,12	0,12
Lajes	0,69	0,00	0,00	0,00



**Figura 3.4.31** | Gráfico comparativo do volume médio extraído nos pontos de água com caudal superior a 10m³/dia, face à descarga natural total, às extrações totais efetuadas e aos recursos hídricos subterrâneos globais.

## 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 ecológico 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 condicionamentos 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. Contudo, apesar de rede de qualidade da RH9 abranger todas as massas de água relevantes e cumprir as periodicidades previstas no DL 77/2006, tanto a distribuição espacial da rede existente como os parâmetros monitorizados e a sua periodicidade não são suficientes para permitir classificar, com exatidão, as condições ecológicas e químicas de todas as massas de água no âmbito do requerido pela DQA e pela Lei da Água.

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 águas costeiras ilhas do Pico, Faial, Graciosa, São Jorge, Flores e Corvo.

#### 4.1.1 | Águas superficiais

Nos termos 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 impacte de poluição ambiental.

Os atuais programas de monitorização implementados na RH9 enquadram-se na rede de monitorização de vigilância e na rede de monitorização operacional previstas na DQA.

#### **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 PGRHI. Não obstante, se o exercício de monitorização de vigilância do PGRHI anterior tiver demonstrado que a massa de água em questão atingiu um estado classificado de “bom” e a análise do impacte das pressões antropogénicas não tiver revelado qualquer alteração dos impactes sobre a massa de água, a monitorização de vigilância deve ser efetuada uma única vez, durante a vigência de 3 PGRHI 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

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**

Na ilha do Pico não estão designadas massas de água na categoria rios, pelo que não existe qualquer rede de monitorização implementada.

##### **4.1.1.1.2 | Lagoas**

A rede de monitorização implementada na RH9 integra 24 massas de água na categoria de lagoas (Quadro 4.1.1). Nestes locais são determinados vários elementos biológicos e físico-químicos de qualidade, para a avaliação do estado

ecológico, e algumas substâncias poluentes para a avaliação do estado químico, para além de outros parâmetros, com uma frequência trimestral, semestral ou anual conforme o elemento de qualidade (Quadro 4.1.2).

**Quadro 4.1.1** | Massas de água da categoria de 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

Ilha	Lagoa	Tipo	Localização / Níveis de profundidade	Classificação de risco/vulnerabilidade
São Miguel	Canário	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Congro	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Empadadas Norte	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Empadadas Sul	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Fogo	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em dúvida/não vulnerável
	Furnas	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	São Brás	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Azul das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Verde das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Rasa das Sete Cidades	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/vulnerável
	Rasa da Serra Devassa	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/vulnerável
	Santiago	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em dúvida/vulnerável
Pico	Caiado	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Capitão	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Paul	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
	Peixinho	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
	Rosada	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
Flores	Branca	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
	Comprida	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/não vulnerável
	Funda	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Lomba	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S)	Em risco/não vulnerável
	Negra	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
	Rasa	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S)	Em risco/não vulnerável
Corvo	Caldeirão	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/não vulnerável

Tipos: B-L-M/MI/S/PP – Lagoas pouco profundas; B-L-M/MI-MP/S/P- Lagoas profundas

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

Fonte: INAG, DGADR, 2007



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

Tipo		Elementos de qualidade	Periodicidade
Biológicos		Composição, abundância e biomassa (biovolume e clorofila a) de fitoplâncton	Trimestral / Semestral <sup>(1)</sup>
		Composição, abundância de diatomáceas bentónicas	Trimestral / Semestral <sup>(1)</sup>
		Composição e abundância de macrófitos	Anual
		Composição e abundância de macroinvertebrados bentónicos	Trimestral / Semestral <sup>(1)</sup>
Físico-químicos	Elementos gerais	Transparência	Trimestral
		Temperatura	Trimestral
		Oxigénio dissolvido	Trimestral
		Conductividade	Trimestral
		pH	Trimestral
		Acidez	Trimestral
		Alcalinidade	Trimestral
		Azoto amoniacal	Trimestral
		Azoto total	Trimestral
		Azoto Kjeldhal	Trimestral
		Azoto orgânico	Trimestral
		Azoto inorgânico total	Trimestral
		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	
	Poluentes específicos	Ferro	Trimestral
		Manganês	Trimestral
		Cobre solúvel	Trimestral
		Alumínio	Trimestral
		Turvação	Trimestral
Outros parâmetros		Cloreto	Semestral
		Sódio	Semestral
		Sílica	Semestral
		Potássio	Semestral
		Cálcio	Semestral

<sup>(1)</sup> Trimestral nas lagoas classificadas com vulneráveis e lagoa do Fogo, semestral nas restantes lagoas

Na categoria de lagoas, encontram-se designadas na ilha do Pico as lagoas do Caiado, Capitão, Paul, Peixinho e Rosada. A Figura 4.1.1 identifica os pontos de amostragem nestas massas de água.

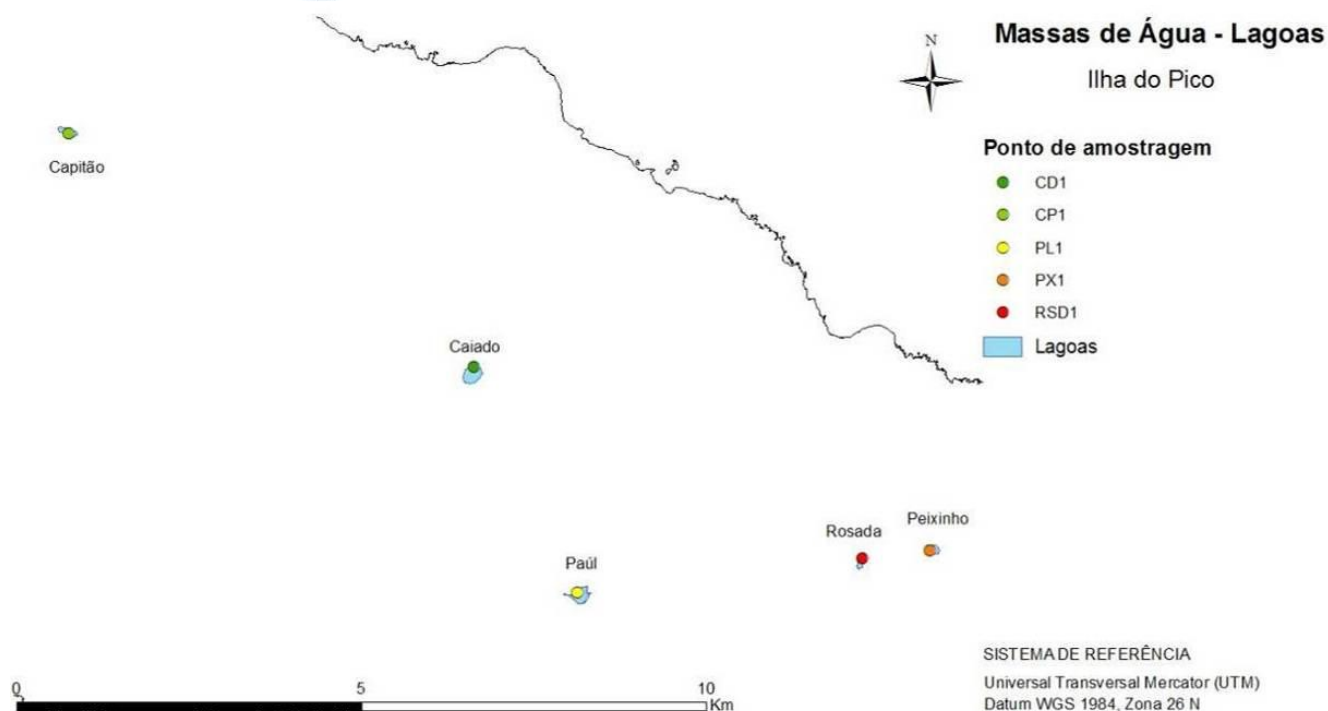


Figura 4.1.1 | Pontos de amostragem nas lagoas do Caiado, Capitão, Paul, Peixinho e Rosada (ilha do Pico).

#### 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. Todavia na ilha do Pico não existem afluentes de lagoas com a rede de monitorização da qualidade das águas superficiais

#### 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 2 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 águas onde a intervenção humana é nula ou escassa, ou seja, onde as massas de águas 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 águas semelhantes.

O recurso à opinião pericial pode ser concretizada nas áreas onde os locais de referência são escassos ou ausentes, e consiste, normalmente, numa indicação das condições de referência previstas 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 medidas.

### **Pontos de monitorização**

O programa de monitorização de águas de transição e costeiras, implementado pela SRAM, iniciou-se em 2008 uma 1ª ciclo, tendo como objetivo de caracterização das 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, conduziu a uma classificação objetiva dos estados de massas de água para as massas de água costeiras da ilha Terceira, São Miguel e Santa Maria e para as massas de água de transição da ilha de São Jorge.

Numa 2ª fase, 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 levada a cabo pela Agroleico.

Foi escolhido um ponto de amostragem para massas de água pouco profundas e intermédia. Quanto às massas de água profundas, conjunta com a ilha do Faial e do Pico, foi selecionado igualmente um ponto (Quadro 4.1.3). A colheita da água foi feita a 5 m de profundidade para as massas de água costeiras pouco profundas, intermédias e profundas,

**Quadro 4.1.3** | Ponto de monitorização para os elementos de qualidade biológica e físico-química das águas costeira, ilha do Pico

Estação	Massa de água	Coordenadas (UTM)	
		X	Y
<b>Águas Costeiras</b>			
2ª Fase – Agroleico			
PIC – PP	Pouco Profundas	-	-
PIC - AI	Intermédia	-	-
FAI_PIC_SJO - AP	Profundas	-	-
<b>Águas de Transição</b>			
Não existem na ilha do Pico			

### **Parâmetros de monitorização**

O Programa de Monitorização de Vigilância para a avaliação do estado da massa de água envolve, de acordo com a DQA, a monitorização de parâmetros de qualidade biológica (Quadro 4.1.4), hidromorfológica (Quadro 4.1.5) e físico-química e química (Quadro 4.1.6).

**Quadro 4.1.4** | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeiras, ilha do Pico

Elementos Biológicos	Parâmetros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Fitoplâncton	Composição	Sim	Não existem na ilha do Pico
	Abundância	Sim	
	Biomassa	Sim	
Restante flora aquática	Composição e Abundância	-	
Invertebrados bentónicos	Composição e Abundância	-	
Fauna piscícola	Composição e Abundância	-	

**Quadro 4.1.5** | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfológica águas costeiras, ilha do Pico

Elementos Hidromorfológicos	Parâmetros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Regime de Marés	Fluxo de água doce	-	Não existem na ilha do Pico
	Direção das correntes dominantes	-	
	Exposição às vagas	-	
Condições Morfológicas	Variação de profundidade	-	
	Estrutura e substrato do leito	-	
	Estrutura da zona intertidal	-	

**Quadro 4.1.6** | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade físico-química e química de suporte aos elementos biológicos águas costeiras, ilha do Pico

Elementos Físico-Químicos e Químicos	Parâmetros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Elementos gerais	Transparência;	Sim	Não existem na ilha do Pico
	Condições térmicas;	Sim	
	Condições de oxigenação;	Sim	
	Salinidade;	Sim	
	Condições relativas aos nutrientes	Sim	
Poluentes específicos	Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água;	Sim	
	Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas nas massas de água;	-	

Deste plano de monitorização, resulta um 1 campanha para as águas costeiras, vital para a determinação/extrapolação do estado ecológico e físico-químico das massas de águas costeiras do Pico. À semelhança das condições de referência, não foram definidas metodologias, métricas ou índices que permitam a classificação do estado ecológicos, em particular.

### **Frequência de Monitorização**

O 1º ciclo do programa de monitorização das águas costeiras e de transição iniciou-se na verão de 2008, finalizando no verão de 2009. Este programa envolveu a avaliação das massas de água costeiras, pouco profundas, intermédias e profundas da ilha Terceira, da ilha de São Miguel e da ilha de Santa Maria e as águas de transição da ilha de São Jorge.

No entanto, a 2ª fase iniciada em 2011, o programa de monitorização estendeu-se às ilhas do Pico, São Jorge, Faial, Graciosa, Flores e Corvo e de transição para a ilha de São Jorge, levada a cabo pela Agroleico.

A periodicidade, época de amostragem e frequência prevista varia com o tipo de elemento de qualidade (Quadro 4.1.7).

**Quadro 4.1.7** | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade físico-química e química de suporte aos elementos biológicos águas costeira, ilha do Pico.

Parâmetros	Frequência a DQA	Programa de Monitorização															
		2008				2009				2010				2011			
		CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T
<b>Elementos Biológicos</b>																	
Fitoplâncton	6 meses				-				-				-	1	1	1	-
Restante flora aquática	3 anos				-				-				-				-
Invertebrados bentónicos	3 anos				-				-				-				-
Fauna piscícola	3 anos				-				-				-				-
<b>Elementos Hidromorfológicos</b>																	
Regime de Marés	6 anos				-				-				-				-
Condições Morfológicas	6 anos				-				-				-				-
<b>Elementos Físico-Químicos e Químicos</b>																	
Parâmetros físico-químicos	3 meses				-				-				-	1	1	1	-
Químicos	3 meses				-				-				-				-
Substâncias prioritárias	1 mês				-				-				-	1	1	1	-

\*1 amostragem das condições relativas a nutrientes; 3 amostragens de salinidade e temperatura.

Para o caso específico das águas costeiras da ilha do Pico, os resultados da Agroleico revelam que os elementos avaliados apresentam valores inferiores aos valores máximos admissíveis estabelecidos pela legislação em vigor.

A este nível, e em função dos resultados obtidos, o plano de monitorização estipulado no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, podendo ser considerada alargamento na periodicidade dos parâmetros avaliados face aos resultados obtidos (Quadro 4.1.8).

Quadro 4.1.8 | Periodicidade para o programa de monitorização adaptado de Neto *et al.* (2009a)

Elementos de Qualidade	Águas costeiras	Águas de Transição
<b>Biológicos</b>		
Fitoplâncton	Anual	Não existem na ilha do Pico
Outra flora aquática	Triannual	
Invertebrados bentónicos	Triannual	
Peixes		
<b>Hidromorfológica</b>		
Morfologia	Seis Anos	Não existem na ilha do Pico
<b>Físico-química</b>		
Condições térmicas	Anual	Não existem na ilha do Pico
Condições de oxigenação	Anual	
Estado em nutrientes	Anual	
Outros poluentes	Anual	
Substâncias prioritárias	Anual	

No entanto, devido à elevada heterogeneidade e variabilidade natural dos ecossistemas marinhos propõe-se que, com o objetivo de reduzir a variabilidade natural nos resultados, a monitorização seja intensificada em determinados períodos sazonais, como por exemplo outono/inverno, nomeadamente os elementos de qualidade físico-química. Este facto está relacionado com a precipitação significativa que ocorre durante este período, transportando de forma mais significativa cargas orgânicas resultantes das atividades agrícolas e pecuárias, assim como elevadas quantidades de sólidos suspensos. Sugere-se, ainda, que o primeiro programa de monitorização seja mais intensivo (todos os meses no período outono/inverno), pois terá como finalidade identificar os parâmetros mais relevantes.

#### 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 águas.

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 águas, para avaliar a magnitude e o impacte 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 impacte 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 impacte das pressões em causa. A seleção dessas massas é indicativa do impacte 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 PGRHI, de acordo com a informação obtida no controlo de vigilância. 4.1.1.3 | Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização.

O programa de monitorização operacional pode ser alterado durante o período de aplicação do PGRHI, 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 4.1.9.

**Quadro 4.1.9** | Frequência da monitorização de vigilância para os elementos de qualidade das águas superficiais

Elemento de qualidade	Águas Costeiras	Águas de transição
<b>Biológica</b>		
Fitoplâncton	6 meses	Não existem na ilha do Pico
Outra flora aquática	3 anos	
Macroinvertebrados	3 anos	
Ictiofauna	3 anos	
<b>Hidromorfológica</b>		
Morfologia	6 anos	Não existem na ilha do Pico
Sedimentos	6 meses	
<b>Físico-química</b>		
Condições térmicas	3 meses	Não existem na ilha do Pico
Oxigenação	3 meses	
Salinidade	3 meses	

Elemento de qualidade	Águas Costeiras	Águas de transição
Estado em nutrientes	3 meses	
Estado de acidificação	n.a.	
Outros poluentes (*)	3 meses	
Substâncias prioritárias	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

#### 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, 2007). Esta rede integra 15 massas de água na categoria lagos (Quadro 4.1.10), 14 delas inseridas em zonas vulneráveis às quais acresce a lagoa do Fogo. 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 4.1.11).

**Quadro 4.1.10** | 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, 2007)

Ilha	Lagoa	Tipo	Localização / Níveis de profundidade	Classificação de risco/vulnerabilidade
São Miguel	Canário	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Congro	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Empadadas Norte	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Empadadas Sul	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Fogo	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em dúvida/não vulnerável
	Furnas	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	São Brás	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Azul das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Verde das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Rasa das Sete Cidades	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/vulnerável
	Rasa da Serra Devassa	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/vulnerável
Pico	Santiago	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em dúvida/vulnerável
	Caiado	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
Flores	Capitão	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Funda	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável

Tipos: B-L-M/MI/S/PP – Lagoas pouco profundas; B-L-M/MI-MP/S/P- Lagoas profundas  
Profundidade: S - Superfície; M - Meio; F - Fundo

**Quadro 4.1.11** | Parâmetros analisados no âmbito da rede de monitorização operacional das massas de água da categoria lagos da RH9

Tipo de parâmetro		Parâmetro
Biológicos	Fitoplâncton	Composição do fitoplâncton
		Biomassa por grupo algológico



Tipo de parâmetro		Parâmetro
		Biomassa por espécie de cianobactéria
		Concentração de Clorofila a
		Concentração de Feopigmentos
		Microcistinas
		Microcistinas intracelulares
		Microcistinas totais
Físico-químicos	Elementos gerais	Estado de acidificação
		pH
		Condições térmicas
		Temperatura
	Condições de oxigenação	Oxigénio dissolvido
		Saturação de oxigénio
Poluentes específicos	Salinidade	
	Conductividade	
Hidromorfológicos	Materiais em suspensão	Turvação
		Profundidade da massa de água
		Profundidade de penetração da luz
		Profundidade da zona eufótica
Outros parâmetros	Caracterização temporal	Data
		Hora
	Condições meteorológicas	Estado do tempo (vento e nubelosidade)
		Temperatura ambiente

Na ilha do Pico são alvo de monitorização operacional as lagoas do Capitão e Caiado, O local amostrado em cada uma destas lagoas é o mesmo indicado na monitorização de vigilância (Figura 4.1.1).

#### 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 accidental.

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 da massa de águas, ou parte desta, que está sob investigação, ou apenas de determinados elementos de qualidade que forem considerados mais relevantes.

#### **4.1.1.4 | Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização**

Como referido anteriormente, a rede de monitorização existente está aquém das necessidades determinadas pelo enquadramento legal e técnico no sentido de uma correta avaliação dos estados ecológico e químico das águas superficiais.

##### **4.1.1.4.1 | Rede de monitorização de ribeiras**

Não existem massas de água identificadas nesta categoria, nos termos da DQA, na ilha do Pico.

##### **4.1.1.4.2 | Rede de monitorização de lagoas**

No que se refere às lagoas e aos elementos de qualidade biológica, as principais limitações verificam-se ao nível da periodicidade das análises. Embora a rede de monitorização em execução cumpra as exigências legais (seis meses para o fitoplâncton e três anos para os restantes elementos), do ponto de vista técnico a periodicidade estabelecida é manifestamente insuficiente, especialmente nas lagoas classificadas como não vulneráveis. Como é referido no Capítulo 5 deste plano, a elevada dinâmica sazonal das comunidades biológicas, especialmente do fitoplâncton, requer uma periodicidade de análise, no mínimo, trimestral. Acresce que as variações interanuais amplificam a variabilidade sazonal dos elementos de qualidade biológica originando aparentes modificações bruscas do estado ecológico das massas de água em anos consecutivos. O aumento da frequência de análise permitirá minimizar as variações interanuais aumentando o grau de confiança na classificação do estado ecológico.

De acordo com o Manual para a Avaliação 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, 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).

Como já foi referido para a monitorização das ribeiras, a maioria dos poluentes específicos listados na legislação aplicável não está incluída nos elementos de qualidade físico-química monitorizados nas águas das lagoas dos Açores. Este facto, como se constata no Capítulo 5, limitou significativamente a classificação do estado ecológico e do estado químico das lagoas abrangidas por estes planos de gestão. Assim, recomenda-se o alargamento da rede de monitorização a um maior número substâncias analisadas de forma a garantir uma correta classificação dos estados ecológico e químico. Refira-se, ainda, que a DQA recomenda uma periodicidade trimestral para os poluentes específicos e mensal para as substâncias prioritárias.

Da mesma forma que nas ribeiras, os métodos utilizados na quantificação de alguns dos elementos de qualidade físico-química não garantem o cumprimento das normas de qualidade ambiental (NQA) devido aos elevados limites de deteção dos mesmos, pelo que há necessidade de adequar os mesmos às exigências legais para a proteção dos ecossistemas.

Finalmente, em relação aos elementos de qualidade hidromorfológica, a rede de monitorização em vigor não contempla a avaliação destes elementos o que impossibilitou a classificação do estado destes parâmetros de suporte às comunidades biológicas. 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. A DQA determina, para os elementos hidromorfológicos da categoria lagos, uma periodicidade de monitorização mensal para a hidrologia e de seis anos para a morfologia.

#### **4.1.1.4.3 | Rede de monitorização de águas costeiras e de transição**

De acordo com Ferreira *et al.* (2007) a resolução espacial deve ser determinada com base nas massas de água definidas para cada sistema, com pelo menos uma estação por massa de água. O plano de monitorização proposto cumpre este requisito. No entanto o seu posicionamento, a dimensão das massas de água e a inexistência de informação sobre o estado ecológico e químico, deveriam ter sido definidos 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 leva a que a representatividade temporal seja de igual modo reduzida.

Observa-se também incerteza relativamente à localização dos pontos de amostragem métodos utilizados, que poderão contribuir para resultados diferentes e por conseguinte análises díspares.

Assim e de acordo com o exposto, a rede de monitorização existente está aquém das necessidades determinadas pelo enquadramento legal e técnico no sentido de uma correta avaliação dos estados ecológico e químico das águas superficiais. De referir ainda, que o período de monitorização é pouco representativo existindo a necessidade de o alargar espacialmente e de o manter em continuidade.

As atuais campanhas de monitorização permitem estabelecer um estado das massas de água. No entanto será necessário desenvolver um plano de monitorização regular que permita comprovar a evolução do estado destas massas de água. Deste modo, em programa de medidas, são apresentadas medidas para o aprofundamento e desenvolvimento de um programa de monitorização que minimize as lacunas de dados, servindo de base a uma classificação do estado da massa de água objetiva.

#### **4.1.1.5 | Rede de monitorização de Zonas Protegidas**

##### **4.1.1.5.1 | Zonas Balneares**

A monitorização da qualidade da água em zonas balneares deverá ser efetuada de acordo com as especificações legais em vigor (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto). Deverão ser monitorizados os parâmetros ao nível sazonal ou pontualmente quando seja verificada uma deteioração da qualidade da água ou na presença de indícios de eutofização da água.

Para a análise da conformidade da água compatível com a prática balnear (Decreto Lei n.º 236/98, de 1 de agosto), a Direção Regional do Ambiente realiza análises durante a época balnear (controlo mensal experimental), que decorre normalmente entre 1 de junho e 30 de setembro, considerando os seguintes parâmetros físicos e biológicos: coliformes totais; *escherichia coli*; enterococos intestinais; óleos minerais; substâncias tensoactivas; fenóis; pH; oxigénio dissolvido, turvação; temperaturas do ar e da água do mar.

No decorrer da época balnear de 2009, foram registadas nas zonas balneares da ilha do Pico apenas duas situações de não conformidade com as normas de qualidade estipuladas na legislação, uma na Madalena e outra nas Lajes/Clube Náutico. Os restantes casos, para a totalidade das amostras recolhidas, os parâmetros respeitam os valores máximos recomendados. Conclui-se que todas as águas balneares monitorizadas na ilha do Pico apresentam boa qualidade (Quadro 4.1.12).

Quadro 4.1.12 | Zonas balneares da ilha do Pico

Ilha	Concelho	Água Balnear	Massa de água
Pico	Lajes do Pico	Lajes	Costeira
	Madalena do Pico	Madalena	Costeira
	S. Roque do Pico	Cais do Pico	Costeira
		S. Roque	Costeira

## 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 PRA, 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 Diretiva-Quadro da Água (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 Diretiva-Quadro da Água, 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 bases 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 impacto 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 100m<sup>3</sup>/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 Diretiva-Quadro da Água, observou todas as questões relacionadas com a monitorização das águas subterrâneas decorrentes do instrumento legal originário.

A transposição da Diretiva-Quadro da Água da UE foi complementada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, relativo a um conjunto de normas eminentemente técnicas e de caráter 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 impacte 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 associados 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 4.1.7.

**Quadro 4.1.7** | 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	<p>Completar e validar o processo de avaliação do impacte</p> <p>Fornecer informações destinadas a serem utilizadas na determinação de tendências a longo prazo, resultantes tanto de alterações das condições naturais como da atividade antropogénica.</p>	<p>São selecionados pontos de monitorização em número suficiente para cada uma das seguintes categorias de massas de água:</p> <p>Massas de água consideradas em risco na sequência da caracterização efetuada nos termos dos Anexos I e III.</p>	<p>Serão monitorizados em todas as massas de água subterrâneas selecionadas os seguintes parâmetros fundamentais: teor de oxigénio; pH; condutividade elétrica; nitratos; amónia.</p> <p>Para as massas de água identificadas, nos termos dos 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.</p>	<p>Para cada período de planeamento.</p>
Operacional	<p>Determinar o estado químico de todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas identificadas como estando em risco.</p> <p>Determinar a presença de eventuais tendências a longo prazo, antropogenicamente induzidas, para o</p>	<p>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</p>	<p>Indicadores de poluentes responsáveis por a massa ou grupo de massas de água subterrâneas ter sido designada como em risco.</p>	<p>Efetuada nos intervalos entre os períodos de execução dos programas de monitorização de vigilância, com uma frequência suficiente para determinar o impacte das pressões</p>

Programa	Características			
	Objetivos	Geometria	Parâmetros	Frequência
	aumento da concentração de qualquer poluente.	de dezembro. A seleção dos pontos de monitorização tem igualmente em conta a avaliação do grau de representatividade dos dados de monitorização.		pertinentes, mas, no mínimo, uma vez por ano.

#### 4.1.2.3 | Monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas

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 atual constata-se a inexistência de uma rede de monitorização do estado quantitativo das massas de água subterrâneas delimitadas na ilha do Pico. Esta lacuna, já identificada no âmbito do PRA (Decreto Legislativo Regional 19/2003/A, de 23 de abril) deve ser corrigida na próxima iteração de elaboração 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.

#### 4.1.2.4 | Monitorização do estado qualitativo das águas subterrâneas

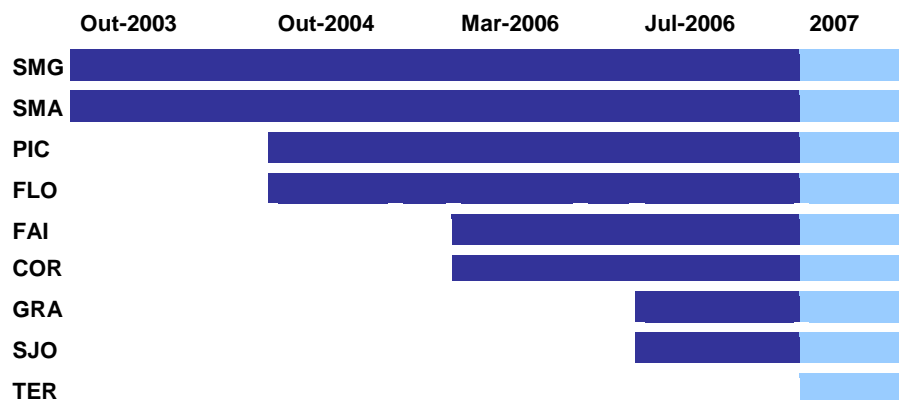
Para a avaliação da rede de monitorização do estado qualitativo das águas subterrâneas concorre o disposto nos seguintes documentos:

- 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).

##### 4.1.2.4.1 | Historial e critérios de estabelecimento dos programas de monitorização

Na sequência da implementação do PRA, a Secretaria Regional do Ambiente, agora designada por SRAM, desenvolveu, a partir de 2003, uma rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas. Face aos condicionamentos 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 4.1.2).





**Figura 4.1.2** | 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 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 antiga e atual, para evidenciar as diferenças entre estes estádios de desenvolvimento da rede de monitorização.

A rede antiga era composta por 98 pontos de água, dos quais 67 correspondiam a nascentes e 31 a furos de captação (Quadro 4.1.8). Por seu turno, a rede nova é composta por 100 pontos de água subterrânea, correspondendo a um aumento global de 2% relativamente à anterior, dos quais 69 são nascentes (+ 3%) e 31 são furos (Quadro 4.1.8).

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 4.1.8** | Composição das redes de monitorização antiga e atual para a observação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH9

Ilha	Rede Antiga		Rede Nova	
	Nº Nascentes	Nº Furos	Nº Nascentes	Nº Furos
Santa Maria	7	5	7	6
São Miguel	21	4	24	5
Terceira	10	6	11	6

Ilha	Rede Antiga		Rede Nova	
	Nº Nascentes	Nº Furos	Nº Nascentes	Nº Furos
Faial	5	5	3	2
Pico	2	7	2	7
São Jorge	5	1	5	1
Graciosa	4	3	3	4
Flores	10	---	11	---
Corvo	3	---	3	---

#### 4.1.2.4.2 | Localização dos pontos de água monitorizados

A monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Pico teve início no ano de 2004, com uma rede formada por 2 nascentes e 7 furos de captação (Figura 4.1.3). A rede nova, definida em 2009, contempla, por seu turno, 2 nascentes e 7 furos (Figura 4.1.4).

Atualmente apenas as massas de água Madalena – São Roque do Pico, Montanha e Piedade são alvo de ações de monitorização, com redes cuja densidade varia entre 0,011 pontos/km<sup>2</sup> e 0,264 pontos/km<sup>2</sup>. As densidades são respetivamente iguais a: 0,264 pontos/km<sup>2</sup> (Madalena – São Roque do Pico), 0,011 pontos/km<sup>2</sup> (Montanha) e 0,037 pontos/km<sup>2</sup> (Piedade) (Quadros 4.1.9 e 4.1.10). Desta forma, as massas de água designadas por Arrife, Lajes e São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima não são monitorizadas.

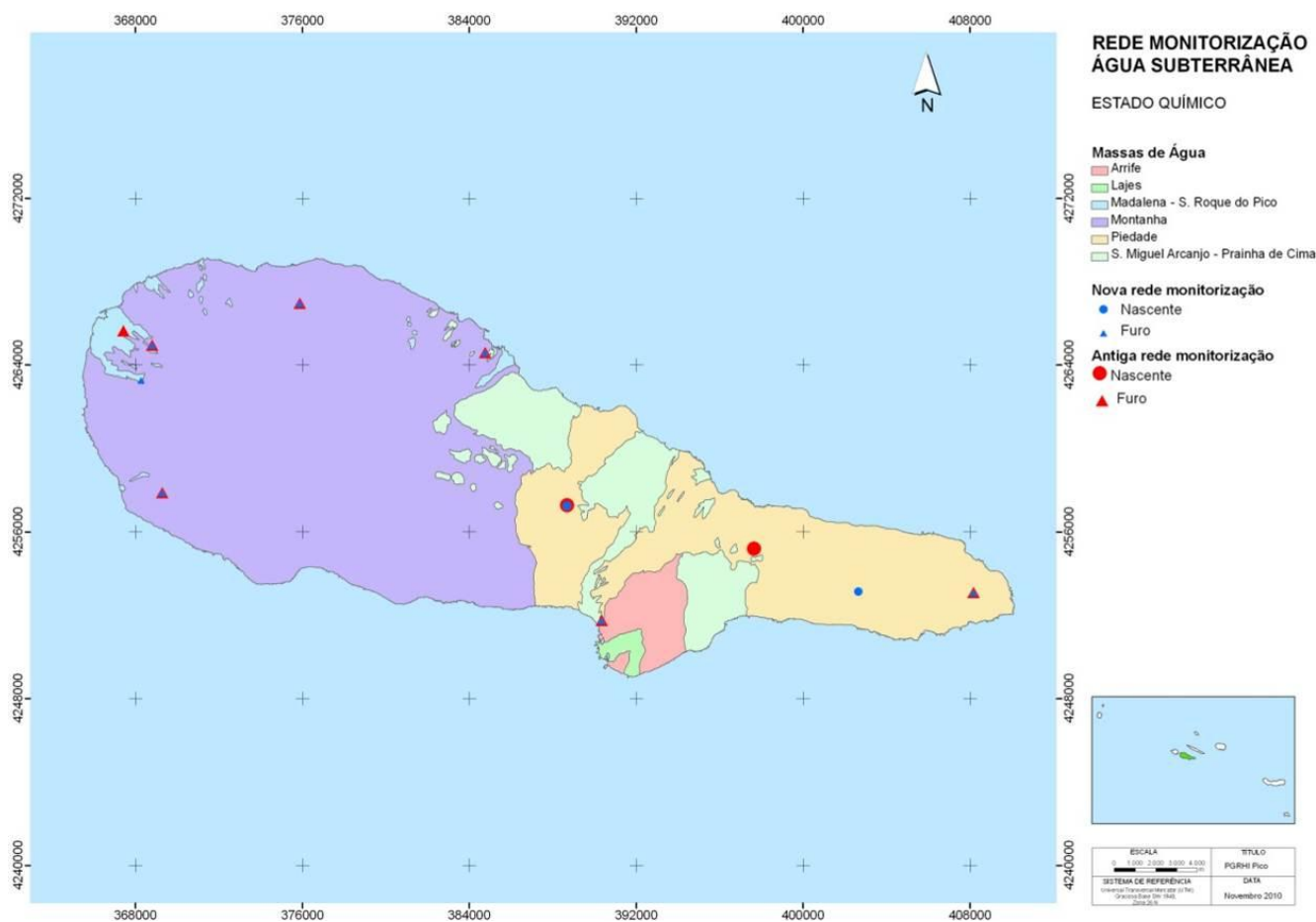


Figura 4.1.3 | Representação cartográfica das redes antiga e nova de monitorização do estado químico.

**Quadro 4.1.9** | Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico (Coordenadas UTM Datum WGS84, zona 26N)

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água	Rede	
							Antiga	Nova
PIC.55	Criação Velha (JHF2 ou IT2)	Furo	368323	4263233	Sim	Madalena - S. Roque do Pico		✓
PIC.56	Ladeira Grande ou Bicadas (AC1)	Furo	368864	4264921	Sim	Madalena - S. Roque do Pico	✓	✓
PIC.60	Cabo Branco (BSH2)	Furo	367514	4265566	Não	Madalena - S. Roque do Pico	✓	
PIC.54	Mirateca (JHF5)	Furo	369483	4257705	Sim	Montanha	✓	✓
PIC.63	Stª Luzia (JK2)	Furo	375988	4266888	Sim	Montanha	✓	✓
PIC.62	São Roque do Pico ou Roças(JHF4)	Furo	384851	4264516	Sim	Montanha	✓	✓
PIC.1	Landroal I (Landroal de Cima)	Nascente	388754	4257136	Sim	Piedade	✓	✓
PIC.3	Silvado ou Cabeço da Lança	Nascente	402716	4252944	Sim	Piedade		✓
PIC.35	Nossa Senhora	Nascente	397747	4255116	Não	Piedade	✓	
PIC.48	Piedade ou Ponta da Ilha (JK4)	Furo	408258	4252988	Sim	Piedade	✓	✓
PIC.50	Ribeira do Meio (JK2)	Furo	390467	4251593	Sim	Piedade	✓	✓

**Quadro 4.1.10** | Densidade das redes antiga e nova de monitorização do estado químico

Massa de Água	Nº de Pontos de água monitorizados		Área (Km <sup>2</sup> )	Densidade (Ponto/Km <sup>2</sup> )	
	Rede antiga	Rede nova		Rede antiga	Rede nova
Madalena - S. Roque do Pico	2	2	7,58	0,264	0,264
Montanha	3	3	262,06	0,011	0,011
Piedade	4	4	108,72	0,037	0,037

#### 4.1.2.4.3 | Parâmetros e frequência de monitorização

Os parâmetros analisados nas redes antiga e nova de monitorização de vigilância do estado químico, assim como a periodicidade e as metodologias laboratoriais associadas, encontram-se listados nos Quadros 4.1.11 e 4.1.12. Nos referidos quadros 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.

Da comparação dos elementos referenciados em ambas os quadros consta-se que no âmbito da nova rede de monitorização a periodicidade de determinação dos diversos parâmetros passou, na generalidade, a semestral, de forma a adaptar as colheitas de acordo com as estações de águas baixas e altas. Por outro lado, constata-se que na programação dos trabalhos da nova não foi incluída a determinação dos pesticidas, o que resultou por uma lado do facto das determinações efetuadas antes de 2008 terem apontado sempre abaixo do limite de deteção analítico e, por outro lado, dos constrangimentos financeiros.

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, electrometria, 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; HCO<sub>3</sub>; SO<sub>4</sub>; Cl), é, em geral, boa, tomando como referência que os valores devem estar incluídos no intervalo [-5%, +5%]: o valor médio de EB é igual a +1,90% (desvio padrão: +10,62%), variando os resultados entre +37,41% e -12,82%.

**Quadro 4.1.11** | Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à rede antiga de monitorização de vigilância do estado químico

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
Temperatura	S	S	Termometria
pH	S	S	Eletrometria
Condutividade Elétrica	S	S	Condutivimetria
Oxigénio dissolvido	S	S	Volumetria
Azoto amoniacal	S	S	EAM
Nitratos	S	S	EAM
Nitritos	S	S	EAM
Cloretos	A	S	Volumetria
Cálcio	A	A	EAA
Magnésio	A	A	EAA
Sódio	A	A	EAA
Potássio	A	A	EAA
Bicarbonato	A	A	Volumetria
Sílica	A	A	EAM
Sulfato	A	A	Nefelometria
Fosfatos	A	A	EAM
Alumínio	A	A	EAA
Ferro	A	A	EAA
Cobre	A	A	EAA
Cádmio	A	A	EAA
Mercúrio	A	A	EAA
Manganês	A	A	EAA
Chumbo	A	A	EAA
Arsénio	A	A	EAA
Pesticidas	A	A	Cromatografia
Hidrocarbonetos totais	A	A	EAM
Coliformes totais	S	S	Filtração por membrana
Coliformes fecais	S	S	Filtração por membrana

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
Estreptococos fecais	A	A	Filtração por membrana

**Quadro 4.1.12** | Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à nova rede de monitorização de vigilância do estado químico

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
Temperatura	S	S	Termometria
pH	S	S	Eletrometria
Condutividade Elétrica	S	S	Conduvimetria
Oxigénio dissolvido	S	S	Volumetria
Azoto amoniacal	S	S	EAM
Nitratos	S	S	EAM
Nitritos	S	S	EAM
Cloretos	A	S	Volumetria
Cálcio	S	S	EAA
Magnésio	S	S	EAA
Sódio	S	S	EAA
Potássio	S	S	EAA
Bicarbonato	S	S	Volumetria
Sílica	S	S	EAM
Sulfato	S	S	Nefelometria
Fosfatos	S	S	EAM
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
Hidrocarbonetos totais	S	S	EAM
Coliformes totais	S	S	Filtração por membrana
Coliformes fecais	S	S	Filtração por membrana
Estreptococos fecais	A	A	Filtração por membrana

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 4.1.13).

**Quadro 4.1.13** | 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 <sub>3</sub> /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 4.1.14.

**Quadro 4.1.14** | 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

Fonte: de acordo com o Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro

Do cruzamento da informação constante dos Quadros 4.1.16 e 4.1.17 é possível verificar que a rede de monitorização de vigilância da qualidade da água cobre a grande maioria dos parâmetros requeridos pela legislação em vigor, com exceção das substâncias sintéticas artificiais (tricloroetileno e tetracloroetileno) e dos pesticidas. Neste último caso, cabe salientar que esta lacuna é registada no âmbito do programa da nova rede de monitorização, implementado a partir de 2009.

#### 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 na ilha do Pico, 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, 2007). Para efeitos comparativos, e de forma a avaliar o progresso obtido, o IR foi calculado quer para a rede antiga, quer para a rede atual.

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:

- $Dis_{med}$ , 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.

No Quadro 4.1.15 apresentam-se os valores de IR calculados para as massas de água monitorizadas na ilha do Pico. Os valores de IR inerentes à rede nova variam entre 34,3% e 66,8%, e encontram-se todos abaixo do limiar aceitável de 80%. Comparando as redes antiga e nova, verifica-se uma diminuição do IR nas massas de água Madalena – São Roque do Pico (de 45,3% para 34,3%), independentemente do aumento de densidade observado neste caso, e Piedade (de 70,6% para 66,8%). Necessariamente que as massas de água não monitorizadas presentemente também não evidenciam a representatividade adequada.

**Quadro 4.1.15** | Cálculo do índice de representatividade para as redes antiga e nova de monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Pico

Massa de Água	Densidade (Ponto/Km <sup>2</sup> )		Índice de Representatividade (%)		
	Rede antiga	Rede nova	Rede antiga	Rede nova	Quadrícula (m)
Madalena - S. Roque do Pico	0,264	0,396	45,3	34,3	300x300
Montanha	0,011	0,011	70,3	70,3	300x300
Piedade	0,037	0,037	70,6	66,8	300x300

#### 4.1.2.4.4.2 | Avaliação da adequabilidade dos programas de monitorização

Os programas de monitorização visam propiciar a informação necessária para que se possa avaliar se os objetivos ambientais contemplados na Diretiva-Quadro da Água serão efetivamente atingidos, o que implica não a ponderação das condições hidrogeológicas, como também a forma como estas podem ser modificadas em resultado de ações antropogénicas (CEC, 2003).

No caso vertente da ilha do Pico, e da RH9 no seu todo, as ações integradas de monitorização da água subterrânea são relativamente recentes, com início datado do ano de 2003, e por razões financeiras e operacionais restringem-se atualmente aos aspetos de qualidade.

Neste contexto, os considerandos avançados em seguida sobre a adequabilidade são relativos exclusivamente à rede de monitorização de qualidade, reportando-se como grave a lacuna resultante da ausência de redes de monitorização do estado quantitativo, quer ao nível das medições do nível freático/piezométrico, quer dos registos dos caudais de nascentes.

A primeira questão a realçar prende-se com a inobservância dos requisitos mínimos de representatividade. Este facto foi comprovado, como discutido no ponto anterior, pelo cálculo do IR, cujos valores variam entre 34,3% e 70,3%, e encontram-se todos abaixo do limiar aceitável de 80%. Necessariamente que as massas de água não monitorizadas presentemente também não evidenciam a representatividade adequada. Urge, assim, que a entidade pública com responsabilidades ao nível da administração da RH9 não só empreenda o aumento do número de pontos de água a monitorizar, como proceda à análise da melhor localização dos locais. Esta tarefa permitirá incrementar o grau de conhecimento relativo ao quimismo das águas subterrâneas.

Outro aspeto emergente prende-se com a melhoria dos aspetos relacionados com a realização de amostragens e de análises químicas. Não obstante o valor médio do erro de balanço ser igual a +1,90%, ocorrem análises em que este valor é mais elevado, o que implica a necessidade de empreender ações para melhorar o controle dos erros associados



aos trabalhos laboratoriais. O recurso a laboratórios acreditados, como atualmente ocorre, configura uma vantagem que importa potenciar para trabalhar este aspeto.

O Documento-Guia n.º 15 (CEC, 2007), especificamente devotado aos aspetos da monitorização da água subterrânea, salienta a necessidade de quantificar as incertezas relativas às operações de amostragem e laboratoriais, o que se revela necessário passar a efetuar sistematicamente.

Outra vertente da análise efetuada à adequabilidade das redes de monitorização química prende-se com o cumprimento dos requisitos legais e da cobertura da lista de parâmetros requeridos para a avaliação do estado químico. Neste âmbito, importa realçar que a lista mínima de parâmetros requeridos para a monitorização de vigilância é atualmente observada no lote de análises efetuadas, a que se adiciona o anião cloreto na medida que é um poluente a analisar obrigatoriamente nas massas Montanha, Madalena – São Roque e Piedade, cujo estado foi qualificado de medíocre (Quadro 4.1.16).

Por outro lado, a lista de parâmetros atualmente analisada não cobre as substâncias ativas dos pesticidas, para as quais a legislação em vigor (Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro) estabelece normas de qualidade, nem as substâncias sintéticas artificiais (tricloroetileno e tetracloroetileno), cuja observação é exigida no âmbito da verificação de conformidade do Bom estado das massas de água subterrâneas.

**Quadro 4.1.16** | Lista mínima de parâmetros a monitorizar de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março

Parâmetro
Teor de oxigénio
pH
Condutividade elétrica
Nitratos
Amónia

#### 4.1.2.5 | Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas

##### 4.1.2.5.1 | Enquadramento

A Diretiva-Quadro da Água, 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 Diretiva-Quadro da Água, 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 ZB;
- 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 de 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

De acordo com o enquadramento legal, para cada região hidrográfica devem ser identificadas as massas de água destinadas a captação para consumo humano que forneçam mais de 10m<sup>3</sup> por dia em média, ou que sirvam mais de 50 pessoas. No ponto 3.3.2 do presente relatório procede-se a esta identificação, e no caso vertente da ilha do Pico todas as massas de água subterrâneas são destinadas à produção de água para consumo humano, com exceção da massa Lajes.

No âmbito do Decreto-Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, complementado pelo Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, não são avançados critérios específicos para a monitorização das massas de água subterrâneas destinadas à produção para uso humano. No entanto, as ações de monitorização devem propiciar a informação necessária para que estas possam ser avaliadas e geridas (CEC, 2006)

Os critérios e objetivos de qualidade para as águas subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano foram estabelecidos no Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, que precedeu à transposição para o direito interno da Diretiva da UE 78/659/CEE, de 18 de julho. O Decreto-Lei n.º 243/2001, de 5 de setembro, que procedeu à transposição da Diretiva 98/83/CE, de 3 de novembro, veio alterar o disposto a legislação anterior, no que concerne ao capítulo devotado à água para consumo humano, quer no seu estado original ou após tratamento, e foi por seu turno revogado por intermédio do Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto

Contudo, e como o próprio Documento-Guia n.º 16 refere, apenas é requerido que, ao invés de observar o lote de parâmetros exigido pela legislação anteriormente referida, sejam monitorizados os parâmetros relacionados com a qualidade da água na captação, previamente a qualquer adução e tratamento, e em especial os relacionados com a avaliação do risco de não cumprimento dos objetivos da DQA (CEC, 2006).

Nas massas de água designadas como em Bom estado não é necessário monitorizar todos os pontos de captação destinados ao uso humano, podendo as ações a desenvolver terem como alvo apenas uma seleção destes. Neste contexto, a monitorização pode ser conduzida conjuntamente com o programa de monitorização de vigilância,

aplicando-se os requisitos e critérios inerentes a esta última, que devem ter precedência, aproveitando as sinergias de correntes do facto de muitos dos pontos de água destinados à captação para uso humano já estarem contemplados nesta.

Nas massas de água em risco de não alcançar os objetivos ambientais da DQA, a monitorização de todos os pontos de captação significativos deve ser executada pelo menos duas vezes, antes e durante cada ciclo de planeamento, podendo o alvo ser restringido às áreas onde as pressões responsáveis pela designação sejam mais significativos.

Face ao exposto, e atendendo à realidade da RH9 em geral, e no caso vertente na ilha do Pico, julga-se que as sinergias resultantes de uma operação conjunta com as ações de monitorização de vigilância do estado químico devem ser procuradas. No Quadro 1.4.17 procede-se à caracterização da atual rede de monitorização de qualidade nas zonas destinadas à produção de água para consumo humano, delineada a partir da distribuição dos pontos de monitorização de vigilância do estado químico. Desde logo, salienta-se a inexistência de ações de monitorização de aspetos quantitativos.

Cabe realçar que os parâmetros atualmente monitorizados cobrem integralmente os principais processos responsáveis pela degradação da qualidade das águas subterrâneas na RH9. Estes correspondem, essencialmente, à poluição difusa, de origem agrícola, ao deficiente saneamento básico, marcado por uma baixa taxa de população ligada a sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais, e, nas zonas costeiras, a salinização da água por mistura com sais marinhos (Cruz *et al.*, 2010).

Necessariamente que, face aos problemas de representatividade da rede de monitorização de vigilância do estado químico evidenciados anteriormente, associados à ausência atual de uma rede de monitorização quantitativa, urge ponderar a resolução célere destas duas questões.

**Quadro 1.4.17** | Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano

Massa de Água	Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação
Madalena - S. Roque do Pico	PIC.55	Criação Velha (JHF2 ou IT2)	Furo	368323	4263233	Sim
Madalena - S. Roque do Pico	PIC.56	Ladeira Grande ou Bicadas (AC1)	Furo	368864	4264921	Sim
Madalena - S. Roque do Pico	PIC.60	Cabo Branco (BSH2)	Furo	367514	4265566	Não
Montanha	PIC.54	Mirateca (JHF5)	Furo	369483	4257705	Sim
Montanha	PIC.63	Stª Luzia (JK2)	Furo	375988	4266888	Sim
Montanha	PIC.62	São Roque do Pico ou Roças (JHF4)	Furo	384851	4264516	Sim
Piedade	PIC.1	Landroal I (Landroal de Cima)	Nascente	388754	4257136	Sim
Piedade	PIC.3	Silvado ou Cabeço da Lança	Nascente	402716	4252944	Sim
Piedade	PIC.35	Nossa Senhora	Nascente	397747	4255116	Não
Piedade	PIC.48	Piedade ou Ponta da Ilha (JK4)	Furo	408258	4252988	Sim
Piedade	PIC.50	Ribeira do Meio (JK2)	Furo	390467	4251593	Sim

## 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

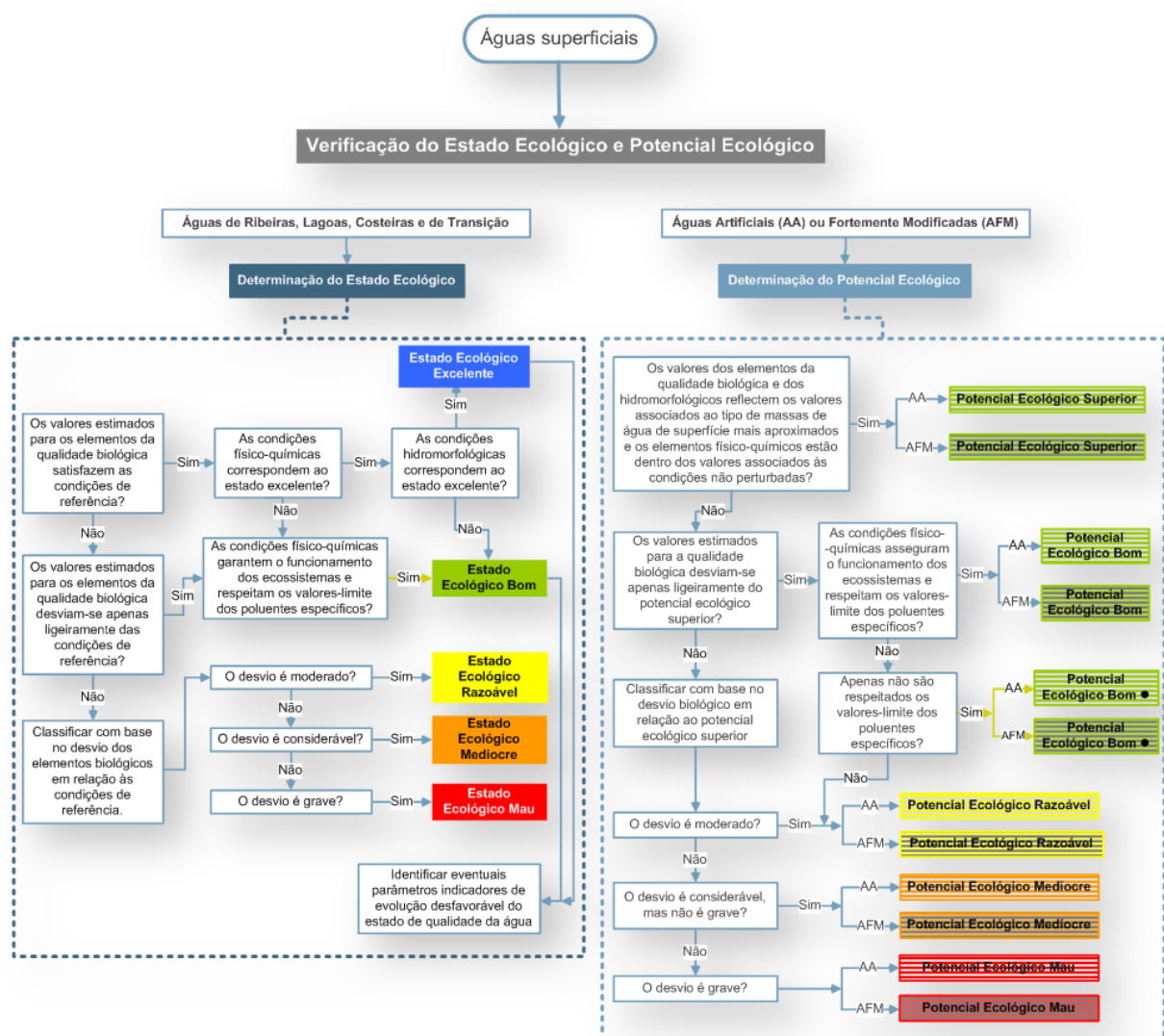
A DQA (Parlamento & UE, 2000) estabeleceu um quadro de ação comunitária no domínio da política da água. Esta diretiva impõe a classificação e monitorização do "estado ecológico" das massas de água, definido com base em parâmetros biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos. A determinação dos elementos biológicos envolve entre outros, a análise da flora e fauna aquática, bem como a sua abundância. Nos sistemas aquáticos açorianos, a componente peixes não poderá refletir as condições prístinas pois, com exceção das enguias (*Anguilla anguilla*), todas as outras espécies dulcaquícolas existentes na região foram introduzidas pelo homem (Gonçalves *et al*, 2006).

Para efeitos de avaliação do estado ecológico das massas de água superficiais da ilha do Pico foi efetuado um levantamento da informação mais relevante referente a esses ecossistemas incluída em diversas publicações, nomeadamente Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores (INOVA) (1996; 1999; 2007), Porteiro (2000), Gonçalves *et al*, (2006; 2007) 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.

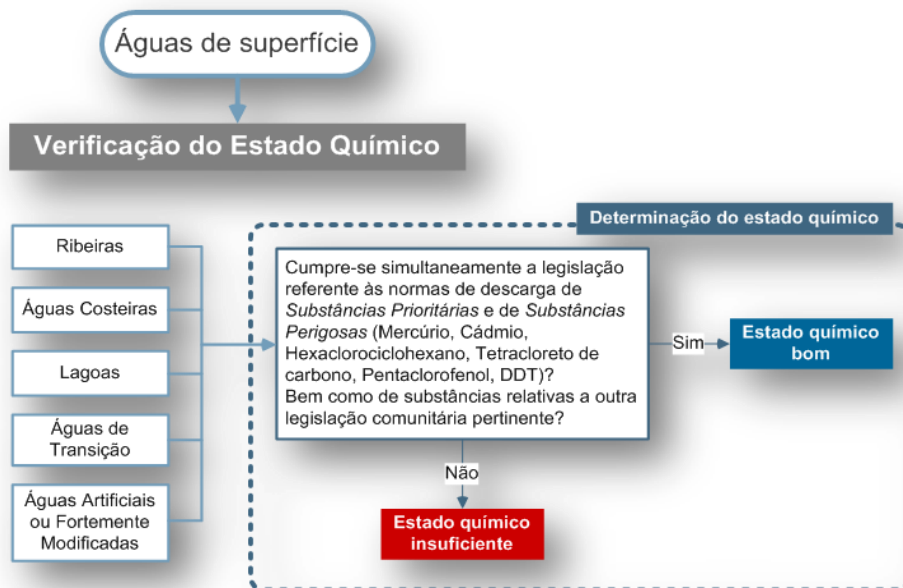
A Região Hidrográfica Açores não integrou o Exercício de Intercalibração e não foram definidos formalmente os critérios para a classificação do Estado das suas massas de água. Para além disso, não podem ser adotados os critérios do INAG (2009) por estes não incluírem os tipos de massas de água de superfície 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*, 2006; Gonçalves *et al*, 2007; Gonçalves *et al*, 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.



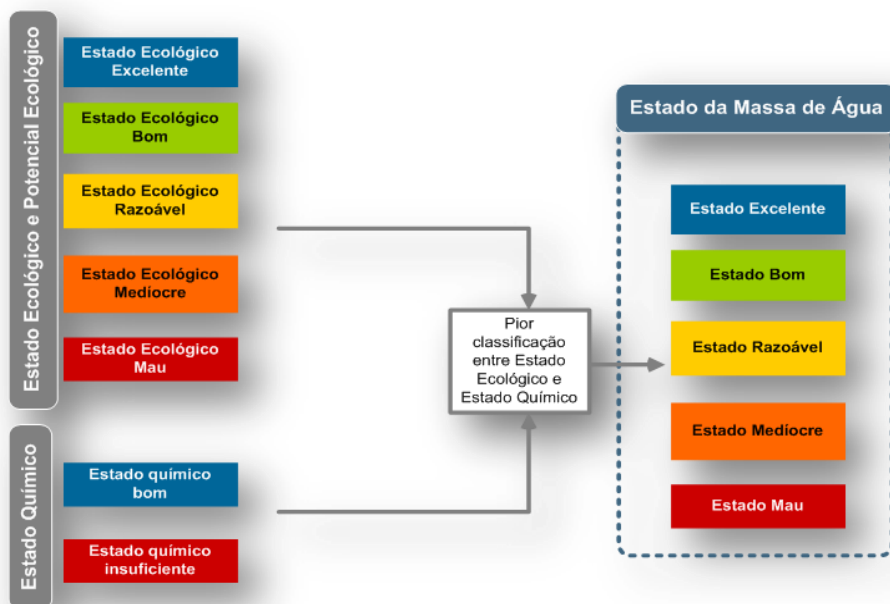
Fonte: adaptado de INAG, 2009

Figura 5.1.1 | Verificação do estado ecológico das massas de água superficiais.



Fonte: adaptado de INAG, 2009

Figura 5.1.2 | Verificação do estado químico das massas de água superficiais.



Fonte: adaptado de INAG, 2009

Figura 5.1.3 | Esquema conceptual do sistema de classificação no âmbito da Diretiva-Quadro da Água/Lei da Água.

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, análise do potencial ecológico não será considerada na presente avaliação de estado das massas de água superficiais da ilha do Pico.

### 5.1.1.2 | Estado ecológico

#### 5.1.1.2.1 | Ribeiras

Na ilha do Pico não existem massas de água relevantes, nos termos da DQA, na categoria rios.

#### 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 5.1.1.

**Quadro 5.1.1** | Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de lagos de acordo com a Diretiva-Quadro da Água

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
		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
		Tempo de residência
		Ligação a massas de água subterrâneas
	Condições morfológicas	Variação da profundidade do lago
		Quantidade, estrutura e substrato do leito do lago
	Estrutura das margens do lago	

Dos elementos biológicos de qualidade indicados pela DQA, apenas o fitoplâncton, o fitobentos e os macrófitos (outra flora aquática) e os invertebrados bentónicos poderão ser utilizados para a classificação do estado ecológico, uma vez que a fauna piscícola foi toda introduzida pelo Homem não podendo, por isso, refletir a qualidade do ecossistema. O estudo dos macrófitos das lagoas foi iniciado recentemente (Gonçalves *et al*, 2009a; 2009b), não havendo um conhecimento robusto sobre a distribuição das espécies nem quais os fatores ambientais que a condicionam. Atualmente, apenas existem estudos consistentes relativamente ao fitoplâncton, ao fitobentos (diatomáceas) e aos invertebrados bentónicos (INOVA, 1996; 1999; Gonçalves *et al*, 2006; Gonçalves *et al*, 2008; Gonçalves, 2008), e destes o fitoplâncton parece ser aquele que melhor responde às alterações na qualidade dos ecossistemas (Gonçalves *et al*, 2006; Gonçalves 2008; Gonçalves *et al*. 2008).

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 comunidades fitoplanctónicas das lagoas dos Açores para a avaliação da qualidade ecológica (Quadro 5.1.2). 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 utiliza-lo na classificação do estado ecológico das lagoas abrangidas por este plano de gestão de recursos hídricos.

**Quadro 5.1.2** | 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

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 <i>a</i> (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
	Clorofila <i>a</i> (superfície)	<4	4-12	>12	µg/L

Fonte: Gonçalves (2008)

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 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 do Pico.

Em relação aos elementos gerais da qualidade físico-química, utilizaram-se os indicados por Gonçalves *et al*, (2006), 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 5.1.2). 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 5.1.4 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 5.1.3) os valores de referência e as fronteiras entre as classes de estado são idênticas para ambos tipos.

**Quadro 5.1.3** | 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	0,94	0,74	0,53	0,31

Legenda: Estados de qualidade: Exc.- Excelente; Raz.- Razoável; Med.- Medíocre; RQE- Rácio de Qualidade Ecológica

Com base nos critérios definidos atrás, determinou-se o estado dos elementos de qualidade ecológica das lagoas do Pico identificadas no capítulo 3 abrangidas na tipologia B-L-M/MI/S/PP entre os anos de 2005, 2006 e 2008 (Quadro 5.1.3) em função dos dados disponíveis para cada elemento.

Um aspeto que influenciou negativamente a consistência da classificação dos elementos biológicos, foi a irregularidade da monitorização destes ecossistemas. Face à dinâmica sazonal que a lagoa apresenta, a sua correta caracterização e avaliação dos elementos de qualidade ecológica exigem, no mínimo quatro análises anuais, uma em cada estação do ano. Este requisito é particularmente importante para o elemento de qualidade biológica fitoplâncton pois a sua variação sazonal é muito marcada. A redução do número de análises provoca a diminuição da sensibilidade do índice P-IBI, facto que esteve na origem na oscilação do seu valor em algumas lagoas (Quadro 5.1.4)

**Quadro 5.1.4** | Classificação do estado ecológico com base no elemento biológico fitoplâncton das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão entre os anos de 2005, 2006 e 2008

Tipo	Lagoa	Elemento Biológico	2005	2006	2008
B-L-M/MI/S/PP	Capitão	RQE (P-IBI)	Mau	Mediocre	Mediocre
	Caiado		Bom	Bom	Excelente
	Peixinho		-	Mau	Bom
	Paúl		-	Bom	Excelente
	Rosada		-	Bom	Excelente

#### 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 5.1.5 encontram-se os valores de referência e as fronteiras entre as classes de estado químico para a tipologia B-L-M/MI/S/PP.

**Quadro 5.1.5** | Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para o tipo de lagoas 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/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

Com base nos critérios definidos atrás, determinou-se o estado dos elementos físico-químicos de qualidade ecológica das lagoas designadas na ilha do Pico entre os anos de 2005, 2006 e 2008 (Quadro 5.1.6) em função dos dados disponíveis para cada elemento.

**Quadro 5.1.6** | Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade físico-química das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão entre os anos de 2005, 2006 e 2008

Tipo	Lagoa	Elemento físico-químico	2005	2006	2008
B-L-M/MI/S/PP	Capitão	Z <sub>sd</sub>	Razoável	Razoável	Bom
		O <sub>2</sub>	Excelente	Excelente	Excelente

Tipo	Lagoa	Elemento físico-químico	2005	2006	2008
		TN	Bom	Razoável	Bom
		TP	Excelente	Bom	Excelente
	Caiado	Z <sub>sd</sub>	Bom	Bom	Bom
		O <sub>2</sub>	Excelente	Excelente	Excelente
		TN	Excelente	Bom	Excelente
		TP	Excelente	Excelente	Excelente
	Peixinho	Z <sub>sd</sub>	-	Razoável	Razoável
		O <sub>2</sub>	-	Excelente	Excelente
		TN	-	Bom	Bom
		TP	-	Excelente	Excelente
	Paul	Z <sub>sd</sub>	-	Excelente	Excelente
		O <sub>2</sub>	-	Excelente	Excelente
		TN	-	Excelente	Excelente
		TP	-	Excelente	Excelente
	Rosada	Z <sub>sd</sub>	-	Razoável	Excelente
		O <sub>2</sub>	-	Excelente	Excelente
TN		-	Bom	Excelente	
TP		-	Excelente	Razoável	

Aplicando os esquemas conceituais apresentados nas Figuras 5.1.1 e 5.1.2, determinou-se o estado ecológico das lagoas do Pico nos anos de 2005, 2006 e 2008. Nos anos em avaliação o estado ecológico das lagoas do Pico variou entre Excelente e Mau. As lagoas Paul e Caiado são as que apresentam melhor estado ecológico (entre Bom e Excelente). As restantes lagoas não atingem os objetivos ambientais, possuindo uma qualidade ecológica classificada entre Mau e Razoável (Quadro 5.1.7).

**Quadro 5.1.7** | Classificação do estado ecológico das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão entre os anos de 2005, 2006 e 2008

Tipo	Lagoa	2005	2006	2008
B-L-M/MI/S/PP	Capitão	Mau	Medíocre	Medíocre
	Caiado	Bom	Bom	Bom
	Peixinho	-	Mau	Razoável
	Paul	-	Bom	Excelente
	Rosada	-	Razoável	Razoável

### 5.1.1.2.3 | Águas costeiras e de transição

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 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 5.1.8):

**Quadro 5.1.8** | 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
		Estrutura da zona intertidal	Poluentes específicos
			Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água

Tipo	Elementos Biológicos	Elementos Hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos	Elementos Químicos e Físico-químicos de suporte aos elementos biológicos
			Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas nas massas de água

De salientar que até ao momento existem apenas dados relativos a uma campanha de monitorização para as águas costeiras da ilha do Pico, efetuadas durante a primavera de 2011, estando atualmente em avaliação a composição, abundância e biomassa do fitoplâncton existente nas amostras de água recolhidas nos diferentes pontos. Deste modo, à data não foram definidas condições de referência (parâmetros/métricas) relativas aos vários parâmetros das águas costeiras, o que, associado às limitações decorrentes da escassez de dados, inviabiliza a classificação objetiva do estado ecológico das massas de água para a ilha do Pico de acordo com a prevista no Anexo V da DQA.

#### 5.1.1.2.3.1 | Águas costeiras

A avaliação do estado ecológico das massas de água costeiras pressupõe a determinação do RQE (Rácio de Qualidade Ecológica), de acordo com a Decisão da Comissão 2008/915/CE de 30 de outubro de 2008, em conformidade com o anexo V da DQA e apresentada no Quadro 5.1.1.

Para as águas costeiras foram ou estão a ser efetuadas campanhas de monitorização, embora até ao momento, não tenham sido desenvolvidas propostas de metodologias de condições de referência e delimitação de limites das fronteiras entre RQE e respetivo estado ecológico, pela autoridade competente.

#### Elementos Biológicos

##### Fitoplâncton

Até ao momento foi efetuada apenas uma campanha de monitorização relativamente a composição, abundância e biomassa de fitoplâncton, não estando estabelecidas as condições de referência nem metodologias de delimitação das fronteiras dos estados ecológicos, estando contudo em fase de desenvolvimento.

##### Restante flora aquática - Macroalgas

Apesar da campanha de monitorização desenvolvida, este parâmetro biológico não foi contemplado na obtenção de dados relativamente a composição, abundância e biomassa, permanecendo igualmente por estabelecer as condições de referência e metodologias de delimitação das fronteiras dos estados ecológicos.

##### Invertebrados bentónicos

De igual modo, este parâmetro biológico não foi contemplado na obtenção de dados relativamente a composição, abundância e biomassa, permanecendo igualmente por estabelecer as condições de referência e metodologias de delimitação das fronteiras dos estados ecológicos.

Apesar da falta/reduzido volume de dados, da inexistência do estabelecimento de condições de referência e de metodologias para o estabelecimento dos valores fronteira entre estados biológicos, constata-se que de acordo com a análise de pressões que, para a ilha do Pico, a classificação obtida é de Baixa - Não Significativa. Comparando o valor

global de pressão da ilha em análise com o valor global de pressão obtido para as ilhas de São Miguel e da Terceira (ilhas com mais habitantes e indústria), verifica-se que o nível de significância de pressão apresenta uma classificação global igual (pressão baixa - Não Significativa). Apesar deste facto a classificação dos elementos biológicos atribuída de Neto et al., 2009, é de excelente. Deste modo, extrapola-se que as massas de água costeiras da ilha do Pico apresentam igualmente um estado excelente para os elementos em apreço (Quadro 5.1.9).

**Quadro 5.1.9** | Classificação dos elementos biológicas para as massas de água costeiras da ilha do Pico

Designação do tipo	Código	Fitoplâncton	Macroalgas	Invertebrados bentónicos	Final
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

### Elementos físicos-químicos de suporte aos elementos biológicos

#### Elementos gerais

##### Condições térmicas, de transparência, salinidade e de oxigenação

Na campanha desenvolvida (Agroleico, 2011), os elementos gerais, foram medidos in loco: a transparência da água através de um Disco de Secchi; a temperatura da água recorrendo ao método da análise por termometria; e o oxigénio dissolvido, a condutividade e o pH por potenciometria.

Para as três massas de água costeiras (pouco profundas, intermédias e profundas) apresentam valores de temperatura relativamente semelhantes, variando entre os 16,1 e 17,6°C. Relativamente à transparência as três massas de água apresentam valores da ordem dos 10m para águas pouco profundas, intermédias e profundas, respetivamente. A salinidade apresenta valores que variam entre os 35‰ e os 37‰ para as três massas de água. Quanto ao oxigénio dissolvido, verifica-se que este parâmetro apresenta o valor para todas as massas de água costeiras da ordem dos 10,0mg/L (Quadro 5.1.10).

**Quadro 5.1.10** | Resultados das análises efetuadas para elementos gerais

Designação do tipo	Código	Temperatura (°C)	Transparência (m)	O2 Dissol (mg/L)	pH
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	16,9	11	10,1	7,06
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	17,6	12	10,1	7,15
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	16,1	10	10,0	6,91

Fonte: Neto et al., 2009; Agroleico, 2011

##### Condições relativas aos nutrientes

Para estes elementos o volume de dados é pouco significativo, cingindo-se apenas a uma campanha de monitorização (Agroleico, 2011), nem estando definida uma metodologia para a determinação dos valores de referência, os dados existentes para os parâmetros analisados (Azoto amoniacal, Azoto total, nitratos, nitritos, fosfatos) apresentam valores inferiores aos respetivos valores máximos admissíveis de acordo com o Decreto-Lei n.º 236/98 (Quadro 5.1.11). Deste modo considera-se que a massa de água apresenta boa qualidade, sendo o classificado como bom (Quadro 5.1.12).

**Quadro 5.1.11** | Concentração de nutrientes dissolvidos nas massas de água costeiras

Designação do tipo	Código	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Azoto total (mg/L)
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	<0,02	<2	<5
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	<0,02	<2	<5
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	<0,02	<2	<5
Designação do tipo	Código	Fosfatos S (mg/L)	Fosfatos I (mg/L)	Fosforo total (mg/L)
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	<0,02	<0,16	<0,07
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	<0,02	<0,16	<0,07
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	<0,02	<0,16	<0,07

Fonte: Agroleico, 2011

**Quadro 5.1.12** | Classificação dos físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha do Pico

Designação do tipo	Código	Nitrato+Nitrito	Amónia	Fosfato	%O.D.	Final
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

### Elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos

A componente hidromorfológica para as águas costeiras e águas de transição pressupõe a obtenção do RQE com base nos elementos apresentados no Quadro 5.1.1.

Contudo, não estão ainda definidos limites oficiais para a consideração do estado excelente para os elementos de qualidade hidromorfológica. Assim, a avaliação da qualidade hidromorfológica será baseada na análise das pressões morfológicas e hidrodinâmicas significativas efetuada na caracterização das pressões naturais e incidências antropogénicas significativas.

Com base no valor médio obtido para as pressões hidromorfológicas, é possível quantificar a pressão média, que para o caso da ilha do Pico é classificada como Baixa (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 1-3, 2 respetivamente. Deste modo, é possível avaliar o estado hidromorfológico com excelente para as três massas de água costeiras (Quadro 5.1.13).

**Quadro 5.1.13** | Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha do Pico

Designação do tipo	Código	Elementos hidromorfológicos	Final
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	Excelente	Excelente
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	Excelente	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Excelente

### Avaliação do estado ecológico das massas de água de costeiras

As massas de água costeiras apresentam uma forma anelar, circundando toda a orla das ilhas, agindo deste modo com recetor final de grande parte dos elementos químicos e biológicos por um lado e sofrendo modificações

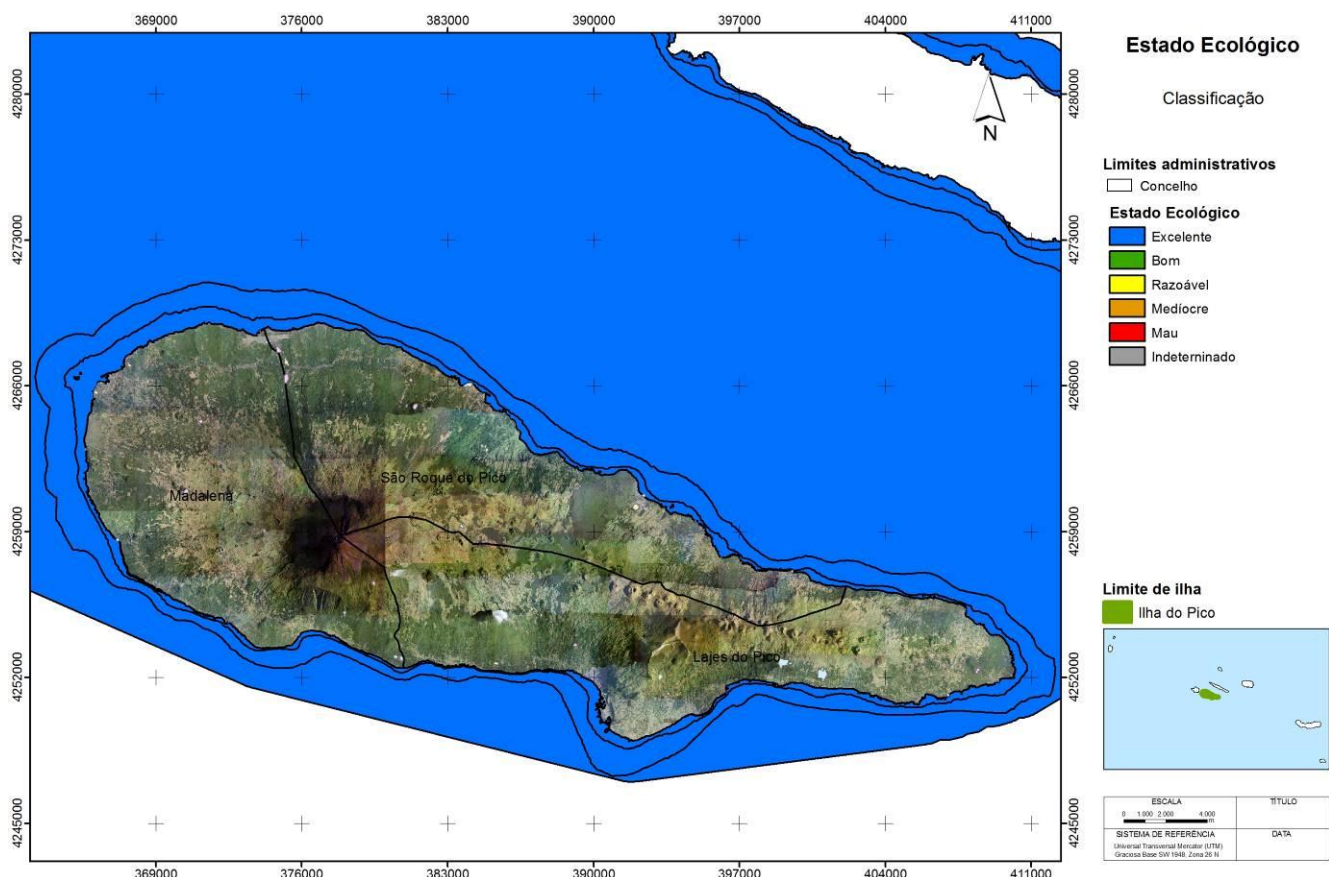
hidromorfológicas como resultado da construção de estruturas portuárias, de obras de defesa e de suporte viário e das dragagens com o objetivo da extração de inertes.

De referir que, por um lado, á data apenas a ilha do Pico apresenta uma campanha de monitorização realizadas na primavera de 2011 que de acordo com o estipulado no Anexo V da DQA, Diretiva 2000/60/CE, e que por outro até ao momento não foram definidas condições de referência relativas aos vários parâmetros das águas costeiras, baseando-se a classificação do estado ecológico das massas de água para a ilha da Graciosa, de acordo com a classificação prevista no Anexo V da DQA, na análise de pressões e a sua comparação/extrapolação das classificações obtidas para a ilha de São Miguel e Terceira.

Assim, de acordo classificação a obtida da pressão, Não Significativa e da análise comparativa leva a cabo com a ilha de São Miguel e da ilha Terceira, extrapola-se que as massas de água costeiras apresentam um estado ecológico excelente (Quadro 5.1.14 e Figura 5.1.4).

**Quadro 5.1.14** | Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha do Pico

Designação do tipo	Código	Elementos biológicos	Elementos hídromorfológicos	Elementos químicos de suporte	Final
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente



**Figura 5.1.4** | Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha do Pico.



#### 5.1.1.2.3.2 | Águas de transição

Para a ilha do Pico não estão designadas massas de água da categoria de águas de transição.

### 5.1.1.3 | Estado químico

#### 5.1.1.3.1 | Ribeiras

Na ilha do Pico não existem massas de água relevantes, nos termos da DQA, na categoria rios.

#### 5.1.1.3.2 | Lagoas

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 ou por intermédio do ambiente aquático, para a saúde humana e para a flora e fauna, pelas suas características de persistência, toxicidade e bioacumulação.

Neste âmbito, são relevantes para as massas de água superficiais as substâncias perigosas (Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março; Diretiva 2008/105/CE) para as quais foram definidas NQA e outras substâncias perigosas para as quais também foram estabelecidas a nível nacional ou comunitário o mesmo tipo de normas (NQA).

Tal como foi referido anteriormente, não existem dados sobre a presença e concentração da maioria das substâncias consideradas prioritárias nas águas das lagoas e ribeiras dos Açores. As poucas que foram pesquisados (e.g. zinco, cádmio e mercúrio) possuem valores de concentração abaixo dos limites de deteção dos métodos utilizados. Refira-se, no entanto, que no caso do mercúrio o limite de deteção do método utilizado (0,3µgHg/L) é superior ao máximo admissível pela NQA (Diretiva 2008/105/CE) pelo que se desconhece se está cumprida esta norma de qualidade ambiental.

Apesar do desconhecimento relativamente ao cumprimento ou não da maioria das NQA relativas às substâncias prioritárias, atendendo a que o risco da sua presença nos ecossistemas aquáticos interiores dos Açores é pouco significativo (SRAM, INAG 2006), considerar-se-á que todas as lagoas alvo deste plano possuem um Bom estado químico.

#### 5.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Para a ilha do Pico não estão designadas massas de água da categoria de águas de transição.

A avaliação do estado químico baseia-se nos níveis de concentração de substâncias prioritárias e outros poluentes, ou seja, que apresentam risco significativo para o ambiente aquático, salientando-se os enumerados na Diretiva 86/208/CEE do Conselho, de 12 de junho de 1986, na Diretiva 2008/105/CE de 16 de dezembro de 2008 e no Decreto-lei n.º 103 de 24 de setembro de 2010 (Quadro 5.1.15 e Quadro 5.1.16).

**Quadro 5.1.15** | NQA para substâncias prioritárias (Parte A do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)

Nº	Substância	NQA-MA <sup>(1)</sup> (µg/l)	NQA-CMA <sup>(2)</sup> (µg/l)
1	Alacloro	0,3	0,7
2	Antraceno	0,1	0,4
3	Atrazina	0,6	2

Nº	Substância	NQA-MA <sup>(1)</sup> (µg/l)	NQA-CMA <sup>(2)</sup> (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	Dureza da Água 1	≤ 0,45
			2	0,45
			3	0,6
			4	0,9
			5	1,5
7	C10-13 Cloroalcanos	0,4	1,4	
8	Clorfeninfos	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			
	Indenol[1,2,3-cd]pireno	Σ=0,002	n.a.	
29	Simazina	1	4	
30	Compostos de tributilestanho (Catião tributilestanho)	0,0002	0,0015	
31	Triclorobenzenos (1,2,3-,1,2,4- e1,3,5-triclorobenzeno)	0,4	n.a.	
32	Triclorometano	2,5	n.a.	
33	Trifluralina	0,03	n.a.	

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 5.1.16** | NQA 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 <sup>(1)</sup> (µg/l)	NQA-CMA <sup>(2)</sup> (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.

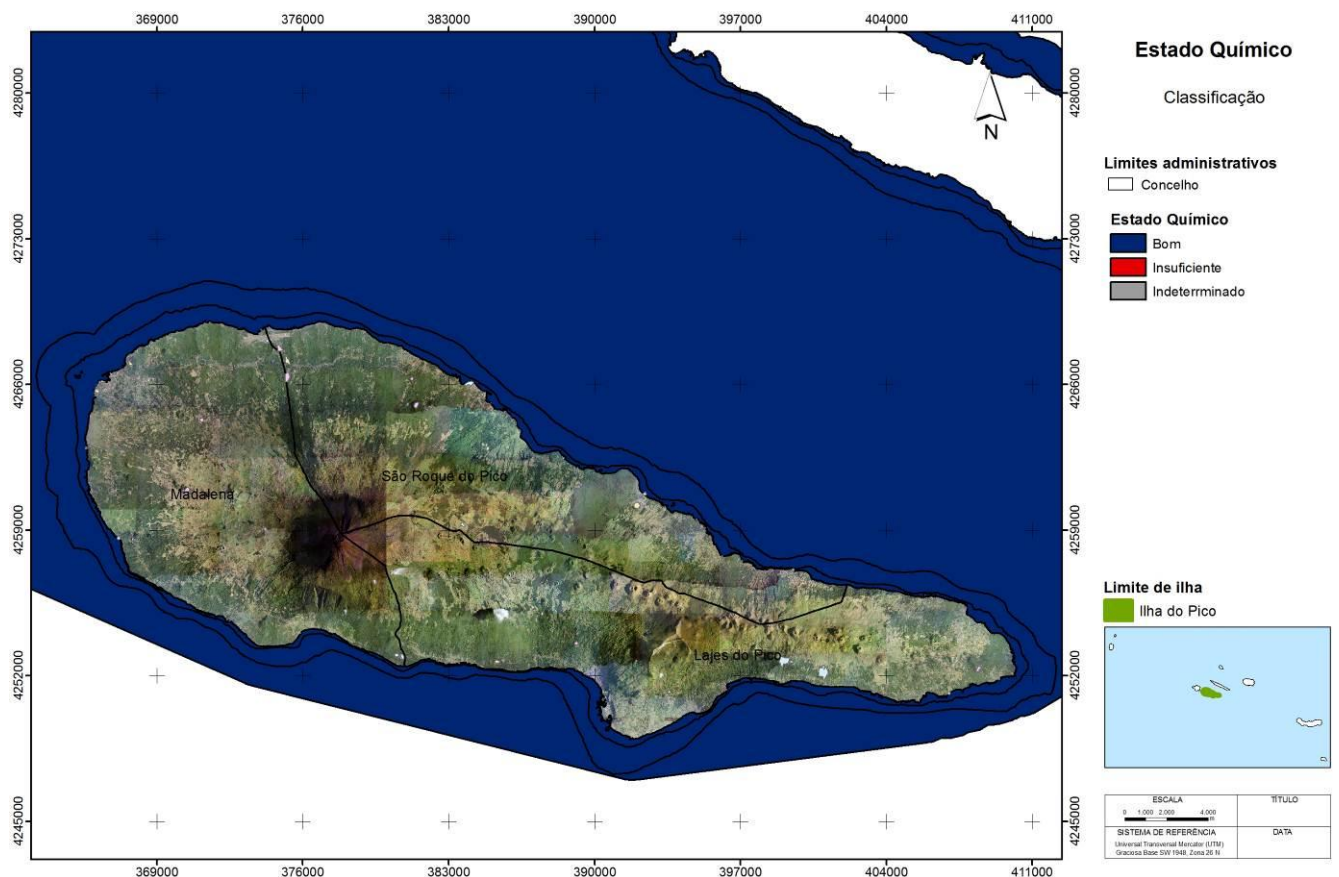
O estado químico é definido para duas classes de qualidade: Bom e Insuficiente (INAG, 2009), sendo determinado pelo elemento de pior qualidade química (*one out - all out*).

De acordo com a campanha de monitorização levada a cabo pela Agroleico, os parâmetros analisados estão de acordo com o Anexo III, Coluna C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro (Quadro 5.1.16 e Quadro 5.1.15). Outro aspeto a ter em consideração é a análise de pressões naturais e incidências antropogénicas significativas, em que se verificou que as forças motrizes associadas a estas substâncias, são pouco significativas. Deste modo, é apresentada no Quadro 5.1.17 e Figura 5.1.6, para as três massas de água costeiras, a classificação do estado químico como bom.

**Quadro 5.1.17** | Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes

Designação do tipo	Código	Substâncias prioritárias	Outros poluentes	Final
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	Bom	Bom	Bom
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	Bom	Bom	Bom
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Bom	Bom	Bom

Fonte: Agroleico, 2011



**Figura 5.1.5** | Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha do Pico.

### 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 do *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. Abaixo apresentamos o estado para as massas de água superficiais designadas na ilha do Pico.

#### 5.1.1.4.1 | Ribeiras

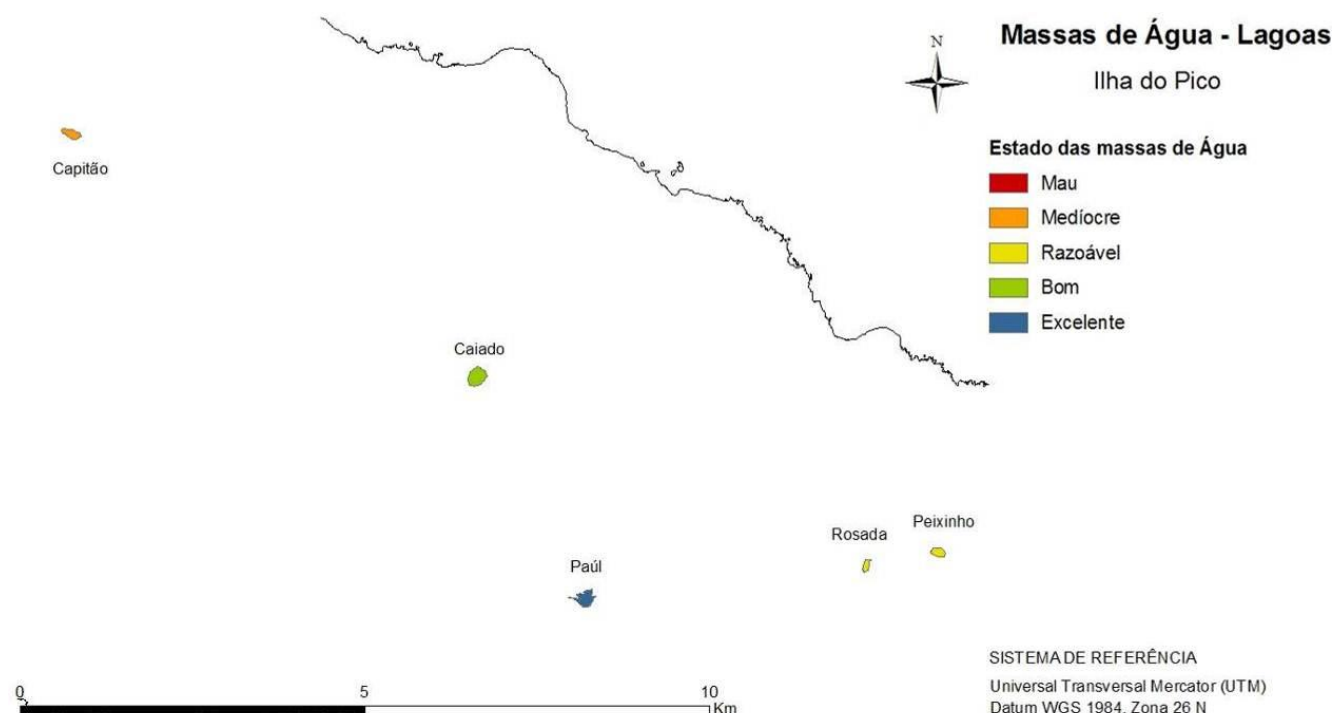
Na ilha do Pico não existem massas de água relevantes, nos termos da DQA, na categoria rios.

#### 5.1.1.4.2 | Lagoas

A classificação final do estado das lagoas do Pico foi obtida de acordo com os critérios atrás definidos (Figura 5.1.1) e é apresentada no Quadro 5.1.18 e na Figura 5.1.6.

**Quadro 5.1.18** | Classificação do estado das massas de água da categoria lagoas e tipo B-L-M/MI/S/PP designadas na ilha do Pico, nos anos de 2005, 2006 e 2008

Tipo	Lagoa	Elemento Biológico	2005	2006	2008
B-L-M/MI/S/PP	Capitão	RQE (P-IBI)	Mau	Medíocre	Medíocre
	Caiado		Bom	Bom	Bom
	Peixinho		-	Mau	Razoável
	Paul		-	Bom	Excelente
	Rosada		-	Razoável	Razoável



**Figura 5.1.6** | Classificação do estado das massas de água da categoria de lagoas designadas na ilha do Pico.

Verifica-se, assim, que as lagoas abrangidas por este plano apresentam uma qualidade ecológica variável desde Mau até Excelente. As lagoas do Paul e Caidado são as que apresentam melhor qualidade. A lagoa do Paul apresentou um Bom estado em 2006 e obteve uma melhoria na classificação em 2008 para Excelente. A lagoa do Caiado já evidencia um ligeiro afastamento das condições de referência do tipo de lagoas pouco profundas. No extremo oposto, a lagoa do Capitão apresenta um desvio elevado com alterações muito significativas nas suas características químicas e comunidades biológicas. As lagoas Rosada e Peixinho apresentam uma qualidade Razoável, sendo esta determinada fundamentalmente pelos elementos físico-químicos, no caso da lagoa Rosada, e pelos elementos biológicos na lagoa do Peixinho.

Em síntese, as lagoas do Paul e Caiado apresentam Excelente e Boa qualidade, respetivamente, cumprindo os objetivos de qualidade propostos na DQA. Contrariamente, as lagoas Rosada, Peixinho e Capitão, que apresentam qualidades Razoável e Mediocre, não cumprem as metas propostas pela DQA.

#### 5.1.1.4.3 | Águas costeiras

Até ao momento existem apenas dados relativos a uma campanha de monitorização para as águas costeiras da ilha do Pico, efetuadas durante a primavera de 2011. À data não foram desenvolvidas metodologias para estabelecer as condições de referência e delimitação de limites fronteira do estado ecológico, com objetivo de avaliar de forma efetiva o estado ecológico das massas de água costeiras. Deste modo será vital, o estabelecimento de um programa de monitorização desenvolvido nos moldes do levado a cabo para Portugal continental, denominado EEMA (Avaliação do estado ecológico das Massas de Água Costeiras e de Transição e do Potencial Ecológico das Massas de Água Fortemente Modificadas), tendo em consideração as especificidades biológicas, geológicas, hidromorfológicas, hidrodinâmicas e físico-químicas da Região Autónoma do Açores.

Assim, de acordo classificação a obtida da pressão, Não Significativa, e da análise comparativa leva a cabo com as ilhas de São Miguel e da Terceira, devido as limitações decorrentes da escassez ou mesmo inexistência de dados, a classificação do estado final das massas de água costeiras para a ilha do Pico, de acordo com o previsto no Anexo V da DQA, é classificado como excelente (Quadro 5.1.19 e Figura 5.1.7).

**Quadro 5.1.19** | Classificação final do estado para às massas de água costeiras da ilha do Pico

Designação do tipo	Código	Estado ecológico	Estado químico	Estado Final
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCPP1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/PP/PIC1	PT09PICCI1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Bom	Excelente

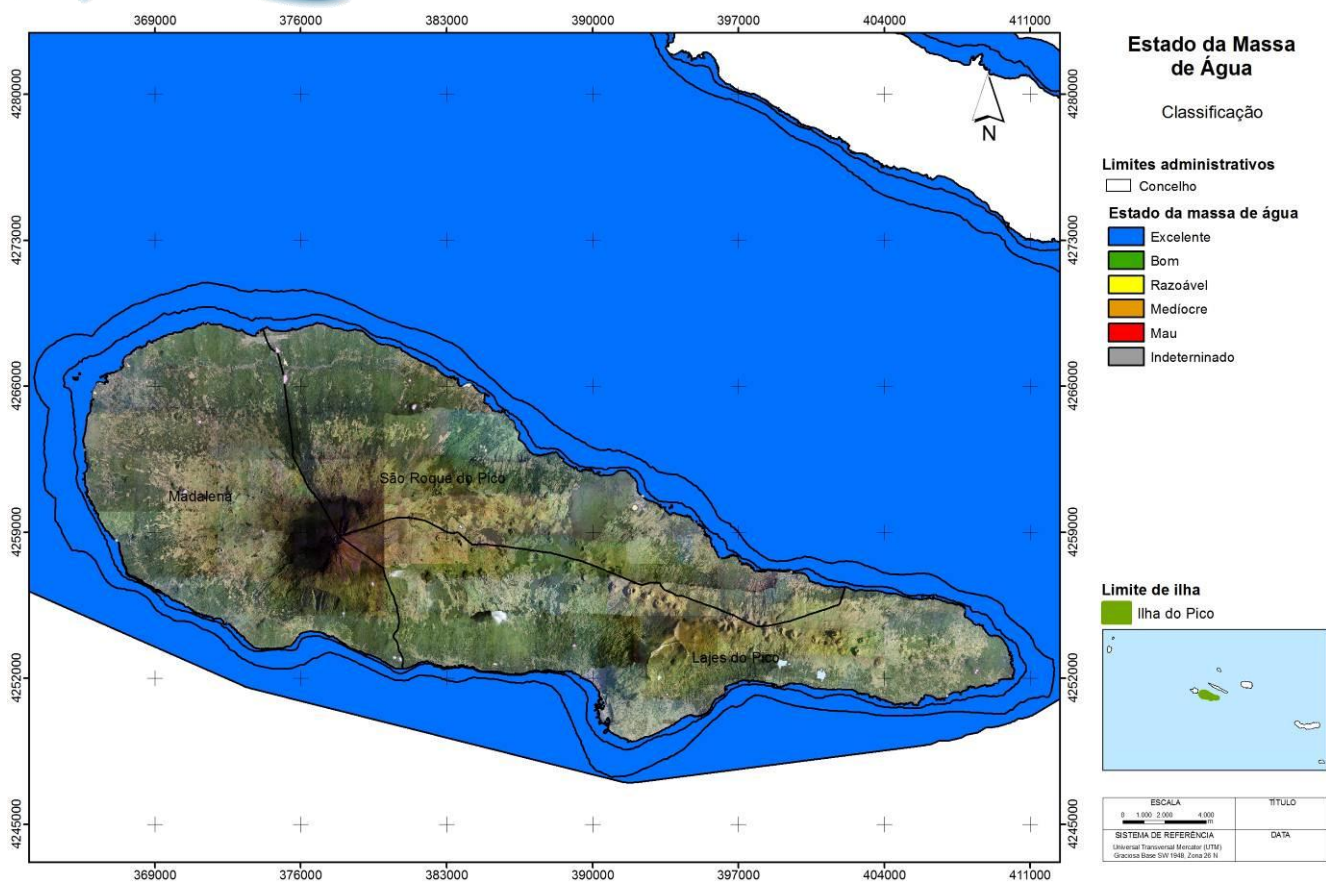


Figura 5.1.7 | Classificação do estado das massas de água costeiras da ilha do Pico.

#### 5.1.1.4.4 | Águas de transição

Para a ilha do Pico não estão designadas massas de água da categoria de águas de transição.

### 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 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, na medida que o presente relatório corresponde à primeira 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 massas de água de acordo com as metodologias propostas no Documento-Guia n.º 18 (CEC, 2009).

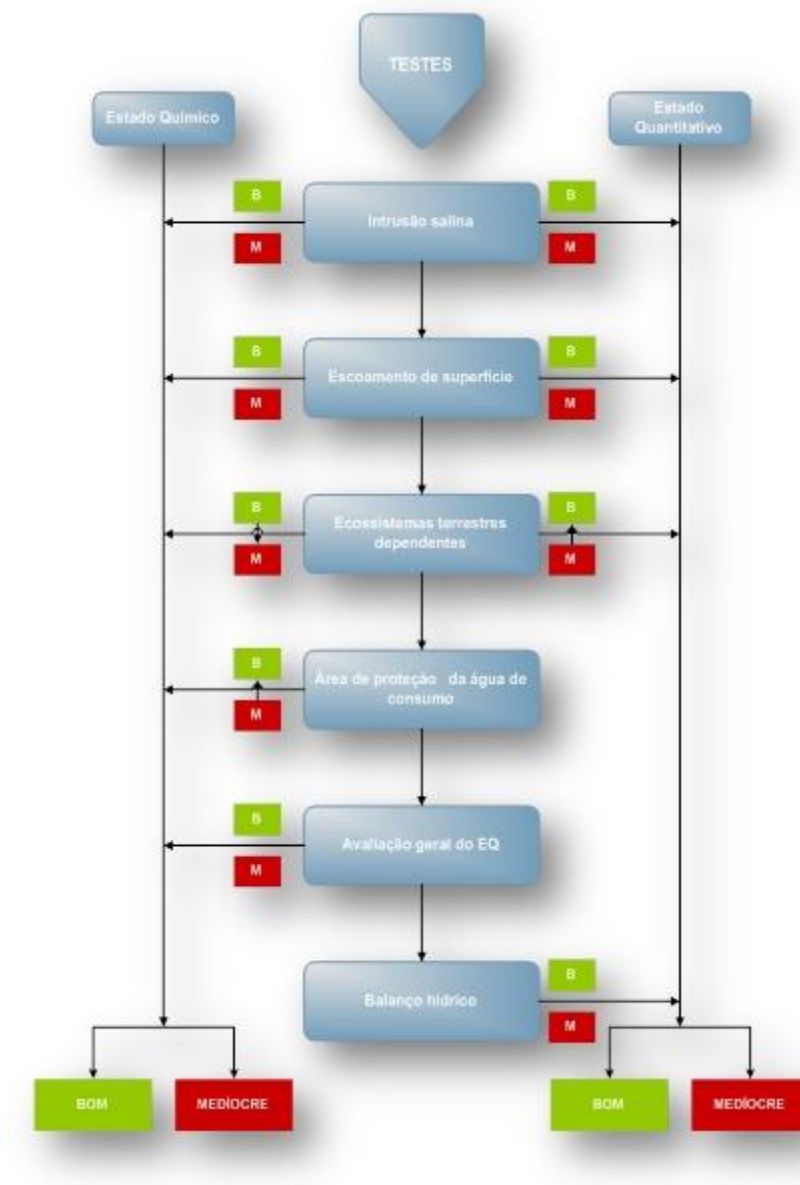
Neste contexto, procedeu-se à aplicação sucessiva de uma série de testes relativos aos estados quantitativo e químico, tendo como resultante desta tarefa a designação de Bom estado ou estado Medíocre (Figura 5.1.8). O pior resultado obtido em cada fileira de testes é adotado como a classificação dos 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 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 Diretiva-Quadro da Água (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”* (Figura 5.1.8).

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 5.1.8** | 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 Diretiva-Quadro da Água (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 NQA 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 quantitativo 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 ilha do Pico. 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 Médio, 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 água 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 5.2.1.1);
- 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):

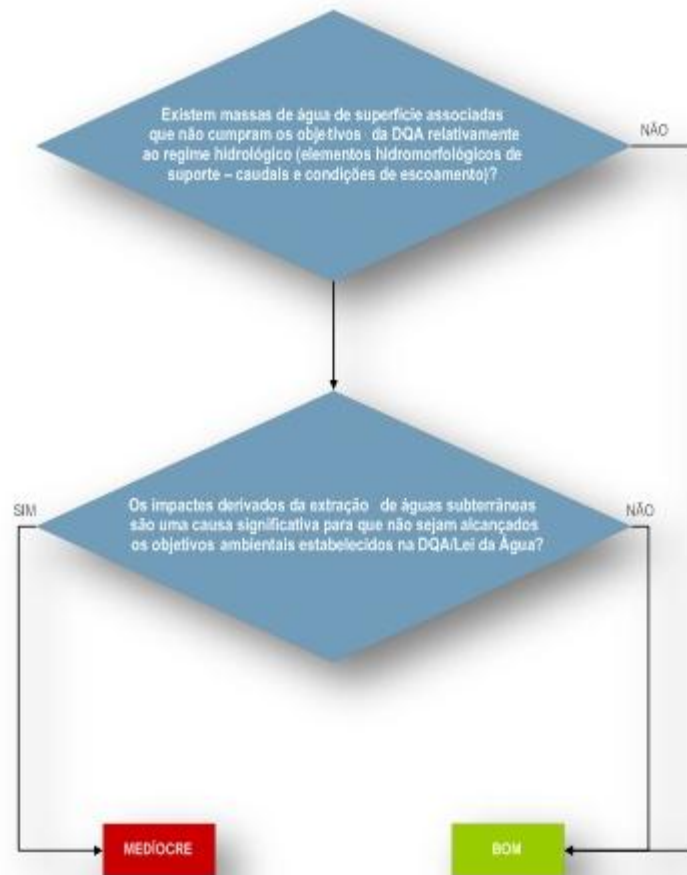
- Teste do balanço hídrico
  - O teste do balanço hídrico é efetuado tomando como referência a massa de água como um todo, e baseia-se na relação entre os recursos hídricos subterrâneos médios anuais e, por outro lado, as extrações média anuais e a contribuição da descarga de águas subterrâneas para a manutenção da qualidade ecológica nas massas de água de superfície associadas (Figura 5.1.9);
  - 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 5.1.10). 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 5.1.11). 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.



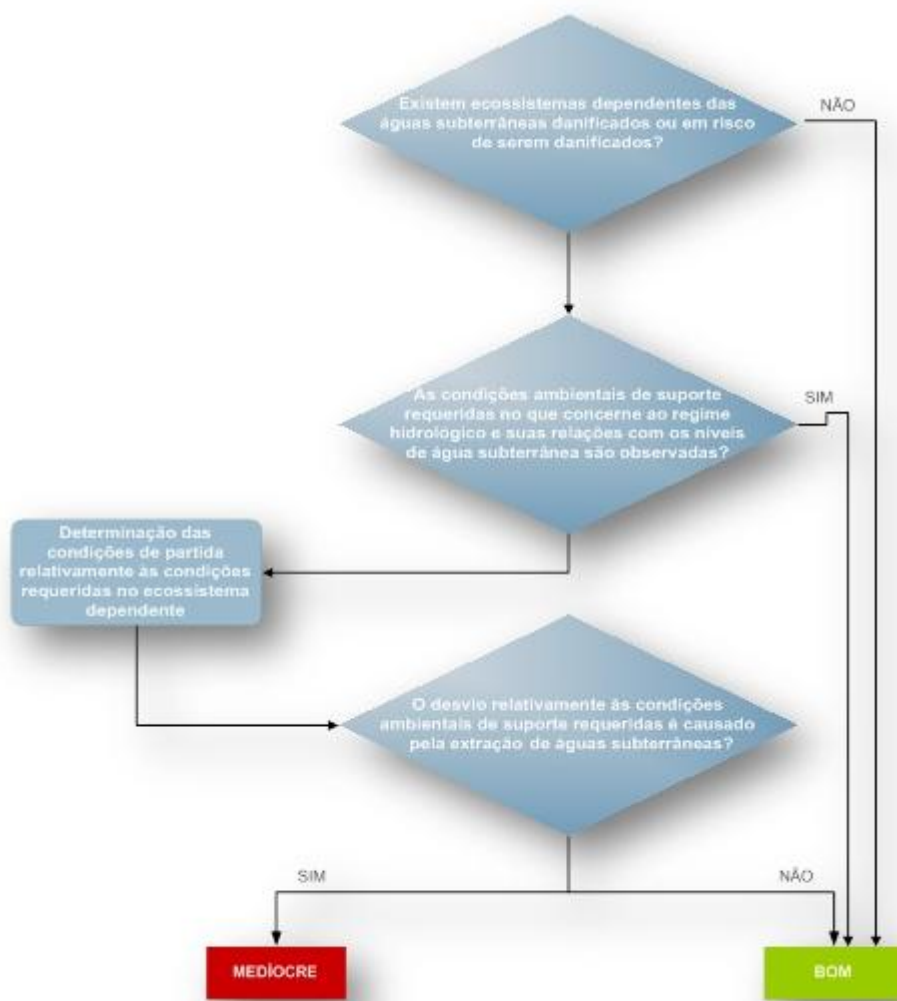
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.9 | Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base no balanço hídrico.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.10 | Teste de determinação do estado quantitativo com base no escoamento de superfície.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

**Figura 5.1.11** | 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

Nos Quadros 5.2.20 a 5.2.23 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha do Pico se encontram em Bom estado quantitativo (Figura 5.1.12).

Para o preenchimento do Quadro 5.2.20, e no que concerne aos valores a atribuir às variáveis recarga e extração anual a longo prazo retomaram-se os valores apresentados nos pontos 2.3.5 e 3.4.2.3. A contribuição das águas subterrâneas para a manutenção do caudal e dos ecossistemas das águas de superfície foi igualado a zero, uma vez que, como anteriormente explicitado, a designação de uma massa de água como em Bom estado quantitativo pressupõe a consideração de uma fração de apenas 60% dos recursos estimados a longo prazo, de forma a tomar em consideração o escoamento de base nos cursos de água.

Face ao enquadramento geológico e hidrogeológico associado à implantação das lagoas do Capitão, do Caiado, do Paul, da Rosada e do Peixinho, conclui-se que estas massas de água não são afetadas por eventuais variações do escoamento subterrâneo. Com efeito, ao invés, estas lagoas contribuirão sim para a recarga dos aquíferos (Cruz, 1997).

Não foi considerada a existência de massas de água de superfície designadas no âmbito da implementação da Diretiva-Quadro da Água, bem como ecossistemas associados, como em risco de não cumprir os objetivos ambientais ou de serem danificados em resultado de alterações do escoamento subterrâneo.

**Quadro 5.1.20** | Resultados da aplicação do teste do balanço hídrico, em que o Bom estado implica que  $Ext < 0,60 * RDisp$  (n.d. – não determinado; n.a. – não aplicável face à inexistência de massas de água de superfície associadas)

Massa de água	Os níveis da água subterrânea apresentam uma tendência de descida a longo prazo, tal que os recursos disponíveis são inferiores ao volume de captação média anual a longo prazo?	Relação entre recursos e extrações				Estado
		Recarga anual a longo prazo (hm <sup>3</sup> /ano)	Extração anual a longo prazo (Ext) (hm <sup>3</sup> /ano)	Contribuição das águas subterrâneas para a manutenção do caudal dos rios e dos ecossistemas (hm <sup>3</sup> /ano)	Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (RDisp) (hm <sup>3</sup> /ano)	
Montanha	n.d.	418,14	0,74	n.a.	418,4	Bom
Lajes	n.d.	0,70	0	n.a.	0,70	Bom
Arrife	n.d.	8,40	0	n.a.	8,40	Bom
Madalena – São Roque do Pico	n.d.	3,21	0,21	n.a.	3,21	Bom
Piedade	n.d.	124,91	0,67	n.a.	124,91	Bom
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	n.d.	26,67	0,12	n.a.	26,67	Bom

**Quadro 5.1.21** | Resultados da aplicação do teste do escoamento superficial

Massa de água	Existem massas de água de superfície associadas que não cumpram os objetivos da DQA relativamente ao regime hidrológico (elementos hidromorfológicos de suporte – caudais e condições de escoamento)?	Os impactos derivados da extração de águas subterrâneas são uma causa significativa para que não sejam alcançados os objetivos ambientais estabelecidos na DQA/Lei da Água?	Estado
Montanha	Não	Não	Bom
Lajes	Não	Não	Bom
Arrife	Não	Não	Bom
Madalena – São Roque do Pico	Não	Não	Bom
Piedade	Não	Não	Bom
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	Não	Não	Bom

**Quadro 5.1.22** | Resultados da aplicação do teste dos ecossistemas terrestres dependentes

Massa de água	Existem ecossistemas dependentes das águas subterrâneas danificados ou em risco de serem danificados?	As condições ambientais de suporte requeridas no que concerne ao regime hidrológico e suas relações com os níveis de água subterrânea são observadas?	O desvio relativamente às condições ambientais de suporte requeridas é causado pela extração de águas subterrâneas?	Estado
Montanha	Não	Sim	Não	Bom

Massa de água	Existem ecossistemas dependentes das águas subterrâneas danificados ou em risco de serem danificados?	As condições ambientais de suporte requeridas no que concerne ao regime hidrológico e suas relações com os níveis de água subterrânea são observadas?	O desvio relativamente às condições ambientais de suporte requeridas é causado pela extração de águas subterrâneas?	Estado
Lajes	Não	Sim	Não	Bom
Arrife	Não	Sim	Não	Bom
Madalena – São Roque do Pico	Não	Sim	Não	Bom
Piedade	Não	Sim	Não	Bom
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	Não	Sim	Não	Bom

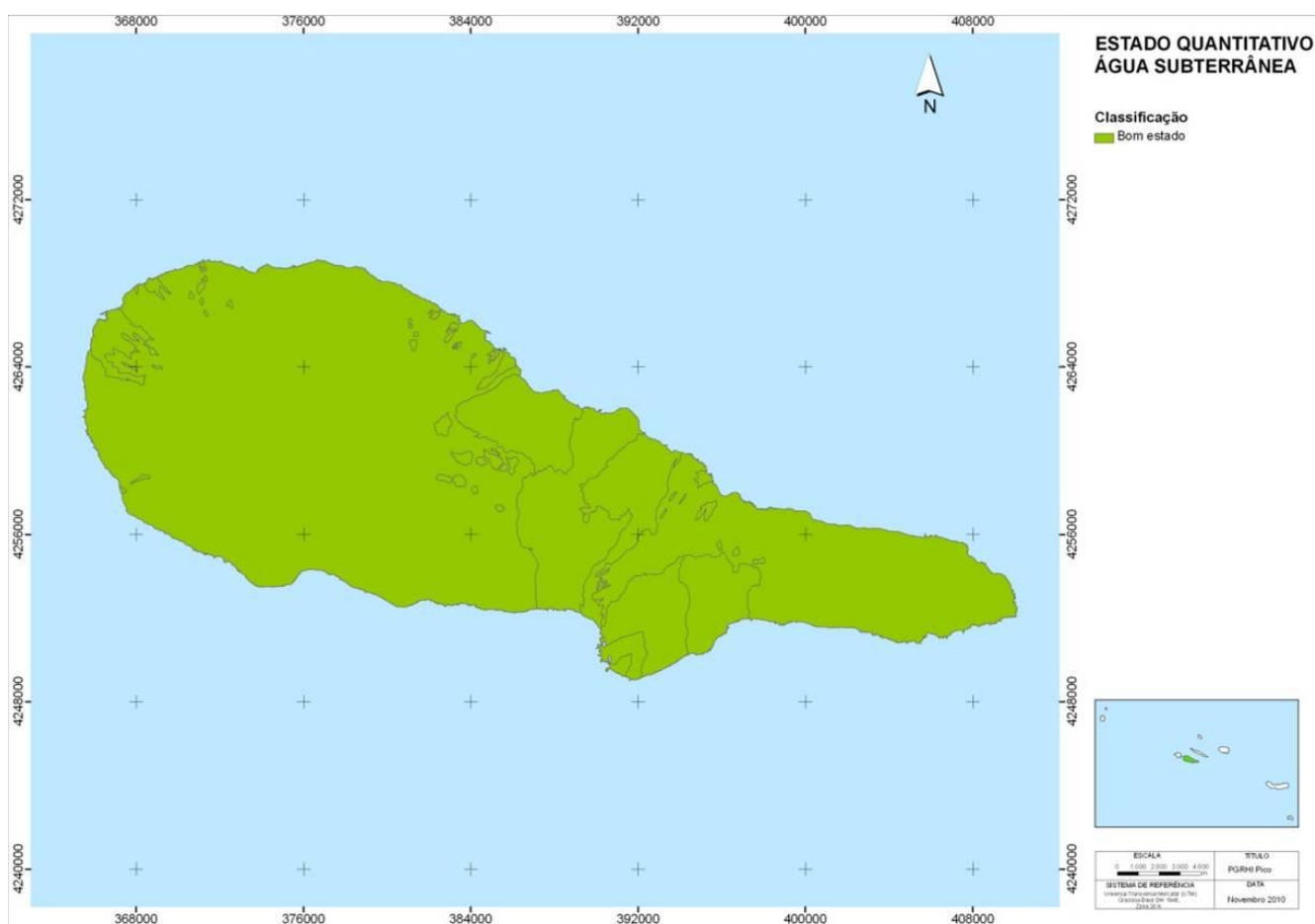


Figura 5.1.12 | Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha do Pico.

### 5.1.2.3 | Estado químico

A avaliação do estado químico é efetuada para todas as massas de água da ilha do Pico. 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.º2.3. 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 5.1.23, 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 5.1.23** | 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 <sub>3</sub> /L
Substâncias ativas de pesticidas, incluindo os respetivos metabolitos e produtos de degradação e reação	0,1 µg/L 0,5 µg/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 ainda não foram estabelecidos valores limiares específicos, encontrando-se em curso um estudo para o efeito.

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 provenientes de outras fontes;
- Informação relativa ao estado das massas de água de superfície (ponto 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 água subterrânea 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 5.1.13). 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 5.1.14). 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

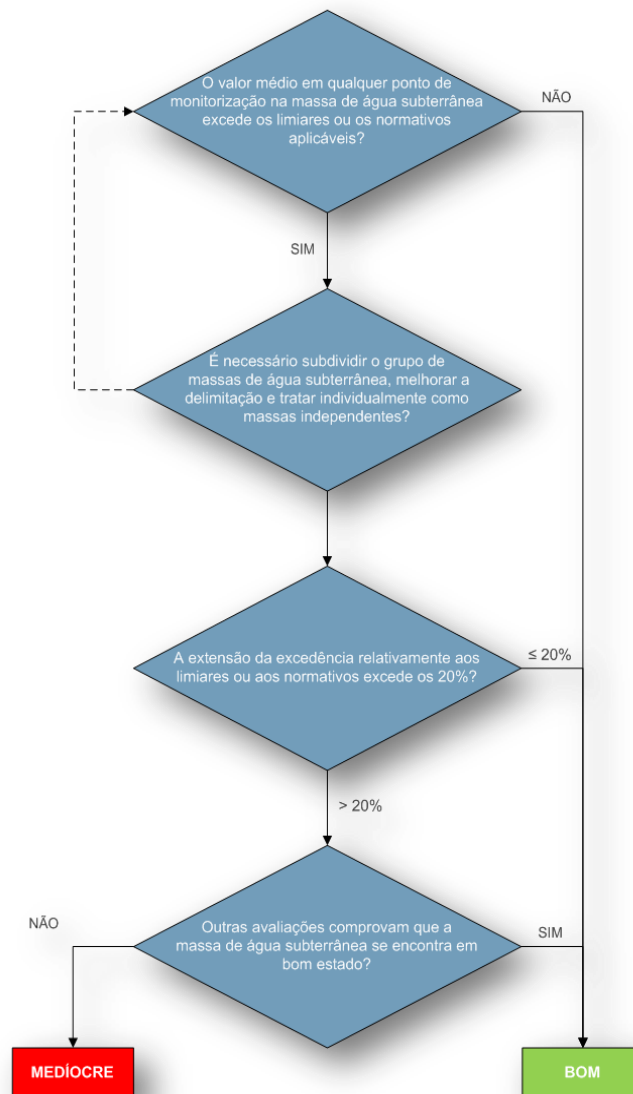
O teste avalia a existência de uma redução significativa da qualidade química e/ou ecológica das massas de água de superfície associadas (Figura 5.1.15). Pressupõe a observação de critérios de qualidade química, a agregação dos dados químicos referentes aos pontos monitorizados, da localização da excedência 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 5.1.16). 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.

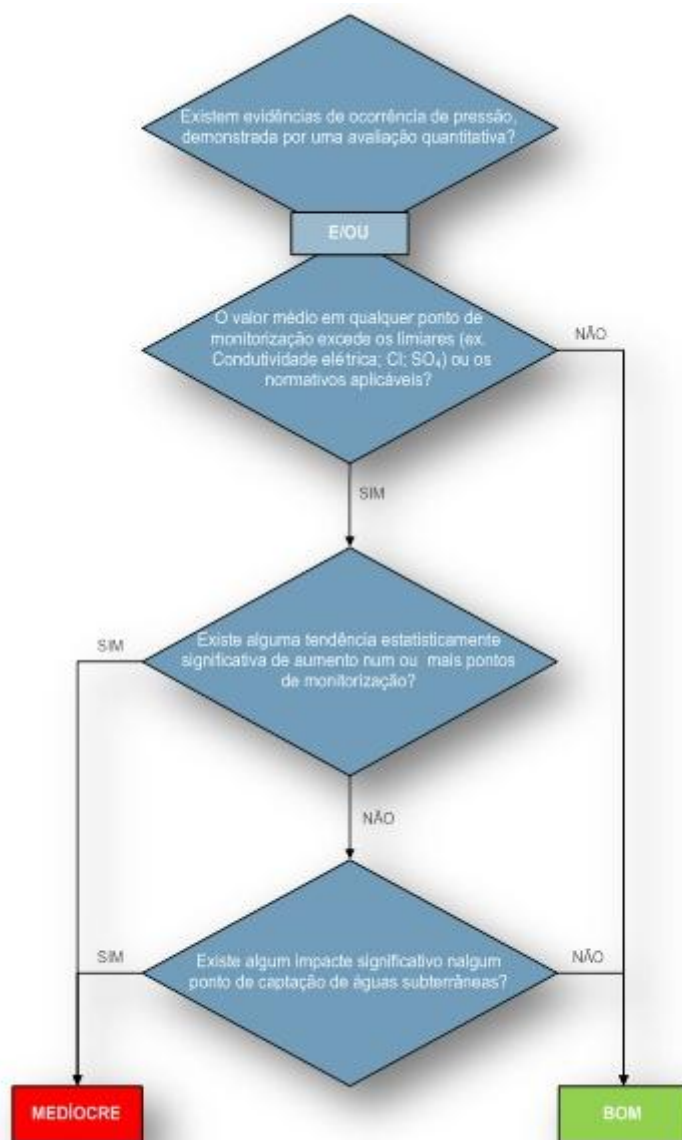
- Teste das zonas de proteção de água para consumo humano

O teste avalia a eventual degradação da qualidade da água destinada à produção de água para uso humano (Figura 5.2.17).



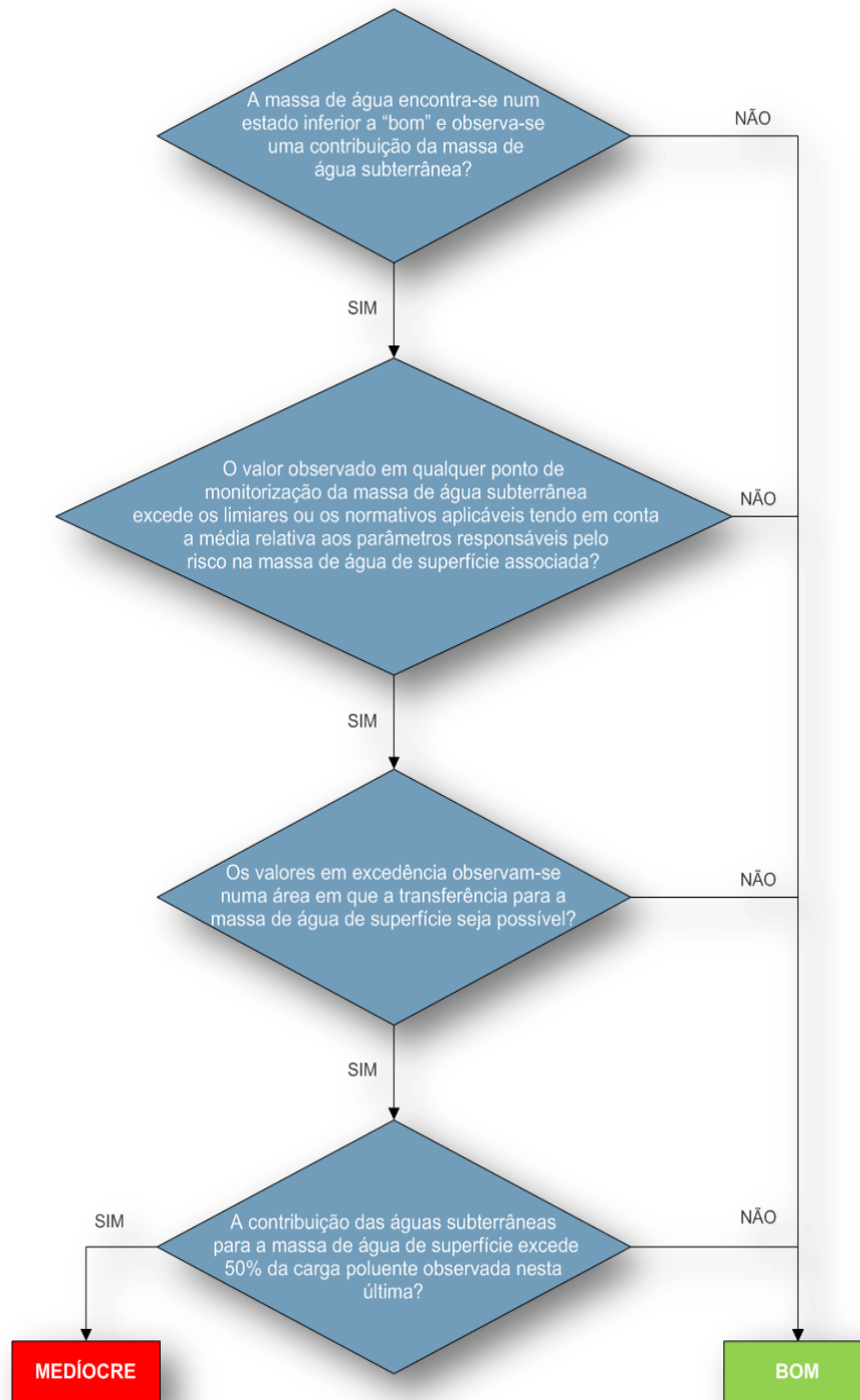
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.13 | Teste de avaliação geral do estado químico.



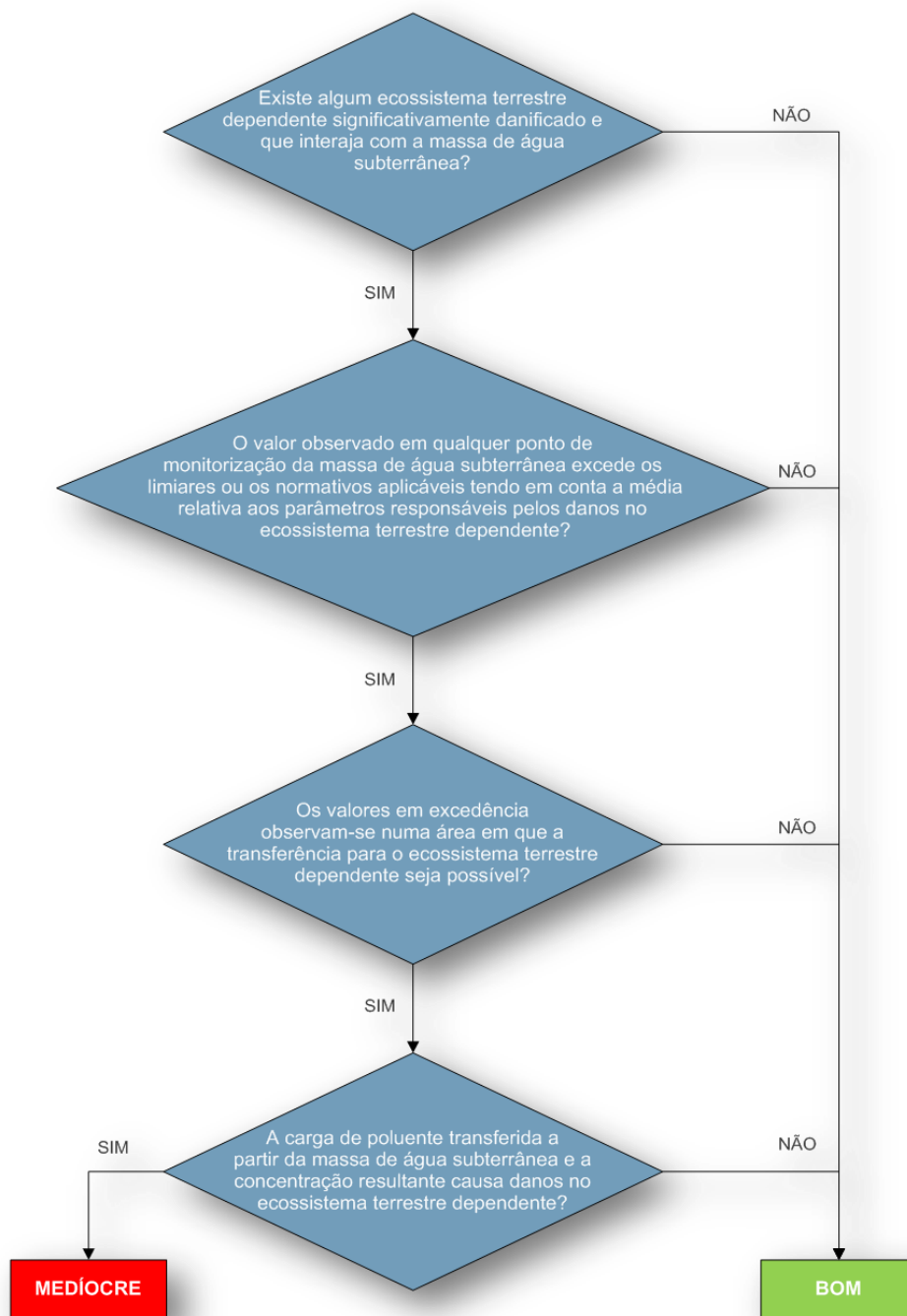
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.14 | Teste de determinação do estado químico com base na existência de intrusão salina ou outra.



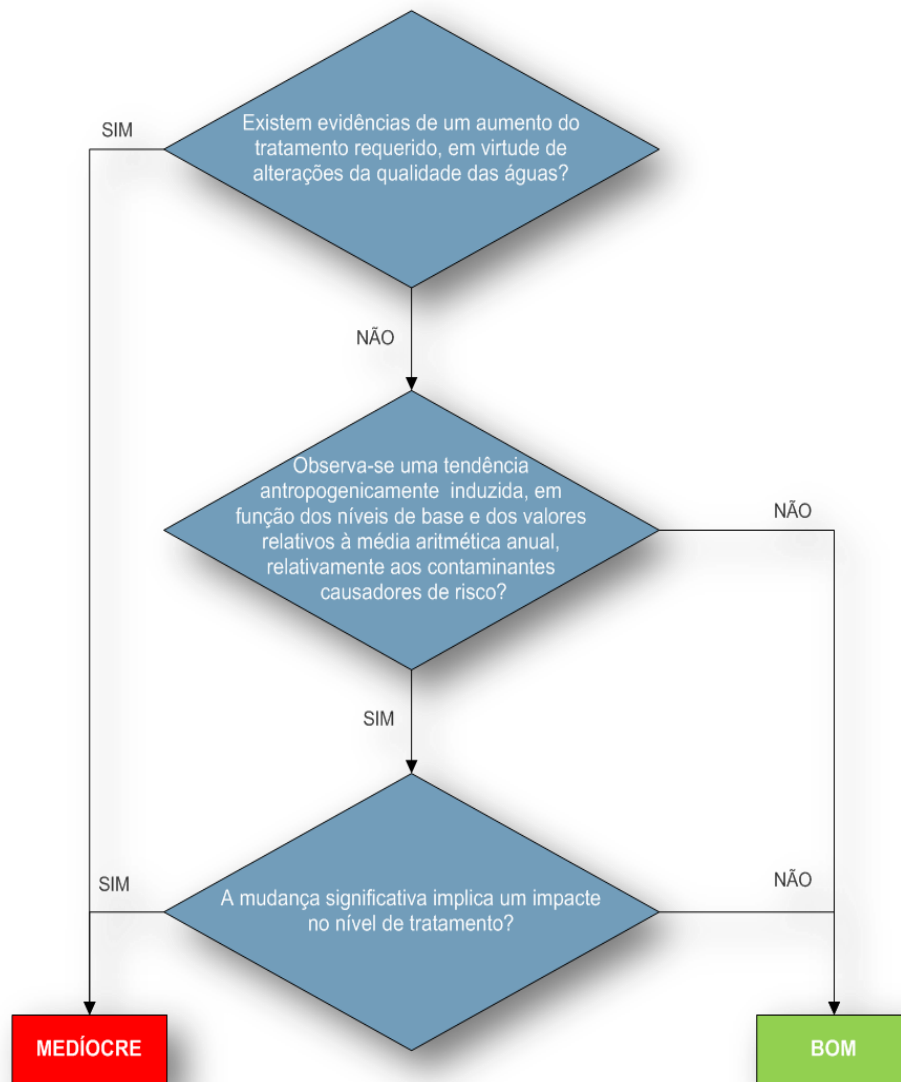
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.15 | Teste de determinação do estado químico com base na transferência de poluentes.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.16 | Teste de determinação do estado químico com base nos ecossistemas terrestres dependentes.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

**Figura 5.1.17** | Teste de determinação do estado químico das massas de água subterrânea com base nas zonas de proteção de água para consumo humano.

### 5.1.2.3.2 | Resultados da avaliação do estado químico

No caso da ilha do Pico os dados relativos ao quimismo das massas de água subterrâneas referem-se ao período em que a rede de monitorização produziu resultados, nomeadamente uma série temporal com início em 2004, embora com hiatos. A reduzida extensão temporal das séries de dados disponíveis à data limitam a análise efetuada no âmbito do presente relatório.

As amostras recolhidas no âmbito da rede de vigilância do estado químico apresentam um pH alcalino, com medianas a variar entre 7,00 e 8,00, e correspondem a águas predominantemente frias (10,5°C a 15,7°C) (Quadro 5.1.24). A mineralização das águas é variável, sendo os valores de mediana da condutividade elétrica mais elevadas na massa de água Madalena – São Roque do Pico (1 098 – 2 100µS/cm) e nos pontos PIC.50 (1 030µS/cm) e PIC.48 (2000µS/cm), ambos localizados na massa Piedade, o que resulta do facto de corresponderem a águas amostradas em furos em que a composição química é influenciada pela mistura com sais marinhos. Nesta última massa de água, a mineralização menor evidenciada nas amostras PIC.35, PIC.1 E PIC.3, resulta do facto de corresponderem a nascentes que emergem em aquíferos de altitude.

As fácies dominantes nos pontos monitorizados nas massas Madalena – São Roque do Pico e Montanha correspondem a águas cloretadas sódicas a cloretadas bicarbonatadas sódicas magnesianas (Figura 5.1.18 e 5.1.19).

A influência do fenómeno modificador relativo à mistura com sais marinhos, anteriormente referido, é também demonstrada pelo facto das amostras PIC.50 e PIC.48 na massa Piedade patentarem uma tendência cloretada bem marcada, com fácies dominante do tipo cloretada sódica, em contraste com a fácies bicarbonatada sódica magnesiana típica das nascentes integradas na mesma massa (Figura 5.1.20).

O padrão gráfico dos diagramas de Schoeller respetivos permite verificar que as águas apresentam grande semelhança na composição relativa, diferenciando-se essencialmente pela magnitude de mineralização (Figura 5.1.21 a 5.1.23).

**Quadro 5.1.24** | Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas nas massas de água da ilha do Pico

Massa de água	Refª PGRHI	Temp. °C	pH	OD % de saturação	Cond. (20°C) µS/cm	HCO <sub>3</sub> mg/L	SiO <sub>2</sub> mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	Cl mg/L	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	NO <sub>3</sub> mg/L
Madalena - S. Roque do Pico	PIC.56	13,30	7,40	92,00	1098	190,00	45,00	39,00	249,00	173,00	11,00	37,00	13,00	2,70
	PIC.60	13,90	7,35	94,00	1370	119,00	46,00	17,00	337,50	43,00	7,10	21,00	8,80	2,90
	PIC.55	10,50	7,33	102,00	2100	446,00	44,00	70,00	425,00	329,00	16,30	60,00	14,00	4,90
Montanha	PIC.63	14,40	7,30	94,00	885	124,00	44,00	31,00	224,00	142,00	10,00	22,00	16,00	1,80
	PIC.65	15,30	8,00	96,60	337	52,00	31,00	11,00	70,00	46,00	3,10	8,00	11,00	3,50
	PIC.54	14,50	7,00	96,00	624	137,00	44,00	48,00	119,00	100,00	7,70	35,00	22,00	2,20
Piedade	PIC.35	12,20	7,70	103,50	86	38,00	22,00	2,30	11,00	9,40	1,80	2,70	4,90	2,45
	PIC.1	13,30	7,80	99,90	73	33,00	20,00	1,70	9,30	8,50	1,70	2,00	3,90	0,20
	PIC.3	13,20	7,70	99,90	86	35,00	20,00	1,70	9,30	8,50	1,70	2,00	3,90	1,60
	PIC.50	14,20	7,90	96,90	1030	41,00	27,00	43,00	304,00	169,00	8,70	21,00	11,00	2,60
	PIC.48	15,70	7,90	94,30	2000	101,00	33,00	82,00	600,00	324,00	15,20	47,00	24,00	5,85



## Madalena - S.Roque do Pico

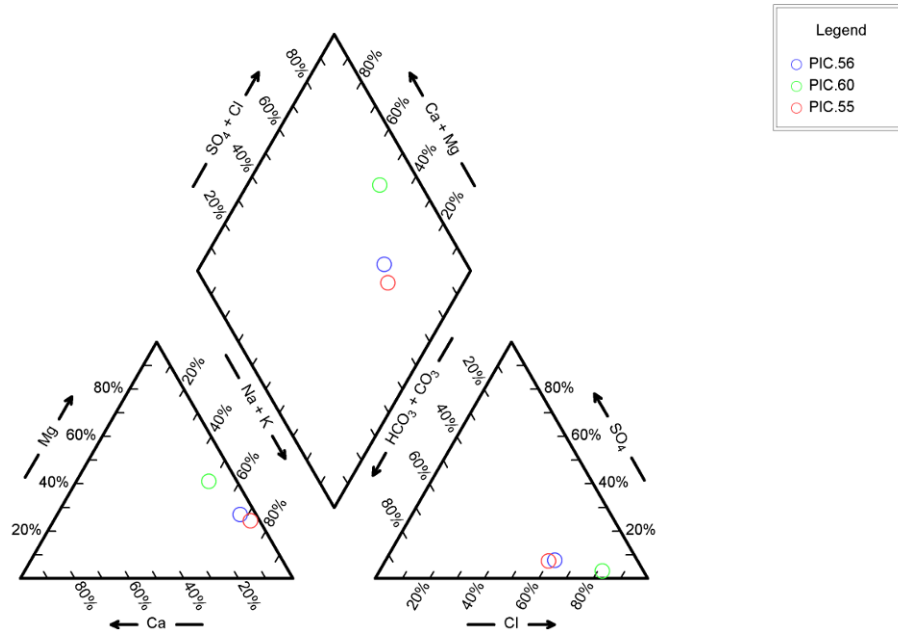


Figura 5.1.18 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Madalena – São Roque do Pico. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

## Montanha

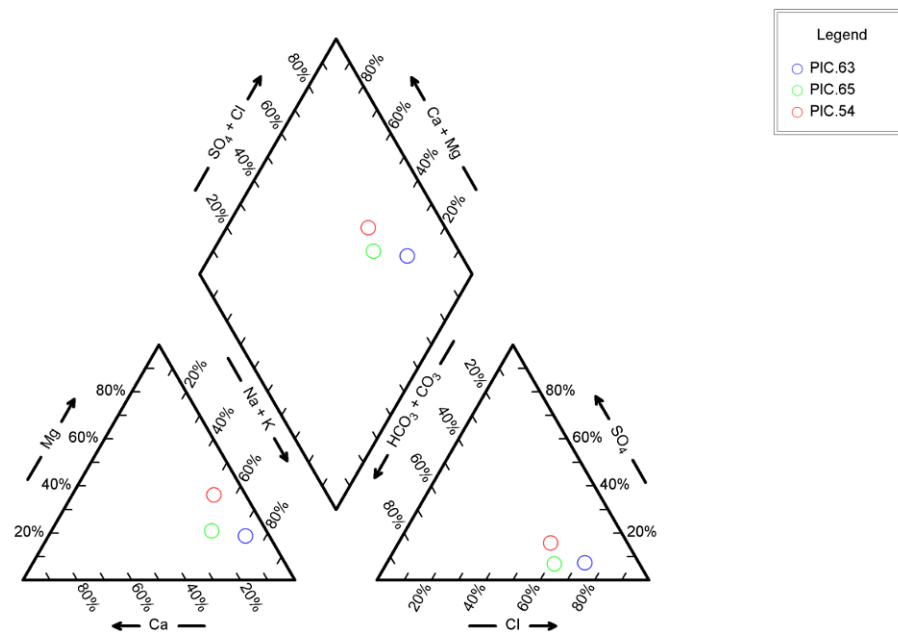


Figura 5.1.19 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Montanha. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

Piedade

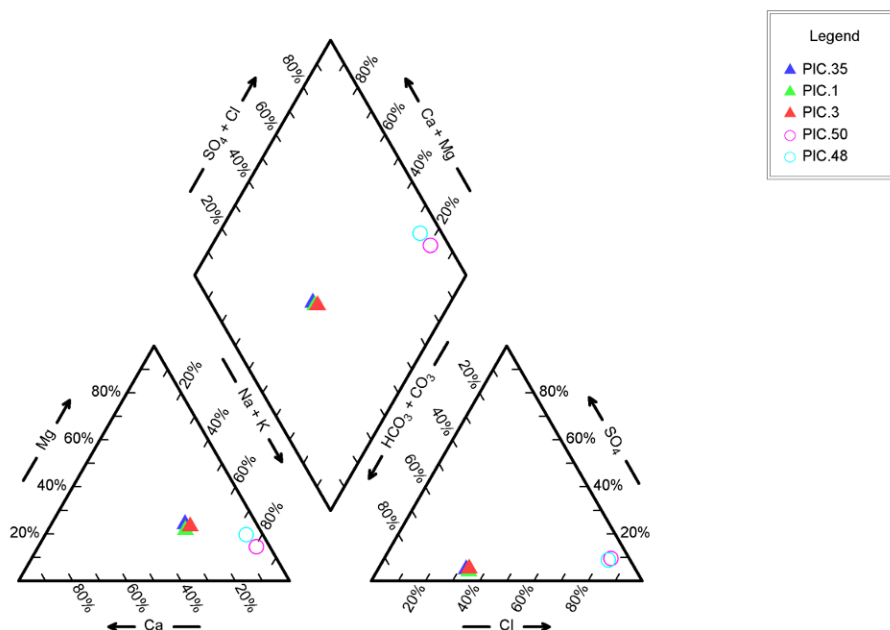


Figura 5.1.20 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Piedade. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

Madalena - S.Roque do Pico

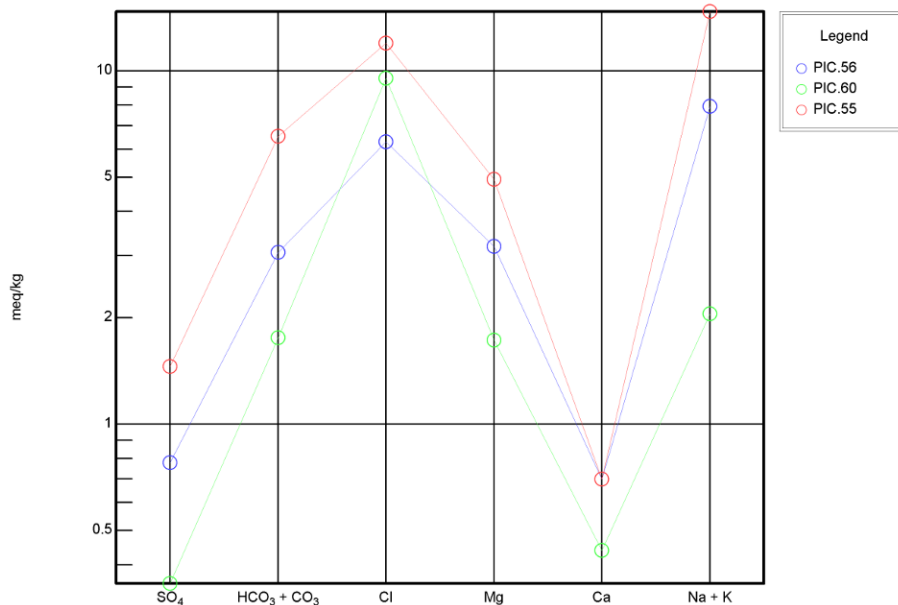
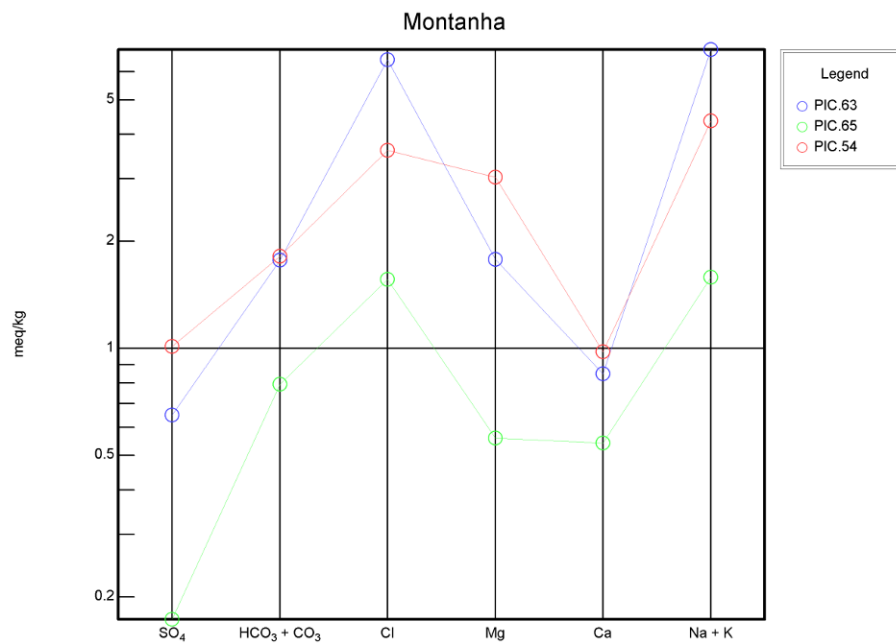
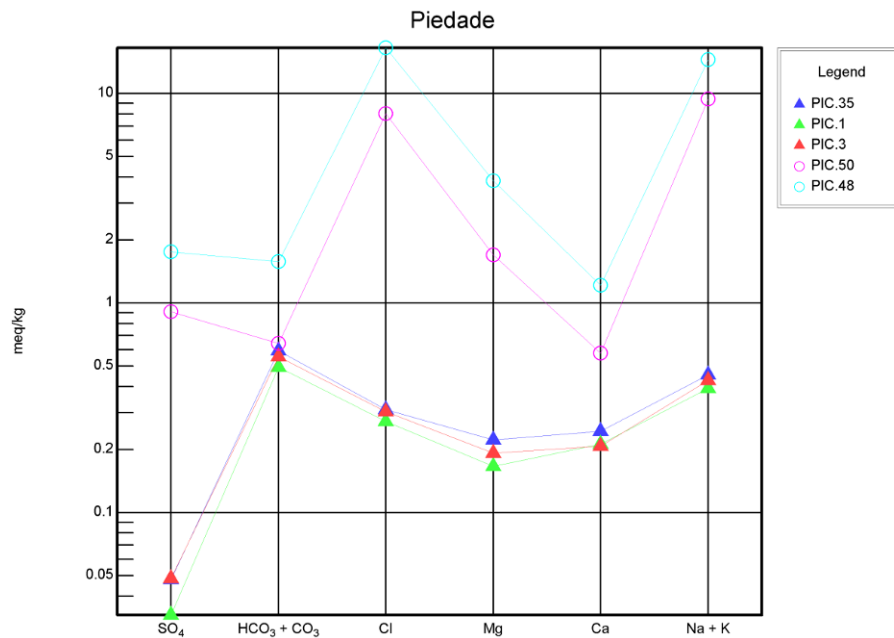


Figura 5.1.21 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Madalena – São Roque do Pico. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).



**Figura 5.1.22** | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Montanha. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).



**Figura 5.1.23** | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Piedade. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

Para efeitos do tratamento dos dados utilizou-se a metodologia proposta por Grath *et al.* (2001), relativa a um projeto de investigação europeu especificamente devotado às metodologias sobre a caracterização do estado das massas de água e avaliação de tendências. Assim, procedeu-se à agregação espacial dos dados, i.e. a determinação de valores

estatisticamente significativos para toda a massa de água, para o que previamente é necessário efetuar a regularização da informação hidrogeoquímica obtida em cada ponto de água monitorizado.

A regularização dos dados implica o cálculo dos valores médios em cada ponto, o que exige nos casos em que os resultados analíticos referem valores abaixo do limite de deteção (LD) dos métodos laboratoriais aplicados um tratamento específico.

Os valores mínimo ( $MA_0$ ) e máximo ( $MA_{100}$ ) da média dos vários parâmetros nos diversos pontos é calculada por intermédio da aplicação das seguintes expressões numéricas:

$$MA_0 = x_{ijs}^{\min} \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \sum m_{is}$$

$$MA_{100} = x_{ijs}^{\max} = \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \left( \sum m_{ts} + \sum l_{ts} \right)$$

Em que:

- $n_{ijs}$ , número de dados com o valor  $m_{ijs}$  (no local “s”, no período “j” do ano “i”);
- $p_{ijs}$ , número de dados com o valor abaixo do LD dado por  $l_{ts}$ .

Na prática  $MA_0$  e  $MA_{100}$  podem estimar-se substituindo os valores nas séries de dados que estão referidos como encontrando-se abaixo do LD respetivamente por 0 e pelo valor do próprio LD, e calcular em cada caso as médias aritméticas. Posteriormente, pode estimar-se o valor médio para o ponto ( $MA_{50}$ ) por:

$$MA_{50} = \frac{MA_0 + MA_{100}}{2}$$

A expressão numérica geral para estimar o valor médio do parâmetro na massa de água é dada por:

$$MA = \frac{1-w}{n} \sum_{s=1}^n x_{ijs}^{\min} + \frac{w}{n} \sum_{s=1}^n x_{ijs}^{\max}$$

Em que:

- $n_{ijs}$ , número de dados com o valor  $m_{ijs}$  (no local “s”, no período “j” do ano “i”);
- $p_{ijs}$ , número de dados com o valor abaixo do LD dado por  $l_{ts}$ ;
- $w$ , fator de ponderação para os valores abaixo do LD.

Para efeitos da determinação de MA utiliza-se usualmente um valor do fator de ponderação igual a 0,5, i.e. o mesmo que substituir os resultados analíticos abaixo do LD por metade deste valor. Neste caso, a expressão numérica resultante é dada por:

$$MA = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n \left( \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \left( \sum_t m_{ts} + \sum_t w_{ts} \right) \right)$$

O extremo superior do intervalo de confiança para a média a 95% ( $\alpha=0,05$ ) é dada por:

$$CL_{95} = MA + t_{N-1, 1-\alpha/2} / \sqrt{N}$$

O valor de  $CL_{95}$  depende do número de pontos monitorizados e da variabilidade das medições entre eles. Genericamente, a diferença entre MA e o valor de  $CL_{95}$  é tanto maior quanto mais acentuada for a heterogeneidade das observações efetuadas nos vários pontos de água monitorizados na massa de água.

Grath *et al.* (2001) propõem que se utilize o valor de  $CL_{95}$  na verificação do Bom estado químico, considerando um teste em que a hipótese nula pressupõe que este não é atingido (por parâmetro a verificar):

- $H_0$ : a massa de água não está em Bom estado, i.e. o valor médio ultrapassa o valor regulamentar/limiar;
- $H_1$ : a massa de água está em Bom estado, i.e. o valor médio não ultrapassa a valor regulamentar/limiar.

A hipótese  $H_1$  é considerada como provada a um nível de significância  $\alpha/2$  se o extremo superior do intervalo de confiança  $1-\alpha$  ( $\alpha=0,05$ ) é inferior ao valor regulamentar/limiar aplicável.

A utilização do  $CL_{95}$  pode ser feita a partir de três pontos de água monitorizados, o que se revela vantajoso, na medida que para a utilização do valor MA seja estatisticamente significativa implica pelo menos uma rede de monitorização na massa de água com 10 pontos.

No caso da condutividade elétrica e da concentração dos elementos maiores (sódio, magnésio, cálcio, potássio, bicarbonato, sulfato, cloreto e nitrato), e para a esmagadora maioria das análises químicas disponíveis, não são referenciados valores abaixo do limite de deteção. Em consequência, e para os parâmetros relevantes para a avaliação, calculou-se a média aritmética em cada ponto pela forma usual.

Face aos dados existentes, na ilha do Pico foi possível estimar o valor de  $CL_{95}$  apenas para as massas de água Montanha, Madalena – São Roque e Piedade, verificando-se em todos os casos que ocorre a ultrapassagem do valor critério relativo ao cloreto, e relativamente à condutividade elétrica igualmente no segundo caso. É patente, face aos valores listados no Quadro 5.1.15, que o próprio MA50 dos vários pontos monitorizados também excede o limite, em especial nas massas de água Madalena – São Roque e Piedade. Esta situação denota a captação de água com maior fração de sais marinhos, e optou-se por atribuir a classificação de estado Medíocre a esta massa de água. Não se procedeu à subdivisão da massa de água, pois a informação geológica e hidrogeológica não se revelou suficiente. Salienta-se, ainda, que esta questão da salinização da água subterrânea nesta massa de água já tinha sido identificada em outros trabalhos (Cruz & Silva 2000, 2001; Cruz *et al.* 2010a, 2010b).

Os valores critério (VC) referidos foram estabelecidos com base nos valores regulamentares e limiares, adotados no primeiro caso a partir da legislação em vigor (Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro), e no segundo caso segundo a proposta do INAG, considerando uma excedência máxima de 20% (CEC, 2009).

Este limite de excedência é calculado sobre 75% do valor regulamentar/limiar de referência, na medida que esta proporção corresponde ao valor a partir do qual uma massa de água está em risco de não atingir os objetivos ambientais (Grath *et al.* 2001). Aliás, no próprio Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, considera-se que 75% dos valores regulamentares/limiares corresponde ao ponto de partida para a reversão de eventuais tendências. Como resultante, o VC resulta da multiplicação dos valores limiares/regulamentares por 0,9 (i.e. igual a  $VL \times 0,75 \times 1,2$ ).

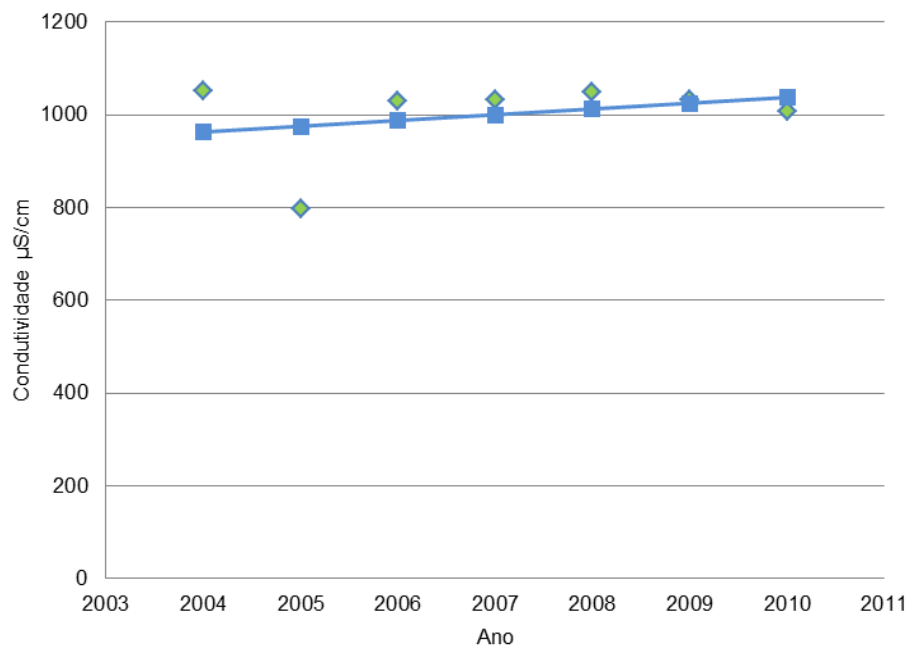
Para as massas de água Lajes, Arrife e São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima, ainda não monitorizadas, optou-se por manter a designação de Bom estado anteriormente atribuída no relatório síntese de caracterização da RH9 (DROTRH, 2006), bem como realizar os testes qualitativos, o que também em nada colide com o exigido pela legislação.

Nos Quadros 5.1.25 a 5.1.30 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que apenas metade das massas de água da ilha do Pico (Lajes, Arrife e São Miguel Arcanjo – Prainha de Cima) se encontram em Bom estado químico (Figura 5.1.29). Em qualquer caso, e para todas as massas de água delimitadas na ilha, não foram encontrados impactes sobre eventuais massas de água de superfície associadas ou sobre ecossistemas terrestres dependentes.

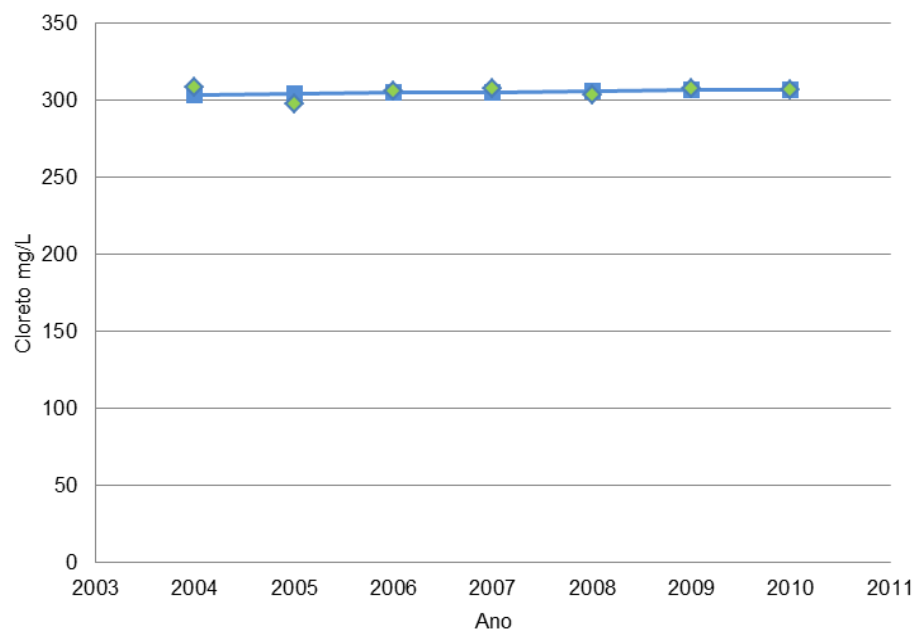
Relativamente aos poluentes que implicam que três massas de água subterrâneas sejam classificadas como medíocres, nomeadamente a condutividade elétrica e o cloreto, procedeu-se à tentativa de identificação de eventuais tendências significativas estatisticamente de aumento. De acordo com o Decreto-Lei n.º 208/2008, uma tendência crescente corresponde a um *“aumento estatística e ambientalmente significativo da concentração de um poluente, grupo de poluentes ou indicador de poluição na água subterrânea, em relação ao qual se considera necessária uma inversão da tendência”*.

Para este efeito, utilizou-se a metodologia proposta por Grath *et al.* (2001), e face aos dados existentes selecionou-se um passo de tempo anual. A metodologia pressupôs a determinação dos valores MA por cada ano em análise, procedendo sempre à substituição de lacunas de dados pelo valor da mediana sempre que necessário, e a utilização do programa de computador GWstat, que recorre a um modelo LOESS (*locally weighted scatterplot smoothing*) ou regressão polinomial ponderada localmente.

Os resultados obtidos provaram, no caso das massas de água subterrâneas Piedade e Montanha a inexistência de qualquer tendência significativa (Figuras 5.1.24 a 5.1.27). No caso da massa de água Madalena – São Roque não se dispunha de uma série mínima de cinco anos que se pudesse eleger para proceder à análise.



**Figura 5.1.24** | Resultados da análise de tendências relativo ao valor da condutividade elétrica na massa de água Piedade (linha de tendência representada a azul).



**Figura 5.1.25** | Resultados da análise de tendências relativo ao valor do teor em cloretos na massa de água Piedade (linha de tendência representada a azul).

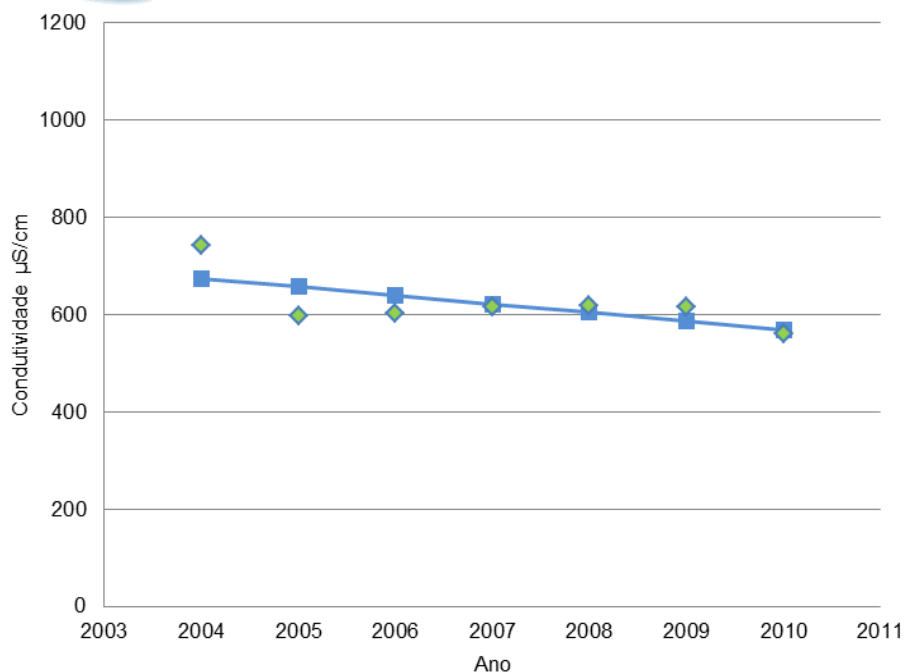


Figura 5.1.26 | Resultados da análise de tendências relativo ao valor da condutividade elétrica na massa de água Montanha (linha de tendência representada a azul).

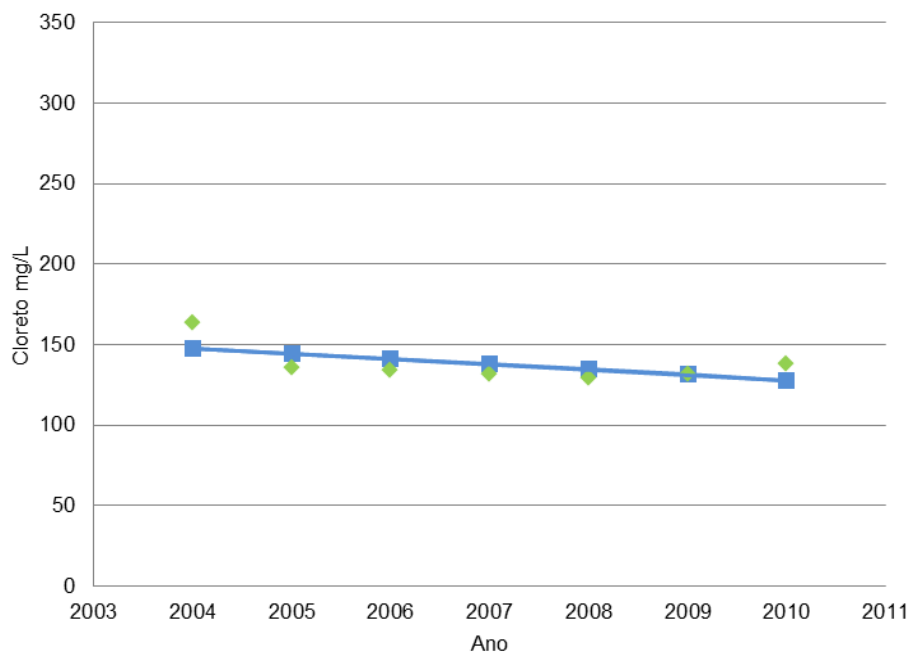


Figura 5.1.27 | Resultados da análise de tendências relativo ao valor da concentração em cloro na massa de água Montanha (linha de tendência representada a azul).



**Quadro 5.1.25** | Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico (n.d. – não determinado; VC – valor critério; VL – valor limiar (INAG, 2009))

Massa de água	Ponto (Refª)	Parâmetros monitorizados													Estado
		pH	Cond (µS/cm)	Cl (mg/L)	SO <sub>4</sub> (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)	NH <sub>4</sub> (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	As (µg/L)	Hg (µg/L)	Pest (µg/L)	TCE (µg/L)	PCE (µg/L)	
Madalena – S.Roque	PIC.55	7,37	1097	223,40	37,33	2,10	10,0	2,7	0,3	3,0	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	Medíocre
	PIC.56	7,33	2100	425,00	70,00	4,90	10,0	3,0	0,3	1,5	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	PIC.60	7,35	1370	337,50	17,00	2,90	8,8	2,5	0,2	5,0	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	
	MA	7,35	1522	328,63	41,44	3,30	9,6	2,7	0,3	3,2	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	
	CL <sub>95</sub>	7,40	2811	579,78	107,87	6,88	11,4	3,4	0,3	7,5	0,7	n.d.	n.d.	n.d.	
Montanha	PIC.54	6,99	689	127,86	48,60	2,27	10,0	2,8	0,3	2,4	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	Medíocre
	PIC.63	7,27	886	229,86	31,20	1,71	10,0	2,8	0,3	2,4	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	PIC.65	8,02	287	55,43	8,30	3,66	11,4	2,8	0,3	2,4	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	MA	7,43	621	137,71	29,37	2,54	10,5	2,8	0,3	2,4	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	CL <sub>95</sub>	8,76	1379	355,42	79,58	5,04	12,5	2,8	0,3	2,4	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
Piedade	PIC.1	7,81	72	9,66	1,56	0,16	11,4	2,8	0,3	2,4	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	Medíocre
	PIC.3	7,84	35	10,77	2,33	0,63	10,0	3,0	0,3	1,5	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	PIC.35	7,70	86	11,00	2,30	2,45	10,0	2,5	0,3	5,0	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	
	PIC.48	7,97	2004	585,57	84,40	5,93	12,9	2,8	0,3	2,4	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	
	PIC.50	7,97	93	284,14	43,60	2,73	11,4	3,4	0,3	2,4	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	MA	7,90	760	222,54	32,97	2,36	11,4	3,0	0,3	2,2	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
CL <sub>95</sub>	8,30	2235	658,98	95,84	6,54	13,3	3,4	0,3	2,9	0,4	n.d.	n.d.	n.d.		
VC		5,5-9	2250	225	225	45	450	9	4,5	9	0,9	0,45	0,18	0,27	
VL		5,5-9	2500	250	250	50	500	10	5	10	1	0,5	0,2	0,3	

Quadro 5.1.26 | Resultados do teste da avaliação geral do estado químico (n.a. – não aplicável)

Massa de água	O valor médio em qualquer ponto de monitorização na massa de água subterrânea excede os limiares ou os normativos aplicáveis?	É necessário subdividir o grupo de massas de água subterrâneas, melhora a delimitação e tratar individualmente como massas independentes?	A extensão da excedência relativamente aos limiares ou aos normativos excede os 20%?	Outras avaliações comprovam que a massa de água subterrânea se encontra em Bom estado?	Estado
Montanha	Sim	n.a.	Sim	n.a.	Medíocre
Lajes	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Arrife	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Madalena – São Roque do Pico	Sim	n.a.	Sim	n.a.	Medíocre
Piedade	Sim	n.a.	Sim	n.a.	Medíocre
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	Não	Não	Não	n.a.	Bom

Quadro 5.1.27 | Resultados do teste das intrusões salinas ou outras

Massa de água	Existem evidências de ocorrência de pressão, demonstrada por uma avaliação quantitativa?	O valor médio em qualquer ponto de monitorização excede os limiares (ex. Condutividade elétrica; Cl; SO <sub>4</sub> ) ou os normativos aplicáveis?	Existe alguma tendência estatisticamente significativa de aumento num ou mais pontos de monitorização?	Existe algum impacto significativo nalgum ponto de captação de águas subterrâneas?	Estado
Montanha	Não	Sim	Não	Sim	Medíocre
Lajes	Não	Não	Não	Não	Bom
Arrife	Não	Não	Não	Não	Bom
Madalena – São Roque do Pico	Não	Sim	Não	Sim	Medíocre
Piedade	Não	Sim	Não	Sim	Medíocre
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.28 | Resultados do teste da transferência de poluentes

Massa de água	A massa de água encontra-se num estado inferior a “bom” e observa-se uma contribuição da massa de água subterrânea?	O valor observado em qualquer ponto de monitorização da massa de água subterrânea excede os limiares ou os normativos aplicáveis tendo em conta a média relativa aos parâmetros responsáveis pelo risco na massa de água de superfície associada?	Os valores em excedência observam-se numa área em que a transferência para a massa de água de superfície seja possível?	A contribuição das águas subterrâneas para a massa de água de superfície excede 50% da carga poluente observada nesta última?	Estado
Montanha	Não	Não	Não	Não	Bom
Lajes	Não	Não	Não	Não	Bom
Arrife	Não	Não	Não	Não	Bom
Madalena – São Roque do Pico	Não	Não	Não	Não	Bom
Piedade	Não	Não	Não	Não	Bom
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	Não	Não	Não	Não	Bom

**Quadro 5.1.29** | Resultados do teste dos ecossistemas terrestres dependentes

Massa de água	Existe algum ecossistema terrestre dependente e danificado e que interaja com a massa de água subterrânea?	O valor observado em qualquer ponto de monitorização da massa de água subterrânea excede os limiares ou os normativos aplicáveis tendo em conta a média relativa aos parâmetros responsáveis pelos danos no ecossistema terrestre dependente?	Os valores em excedência observam-se numa área em que a transferência para o ecossistema terrestre dependente seja possível?	A carga poluente transferida a partir da massa de água subterrânea e a concentração resultante causa danos no ecossistema terrestre dependente?	Estado
Montanha	Não	Não	Não	Não	Bom
Lajes	Não	Não	Não	Não	Bom
Arrife	Não	Não	Não	Não	Bom
Madalena – São Roque do Pico	Não	Não	Não	Não	Bom
Piedade	Não	Não	Não	Não	Bom
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	Não	Não	Não	Não	Bom

**Quadro 5.1.30** | Resultados do teste relativo às zonas de proteção de água para consumo humano

Massa de água	Existem evidências de um aumento do tratamento requerido, em virtude de alterações da qualidade das águas?	Observa-se uma tendência antropogenicamente induzida, em função dos níveis de base e dos valores relativos à média aritmética anual, relativamente aos contaminantes causadores de risco?	A mudança significativa implica um impacto no nível de tratamento?	Estado
Montanha	Não	Não	Não	Bom
Lajes	Não	Não	Não	Bom
Arrife	Não	Não	Não	Bom
Madalena – São Roque do Pico	Não	Não	Não	Bom
Piedade	Não	Não	Não	Bom
S. M. Arcanjo – Prainha Cima	Não	Não	Não	Bom

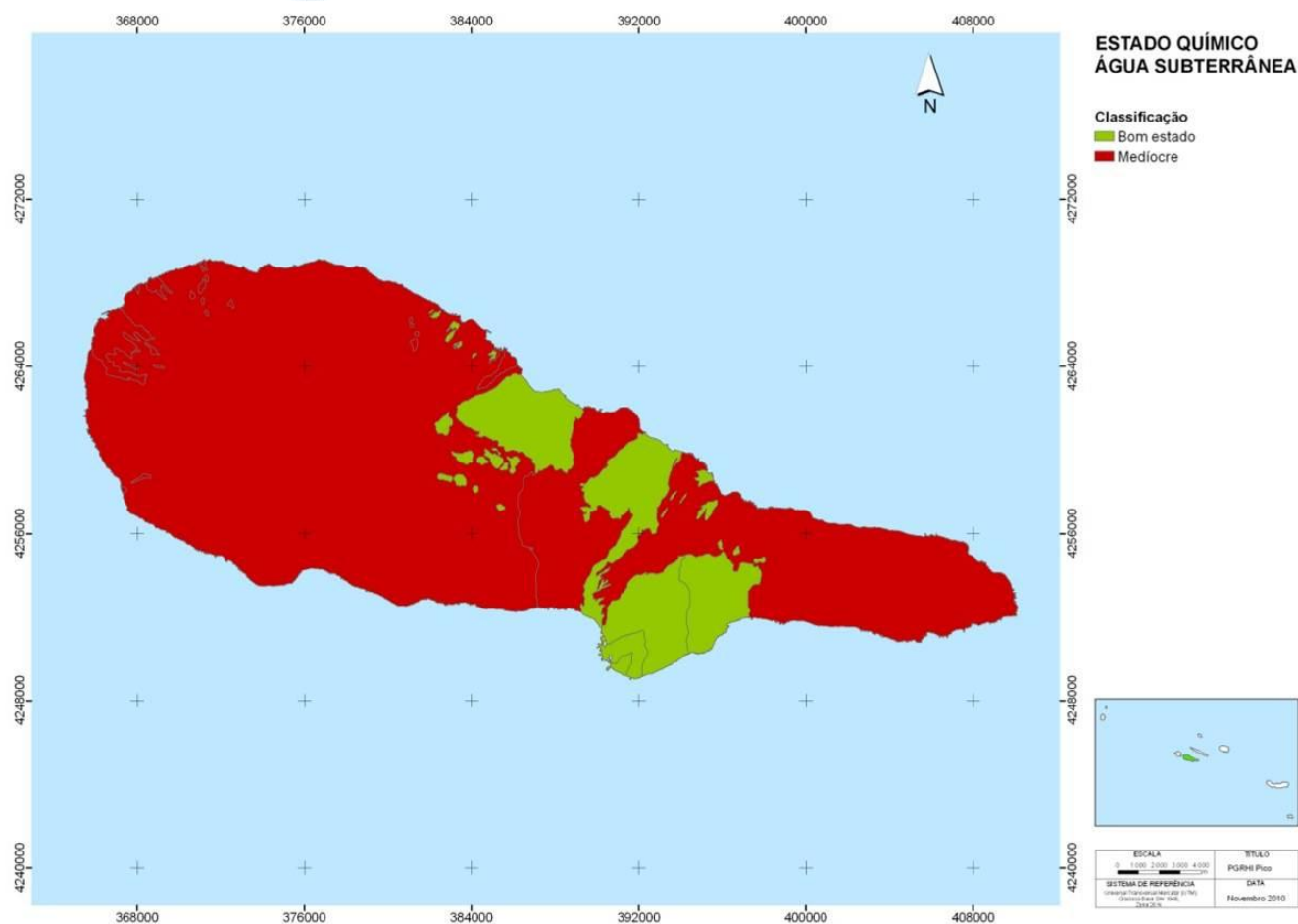


Figura 5.1.28 | Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Pico.

#### 5.1.2.4 | Síntese

A designação do estado de uma massa de água subterrânea resulta da classificação mais adversa observada no decurso da avaliação dos estados quantitativo e químico. Face aos resultados obtidos, a conclusão obtida é que todas as massas de água subterrâneas delimitadas na ilha do Pico se encontram em Bom estado, com exceção das massas Montanha, Madalena – São Roque e Piedade. No caso destas últimas o estado químico foi classificado como medíocre (Figura 5.1.29).

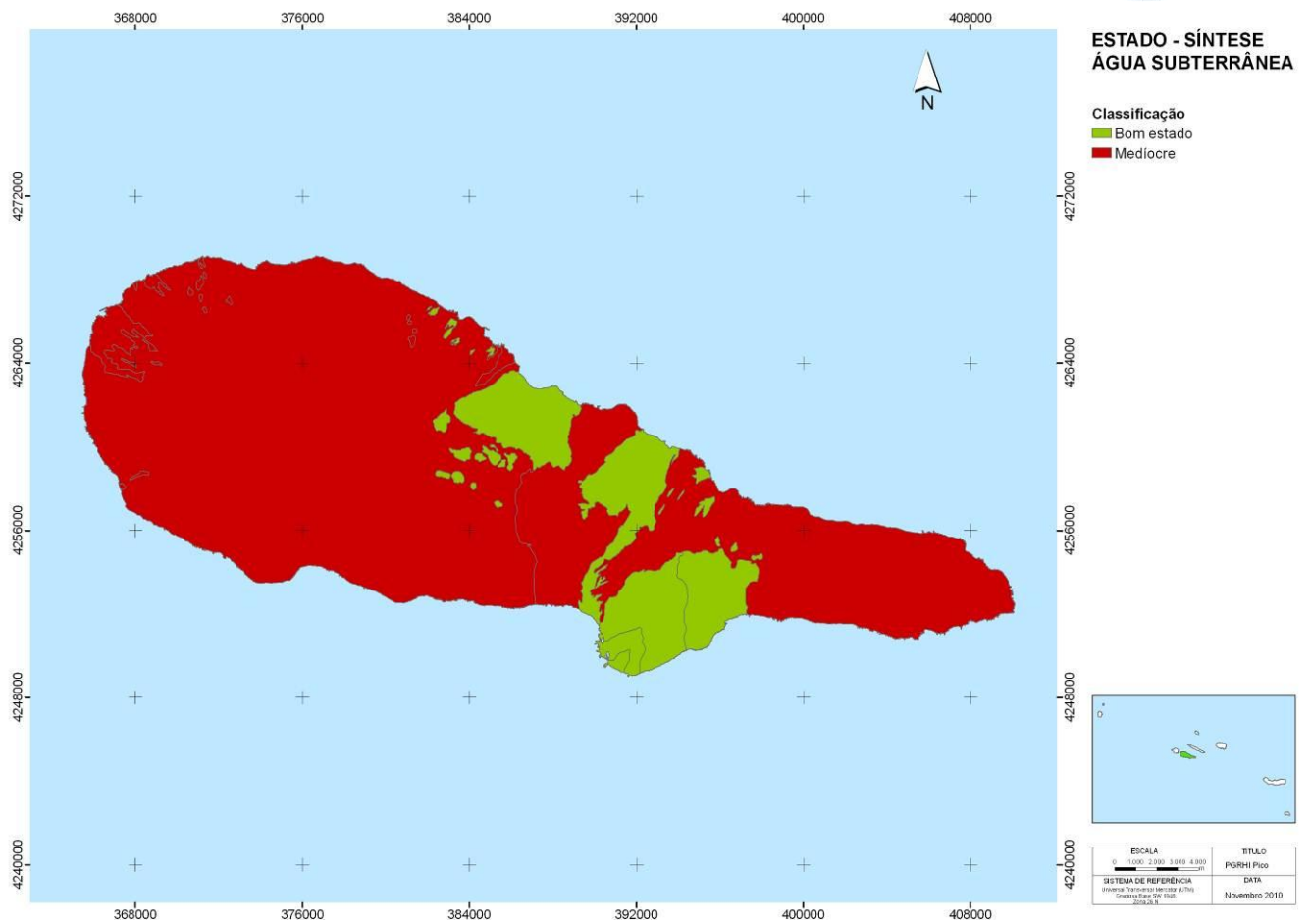


Figura 5.1.29 | Síntese do estado das massas de água subterrâneas da ilha do Pico.

## 6 | Análise Económica da Água

Este capítulo centra-se na avaliação do grau de aplicação dos dois princípios chave consagrados na Diretiva-Quadro da Água:

- O princípio da recuperação de custos dos serviços hídricos (incluindo, além dos custos de capital, de operação e de manutenção, os custos ambientais e de recurso);
- O princípio do poluidor-pagador, vertido n.º 1 do artigo 9.º desta diretiva.

A análise económica dos serviços hídricos do Pico, visa numa primeira instância caracterizar a situação de partida atual, procurando, num segundo plano, perspetivar os desafios futuros que se colocam atendendo às previsões a longo prazo da oferta e 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 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.

### 6.1 | Avaliação da importância socioeconómica das utilizações da água

A análise das necessidades de água é aqui decomposta em três subsectores chave: atividades agropecuárias, atividades industriais e usos domésticos, sendo que no caso da ilha do Pico, estes dois últimos são essencialmente servidos a partir de sistemas públicos de abastecimento.

#### 6.1.1 | Atividades agropecuárias

Atendendo a que cerca de 70% das explorações agropecuárias no arquipélago Açoriano são ocupadas por pastagens permanentes, as necessidades do setor pecuário assumem clara predominância, destacando-se a criação de gado bovino para a produção de leite e carne. Na generalidade das ilhas Açorianas, as necessidades de água para a pecuária são satisfeitas por captações próprias, na grande maioria por nascentes.

Comparativamente aos volumes distribuídos através de redes públicas, as necessidades agropecuárias na ilha do Pico apresentam uma relação de 1 para 1, proporção essa inferior à média da região, a qual contrasta com a média nacional, em que esta relação se situa em torno de 7 para 1. Destaca-se aqui o Município das Lajes do Pico em que a capitação destes usos atinge sensivelmente o dobro da média regional.

Em termos prospetivos, embora sendo expectável um ligeiro crescimento das necessidades deste setor importa não descartar o potencial impacto de tendências de maior especialização na agricultura biológica e o consequente aumento de produção de produtos hortícolas e leguminosas. As novas orientações da Política Agrícola Comum da UE, no sentido de incentivar as práticas agrícolas tradicionais e a agricultura biológica em detrimento das práticas industriais, tenderá a traduzir-se numa redução dos efetivos pecuários onde o encabeçamento seja hoje excessivo (Quadro 6.1.6).

**Quadro 6.1.1** | Necessidades anuais de água para a agropecuária<sup>29</sup>

Territórios		R.A. Açores		Pico		
Municípios	Unidades	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	244,8	14,9	6,3	4,7	3,9
<b>Necessidades agropecuárias</b>						
2004	000m <sup>3</sup>	10 005	851	258	367	226
2027	000m <sup>3</sup>	9 325	905	282	387	237
Capitação 2004	m <sup>3</sup> /hab/ano	41	57	41	78	58

Em termos de necessidades de água, a agricultura da Região é pouco importante, mesmo marginal, quando comparada com a pecuária. Com efeito, o regadio é praticamente nulo, existindo apenas pequenas propriedades, hortas e pomares particulares, que são regados nos meses de verão. Assim, durante o período de estiagem, quando as nascentes deixam de satisfazer as necessidades, é natural recorrer-se à rede de abastecimento pública com o objetivo de suprimir essas carências suplementares, no que toca particularmente à rega de pequenas hortas e pomares. Uma vez que os valores que lhe estão associados são bastante pequenos, estes são habitualmente contabilizados como consumos domésticos.

## 6.1.2 | Atividades industriais

As indústrias agroalimentares representam cerca de 80% da produção industrial, entre as quais predominam os laticínios. A maioria das empresas são micro-empresas disseminadas no território, ainda que em S. Miguel, Terceira e S. Jorge, se tenha procurado prosseguir uma política de progressão de atividades em zonas industriais.

A maior parte do abastecimento às instalações industriais é realizado recorrendo à rede de distribuição de água, existindo no arquipélago apenas 16 indústrias que recorrem a captações próprias, constituídas principalmente por furos.

No caso da ilha do Pico, os usos industriais apresentam uma relação de 1 para 3 face aos usos agropecuários, proporção um pouco inferior à média da região (Quadro 6.1.2).

**Quadro 6.1.2** | Necessidades anuais de água para as atividades industriais<sup>30</sup>

Territórios		R.A. Açores		Pico		
Municípios	Unidades	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab) 2007	('000 hab)	244,8	14,9	6,3	4,7	3,9
<b>Necessidades de água para consumo industrial</b>						
2004	000m <sup>3</sup>	4 660	265	117	110	38
2024 Cenário prospetivo médio	000m <sup>3</sup>	4 731	276	120	116	40
Capitação 2004	m <sup>3</sup> /hab/ano	19	18	19	23	10

<sup>29</sup> Fonte: "Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores". Para o horizonte a longo prazo foi considerado o cenário prospetivo médio

<sup>30</sup> Fonte: "Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores".

Atendendo a que o volume de água faturado a utilizadores finais pelas entidades gestoras de sistemas públicos ascendeu em 2008 a cerca de 1 milhão de m<sup>3</sup>/ano e que cerca de 25% deste valor respeita a utilizadores finais não domésticos, temos que o grosso das necessidades do setor industrial na ilha é satisfeito a partir de redes públicas de abastecimento.

### 6.1.3 | Usos domésticos

Representando os serviços públicos de abastecimento pouco mais de metade dos consumos de água na ilha do Pico, as necessidades da população fixa representam cerca de 70% do uso deste serviço, proporção similar à média da região, embora inferior à média nacional estimada em 85%. As necessidades associadas à hotelaria tradicional só adquirem uma expressão mais significativa no município da Madalena (Quadro 6.1.3).

Quadro 6.1.3 | Necessidades anuais de água para os usos domésticos<sup>31</sup>

Territórios	Unidades	R.A. Açores		Pico		
		Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	244,8	14,9	6,3	4,7	3,9
Necessidades globais brutas dos usos urbanos e industriais - 2006		26 964	1 458	520	528	410
Necessidades da população fixa - 2006	000 m <sup>3</sup>	13 386	695	288	237	170
% dos usos urbanos e industriais - 2006	%	71	68	79	64	59
Necessidades da população fixa - 2027	000 m <sup>3</sup>	16 318	762	316	260	187
Capitação população fixa 2006	m <sup>3</sup> /hab/ano	55	47	46	51	44
Necessidades da população flutuante - 2006	000 m <sup>3</sup>	824	61	38	16	7
% dos usos urbanos e industriais - 2006	%	4	6	11	4	2

Em termos prospetivos, o “Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de águas Residuais da RAA”, projeta a 20 anos um crescimento de cerca de 10% nos consumos domésticos no Pico.

### 6.1.4 | Procura global de água

As necessidades globais brutas (incluindo perdas nas redes de abastecimento) de água na ilha do Pico são assim estimadas próximo dos 2,7 milhões de m<sup>3</sup>/ano, sendo que os serviços públicos de abastecimento representam cerca de 55% das necessidades, proporção inferior à média dos Açores (Figura 6.1.1).

<sup>31</sup> Fonte: “Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores”.



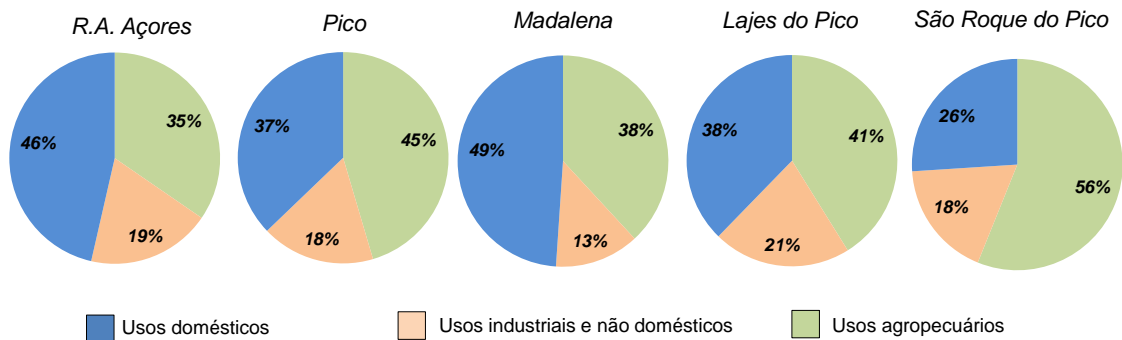


Figura 6.1.1 | Necessidades anuais globais brutas de água por setor -2006.

O peso dos usos agropecuários é maior no município de São Roque do Pico em contraste com a Madalena, em que o peso dos usos domésticos é similar à média açoriana (Quadro 6.1.4).

Quadro 6.1.4 | Necessidades anuais globais brutas de água<sup>32</sup>

Territórios	Unidades	R.A. Açores		Pico		
		Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	244,8	14,9	6,3	4,7	3,9
Necessidades globais brutas de todos os usos - 2006		41 205	2 671	841	896	934
Capitação 2006	m³/hab/ano	168	180	133	192	242
Necessidades globais brutas de todos os usos - 2027		39 097	2 441	771	825	845
Variação 2006-2027	%	-5	-9	-8	-8	-9
Necessidades globais brutas dos usos urbanos e industriais - 2006		26 964	1 458	520	528	410
Capitação 2006	m³/hab/ano	110	98	82	113	106
Necessidades globais brutas dos usos urbanos e industriais - 2027		27 760	1 341	483	483	376
Variação 2006-2027	%	3	-8	-7	-9	-8

O ligeiro decréscimo das necessidades brutas vertido nas projeções a longo prazo reflete o facto de o efeito do crescimento projetado dos usos domésticos ser mais do que compensado pelos pressupostos de redução de perdas nas redes públicas utilizados nas projeções a longo prazo (dos atuais 30% para níveis entre 15 a 20% da água captada).

<sup>32</sup> Fonte: “Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores”.

## 6.2. Nível de recuperação custos

### 6.2.1 | Enquadramento

De acordo com a Diretiva-Quadro da Água a definição do preço da água deve considerar não apenas o princípio de recuperação dos custos dos serviços de utilização da água, mas também as diversas externalidades associadas à utilização do recurso (custos ambientais e de escassez), uma vez que a sua internalização total ou parcial nas taxas e tarifas (preço-sombra do recurso água) conduzem a uma maior racionalidade na utilização dos recursos hídricos (INAG, 2001).

Neste contexto, e aplicando a Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro), foi aprovado o REF cujas componentes contemplam uma estimativa dos custos ambientais e de escassez. Com efeito o REF dos recursos hídricos (Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de junho) constitui um instrumento da maior importância na concretização dos princípios que dominam a Lei da Água, vindo reconhecer 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 muito significativos e a compensação dos custos e benefícios associados à utilização dos recursos hídricos constitui uma exigência elementar de igualdade tributária.

O REF na prática resulta na implementação dos seguintes instrumentos económicos e financeiros:

- Sistemas Tarifários;
- Contratos Programa;
- Taxa de Recursos Hídricos (TRH).

A TRH constitui um dos instrumentos essenciais deste diploma e uma das mais importantes inovações de que ele é portador. Nas diversas componentes que a integram, 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.

A TRH 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 continental nacional, outras, 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 elevado.

A TRH incide sobre diferentes utilizações dos recursos hídricos, denominadas pelo Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de junho, como componentes.

O cálculo da TRH considera, assim, a soma de cinco componentes:

- A - referente à utilização privativa de águas do domínio público hídrico do Estado;

- E - referente à descarga, direta ou indireta, de efluentes sobre os recursos hídricos, suscetível de causar impacte significativo;
- I - referente à extração de materiais inertes do domínio público hídrico do Estado;
- O - referente à ocupação de terreno ou planos de água do domínio público hídrico do Estado;
- U - referente à utilização de águas, qualquer que seja a sua natureza ou regime legal, sujeitas a planeamento e gestão públicos, suscetível de causar impacte significativo.

No caso de uma eventual aplicação futura de um instrumento similar à RAA, assume relevância a experiência da sua aplicação em 2009 (primeiro ano de aplicação integral da TRH) no continente. Em concreto, atendendo a que o produto de aplicação desta taxa se situou num patamar de cerca de €4,5/ habitante, temos que igual valor transposto para o contexto da região autónoma representaria um valor anual de €1,1 milhões, equivalente a 5% das receitas tarifárias dos serviços públicos de abastecimento e saneamento geradas no arquipélago.

Os *contratos-programa* têm, por sua vez, como objetivo principal, apoiar, técnica ou financeiramente, ações que melhorem a sustentabilidade da gestão da água, nas seguintes áreas:

- Introdução de novas tecnologias visando a maximização da eficiência na utilização da água e a diminuição do potencial contaminante de emissões poluentes;
- Instalação de tecnologias de informação, de comunicação e de gestão automática de sistemas de gestão de recursos hídricos;
- Introdução de técnicas de autocontrolo e monitorização na utilização de água e na emissão de poluição sobre os recursos hídricos;
- Construção de infraestruturas hidráulicas;
- Construção de sistemas de abastecimento de água, de drenagem e tratamento de águas residuais e suas componentes;
- Trabalhos de manutenção e recuperação das margens dos cursos de água e das galerias ripícolas.

Por último, *definição dos sistemas tarifários* dos serviços públicos de águas visando incentivar a utilização consciente e eficiente dos recursos hídricos constitui o terceiro instrumento previsto no REF, vindo reforçar o ordenamento jurídico já existente.

Está consagrado no ordenamento comunitário e na legislação nacional, designadamente na Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro) e na Lei das Finanças Locais (Lei n.º 2/2007, de 15 de janeiro), o princípio da recuperação dos custos, nos termos do qual os tarifários dos serviços de águas e resíduos devem permitir a recuperação tendencial dos custos económicos e financeiros decorrentes da sua provisão, em condições de assegurar a qualidade do serviço prestado e a sustentabilidade das entidades gestoras, não passando para a próxima geração o ónus do envelhecimento precoce das infraestruturas.

Tratando-se de serviços prestados em regime de monopólio, acresce a preocupação de assegurar que as entidades gestoras operam num cenário de eficiência e melhoria contínua de forma a não penalizar indevidamente os utilizadores com custos resultantes de uma ineficiente gestão dos sistemas.

Nos casos em que estes serviços são prestados em modelo de gestão direta, em particular no caso de serviços municipais, adquire especial importância a mitigação de eventuais práticas de subsídio cruzada entre estes serviços e outras atividades desenvolvidas pelas entidades gestoras.

Assim, no apuramento dos proveitos e custos relativos a cada um destes serviços deve-se procurar assegurar, num primeiro plano, a segregação dos serviços de águas de outras atividades desenvolvidas pelas entidades gestoras, quando aplicável, e num segundo plano, a segregação do serviço de abastecimento de água do serviço de saneamento de águas residuais urbanas.

## 6.2.2 | Panorama da RAA

De acordo com os dados da última campanha do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e Águas Residuais (INSAAR), o grau de recuperação dos custos do serviço de abastecimento nesta região é significativamente inferior à média nacional (Quadro 6.2.1).

**Quadro 6.2.1** | Grau de recuperação dos custos com o serviço de abastecimento de água

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores
Municípios		Total	Total
<b>NÍVEL RECUPERAÇÃO DE CUSTOS - ABASTECIMENTO DE ÁGUA - INSAAR 2008</b>			
Custos de exploração e gestão totais	€'000	643 401	22 981
Investimentos	€'000	189 694	6 775
Custos Totais	€'000	833 095	29 756
Receita tarifária	€'000	689 152	19 655
Outras receitas	€'000	43 672	554
RECEITAS TOTAIS	€'000	732 824	20 209
Recuperação de custos totais (%)	%	88	68
Recuperação de custos de exploração e gestão (%)	%	114	88
	€/ m <sup>3</sup>	1,33	1,54
Custos totais do serviço de abastecimento por volume distribuído	€/ m <sup>3</sup>	1,03	1,19
Custos de exploração e gestão totais	€/ m <sup>3</sup>	1,17	1,04

Se, em termos unitários, o défice de recuperação de custos nacional do serviço de abastecimento se situa em cerca de €0,15/m<sup>3</sup>, no caso dos Açores, este valor ascende a cerca de €0,50/m<sup>3</sup>, i.e., apenas dois terços dos custos são adequadamente recuperados. Tal resulta da conjugação, quer de custos unitários mais elevados, quer de níveis tarifários inferiores aos aplicados à escala nacional.

Já no que concerne ao serviço de saneamento de águas residuais, o quadro agrava-se, quer em termos nacionais (com um grau de recuperação de custos de apenas 50%), quer no plano da região, em que menos de um terço dos custos deste serviço são adequadamente recuperados (Quadro 6.2.2).

**Quadro 6.2.2** | Grau de recuperação dos custos com o serviço de saneamento de águas residuais urbanas

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores
		Total	Total
<b>Nível Recuperação de Custos - Drenagem e Tratamento de Águas Residuais - INSAAR 2008</b>			
Custos de exploração e gestão totais	€'000	373 773	5 326
Investimentos	€'000	135 854	1 936
Custos Totais	€'000	509 627	7 262
Receita tarifária	€'000	216 288	1 905
Outras receitas	€'000	42 194	145
Receitas Totais	€'000	258 482	2 050
Recuperação de custos totais	%	51	28
Recuperação de custos de exploração e gestão	%	69	38
Custos totais do serviço de abastecimento por volume distribuído	€/ m <sup>3</sup>	1,10	1,54
Custos de exploração e gestão totais	€/ m <sup>3</sup>	0,81	1,13
Proveitos totais do serviço de abastecimento por volume distribuído	€/ m <sup>3</sup>	0,56	0,44

Uma vez mais, tal resulta da conjugação de custos unitários mais elevados com a aplicação de níveis tarifários inferiores à média nacional, sendo que o primeiro fator assume claramente maior preponderância.

### 6.2.3 | Situação na ilha do Pico

Os serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais urbanas são prestados no Pico em modelo de gestão direta pelos serviços das três Câmaras Municipais: Madalena, Lajes do Pico e São Roque do Pico. No caso do da Câmara Municipal da Madalena, o Serviço de Águas, que conta com 14 efetivos diretamente afetos, integra a Divisão de Obras, Urbanismo e Serviços Urbanos (50 efetivos) e no caso da Câmara Municipal de São Roque esta responsabilidade está acometida aos Serviços Urbanos e de Ambiente.

A acessibilidade física da população do Pico ao serviço público de abastecimento de água para consumo humano pode-se considerar universal (apesar da ausência de dados no INSAAR relativamente ao município das Lajes do Pico, o volume de água faturado pela Câmara Municipal é consistente com níveis de cobertura similares à Madalena e São Roque). Já no tocante ao serviço de saneamento de águas residuais urbanas através de redes fixas a sua prestação é atualmente inexistente em toda a ilha (Quadro 6.2.3).

**Quadro 6.2.3** | Serviços públicos de água – níveis de atendimento<sup>33</sup>

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Pico		
		Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	10 627,4	244,8	6,3	4,7	3,9
<b>População servida por sistemas públicos em 2008</b>						
Abastecimento de água	%	94	>90	97	n.a	95
Saneamento de águas residuais urbanas (drenagem)	%	78	36	0	n.a	0
Drenagem e tratamento	%	70	27	0	n.a	0

<sup>33</sup> Fonte: INAG - INSAAR, 2008.

Naturalmente, o desejável alargamento futuro do nível de atendimento deste serviço terá um impacto a nível dos custos dos serviços hídricos que importa perspetivar.

Tendo presente que o volume médio nacional de abastecimento faturado em 2008 a utilizadores finais por entidades gestoras de serviços públicos de abastecimento foi de 57m<sup>3</sup>/hab, observa-se que a intensidade de consumo no Pico (pouco inferior à média da região) é superior em cerca de 15% (Quadro 6.24).

**Quadro 6.2.4** | Necessidades anuais de abastecimento através de redes públicas<sup>34</sup>

Territórios	Unidades	R.A. Açores		Pico	
		Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Necessidades globais dos usos urbanos e industriais - 2006	000 m <sup>3</sup>	18 875	364	369	287
Volume de água faturado a utilizadores finais - 2008	000 m <sup>3</sup>	19 238	359	342	269
Capitação 2008	m <sup>3</sup> /hab/ano	79	57	73	70
Necessidades globais dos usos urbanos e industriais - 2027	000 m <sup>3</sup>	22 833	397	397	309
Variação 2006-2027	%	21	9	7	8

A importância dos consumos das atividades comerciais e dos serviços públicos é maior no caso da Madalena (respetivamente, 40 mil e 34 mil m<sup>3</sup>/ano), enquanto nas Lajes do Pico os consumos da indústria (60 mil m<sup>3</sup>) representam cerca de 60% dos consumos não domésticos.

Uma análise dos documentos de prestação de contas das três Câmaras Municipais da ilha do Pico deverá ter em atenção que os serviços de águas representam menos de 10% do total de receitas destes Municípios, sendo que o essencial das atividades destas Câmara é financiado através de transferências e subsídios obtidos (em que as receitas de capital representam cerca de metade das receitas)

Os níveis tarifários aplicados ao serviço de abastecimento na ilha do Pico situam-se abaixo, quer da média do arquipélago, quer da média nacional. Apesar da efetiva ausência de prestação do serviço público de saneamento de águas residuais, estima-se que as receitas tarifárias atualmente geradas pelo serviço de abastecimento não permitam uma adequada recuperação dos custos com este serviço (Quadro 6.2.5).

**Quadro 6.2.5** | Análise do grau de recuperação de custos com os serviços públicos de águas na ilha do Pico

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Pico			
		Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Receita tarifária serviço de abastecimento	€'000	689 152	19 655	850	380	250	220
Receita tarifária por volume faturado	€/ m <sup>3</sup>	1,14	1,02	0,88	1,06	0,73	0,82
Receita tarifária por população servida	€/hab/ano	68,99	89,22	60,25	62,03	56,22	60,10
Receita tarifária serviço de saneamento	€'000	216 288	1 905	0	0	0	0 €

**NÍVEL RECUPERAÇÃO DE CUSTOS - SERVIÇOS DE ÁGUAS**

<sup>34</sup> Fonte: Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores; ERSAR (valores de 2008 correspondem aos volumes faturados reportados pelas entidades gestoras).

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Pico			
		Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Custos de exploração e gestão totais	€'000	1 185 887	28 085	990	420	330	240
Investimentos	€'000	156 835	8 933	477	168	165	144
<b>CUSTOS TOTAIS</b>	€'000	<b>1 342 722</b>	<b>37 018</b>	<b>1 467</b>	<b>588</b>	<b>495</b>	<b>384</b>
Receita tarifária	€'000	905 440	21 560	850	380	250	220
Outras receitas	€'000	85 866	699	0	0	0	0
<b>RECEITAS TOTAIS</b>	€'000	<b>991 306</b>	<b>22 259</b>	<b>850</b>	<b>380</b>	<b>250</b>	<b>220</b>
Recuperação de custos totais (%)		<b>74</b>	<b>60</b>	<b>58</b>	<b>65</b>	<b>51</b>	<b>57</b>
Recuperação de custos de exploração e gestão (%)		<b>84</b>	<b>79</b>	<b>86</b>	<b>90</b>	<b>76</b>	<b>92</b>

## 6.2.4 | Perspetivas futuras

Em termos prospetivos, com base no “Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da RAA”, as necessidades de investimento futuro são valorizadas em cerca de €25 milhões, a vasta maioria concentrada na vertente de saneamento e com maior incidência, em termos de investimento per capita, nos municípios das Lajes e de São Roque do Pico (Quadro 6.2.6).

**Quadro 6.2.6** | Necessidades de investimento futuras

Territórios	Unidades	R.A. Açores	Pico			
		Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	244,8	14,9	6,3	4,7	3,9
<b>Projeção de custos futuros</b>						
Investimento necessário na vertente de abastecimento	€'000	105 026	3 304	1 012	1 675	617
Investimento <i>per capita</i>	€/hab	429	222	160	358	160
Investimento necessário na vertente de saneamento	€'000	178 806	22 323	7 603	8 205	6 515
Investimento <i>per capita</i>	€/hab	730	1 503	1 204	1 753	1 691
Investimento total	€'000	283 832	25 627	8 615	9 880	7 132
Investimento <i>per capita</i>	€/hab	1 160	1 726	1 364	2 111	1 851

No que concerne à evolução futura das receitas tarifárias necessárias, embora tal dependa em muito do grau de comparticipação que estes investimentos venham a ter, as receitas tarifárias já geradas pelas três entidades gestoras, afiguram-se à partida manifestamente insuficientes, sendo fundamental a introdução de um tarifário adequado à recuperação de custos com o serviço de saneamento em paralelo com o aumento do nível de cobertura deste serviço (Quadro 6.2.7).

Quadro 6.2.7 | Projeção de receitas tarifárias necessárias<sup>35</sup>

Territórios	Unidades	R.A. Açores		Pico		
		Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	244,8	14,9	6,3	4,7	3,9
<b>Projeção de custos futuros</b>						
Serviços de águas						
Renda económica do capital	€'000	15 207	1 373	462	529	382
Custos anuais de exploração	€'000	18 286	1 320	453	596	271
Custos administrativos	€'000	4 571	330	113	149	68
Total de custos	€'000	38 064	3 022	1 028	1 274	720
Reconhecimento de subsídios ao investimento	€'000	0	0	0	0	0
Proveitos tarifários necessários	€'000	38 064	3 022	1 028	1 274	720
Receita tarifária atual	€/hab./ano	88	57	60	53	57
Receita tarifária futura (0% de comparticipação)	€/hab./ano	156	204	163	272	187
Receita tarifária futura (50% de comparticipação)	€/hab./ano	124	157	126	216	137
Receita tarifária futura (75% de comparticipação)	€/hab./ano	109	134	108	187	113

Face ao impacto tarifário que resultaria da concretização deste cenário, em particular no município das Lajes do Pico, admite-se que as necessidades de investimento futuro na vertente de saneamento estejam sobreavaliadas ou devam ser reequacionadas. Todavia, independentemente do grau e cadência da expansão futura da cobertura do serviço de saneamento, afigura-se incontornável a necessidade de um aumento substantivo dos proveitos gerados por via tarifária (Figura 6.2.2).

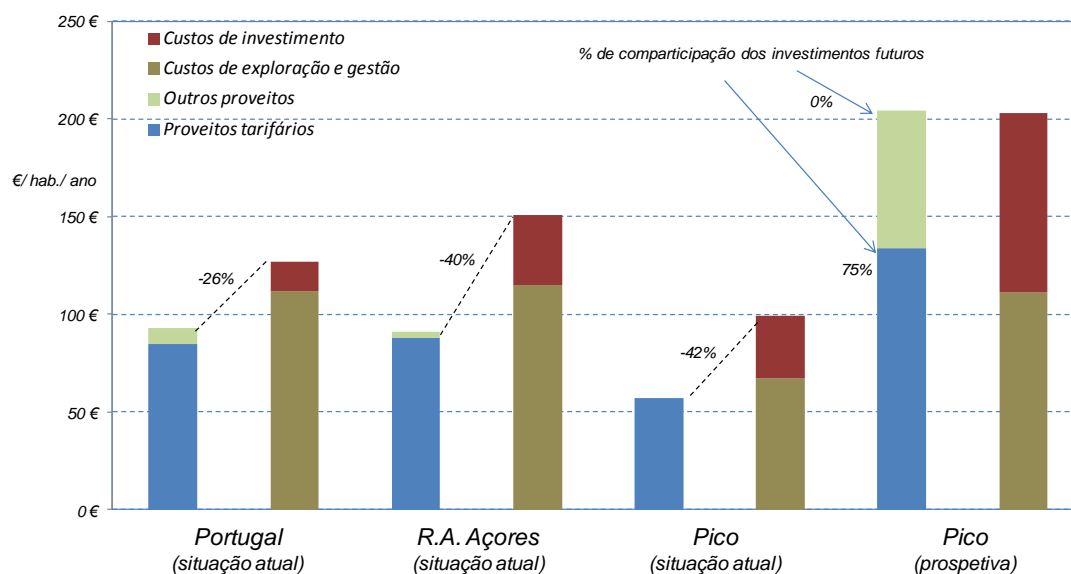


Figura 6.2.1 | Perspetiva sobre o grau de recuperação de custos dos serviços públicos de águas na ilha do Pico.

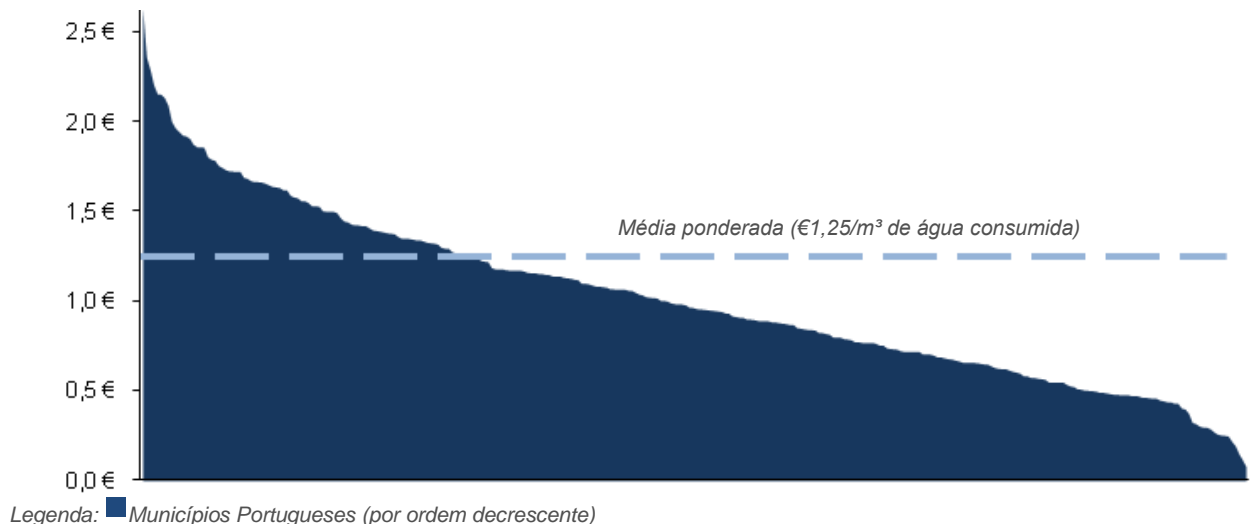
<sup>35</sup> Fonte: Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores. Entre os principais pressupostos considerados assinalam-se: remuneração real do capital de 4%; 70% do investimento com vida útil de 40 anos e o restante com 20 anos; custos administrativos equivalentes a 25% dos custos de exploração.



## 6.3 | Aplicação do regime económico-financeiro

### 6.3.1 | Enquadramento

Verifica-se atualmente em Portugal 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 urbanas.



**Figura 6.3.1** | Encargos dos utilizadores domésticos com serviços de águas (abastecimento e saneamento) – consumo mensal de 10m<sup>3</sup> (2009) - Níveis tarifários aplicados em Portugal por município<sup>36</sup>.

Frequentemente, estes tarifários apresentam 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 os sinais que os orientem no sentido de uma utilização mais eficiente dos serviços e pondo em causa a própria sustentabilidade económica das entidades gestoras, comprometendo a prazo a universalidade e a qualidade dos serviços prestados.

Neste quadro, o Plano Estratégico de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais II (PEASAR II) preconiza que os tarifários devem possuir uma estrutura progressivamente uniforme em todo o território nacional, devendo os níveis de encargos suportados pelos utilizadores finais, evoluir tendencialmente para um intervalo razoável, compatível com a capacidade económica das populações, mas refletindo um crescente grau de recuperação dos custos pela via tarifária, num cenário de eficiência, nas zonas onde o atual défice é mais notório.

Em particular, e sem prejuízo das competências próprias da Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA), assume relevância como referencial de análise emitida a Recomendação IRAR<sup>37</sup> n.º 01/2009, de 28 de agosto (“Recomendação Tarifária”), relativa à formação de tarifários dos serviços públicos de águas e resíduos, dirigida às entidades gestoras dos sistemas municipais e multimunicipais que prestem esses serviços aos utilizadores finais, independentemente do modelo de gestão adotado, bem como às entidades que possuam competência para a aprovação dos respetivos tarifários.

<sup>36</sup> Fonte: ERSAR, 2010

<sup>37</sup> IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos.

### 6.3.2 | Tipologia das estruturas tarifárias aplicadas

A Recomendação Tarifária preconiza em primeiro plano a utilização de “tarifários bi-partidos”<sup>38</sup> para os serviços de águas e resíduos prestados a utilizadores finais, i.e. com uma componente fixa (aplicada em função do intervalo de tempo de prestação do serviço) e uma componente variável (aplicada em função do nível de utilização do serviço durante esse período):

- Com efeito, não deve ser utilizada apenas uma tarifa fixa, pois não faz refletir no utilizador final o volume de água consumido, encoraja o desperdício e emite um sinal errado do ponto de vista ambiental;
- Também não se recomenda que seja utilizada 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<sup>39</sup> ;
- Efetivamente, a inexistência de uma componente fixa nos tarifários 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 veraneantes, em suma, àqueles que exigem desfrutar do serviço, embora possam não o utilizar com regularidade. Em Portugal esta questão é especialmente relevante, na medida em que entre 25 e 30% das famílias dispõem de segunda habitação.<sup>40</sup>

Com base na análise da informação sobre as entidades gestoras nacionais recolhida ao longo dos anos pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR), complementada com referenciais internacionais<sup>41</sup>, será expectável que o peso dos proveitos resultantes de tarifas fixas se situe num referencial entre 15 a 30% dos proveitos tarifários, dependendo das características do território e da tipologia de utilizadores finais.<sup>42</sup>

Neste quadro as estruturas e níveis tarifários aplicados pelas três entidades gestoras de serviços públicos de água que operam no Pico são bastante heterogéneas entre si. Com efeito, apesar do nível tarifário aplicado no Município da Madalena ser o mais elevado na ilha, a estrutura tarifária não prevê a aplicação de tarifas fixas o que à partida, e pelas razões expostas, não se afigura recomendável. Já no caso de São Roque, o peso dos encargos fixos situa-se acima da média embora tal resulte de uma componente variável abaixo da média nacional (Quadro 6.3.1).

---

<sup>38</sup> Assim designados na literatura económica (“two-part tariffs”).

<sup>39</sup> Neste caso, um cidadão que seja proprietário de mais do que uma residência, por não as ocupar simultaneamente, acaba por consumir aproximadamente o mesmo volume de água e conseqüentemente ter o mesmo encargo que teria com uma única habitação, ou mesmo mais baixo, tendo em conta o efeito dos escalões progressivos. Na medida em que obrigou à infraestruturização de mais do que uma residência e continua a pagar o mesmo ou menos, significa que os cidadãos com uma única residência estariam de facto a subsidiá-lo, o que corresponde a uma situação socialmente inaceitável que viola o princípio da equidade.

<sup>40</sup> De acordo com o Censo de 2001 (INE) existiam em Portugal 5.020 mil alojamentos familiares clássicos, dos quais 3.550 mil eram de residência habitual.

<sup>41</sup> IWA – International Water Association, “International Statistics for Water Services”, IWA Specialist Group on Statistics and Economics, 2008

<sup>42</sup> Por exemplo, caso o universo de utilizadores de uma entidade gestora tenha uma maior presença de grandes utilizadores finais não domésticos, será expectável que esta percentagem seja menor

**Quadro 6.3.1 |** Peso da componente fixa nos encargos das famílias com o serviço de abastecimento - 2009

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Pico			
Municípios		Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Encargos dos utilizadores finais domésticos com o serviço de abastecimento (120 m <sup>3</sup> / ano)	€/ano	103,84	80,93	69,99	80,16	57,48	68,52
Componente fixa	€/ano	30,43	22,48	12,38	- €	13,68	31,08
% da fatura de abastecimento	%	29,3	27,8	17,7	0,0	23,8	45,4

Por outro lado, e com maior importância em termos futuros, temos a não aplicação de qualquer tarifário ao serviço de saneamento de águas residuais urbanas. Embora tal se possa explicar pelo inexistente grau de cobertura deste serviço (0% de acordo com o INSAAR), na medida em que se pretenda no futuro expandir a prestação deste serviço, será fundamental introduzir a aplicação de tarifas à prestação deste serviço.

A análise no remanescente deste capítulo centra-se, conseqüentemente, no tarifário aplicado ao serviço de abastecimento.

A segunda grande linha mestra da Recomendação Tarifária da ERSAR preconiza a aplicação aos serviços de águas (abastecimento e saneamento) prestados a utilizadores finais domésticos de tarifas variáveis estruturadas de forma crescente de acordo com escalões de consumo<sup>43</sup>. No seu relatório de 2009, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE)<sup>44</sup> salienta as seguintes virtudes deste tipo de tarifação:

- Promove a eficiência na utilização dos serviços e a sustentabilidade ambiental dos mesmos, desde que exista medição individual de consumos (situação quase universal no caso do serviço de abastecimento em Portugal) e as tarifas dos últimos escalões sejam suficientemente altas;
- Permitem uma plena recuperação de custos pela via tarifária se for essa a opção da entidade titular dos serviços<sup>45</sup>.

Neste domínio as estruturas tarifárias aplicadas no Pico observam, com pontuais exceções, o recomendado pela ERSAR na medida em que estabelecem escalões progressivos para a componente variável do tarifário do serviço de abastecimento prestado aos utilizadores domésticos, de acordo com as amplitudes de escalão recomendadas (0-5-15-25; no caso da Madalena e de São Roque o limiar superior do primeiro escalão corresponde a 8 m<sup>3</sup>/ 30 dias). Como se pode observar no quadro seguinte, em virtude da aplicação de escalões, a tarifa variável média aplicada às famílias aumenta em virtude do nível de consumo destas (Quadro 6.3.2).

<sup>43</sup> Designadas pela sigla IBT – Increasing Block Tariffs na literatura anglo-saxónica

<sup>44</sup> "Managing Water for All: An OECD perspective on pricing and financing", 2009.

<sup>45</sup> A principal desvantagem com este tipo de estrutura tarifária é que tende a penalizar situações em que os consumos de diversos fogs são aferidos a partir de um único contador, situação que, felizmente, é muito rara em Portugal

**Quadro 6.3.2** | Encargo variável médio das famílias com o serviço de abastecimento para diferentes níveis de consumo – 2009

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Pico			
		Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Componente variável (60 m <sup>3</sup> )	€/ano	27,17	22,63	25,04	37,80	15,60	15,60
Tarifa variável média	€/ m <sup>3</sup>	0,45	0,38	0,42	0,63	0,26	0,26
Componente variável (120 m <sup>3</sup> )	€/ano	73,41	58,46	57,61	80,16	43,80	37,44
Tarifa variável média	€/ m <sup>3</sup>	0,61	0,49	0,48	0,67	0,37	0,31
Componente variável (180 m <sup>3</sup> )	€/ano	135,70	107,29	95,52	129,36	72,00	68,64
Tarifa variável média	€/ m <sup>3</sup>	0,75	0,60	0,53	0,72	0,40	0,38

No que concerne aos tarifários aplicados às atividades económicas, tomando como referencial um consumo mensal de 10m<sup>3</sup>, verifica-se que o grau de subsidiação cruzada entre o segmento doméstico e os estabelecimentos industriais e comerciais é similar à média nacional (i.e. um nível tarifário aplicado às famílias de cerca de 50 a 60% do aplicado às atividades económicas), sendo que tal resulta da diferenciação das tarifas variáveis aplicadas aos dois segmentos (Quadro 6.3.3).

**Quadro 6.3.3** | Encargos dos utilizadores domésticos e não domésticos com o serviço de abastecimento – 2009

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Pico			
		Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
<b>Encargos dos utilizadores domésticos (abastecimento)</b>							
Componente fixa	€/ano	30,43	22,48	12,38	- €	13,68	31,08
% da fatura de abastecimento	%	29,3	27,8	17,7	0,0	23,8	45,4
Tarifa variável média	€/ m <sup>3</sup>	0,61	0,49	0,48	0,67	0,37	0,31
Encargo médio abastecimento (120 m <sup>3</sup> )	€/ m <sup>3</sup>	0,87	0,67	0,58	0,67	0,48	0,57
<b>Encargos dos utilizadores não domésticos (abastecimento)</b>							
Componente fixa	€/ano	41,65	22,89	12,38	- €	13,68	31,08
% da fatura de abastecimento	%	22,3	15,9	10,0	0,0	11,9	23,8
Tarifa variável média	€/ m <sup>3</sup>	1,21	1,01	0,93	1,05	0,84	0,83
Encargo médio (120 m <sup>3</sup> )	€/ m <sup>3</sup>	1,56	1,20	1,03	1,05	0,95	1,09
<b>Encargos utilizadores domésticos com serviços de águas em % dos encargos dos utilizadores não domésticos (comércio e indústria)</b>							
60 m <sup>3</sup> / ano	%	50	45	55	60	46	58
120 m <sup>3</sup> / ano	%	55	50	57	64	50	52
180 m <sup>3</sup> / ano	%	60	59	60	68	52	55

Os quadros seguintes sistematizam o grau de conformidade dos tarifários aplicados pelas três entidades gestoras em 2010 com a Recomendação Tarifária da ERSAR, para o serviço de abastecimento (Quadro 6.3.4).

**Quadro 6.3.4** | Questões chave para análise da conformidade de um tarifário com a Recomendação Tarifária da ERSAR n.º 1/2009

Texto	Resposta em conformidade	CM da Madalena (2010)	CM de Lajes do Pico (2010)	CM de São Roque do Pico (2010)
<b>Serviço de abastecimento</b>				
<b>Utilizadores finais domésticos</b>				
<i>O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa?</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
<i>O tarifário estabelece uma tarifa fixa comum para contadores de calibre não superior a 25 mm?</i>	<i>Sim</i>	<i>n.a.</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
<i>O tarifário prevê a aplicação de uma tarifa variável em função do volume de água fornecido?</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
<i>A tarifa variável é diferenciada de forma progressiva de acordo com escalões de consumo, expressos em m<sup>3</sup> de água por cada 30 dias?</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
1.º escalão - amplitude	0 a 5	0 a 8	<i>Sim</i>	0 a 8
2.º escalão - amplitude	5 a 15	8 a 15	<i>Sim</i>	8 a 15
3.º escalão - amplitude	15 a 25	15 a 30	15 a 30	15 a 30
<i>O valor final da componente variável da fatura é calculado pela soma das parcelas correspondentes a cada escalão? (i.e. não se trata de um tarifário progressivo integral ou também vulgarmente designado tarifário "zerado")?</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
<b>Utilizadores finais não domésticos</b>				
<i>É aplicado um tarifário comum a todos os utilizadores finais não domésticos (com a possível exceção de IPSS ou equiparadas)?</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>
<i>O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa?</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
<i>O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa progressiva em função do diâmetro nominal do contador instalado?</i>	<i>Sim</i>	<i>n.a.</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>
<i>O tarifário prevê a aplicação aos utilizadores não domésticos (comércio e indústria) de tarifa variável em função do volume de água fornecido?</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
<i>A tarifa variável do serviço de abastecimento é linear (i.e. constante por m<sup>3</sup> independentemente do volume faturado, vulgo "escalão único")?</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>
<i>A tarifa variável de abastecimento para utilizadores não domésticos apresenta valor idêntico ao 3.º escalão da tarifa variável aplicável aos utilizadores domésticos?</i>	<i>Sim</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>
<b>Serviços auxiliares do serviço de abastecimento</b>				
<i>O tarifário contempla a aplicação de qualquer tarifa em virtude de execução, manutenção e renovação de ramais de abastecimento, incluindo a ligação do sistema público ao sistema predial (para ramais com extensão não superior a 20 metros)?</i>	<i>Não</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>	<i>Sim</i>
<i>O tarifário contempla a aplicação de tarifa em virtude de celebração de contrato de fornecimento de água?</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Sim</i>
<i>O tarifário contempla a aplicação de tarifa em virtude da instalação de contador individual de consumo de água?</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Não</i>	<i>Sim</i>

Como se constata, a estrutura tarifária aplicada ao serviço de abastecimento pela Câmara Municipal de Lajes do Pico é aquela que mais se aproxima das recomendações da ERSAR, sendo que, no caso da Madalena, esta peca essencialmente pela não aplicação de tarifas fixas à prestação do serviço.

### 6.3.3 | Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas

Os serviços de águas e resíduos são essenciais ao bem-estar geral dos cidadãos, à saúde pública, às atividades económicas e à proteção do ambiente. Por esse facto, os cidadãos têm direito ao acesso tendencialmente universal e à continuidade e à qualidade desses serviços, num quadro de eficiência e equidade de preços.

Adquire assim particular relevância o princípio da defesa dos interesses dos utilizadores, nos termos do qual os tarifários devem assegurar uma correta proteção do utilizador final, evitando possíveis abusos de posição dominante, no que se refere ao acesso, à continuidade, à qualidade e aos encargos suportados pelo utilizador final dos serviços prestados, o que se revela essencial em situações de monopólio natural e/ou exclusivo legal na sua prestação.

Adicionalmente, atendendo ao facto de serem serviços de interesse geral<sup>46</sup>, tal introduz na configuração da sua provisão não apenas o objetivo de universalidade tendencial de acesso em termos físicos, como igualmente uma preocupação de salvaguarda de acessibilidade económica por parte dos utilizadores finais domésticos com menores recursos financeiros.

A população residente em 2007 na ilha do Pico (15 mil habitantes) representa cerca de 6% da população do arquipélago, sendo que o nível de rendimento médio disponível por agregado familiar se situa significativamente abaixo (em quase 35%) da média nacional, pelo que preocupações com a acessibilidade económica futura destes serviços num cenário de plena recuperação de custos assumem particular importância com destaque para os municípios das Lajes e de São Roque (Quadro 6.3.5).

**Quadro 6.3.5 | Capacidade económica das famílias - 2007<sup>47</sup>**

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores		Pico		
		Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab)	10 627,4	244,8	14,9	6,3	4,7	3,9
Índice de poder de compra <i>per capita</i> em 2007 (Portugal = 100)		100,0	83,6	67,9	76,8	59,7	63,3
Rendimento médio disponível por agregado familiar (2007)	€/ mês	2 494	2 084	1 694	1 915	1 489	1 579

Tomando como referência um consumo familiar médio de 120 m<sup>3</sup>/ano, o quadro seguinte sumariza o nível de encargos suportado pelos agregados familiares no Pico em 2009 com os serviços de águas (sendo que neste caso não é aplicado tarifário ao serviço de saneamento)<sup>48</sup>. Como se observa, o nível de encargos suportado nesta ilha (€0,58/ m<sup>3</sup>), situa-se quer abaixo da média do arquipélago Açoriano (em quase 40%), quer da média portuguesa, neste caso em mais de 50% (Quadro 6.3.6).

<sup>46</sup> Enquadrados na legislação aplicável aos Serviços Públicos Essenciais (Lei n.º 23/96, de 26 de julho, na redação dada pelas Lei n.º 12/2008, de 26 de fevereiro, e Lei n.º 24/2008, de 2 de julho).

<sup>47</sup> Fontes: INE, 2009 - Estimativas anuais da população residente e Estudo sobre o poder de compra concelhio. INE e Banco de Portugal (rendimento mensal per capita e dimensão média dos agregados familiares)

<sup>48</sup> Fonte: ERSAR, 2009. Os pressupostos considerados para o cálculo dos encargos com os serviços para os utilizadores finais domésticos são os seguintes: O encargo anual total incorpora a componente fixa (a qual é apresentada na fatura com diferentes designações) e a componente variável do tarifário. Para efeitos da componente fixa do tarifário foi considerado um diâmetro nominal de contador de 15mm. Nos casos em que este calibre não existe, foi considerado um calibre de contador de 20mm. Não foram consideradas no encargo anual para os utilizadores de outras rubricas (e.g. taxas fixas anuais) não relacionadas com a prestação direta dos serviços. Os valores apresentados não incluem o IVA devido à taxa legal em vigor.

**Quadro 6.3.6 | Encargos das famílias com os serviços de águas – 2009**

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Pico			
		Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Encargos dos utilizadores finais domésticos com os serviços de águas (consumo de água de 120 m <sup>3</sup> /ano)	€/ano	150,02	108,69	69,99	80,16	57,48	68,52
Componente fixa	€/ano	44,29	30,00	12,38	- €	13,68	31,08
% da fatura de serviços de águas	%	29,5	27,6	17,7	0,0	23,8	45,4
Componente variável (120 m <sup>3</sup> )	€/ano	105,73	78,68	57,61	80,16	43,80	37,44
Tarifa variável média	€/ m <sup>3</sup>	0,88	0,66	0,48	0,67	0,37	0,31
Encargo médio serviços de águas (120 m <sup>3</sup> )	€/ m <sup>3</sup>	1,25	0,91	0,58	0,67	0,48	0,57

No sentido de avaliar a razoabilidade deste nível de encargos do ponto de vista da acessibilidade económica a estes serviços, utilizam-se aqui “*Indicadores de Acessibilidade Económica - IAE*”, que resultam do quociente entre os encargos médios do agregado familiar com os serviços de águas num município e o rendimento médio disponível por agregado familiar nesse mesmo município.

Apesar de organizações internacionais, como a OCDE, preconizarem que os encargos com os serviços de águas não deverem exceder 3% do rendimento das famílias, importa atender a que este limiar de referência tem em consideração países menos desenvolvidos com características socioeconómicas substantivamente agravadas.

Assim, adaptando este referencial para o contexto Português, reportamo-nos aqui ao Despacho n.º 5/2009 do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional (MAOTDR), de 26 de junho (“*Critério para o cálculo das participações comunitárias em projetos do Ciclo Urbano da Água - POVT e POR*”) do qual se transcreve:

*“De acordo com as recomendações das organizações internacionais, o encargo com os serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais a suportar pelos utilizadores finais não deve exceder os 2,5% do rendimento das famílias. Dadas as condições específicas do nosso País e a necessidade de assegurar uma transição gradual para valores mais consentâneos com os de uma economia desenvolvida, julga-se que o esforço dos utilizadores no financiamento dos serviços referidos deve ser limitado a 0,75% do rendimento médio disponível do agregado familiar. Este valor pode ser incrementado até 1,25% em situações de maior escassez de fundos.”*

Este despacho estabelece também limiares em termos absolutos para o encargo familiar médio com os serviços de águas de, respetivamente, €2,5/m<sup>3</sup> e €3,0/m<sup>3</sup> (Quadro 6.3.7).

**Quadro 6.3.7 | Indicadores de acessibilidade económica – 2009**

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Pico			
		Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Índice de poder de compra <i>per capita</i> em 2007 (Portugal = 100)		100,0	83,6	67,9	76,8	59,7	63,3
Rendimento médio disponível por agregado familiar (2007)	€/ mês	2 494	2 084	1 694	1 915	1 489	1 579

Territórios		Portugal	R.A. Açores	Pico			
Municípios	Unidades	Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Encargo médio abastecimento (120 m <sup>3</sup> )	€/ m <sup>3</sup>	0,87	0,67	0,58	0,67	0,48	0,57
Encargo médio saneamento (120 m <sup>3</sup> )	€/ m <sup>3</sup>	0,38	0,23	- €	- €	- €	- €
Encargo médio serviços de águas (120 m <sup>3</sup> )	€/ m <sup>3</sup>	1,25	0,91	0,58	0,67	0,48	0,57
Serviço de abastecimento (120 m <sup>3</sup> / rendimento médio)	%	0,35	0,32	0,34	0,35	0,32	0,36
Serviço de saneamento (120 m <sup>3</sup> / rendimento médio)	%	0,15	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00
Serviços de águas (120 m <sup>3</sup> / rendimento médio)	%	0,50	0,43	0,34	0,35	0,32	0,36

Como se pode observar, o peso dos encargos no Pico, ainda se situam muito aquém dos referenciais recomendados de 0,75%, essencialmente devido à não aplicação de um tarifário ao serviço de saneamento, pelo que existe margem para que a contribuição tarifária para o financiamento futuro dos serviços de águas seja maior nesta ilha.

Sem prejuízo do atrás exposto, atendendo a que a percentagem de famílias portuguesas com rendimentos inferiores à remuneração mínima mensal garantida (RMMG – vulgo “salário mínimo”) se estima entre 15 a 20%, importa igualmente analisar o peso dos encargos nas famílias em situação de maior fragilidade económica (Quadro 6.3.8).<sup>49</sup>

**Quadro 6.3.8 |** Indicadores de acessibilidade económica – famílias de menores rendimentos – 2009

Territórios		Portugal	R.A. Açores	Pico			
Municípios	Unidades	Total	Total	Total	Madalena	Lajes do Pico	São Roque do Pico
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	10 627,4	244,8	14,9	6,3	4,7	3,9
Encargo médio serviços de águas (60 m <sup>3</sup> )	€/ m <sup>3</sup>	1,43	1,02	0,62	0,63	0,49	0,78
Encargo médio serviços de águas (120 m <sup>3</sup> )	€/ m <sup>3</sup>	1,25	0,91	0,58	0,67	0,48	0,57
Serviços de águas (120 m <sup>3</sup> / rendimento médio)	%	0,50	0,43	0,34	0,35	0,32	0,36
Serviços de águas (60 m <sup>3</sup> / RMMG)	%	1,37	0,97	0,59	0,60	0,46	0,74
Serviços de águas (120 m <sup>3</sup> / RMMG)	%	2,38	1,73	1,11	1,27	0,91	1,09
Tarifário social (recomendação ERSAR - 60 m <sup>3</sup> / RMMG)	%	0,76					
Tarifário social (recomendação ERSAR - 120 m <sup>3</sup> / RMMG)	%	1,52					

Utilizando como referencial um nível de rendimento equivalente a uma RMMG (i.e. 6,3 mil euros em 2009), observa-se que quer para os agregados familiares com consumos mais racionalizados (5m<sup>3</sup>/ mês), quer para consumos médios de 10m<sup>3</sup>/ mês (equivalente a uma capitação de 110Lt/ dia/ *per capita* para um agregado de 3 pessoas), o peso atual dos

<sup>49</sup> Em 2008, de acordo com dados da DGCI, 13,5% dos 4.656 mil agregados familiares portugueses apresentaram declarações de IRS (Modelo 1 e 2) com rendimentos inferiores a 5 mil euros/ano. Em 2009, o valor da RMMG foi fixado em 450 euros mês, o que equivale a 6.300 euros/ ano.



encargos se situa muito aquém de 1,5% do rendimento, o que se considera aceitável do ponto de vista de acessibilidade económica.

Consequentemente, só num cenário futuro de maior recuperação de custos dos serviços se tornará mais pertinente a recomendação da ERSAR de que seja oferecido um tarifário social para famílias de fracos recursos, que assegure o acesso à água mesmo em situações sociais extremas, quando o agregado familiar possuir um rendimento bruto que não ultrapasse um determinado valor determinado pelas entidades titulares dos serviços (o qual não deverá exceder o dobro do valor anual da retribuição mensal garantida).

Em concreto, observa-se que os níveis tarifários atualmente aplicados se traduzem num peso destes serviços inferior ao que resultaria da aplicação de um tarifário social nos moldes recomendados pela ERSAR. Este tarifário social recomendado passa através da isenção das tarifas fixas de abastecimento e saneamento e da aplicação ao consumo total da família das tarifas variáveis do primeiro escalão, até ao limite mensal de 15m<sup>3</sup>, mas pressupõe um encargo variável de abastecimento e saneamento da ordem dos €0,80/m<sup>3</sup>. Neste domínio, a Câmara Municipal da Madalena prevê já a aplicação de um desconto de 50% do escalão mínimo para portadores do Cartão Municipal do Idoso.

## 7 | Referências Bibliográficas

### 2 | Caracterização e Diagnóstico de Ilha

Abdel-Monen, A., Fernandez, L. & Boone, G., (1975) - K/Ar ages from the eastern Azores group (Santa Maria, São Miguel and the Formigas Islands. *Lithos* 4, pp. 247-254.

Aiuppa, A., Allard, P., D'Alessandro, W., Michel, A., Parello, F., Treuil, M. & Valenza, M. (2000) - Mobility and fluxes of major, minor and trace metals during basalt weathering and groundwater transport at Mt. Etna volcano (Sicily). *Geochim. Cosmochim. Acta*, 64, pp. 1827-1841.

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

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

Assunção, C.T. e Canilho, M.H. (1969) - Notas sobre a petrografia comparada das ilhas Atlânticas. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências de Lisboa* 11(2): 305-342.

Azevedo, E. B. (1996). 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.

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).

Azevedo, E. B.; (2002) – Condicionantes Dinâmicas do Clima do Arquipélago dos Açores – Açoreana, Boletim da Sociedade Afonso Chaves. Vol. IX – Fasc. III

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.

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.

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

Azevedo, E.B. (1996) – Modelação do clima insular à escala local. Modelo CIELO aplicado à ilha Terceira. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 247 pp.

Azevedo, E.B., Rodrigues, A.C., Diogo, P.A. & Rodrigues, M.C. (2002). Infiltração e Escoamento em Pequenas Ilhas Vulcânicas. in proc. do 6º Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH), Porto.

Azevedo, E.B.; Rodrigues, A.C.; Diogo, P.A. Rodrigues, M.C. (2002) – Infiltração e Escoamento em Pequenas Ilhas Vulcânicas – in proc. Do 6º Congresso da Água – Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH) – Porto.

AZEVEDO, E.B.; RODRIGUES, M.C.; FERNANDES, J.F. (2004) – CLIMA - ATLAS BÁSICO DOS AÇORES – Victor Hugo Forjaz, Edt. – OVGA – Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores. Ponta Delgada.

Azevedo, J.M.M. (1998) – “Geologia e Hidrogeologia da ilha das Flores (Açores - Portugal)”. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, 2 Vol., Coimbra, 403 p.

Azevedo, J.M.M. (1998) - Geologia e Hidrogeologia da ilha das Flores (Açores - Portugal). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, D.C.T., Universidade de Coimbra, Coimbra, 2 Vol., Coimbra, 403 pp.

Azevedo, J.M.M. (1998). Geologia e Hidrogeologia da Ilha das Flores (Açores – Portugal). Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Geologia, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra.

Azevedo, O.V. (1963). Carta de solos da Ilha Terceira. Relatório final de curso de Engenheiro Agrónomo, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

- Bettencourt, M. L. (1977) - O clima dos Açores como recurso natural na aplicação especialmente em Agricultura e indústria de Turismo - INMG. Lisboa.
- Booth, B., Croasdale, R. & Walker, G.P.L. (1978) - A quantitative study of five thousand years of volcanism on São Miguel, Azores. Phil. Trans. R. Soc. Lond. 288: 271-319.
- Castany, G. (1963) – *Traité pratique des eaux souterraines*. Ed. Dunod, Paris, 657 pp.
- Chovelon, P. (1982) - *Évolution volcanotectonique des îles de Faial et de Pico, Archipel des Açores – Atlantique Nord* “Volcanological and tectonic evolution of Pico and Faial islands, Azores archipelago – Atlantic North”. These présentée pour obtenir le titre de Docteur en Sciences, Université Paris-Sud, Paris, 193 pp.
- Coutinho, R. (2000) - Elementos para a monitorização sismovulcânica da ilha do Faial (Açores): caracterização hidrogeológica e avaliação de anomalias de Rn associadas a zonas de desgaseificação. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 342 pp.
- Coutinho, R., Antunes, P., Freire, P. (2008) – *Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Pico – Relatório final*. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 36 pp.
- Cruz, J.V. & Coutinho, R. (1998) - Breve nota sobre a importância dos recursos hídricos subterrâneos no arquipélago dos Açores. *Açoreana*, 8, pp. 591-594.
- Cruz, J.V. & França, Z. (2006) – Hydrogeochemistry of thermal and mineral springs of the Azores archipelago (Portugal). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 151, pp. 382-398.
- Cruz, J.V. & Silva, M.O. (2000) - Groundwater salinisation in Pico island (Azores, Portugal): origin and mechanisms. *Environmental Geology*, 39, pp. 1181-1189.
- Cruz, J.V. (1992) - Hidrogeologia da ilha de Santa Maria. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada pela FCUL. FCUL, 2 Vol., Lisboa, 486 pp.
- Cruz, J.V. (1997) – *Estudo hidrogeológico da Ilha do Pico (Açores – Portugal)*. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, 2 vol., Ponta Delgada, 433 pp.
- Cruz, J.V. (2001) – *Recursos Subterrâneos*. PRA da RAA. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.
- Cruz, J.V. (2001a) – *Recursos Subterrâneos*. PRA da RAA. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.
- Cruz, J.V. (2001b) – *Salinization of the Basal Aquifer System at Volcanic Islands: Azores Archipelago (Portugal) Case Study*. In: Ribeiro, L. (Ed.), *Proceedings 3th International Conference on Future Groundwater Resources at Risk*, CVRM-Geosystems Center, Lisbon, pp. 633-640.
- Cruz, J.V. (2003) - Groundwater and volcanoes: examples from the Azores archipelago. *Environmental Geology*, 44, pp. 343-355.
- Cruz, J.V. (2004) – *Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade*. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp. Cruz, J.V. & Amaral, C. (2004) - Major ion chemistry of groundwaters from perched-water bodies at Azores (Portugal) volcanic archipelago. *Applied Geochemistry*, 19, pp. 445-459.
- Cruz, J.V. (2004) – *Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade*. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp.
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Freire, P., & Mendes, S. (2011) – *Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal)*. *Environmental Earth Sciences*, 62, pp.1273-1285.
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Antune, P., Freire, P, Mendes, S., Fontiela, J. & Anglade, J. (2010a) – *Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal): an overview*. In: Condesso de Melo, T., Lebbe, L., Cruz, J.V., Coutinho, R., Langevin, C e Buxo, A. (eds), *Proceedings SWIM 21 – 21st Salt Water Intrusion Meeting*, Ponta Delgada, 109-112.
- Cruz, J.V., Coutinho, R.M., Carvalho, M.R., Oskarsson, N. & Gislason, S.R. (1999) - Chemistry of waters from Furnas volcano, São Miguel, Azores: fluxes of volcanic carbon dioxide and leached material. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 92, pp. 151-167.
- Cruz, J.V., Freire, P. & Costa, A. (2010b) - Mineral waters characterization in the Azores archipelago (Portugal). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 190, pp. 353-364.

Custódio, E. (1989) - Groundwater characteristics and problems in volcanic rock terrains. In: Isotopic techniques in the study of the hydrology of fractures and fissured rocks, IAEA, Vienna, pp. 87-137.

CVARG (2010). <http://www.cvarg.azores.gov.pt/>

Declaração de Rectificação n.º 182/93, 30 de setembro. Rectifica o Decreto Regulamentar Regional n.º 14/93/A, 31 de julho, que aprova o regulamento da apanha de lapas na Região Autónoma dos Açores.

Declaração de Rectificação n.º 48-A/2006, de 7 de agosto. Rectifica o Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, que aprova o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 13/2010, de 7 de abril. Suspende, parcialmente, o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 38/2008/A, de 11 de agosto.

Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de maio. Adapta à Região Autónoma dos Açores o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT).

Decreto Legislativo Regional n.º 15/2007/A, de 25 de junho. Proceda à revisão da Rede Regional de Áreas Protegidas da Região Autónoma dos Açores, determina a reclassificação das áreas protegidas existentes e estabelece o regime jurídico de classificação e gestão da Rede Regional de Áreas Protegidas.

Decreto Legislativo Regional n.º 18/2002/A, de 16 de maio. Adapta à Região Autónoma dos Açores o Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, que procede à revisão da transposição para o direito interno das directivas comunitárias relativas à conservação das aves selvagens (Directiva Aves) e à conservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens (Directiva Habitats).

Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro. Regula a recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas e procede à transposição para o direito regional a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, com as alterações introduzidas pela Directiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 27 de fevereiro. Proceda ainda à revisão da transposição da Directiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de junho, alterada pela Directiva n.º 91/692/CEE, do Conselho, de 23 de dezembro, e pelo Regulamento (CE) n.º 807/2003, do Conselho, de 14 de abril, relativa à utilização das lamas de depuração na agricultura, de modo a evitar efeitos nocivos nos solos, na água, na vegetação, nos animais e no homem, incentivando a sua correcta utilização.

Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A, de 23 de abril. Aprova o Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho. Aprova o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 20/2008/A, de 9 de julho. Cria o Parque Natural da Ilha do Pico.

Decreto Legislativo Regional n.º 21/93/A, de 23 de dezembro. Adapta à Região Autónoma dos Açores o Decreto-Lei n.º 19/93, de 23 de janeiro, que institui o regime jurídico de classificação da Rede Nacional de Áreas Protegidas.

Decreto Legislativo Regional n.º 26/2010/A, de 12 de agosto. Aprova o Plano Regional de Ordenamento de Território dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 38/2008/A, de 11 de agosto. Aprova o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 43/2008/A, de 8 de outubro. Altera o Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de maio, que adapta à Região Autónoma dos Açores o RJIGT.

Decreto Legislativo Regional n.º 6/2005/A, de 17 de maio. Transpõe para o direito regional a Directiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro (Directiva Nitratos).

Decreto Legislativo Regional n.º 7/2007/A, de 10 de abril. Altera o Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, que aprova o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Regulamentar Regional n.º 14/93/A, 31 de julho. Aprova o regulamento da apanha de lapas na Região Autónoma dos Açores, fixando as zonas de reserva integral da apanha de lapas.

Decreto Regulamentar Regional n.º 17/2010/A, de 21 de setembro. Altera o Decreto Regulamentar Regional n.º 25/2008/A, de 31 de dezembro, que aprova a orgânica do X Governo Regional dos Açores.

Decreto Regulamentar Regional n.º 21/2005/A, de 12 de outubro. Ratifica o Plano Director Municipal das Lajes do Pico.

Decreto Regulamentar Regional n.º 23/2005/A, de 17 de outubro. Ratifica o Plano Director Municipal da Madalena do Pico.

Decreto Regulamentar Regional n.º 24/2006/A, de 13 de julho. Aprova o Plano de Ordenamento da Paisagem Protegida de Interesse Regional da Cultura da Vinha da Ilha do Pico.

Decreto Regulamentar Regional n.º 31/2000/A, de 4 de outubro. Ratifica o Plano Director Municipal de São Roque do Pico.

Decreto Regulamentar Regional n.º 5/2007/A, de 6 de fevereiro. Suspende, parcialmente, o Decreto Regulamentar Regional n.º 24/2006/A, de 13 de julho, que aprova o Plano de Ordenamento da Paisagem Protegida de Interesse Regional da Cultura da Vinha da Ilha do Pico.

Decreto Regulamentar Regional n.º 5/2009/A, de 3 de junho. Classifica os Sítios de Importância Comunitária (SIC) como Zonas Especiais de Conservação (ZEC), no território da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Regulamentar Regional n.º 7/2009/A, de 5 de junho. Aprova o Plano de Ordenamento das Bacias Hidrográficas das Lagoas do Caiado, Capitão, Paul, Peixinho e Rosada, da Ilha do Pico.

Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho. Estabelece o regime jurídico de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro, relativa à gestão da qualidade das águas balneares, e complementando a Lei da Água, aprovada pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro.

Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril. Procedeu à revisão da transposição para o direito interno das Directivas 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.

Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de junho. Altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de março, que transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de março. Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro. Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/676/CEE, do Conselho de 12 de dezembro de 1991 (Directiva Nitratos).

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto. Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de setembro. Altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de março, transpondo para o direito interno a Directiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro.

Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro. Altera o Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, que procedeu à transposição para o direito nacional das Directivas 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.

Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março. Altera o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, que transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/676/CEE, do Conselho de 12 de dezembro de 1991 (Directiva Nitratos).

Directiva n.º 79/409/CEE do Conselho, de 2 de abril. Relativa à conservação de aves selvagens (Directiva Aves).

Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio. Relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

Directiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro. Estabelece o regime legal de protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (Directiva Nitratos).

Directiva n.º 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio. Relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens (Directiva Habitats).

Directiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro. Altera a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.

DROTRH–INAG (2001) PRA. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.

Ferraz-Pinheiro, J. e Forjaz-Sampaio, J. (1989), Carta de Capacidade de Uso dos Solos da Ilha do Faial, Pico, Flores e Corvo. Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo.

Ferreira, J.P.L. (1991) - Plano para a gestão dos recursos hídricos da ilha de S. Miguel. Avaliação da recarga dos aquíferos da ilha de S. Miguel. Relatório 239/91 - GIAS, LNEC, Lisboa, 86 pp.

Forjaz, V.H. (1984) – S.Miguel volcanostratigraphic sketch. Dep.Geociências, Univ. Açores, Ponta Delgada, 1 pp.

França, Z. (2000) - Origem e evolução petrológica e geoquímica do vulcanismo da ilha do Pico, Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 372 pp.

França, Z., 2000. Origem e Evolução Petrológica e Geoquímica do Vulcanismo da ilha do Pico, Tese de Doutoramento, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 372 p.

França, Z., Nunes, J.C., Cruz, J.V., Duarte, J.F & Forjaz, V.H. (2002) – Estudo preliminar do vulcanismo da ilha do Corvo, Açores. In: Garcia, F.G. & Valero, J.L.B. (Eds.), Proceedings 3ª Assembleia Luso-Espanhola de Geodesia e Geofísica, Tomo II, Editorial UPV, Valência: 727-730.

Gaspar, J.L. (1996) - Ilha Graciosa (Açores). História vulcanológica e avaliação do hazard. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 256 pp.

Gaspar, J.L., Queiroz, G., Pacheco, J.M., Ferreira, T., Wallenstein, N., Almeida, M.H. e Coutinho, R. (2003) - Basaltic lava balloons produced during the 1998-2001 Serreta Submarine Ridge eruption (Azores). In: White, J.D.L., Smellie, J.L. e Clague, D.A. (Eds.) Explosive Subaqueous Volcanism, Geophysical Monograph 140, AGU, Washington D.C., 379 pp.

Guest, J.E., Gaspar, J.L., Cole, P.D., Queiroz, G., Duncan, A.M., Wallenstein, N., Ferreira, T. & Pacheco, J.M. (1999) - Volcanic geology of Furnas volcano, São Miguel, Azores. Journal of Volcanol. and Geotherm. Res. 92: 1-29.

Hayes, M., Svoboda, M., Wilhite, D., Vanyarkho, O., Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 80, No. 3, March 1999, pp 429-438.

IGP (2008). Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP). Instituto Geográfico Português. Lisboa.

INMG (1991) - Normais Climatológicas dos Açores, 1961-1990 - Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica. Lisboa.

Krásný, J. (1993) - Classification of transmissivity magnitude and variation. Ground Water, 31, pp. 230-236.

Lei n.º 48/98, de 11 de agosto. Aprova a Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e Urbanismo (LBPOTU).

Lei n.º 54/07, de 31 de agosto. Altera a Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, que aprova LBPOTU.

Lencastre, A & Franco, F.M. (1984). Lições de Hidrologia. Serviços Editoriais da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Lloyd-Hughes, B., Saunders, M. (2002), A Drought Climatology for Europe, International Journal of Climatology, 2002, 22, pp 1571-1592.

LNEC (1990). Plano para a Gestão dos Recursos Hídricos da Ilha de S. Miguel – Açores. 1º Relatório – Caracterização Geral da Ilha de S. Miguel. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório 118/91 – NHHF/NP, Lisboa.

Madeira, J. (1998) – Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores. Tese de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade em Geodinâmica Interna. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 428 p.

Madeira, J. (1998). Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores. Tese de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade em Geodinâmica Interna. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 428 p.

Madruga, J.S. (1995). Características e génese do horizonte plácico em solos vulcânicos do arquipélago dos Açores. Dissertação de Doutoramento, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. (1993), The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eight Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, pp. 179-186.

Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. (1995), Drought monitoring with multiple time scales. Ninth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, pp. 233-236.

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Decreto-Lei n.º 115/2010, que aprova o quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, com o objectivo de reduzir as suas consequências prejudiciais, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro – 1.ª série, n.º 206, Imprensa Nacional - Casa da Moeda, Lisboa, 22 de outubro de 2010.

Moore, R.B. (1990) Volcanic geology and eruption frequency, São Miguel, Azores. Bull. Volcanol. 52: 602-614.

- Morisseau, M. (1987) - Les éruptions hydromagmatiques et les xénolites associés: signification géothermique. Exemples de Flores et de Faial (Açores). Thèse présentée pour obtenir le titre de Docteur en Sciences, Université de Paris XI, Orsay, 493 pp.
- Needham, H. e Francheteau, J. (1974) - Some characteristics of the rift valley in the Atlantic Ocean near 36° 48' north. *Earth and Planet. Sci. Lett.* 22: 29-43.
- Nunes, J.C. (1999) – A actividade vulcânica na ilha do Pico do plistocénico superior ao holocénico: mecanismo eruptivo e hazard vulcânico. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 357 pp.
- Nunes, J.C. (2000) - Notas sobre a geologia da Terceira. *Açoreana* 9: 205-215.
- Nunes, J.C., França, Z., Cruz, J.V., Carvalho, M.R. e Serralheiro, A. (1999) - Carta Morfo-tectónica da ilha do Pico (Açores). Versão Preliminar. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores.
- NUNES, J.C., Z. FRANÇA, J.V. CRUZ, M.R. CARVALHO e A. SERRALHEIRO, 1999. *Carta Morfo-Tectónica da Ilha do Pico (Açores) – Versão Preliminar. Escala 1:30 000.* Folhas 1, 2 e 3. In: J.C. Nunes, *A actividade vulcânica na ilha do Pico do Plistocénico Superior ao Holocénico: mecanismo eruptivo e hazard vulcânico.* Provas de Doutoramento. Universidade dos Açores. Ponta Delgada.
- Pacheco, J.M., T. Ferreira, T., Queiroz, G., Wallenstein, N., Coutinho, R., Cruz, J.V., Pimentel, A., Silva, R., Gaspar, J.L., e Goulart, C. (2011) - Notas sobre a geologia do arquipélago dos Açores (in press).
- Parlamento Europeu e Conselho da UE, Directiva 2007/60/CE – Directiva relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundação, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Bruxelas, 23 de outubro de 2007.
- Pinheiro, J.A. (1990). Estudo dos principais tipos de solos da ilha Terceira (Açores). Dissertação de Doutoramento, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.
- Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro. Aprova a Lista Nacional de Zonas Vulneráveis e as Cartas de Zonas Vulneráveis do território português.
- Portaria n.º 148/2010, de 25 de fevereiro. Aprova a lista de zonas balneares costeiras dos Açores identificadas como águas balneares para a época balnear de 2010 e define a duração da respectiva época balnear
- Portaria n.º 43/93, de 2 de setembro. Estabelece as condições para a captura de moluscos univalves sem fins comerciais na Região Autónoma dos Açores.
- Portaria n.º 47/2006, de 22 de junho. Aprova o Programa de Acção para as zonas vulneráveis n.º 1 (Serra Devassa), n.º 2 (São Brás) e n.º 3 (Congro), na Ilha de São Miguel, n.º 6 (Capitão) e n.º 7 (Caiado) na Ilha do Pico e n.º 8 (Fundá), na Ilha das Flores, constituídas pelas bacias hidrográficas das lagoas, conforme Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro.
- PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPECTIVA (2005). Estudo de Concepção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da RAA – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume VII - Ilha do Pico, Ponta Delgada, 116 pp.
- Queiroz, G. (1997) - Vulcão das Sete Cidades (S. Miguel, Açores): história eruptiva e avaliação do hazard. Dissertação de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade de Vulcanologia, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 226 pp.
- Queiroz, G., Gaspar, J.L., Cole, P.D., Guest, J.E., Wallenstein, N., Duncan, A.M. e Pacheco, J.M. (1995) - Erupções vulcânicas no vale das Furnas (ilha de S. Miguel, Açores) na primeira metade do Séc. XV. *Açoreana* 8(1): 159-168.
- Regulamento n.º 1882/2003/CEE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de setembro. Altera a Directiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro, relativa ao regime legal de protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (Directiva Nitratos).
- Ricardo, R.P; Madeira, M.A.M; Medina, J.M.B. (1979). Enquadramento taxonómico dos principais tipos de solos que se admitem ocorrerem no Arquipélago dos Açores. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, 39. Lisboa.
- Rodrigues, M. C. (2002) – Recursos Hídricos e Património Natural – Tese de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza. Universidade dos Açores.
- Schilling, J-G. (1975) – Azores mantle blob: rare-earth evidence. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 25, p. 103-115.
- Searle, R. (1980) - Tectonics pattern of the Azores spreading centre and triple junction. *Earth and Planet. Sci. Lett.* 51: 415-434.

Serralheiro, A., Matos Alves, C.A., Forjaz, V.H. & Rodrigues, B. (1987) - Carta vulcanológica dos Açores na escala 1/15000; Ilha de Santa Maria. CV/INIC-DGUA-SRPCA, Ponta Delgada, 2 folhas.

Silva, M. (2005) - Caracterização da sismicidade histórica dos Açores com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico nas ilhas do Grupo Central. Dissertação de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 146 pp.

Silveira, D. (2002) - Caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico. Dissertação de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 149 p.

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.

SRAM/DROTRH (2007). Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma dos Açores. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Ponta Delgada.

SREA (2003). Séries estatísticas 1993-2003. Serviço Regional de Estatística dos Açores, Angra do Heroísmo.

SREA (2008). Anuário Estatístico da Região Autónoma dos Açores – 2007. Serviço Regional de Estatística dos Açores. Angra do Heroísmo.

Thom, H.C.S. (1958), A note on the Gamma distribution, Monthly Weather Review, Vol 86, nº 4, pp 117-122.

Ventura, J.E.V. (1993). Caracterização pedológica dos principais solos do perímetro florestal da Ilha do Pico (Açores). Relatório de estágio de Licenciatura em Engenharia Agrícola. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

Weston, F.S. (1964) - List of recorded volcanic eruptions in the Azores with brief reports. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências de Lisboa 10(1): 3-18.

White, W.M., Tapia, M. e Schilling, J.-G. (1979) - The petrology and geochemistry of the Azores Islands. Contrib. Mineral. Petrol. 69: 201-213.

### 3 | Caracterização das Massas de Água

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., Perry, R. & Hackett, G. (1987) – DRASTIC. A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. EPA, Ada, 622 pp.

Amaral, P. (2005). Monitorização de vertentes instáveis no concelho da Povoação, Olha de São Miguel (Açores): Ensaio com base na utilização de uma Estação Total. Tese de Mestrado. Universidade dos Açores.

Andrade, C., Teixeira, S., Reis, R. & Freitas, C. (1996). The record of storminess of the Portuguese NW coast in newspaper sources. In: "Partnership in coastal zone management". Taussik, J. & Mitchell, J., Editors. Samara, 159-166 (citado em Borges, 2003).

Bettencourt, M.L. (1979). O clima de Portugal. Inst. Nac. Met. Geof., XVIII, 103 pp (citado em Borges, 2003).

Bird, E.C. (1996). Beach management. Wiley, Chichester, 281 pp (citado em Borges, 2003).

Bird, E.C. (2000). Coastal geomorphology: an introduction. Wiley, Chichester, 322 pp (citado em Borges, 2003).

Borges, P. (1995). Contribuição para o conhecimento geológico do litoral sul de São Miguel (Açores). Tese de PPCI, Dep. Geociências da Universidade dos Açores, 168 pp (não publicado).

Borges, P. (2003). Ambientes Litorais nos Grupos Central e Oriental do Arquipélago dos Açores – Conteúdo e Dinâmica de Microsacala. Tese de doutoramento. Universidade dos Açores.

Bradley, R. (1999). Paleoclimatology. Academic Press, San Diego, 613 pp (citado em Borges, 2003).

Bryant, E.A. (1993). Natural hazards. Cambridge University Press, Hong Kong, 294 pp (citado em Borges, 2003).

Bush, D.M., Pilkey, O.H. Jr. & Neal, W.J. (1996). Living by the roles of the sea. Duke University Press, Durham, 179 pp (citado em Borges, 2003).

Carter, R.W.G. (1999). Coastal environments: an introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. 7ª ed., Academic Press, London, 617 pp (citado em Borges, 2003).

CEC (2003) – Guidance on analysis of pressures and impacts. Guidance Document nº 3, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 148 pp.



- CEC (2006) – Guidance on groundwater in drinking water protected areas. Guidance Document nº 16, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 34 pp.
- Coutinho, R., Antunes, P., Freire, P. (2008) – Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Pico – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 36 pp.
- Cruz, J.V. (1997) - Hidrogeologia da Ilha do Pico. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 433 pp.
- Cruz, J.V. (2001) – Recursos Subterrâneos. PRA da RAA. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.
- Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp.
- Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp.
- Cruz, J.V. e Silva, M.O. (2000) - Groundwater salinisation in Pico island (Azores, Portugal): origin and mechanisms. *Environmental Geology* 39:1181-1189.
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Freire, P., e Mendes, S. (2010b) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal). *Environmental Earth Sciences* (em impressão)
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Antune, P., Freire, P, Mendes, S., Fontiela, J. e Anglade, J. (2010c) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal): an overview. In: Condesso de Melo, T., Lebbe, L., Cruz, J.V., Coutinho, R., Langevin, C e Buxo, A. (eds), *Proceedings SWIM 21 – 21st Salt Water Intrusion Meeting*, Ponta Delgada, 109-112.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. & Mendes, S. (2010a) - Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU Water Framework Directive. *Environmental Earth Sciences*, 61, pp. 173-186
- Davis, R.A. Jr. (1997). *The evolving coast*. Scientific American Library, New York, 233 pp (citado em Borges, 2003).
- DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.
- DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.
- DROTRH (2007) – Carta de ocupação do solo da RAA. DROTRH/SRAM, Ponta Delgada, 54 pp.
- DROTRH/SRA (2000). PROTA, Versão para Consulta Pública, Ponta Delgada.
- DROTRH/SRA (2001). PRA, Versão para Consulta Pública, Ponta Delgada.
- Forjaz, V.H. (1989). Coastal environment and S.Miguel geothermal wastes. Symposium on applied and environmental geology, VI coastal geological environments. Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa, 28.3 - 04/89.
- França, Z., Cruz, J.V. Nunes, J.C. & Forjaz, V.H. (2005) - Geologia dos Açores: uma perspectiva actual. *Açoreana*, 140 pp.
- Godschalk, D.R., Brower, D.J. & Beatley, T. (1989). Catastrophic coastal storms, hazard mitigation and development management. Duke University Press, Durham, 275 pp (citado em Borges, 2003).
- Hayes, M.O. (1975). Morphology of sand accumulation in estuaries: an introduction to the symposium. In “Estuarine research, geology and engineering”. Cronin, L.E., Editor. Academic Press, New York, 2: 3-22 (citado em Borges, 2003).
- Hayes, M.O. (1979). Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime. In “Barrier islands”. Leatherman, S., Editor. Academic Press, New York, 1-27 (citado em Borges, 2003).
- Hem, J.D. (1985) – Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U.S. Geol. Survey Water-Supply Paper 2254, 263 p.
- Hickey, K. (1997). Documentary records of coastal floods in Scotland, 1500-1991 AD. Tese de Doutoramento vol. 1, Coventry University, 418 pp (não publicado) (citado em Borges, 2003).
- Instituto Hidrográfico (1981) – Roteiro do arquipélago dos Açores. Pub. (N)-IH-128-SN, 237 pp (citado em Borges, 2003).

Komar, P.D. (1997). The Pacific Northwest coast: living with the shores of Oregon and Washington. Duke University Press, Durham, 195 pp (citado em Borges, 2003).

Komar, P.D. (1998) - Beach processes and sedimentation. 2ª ed. Prentice Hall, New Jersey, 544 pp (citado em Borges, 2003).

Lamb, H. (1991). Historic storms of the North Sea, British Isles and Northwest Europe. Cambridge University Press, Cambridge, 204 pp (citado em Borges, 2003).

LNEC (1993) – Desenvolvimento de um inventário das águas subterrâneas de Portugal. Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos e mapeamento DRASTIC da vulnerabilidade dos aquíferos de Portugal. Relatório 179/93 – GIAS, LNEC, Lisboa, 285 pp.

LNEC (2001) – Desenvolvimento de um inventário das águas subterrâneas dos Açores. Relatório final - 3º ano. Fase 3. Relatório 239/01-GIAS, LNEC, Lisboa, 640 pp.

Loução, A. (1991) – Acerca do ciclo do azoto. Ciência, 6, pp. 5-7.

Machado, F. & Freire, T. (1976). Erosão marinha no cone vulcânico dos Capelinhos. Atlântida, XX: 206-209 (citado em PRA, 2001b).

Machado, F. & Freire, T. (1985). Cone dos Capelinhos em 1981. Açoreana, 6(3): 261-266 (citado em PRA, 2001b).

Madeira, J. (1998) - Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S.Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 428 pp.

Madeira, J. (1998). Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores. Tese de Doutoramento, Dep. Geologia Faculdade Ciências da Universidade Lisboa, 483 pp.

Martinez, A.G., Romero Macias, E. E Caballero Rodriguez, M.J. (1990) – Problemática de la contaminación de aguas subterráneas por nitratos. In: Livro de Homenagem ao Prof. Doutor Carlos Romariz, Ed. DGFCUL, Lisboa, pp. 127-150.

Neto, A., Brotas, V., Azevedo J., Patarra, R., Álvaro, N., Gameiro, C., Prestes, A., Nogueira, E. (2009a). Qualidade de águas costeiras da ilha Terceira (Açores) e proposta de monitorização. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores.

Neto, A., Brotas, V., Azevedo, J., Patarra, R., Álvaro, N., Gameiro, C., Prestes, A., Nogueira E. (2009b). Qualidade de águas de transição da ilha de São Jorge e proposta de monitorização. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores. iii+32 pp.+Anexos. iii+50 pp.+Anexos.

Nunes, J.C. (1999) - A actividade vulcânica na ilha do Pico do Plistocénico superior ao Holocénico: mecanismo eruptivo e hazard vulcânico. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 357 pp.

Nunes, J.C., França, Z, Cruz, J.V., Carvalho, M.R. & Serralheiro, A. (1999a) - Carta vulcanológica da ilha do Pico (Açores) - Versão preliminar. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Nunes, J.C., França, Z, Cruz, J.V., Carvalho, M.R. & Serralheiro, A. (1999b) - Carta Morfotectónica da ilha do Pico (Açores) - Versão preliminar. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Pirazzoli, P.A. & Tomasin, A. (1999). Recent abatement of easterly winds in the northern Adriatic. International Journal of Climatology, 19: 1205-1219 (citado em Borges, 2003).

Pires, H.O. (1995). Reconstituição do estado do mar em São Miguel, Açores. Departamento de Geologia, Universidade de Lisboa: Project STORMS, Relatório Técnico (não publicado) (citado em Borges, 2003).

POOC Pico (2009). Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Pico. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Ambiente do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

POTRAA (2007). Plano de Ordenamento Turístico da RAA – Plantas de Síntese do Modelo de Organização do Território. Direcção Regional do Turismo – Secretaria Regional da economia. RAA.

PRA (2000a). PRA – Relatório de Caracterização e diagnóstico da Situação Actual da Hidrografia/Clima/Hidrologia da Superfície. Centro de Geologia Ambiental. Universidade dos Açores.

PRA (2001a). PRA – Relatório de Identificação e caracterização de riscos Geológicos. Centro de Geologia Ambiental, Departamento de Geociências. Universidade dos Açores.

PRA (2001b). PRA – Relatório Técnico da Versão para Consulta Pública. RAA.

- PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPECTIVA (2005). Estudo de Concepção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da RAA – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume VII - Ilha do Pico, Ponta Delgada, 116 pp.
- PROTA (2008). Plano Regional de Ordenamento do Território para a RAA. Volume 12 – Gestão da Água e Saneamento. SRAM.
- REOT (2001). Relatório do Estado de Ordenamento do Território, Direcção Regional de Ordenamento do Território e Recursos Hídricos.
- REOT (2003). Relatório do Estado de Ordenamento do Território, Direcção Regional de Ordenamento do Território e Recursos Hídricos – Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.
- Roger, J.B., Turpin, R.N. & Brand, S. (1982). Hurricane havens handbook for the North Atlantic Ocean. NAVENVPREDRSCHFAC Technical Report TR 82-03 (citado em Borges, 2003).
- RSCRHAA (2006). Relatório Síntese da Caracterização Hidrográfica do Arquipélago dos Açores – Implementação da Directiva Quadro Água. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.
- Shepard, F. (1973). Submarine geology. 3ª ed. Harper & Row, New York, 517 pp (citado em Borges, 2003).
- SRAM (2007) – PEGRA – Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores. SRAM, Horta, 124 pp.
- Viles, H & Spencer, T. (1995). Coastal problems: geomorphology, ecology and society at the coast. Edward Arnold, London, 350 pp (citado em Borges, 2003).
- Zaporozec, A. (1994) – Concept of groundwater vulnerability. In: Vrba, J. & Zaporozec, A. (eds.), Guidebook on mapping groundwater vulnerability. International Contributions to Hydrogeology, 16, Heise, pp. 3-7.
- Zbyszewski, G., Ferreira, C.R. & Ferreira, O.V. (1962) - Étude géologique de l'île de Pico (Açores). Comun. Serv. Geol. Port., 44, pp. 5-34.
- Zbyszewski, G., Ferreira, C.R. & Ferreira, O.V. (1962) - Étude géologique de l'île de Pico (Açores). Comun. Serv. Geol. Port., 44, pp. 5-34.
- Zbyszewski, G., Ferreira, C.R., Ferreira, O.V. & Assunção, C.T. (1963a) - Carta Geológica de Portugal; notícia explicativa da folha "A" da ilha do Pico (Açores). Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 20 pp.
- Zbyszewski, G., Ferreira, C.R., Ferreira, O.V. & Assunção, C.T. (1963b) - Carta Geológica de Portugal; notícia explicativa da folha "B" da ilha do Pico (Açores). Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 20 pp.

## 4 | Redes de monitorização

- CEC (2003) - Monitoring under the Water Framework Directive. Guidance Document nº 7, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 160 pp.
- CEC (2006) – Guidance on groundwater in drinking water protected areas. Guidance Document nº 16, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 34 pp.
- CEC (2007) – Guidance on groundwater monitoring. Guidance Document nº 15, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 50 pp.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. e Mendes, S. (2007a) – Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU Water-framework Directive. In: Ribeiro, L., Chambel, A. e Condeso de Melo, M.T. (Eds.), Proceedings (in CD-ROM) of the XXXV IAH Congress "Groundwater and ecosystems", Lisbon, 9 pp.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. e Mendes, S. (2010) – Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU water Framework directive. Environ. Earth Sci. 61: 173-186.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R., Mendes, S. e Ventura, A. (2007b) – Monitorização da qualidade da água subterrânea das ilhas das Flores e do Pico (Açores). In: Borrego, C., Miranda, A.I., Figueiredo, E., Martins, F., Arroja, L. e Fidélis, T. (Eds.), Actas da 9ª Conferência Nacional do Ambiente, 2º Vol., Aveiro, 572-579.
- Cymbron, R., Pacheco, D., Cabral, M., Cruz, J.V., Domingos, M., Nunes, J.C. e Coutinho, R. (2006) – Monitorização da qualidade das águas subterrâneas das ilhas de Santa Maria e São Miguel da RAA. Anais (em CD ROM) do 8º Congresso da Água "Água, Sede de sustentabilidade", Figueira da Foz, 14 p.
- Cymbron, R., Pacheco, D., Gonçalves, V., Cabral, M., Cruz, J.V., Raposeiro, P., Costa, A., Marques, H., Domingos, M., Nunes, J.C. e Coutinho, R. (2005) – Monitorização da qualidade das águas interiores das ilhas de Santa Maria e São

Miguel da RAA. In: Ortega, A., Peña, L. e Rodriguez, G. (Eds.), Técnicas y métodos para la gestión sostenible del agua en la Macaronesia, Canarias, 295-334.

DROTRH-INAG (2001) PRA. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.

Ferreira J.G., Abreu, P.F., Bettencourt, A.M. Bricker, S.B. *et al* (2005) Monitoring Plan for Water Quality and Ecology of Portuguese Coastal Waters, Development of Guidelines for the Application of the European Union Water Framework Directive. IMAR, 141 pp.

Ferreira, J.P.L. (2000) - Inventariando, monitorizando e gerindo de forma sustentável recursos hídricos subterrâneos. A situação portuguesa, os desafios da UE e a globalização. Teses e programas de Investigação LNEC, LNEC, Lisboa, 429 pp.

Fetter, C.W. (1999) – Contaminant hydrogeology. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 500 pp.

Gonçalves, V. (2008) Contribuição do estudo das microalgas para a avaliação da qualidade ecológica das lagoas dos Açores: fitoplâncton e diatomáceas bentónicas. Universidade dos Açores, Ponta Delgada

Grath, J., Scheidleder, A., Uhlig, S., Weber, K., Kralik, M., Keimel, T. e Gruber D. (2001) - The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. Final Report. Austrian Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management (Ref.: 41.046/01-IV1/00 and GZ 16 2500/2-I/6/00), European Commission (Grant Agreement Ref.: Subv 99/130794), 63 pp.

INAG (2009a) Manual para a avaliação qualidade biológica da água em lagos e albufeiras segundo a Directiva Quadro da Água - Protocolo de amostragem e análise para o fitoplâncton. Instituto da Água I.P., Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa

INAG (2009b) Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais – Rios e albufeiras. Instituto da Água I.P., Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa

INAG, DGADR (2008) Poluição provocada por Nitratos de origem agrícola Directiva 91/676/CEE, de 12 de dezembro de 1991 – Relatório (2004-2007)

Lopes, A.R. e Cupeto, C. (1999) - Plano nacional de monitorização de águas subterrâneas. INAG, Lisboa, 18 pp

Medeiros, M., Mendes, S., Cymbron, R., Pacheco, D. Gaspar, J. (2010) A implementação da Directiva Quadro da Água na Região Autónoma dos Açores. XV Congresso da Associação Ibérica de Limnologia, Ponta Delgada.

Parlamento, E., UE, C. (2000) Directiva 2000/60/CE – Directiva Quadro da Água, Comissão Europeia. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Bruxelas, 22 de dezembro de 2000:1-72

SRAM, INAG (2006) Relatório síntese da caracterização da região hidrográfica - Arquipélago dos Açores, Portugal. SRAM edn. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar e Instituto da Água, Ponta Delgada

## 5 | Avaliação do Estado das Massas de Água

Cardoso, P., Borges, P.A.V., Costa, A., Tristão da Cunha, R., Gabriel, R., Frias Martins, A., Silva, L., Homem, N., Martins, M., Rodrigues, P., Matins, B. & Mendonça, E. (2008) – La perspectiva archipelágica: Azores. In: Martín, J.L., Arechavaleta, M., Borges, P.A.V. & Faria, B. (eds.), Top 100. Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la region europea biogeografica de la Macaronesia. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias, 79-107.

CEC (2003) - Monitoring under the Water Framework Directive. Guidance Document nº 7, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 160 pp.

CEC (2007) – Guidance on groundwater monitoring. Guidance Document nº 15, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 50 pp.

CEC (2009) – Guidance on groundwater status and trend assessment. Guidance Document nº 18, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 82 pp.

Cruz, J.V. (1997) – Estudo hidrogeológico da Ilha do Pico (Açores – Portugal). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Univ. Açores, 2 vol., Ponta Delgada, 433 pp.

Cruz, J.V. e Silva, M.O. (2000) - Groundwater salinisation in Pico island (Azores, Portugal): origin and mechanisms. Environmental Geology 39:1181-1189.

Cruz, J.V. e Silva, M.O. (2001) - Hydrogeologic framework of the Pico island (Azores, Portugal). Hydrogeology Journal 9: 177-189.

- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Freire, P., e Mendes, S. (2010a) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal). Environmental Earth Sciences (em impressão)
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Antune, P., Freire, P, Mendes, S., Fontiela, J. e Anglade, J. (2010b) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal): an overview. In: Condesso de Melo, T., Lebbe, L., Cruz, J.V., Coutinho, R., Langevin, C e Buxo, A. (eds), Proceedings SWIM 21 – 21st Salt Water Intrusion Meeting, Ponta Delgada, 109-112.
- DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.
- DROTRH–INAG (2001) PRA. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.
- Grath, J., Scheidleder, A., Uhlig, S., Weber, K., Kralik, M., Keimel, T. e Gruber D. (2001) - The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. Final Report. Austrian Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management (Ref.: 41.046/01-IV/00 and GZ 16 2500/2-1/6/00), European Commission (Grant Agreement Ref.: Subv 99/130794), 63 pp.
- Gonçalves, V. (2008) Contribuição do estudo das microalgas para a avaliação da qualidade ecológica das lagoas dos Açores: fitoplâncton e diatomáceas bentónicas. Universidade dos Açores, Ponta Delgada
- Gonçalves, V., Costa, A., Raposeiro, P., Marques, H., Cunha, A., Ramos, J., Cruz, A., Pereira, C. (2009a) Caracterização Biológica das Massas de Água Interiores das Ilhas de Faial e Pico. CCPA/Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada
- Gonçalves, V., Costa, A., Raposeiro, P., Marques, H., Cunha, A., Ramos, J., Cruz, A., Pereira, C. (2009b) Caracterização Biológica das Massas de Água Interiores das Ilhas de São Miguel e Santa Maria. CCPA/Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada
- Gonçalves, V., Raposeiro, P., Costa, A.C., Marques, H., Malhão, V., Micael, J., Cunha, A. (2007) Caracterização Ecológica das Massas de Água Interiores das ilhas de Pico, Faial, Flores e Corvo. Definição de ecótipos de Lagoas e Ribeiras. . CCPA, Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada
- Gonçalves, V., Raposeiro, P., Costa, A.C., Marques, H., Malhão, V., Micael, J., Cunha, A. (2008) Caracterização Ecológica das Massas de Água Interiores das Ilhas de São Miguel e Santa Maria da Região Autónoma dos Açores. CCPA, Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada
- Gonçalves, V., Raposeiro, P., Porteiro, J., Alves, M.H., Medeiros, M. (2006) Proposta de definição de ecótipos e classificação preliminar do estado ecológico das lagoas dos Açores. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos 8 Congresso da Água - Cd-Rom:1-16
- INAG (2009) – Estabelecimento de limiares nas águas subterrâneas. INAG, Lisboa, 21 pp.
- INAG (2009) Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais – Rios e albufeiras. Instituto da Água I.P., Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa
- Inova (1996) Análise das Águas das Lagoas da Região Autónoma dos Açores. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada
- Inova (1999) Análise das Águas das Lagoas da Região Autónoma dos Açores. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada
- Inova (2007) Resultados das análises efectuadas a água subterrâneas e superficiais das ilhas de Corvo, Flores, Pico e Faial, no período entre fevereiro de 2006 e março de 2007. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada
- Parlamento, E., União Europeia, C. (2000) Directiva 2000/60/CE – Directiva Quadro da Água, Comissão Europeia. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Bruxelas, 22 de dezembro de 2000:1-72
- Porteiro, J. (2000) Lagoas dos Açores: elementos de suporte ao planeamento integrado. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geografia. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada
- SRAM, INAG (2006) Relatório síntese da caracterização da região hidrográfica - Arquipélago dos Açores, Portugal. SRAM edn. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar e Instituto da Água, Ponta Delgada
- SRAM (2005) – Plano Sectorial. Rede Natura 2000. Açores. SRAM, Horta, 115 pp.
- SRAM (2007) – Relatório do Estado do Ambiente dos Açores '05. SRAM, Horta, 132 pp.



WFD-CIS (2003a) Monitoring under the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2.7 - Monitoring. Guidance Document nº 7. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels

WFD-CIS (2003b) River and lakes – Typology, reference conditions and classification system, REFCOND. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document no 10. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels

WFD-CIS (2005) Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2A ECOSTAT. Guidance Document Nº13. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels

## 6 | Análise Económica da Água

INSAAR (2007) Estudo de Concepção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da RAA.

# ANEXOS

## Anexo 2.2.1 | 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 geo-estatística 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. Aspectos 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 território<sup>50</sup>. 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 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

---

<sup>50</sup> \* 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.

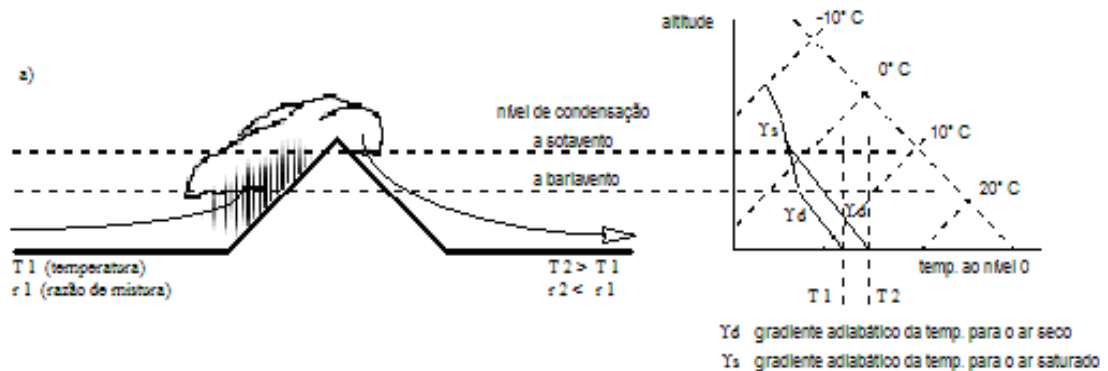
\* José Azevedo (1988), constata sobre valores da precipitação observada na ilha das Flores: “ Alguns registos udométricos médios globais acentuadamente dissimilares, mas obtidos em Postos Udométricos muito próximos (por exemplo Sta. Cruz1 (1481,2mm) e Sta Cruz2 (1736,5) no Domínio I), ou situados a 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.



e das quais decorrem padrões climáticos distintos e muito complexos<sup>51</sup>. 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 relevo<sup>52</sup>. 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 da conservação da massa associados ao processo de Föhn<sup>53</sup> (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 intercetada), 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 IM, opta-se por uma interpretação da variabilidade espacial dos elementos do clima das diferentes ilhas com base na interpretação dos mecanismos que a determina.



<sup>51</sup> - 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

<sup>52</sup> - \* 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.

<sup>53</sup> Roger g. Barry (1992) – Mountain Weather & Climate – 2<sup>nd</sup> edition – Routledge Editors. London and New York. ISBN 0-415-07112-7. pp. 402

### 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, 1996<sup>54</sup>; Azevedo *et al.*, 1998<sup>55</sup>; Azevedo *et al.*, 1999<sup>56</sup>a; Azevedo *et al.*, 1999<sup>57</sup>b; Santos *et al.* 2004<sup>58</sup>; Miranda *et al.*, 2006<sup>59</sup>).

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:

- O modelo é baseado no conhecimento das condições observadas num ponto do território (estação de referência)<sup>60</sup>, 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,

<sup>54</sup> 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).

<sup>55</sup> 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

<sup>56</sup> 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.

<sup>57</sup> 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.

<sup>58</sup> 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

<sup>59</sup> 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.

<sup>60</sup> 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)

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  $\alpha$  calibrado localmente, que traduz a eficiência do processo (Figura A.2.2.2);

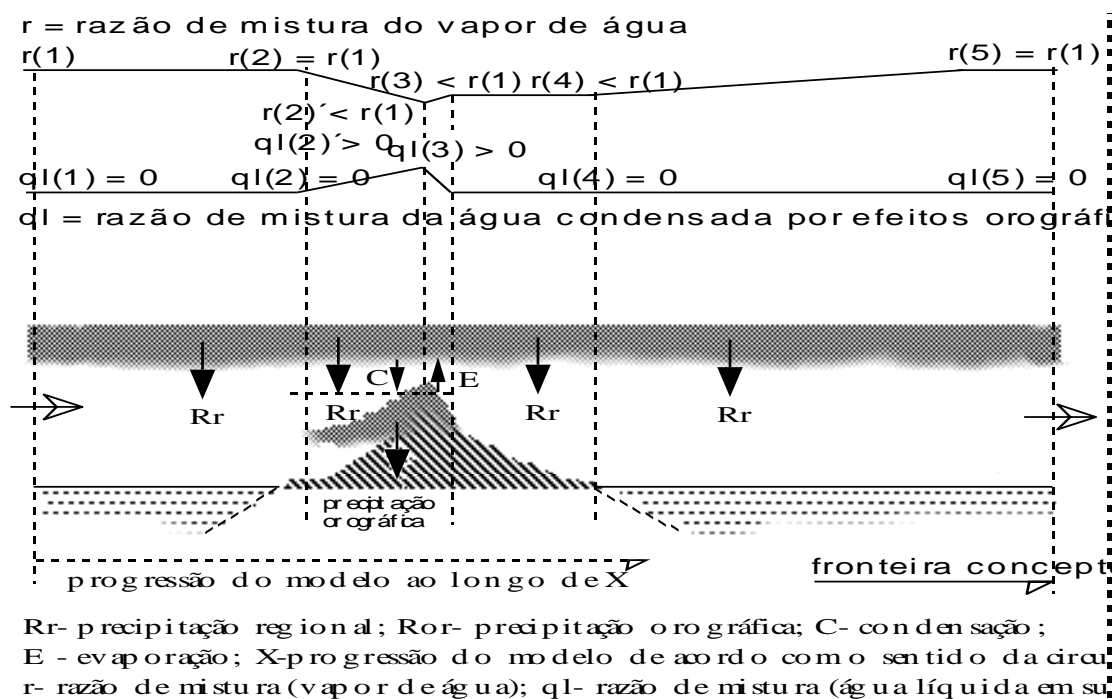


Figura A.2.2.2 | Modelo geral do balanço da água atmosférica na unidade de volume de ar em deslocação sobre o território.

- 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 ( $\alpha$ ) 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  $\alpha$  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 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 estabelecidas 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)<sup>61</sup> são estabelecidas as respetivas curvas de possibilidade udométrica para as diferentes ilhas em estudo.

### Anexo 2.3.I | Pontos de água subterrânea

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
PIC.66	Arrife	Furo	393263	4250150	Sim	Arrife

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
PIC.55	Criação Velha (JHF2 ou IT2)	Furo	368323	4263233	Sim	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.56	Ladeira Grande ou Bicadas (AC1 ou JK3)	Furo	368864	4264921	Sim	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.60	Cabo Branco (BSH2)	Furo	367514	4265566	Não	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.6	Ancoradouro 1	Poço de maré	366126	4265354	Não	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.7	Ancoradouro 2	Poço de maré	365976	4265041	Não	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.11	C. Concerto	Poço de maré	366026	4264566	Não	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.12	C. Dragoeiro	Poço de maré	366126	4264391	Não	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.16	C. Saldanha	Poço de maré	366001	4264791	Não	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.23	F. Cofaco	Poço de maré	366076	4265716	Não	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.28	João Lima 1	Poço de maré	365976	4264616	Não	Madalena - S. Roque do Pico
PIC.34	Madalena 2	Poço de maré	366813	4266453	Não	Madalena - S. Roque do Pico

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
PIC.4	Aço	Poço de maré	366476	4263916	Não	Montanha
PIC.5	Ana Clara	Poço de maré	367351	4259478	Não	Montanha
PIC.8	Arcos	Poço de maré	375601	4268604	Não	Montanha
PIC.10	Baía Gasparal	Nascente Outras	380126	4264991	Não	Montanha
PIC.13	C. Mourato 1	Poço de maré	371001	4268866	Não	Montanha
PIC.14	C. Mourato 2	Poço de maré	371026	4268841	Não	Montanha
PIC.15	C. Mourato 3	Poço de maré	370951	4268791	Não	Montanha
PIC.17	Cabrito 1	Poço de maré	379001	4268591	Não	Montanha
PIC.18	Cabrito 2	Poço de maré	378976	4268466	Não	Montanha
PIC.19	Cabrito 3	Poço de maré	378813	4268391	Não	Montanha
PIC.20	Cachorro	Poço de maré	377176	4268866	Não	Montanha

<sup>61</sup> 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.

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
PIC.21	Cais do Pico	Poço de maré	384751	4265391	Não	Montanha
PIC.22	Calhau	Poço de maré	365751	4261016	Não	Montanha
PIC.25	Furna	Poço de maré	383476	4266116	Não	Montanha
PIC.26	Ginjal	Poço de maré	382726	4266691	Não	Montanha
PIC.27	Guindaste	Poço de maré	368913	4256391	Não	Montanha
PIC.29	João Lima 2	Poço de maré	365941	4264566	Não	Montanha
PIC.30	Lajido 1	Poço de maré	378813	4268391	Não	Montanha
PIC.31	Lajido 2	Poço de maré	375551	4268566	Não	Montanha
PIC.32	Lajido 3	Poço de maré	375641	4268641	Não	Montanha
PIC.36	O. Frades 1	Poço de maré	367476	4267166	Não	Montanha
PIC.37	O. Frades 2	Poço de maré	367501	4266916	Não	Montanha
PIC.38	O. Frades 3	Poço de maré	367351	4266766	Não	Montanha
PIC.47	Mistério (JHF1 ou IT1 ou JM)	Furo	385685	4252987	Sim	Montanha
PIC.52	Candelária (JHF7 ou IT7)	Furo	368641	4259097	Sim	Montanha
PIC.53	Gingeira (JHF6)	Furo	371676	4255866	Não	Montanha
PIC.54	Mirateca (JHF5)	Furo	369483	4257705	Sim	Montanha
PIC.57	Mirateca II (JK2)	Furo	368801	4256966	Não	Montanha
PIC.58	Cabeço Chão ou Cabeço do Limoeiro (JK1)	Furo	370967	4266429	Sim	Montanha
PIC.59	São Mateus (BSH2)	Furo	372526	4255041	Não	Montanha
PIC.61	Mirateca I (BSH1)	Furo	368654	4257116	Não	Montanha
PIC.62	S. Roque do Pico ou Rossas (JHF4)	Furo	384976	4262979	Sim	Montanha
PIC.63	Stª Luzia (JK2)	Furo	375988	4266888	Sim	Montanha
PIC.64	Stª Luzia (JK1)	Furo	375557	4266923	Sim	Montanha
PIC.65	Cais do Pico (BSH1)	Furo	384851	4264516	Não	Montanha
PIC.67	Miragaia	Furo	372638	4265840	Sim	Montanha
PIC.68	Ribeiras	Furo	385048	4262896	Sim	Montanha

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
PIC.1	Landroal I ou Landroal de Cima	Nascente	388754	4257136	Sim	Piedade
PIC.2	Landroal II ou Landroal de Baixo	Nascente	388733	4256822	Sim	Piedade
PIC.3	Silvado ou Cabeço da Lança	Nascente	402716	4252944	Sim	Piedade
PIC.9	Baía do Canto	Poço de maré	400301	4256878	Não	Piedade
PIC.35	Nossa Senhora	Nascente Outras	397747	4255116	Não	Piedade
PIC.39	Ponta do Calhau	Poço de maré	407763	4255254	Não	Piedade
PIC.42	Silveira 1	Poço de maré	387301	4252416	Não	Piedade
PIC.43	Silveira 2	Poço de maré	387626	4252416	Não	Piedade
PIC.44	Sto Amaro E	Nascente Outras	397751	4255241	Não	Piedade
PIC.45	Sto Amaro W	Nascente Outras	397713	4255216	Não	Piedade
PIC.46	Ribeirinha ou Terra da Cova (JHF3 ou JR)	Furo	406767	4254192	Sim	Piedade
PIC.48	Piedade ou Ponta da Ilha (JK4)	Furo	408258	4252988	Sim	Piedade
PIC.50	Ribeira do Meio (JK2)	Furo	390467	4251593	Sim	Piedade
PIC.51	Silveira (JK1)	Furo	388932	4252804	Sim	Piedade

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
PIC.24	Fonte	Nascente Outras	384276	4262316	Não	S. Miguel Arcanjo - Prainha da Cima
PIC.40	Prainha	Nascente Outras	392586	4256413	Não	S. Miguel Arcanjo - Prainha da Cima
PIC.41	Prainha 2	Poço de maré	395301	4258841	Não	S. Miguel Arcanjo - Prainha da Cima
PIC.49	Santa Cruz (JK3)	Furo	396022	4251536	Sim	S. Miguel Arcanjo - Prainha da Cima

## Anexo 2.3.II | Características técnicas dos furos de captação

Refª PGRHI	Designação	Cota (m)	Profundidade (m)	Ralos (m)	Diâmetro (")	NHE (m)	NHD (m)	Caudal Esp. (L/sm)
PIC.46	JHF3 ou JR	169,8	183	166.60-180.00	10	169,45	169,63	55,6
PIC.47	JHF1 ou IT1 ou JM	137,15	143	137.00-143.00	10	139,68	-139,7	250
PIC.48	JK4	127	131,28	122.80-127.28	12	-122	-122,1	91
PIC.49	JK3	17	25	14.80-21.80	13	-14,59	-15,29	24,57
PIC.50	JK2	33	40,95	28.95-38.95	13	-25,41	-25,41	169
PIC.51	JK1	109	106,2	100.60-105.80	10 a 8	-99,3	-99,3	?
PIC.52	JHF7 ou IT7	~179	s.d.	s.d.	s.d.	-177,1	177,18	125
PIC.53	JHF6	~141	150,03	138.00-150.00	11	140,71	141,22	24,12
PIC.54	JHF5	192.2.0	199,5	188.20-199.50	11 <sup>3/4</sup>	-191,9	191,95	110
PIC.55	JHF2 ou IT2	158,57	170	157.20-170.00	10	158,45	-159	9,09
PIC.56	AC1 ou JK3	132,02	139	133,2-136,2	12	-131,5	-132,7	6,25
PIC.57	JK2	50	51,87	39,87-50,87	12	-42,5	-42,5	?
PIC.58	JK1	123	130,4	125.30-130.30	12	122,63	-122,8	61,2
PIC.59	BSH2	45,5	49	s.d.	s.d.	-45,3	-45,3	?
PIC.60	BSH2	43	46	s.d.	9	-42,07	s.d.	?
PIC.61	BSH1	53	52	s.d.	6	-47,5	-47,5	?
PIC.62	JHF4	159,45	165,8	157.52-165.80	11 <sup>3/4</sup>	159,62	159,87	30,4
PIC.63	JK2	120	128	s.d.	s.d.	-117,1	-117,1	?
PIC.64	JK1	120	131	s.d.	s.d.	-118,5	-118,6	104
PIC.65	BSH1	~50	44	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	?
PIC.66	Arrife	196	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
PIC.67	Miragaia	186	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
PIC.68	Ribeiras	164	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.