PGRH Açores

Volume 7.

Plano de Gestão de Recursos Hídricos da Ilha Faial

| caracterização e diagnóstico da situação de referência

Índice

1 | Introdução 17

2 | Caracterização e Diagnóstico da Ilha do Faial 18

2.1 | Caracterização territorial 18
2.1.1 | Enquadramento geográfico e administrativo 18
2.1.2 | Enquadramento jurisdicional e normativo 21
2.1.3 | Caracterização do domínio hídrico 22

2.2 | Caracterização climatológica 24
2.2.1 | Aspetos gerais - O clima dos Açores 25
2.2.2 | Os elementos do clima à escala local 27
2.2.2.1 | Variáveis climáticas nas estações de referência 30
2.2.2.2 | Balanço da radiação nas estações de referência 31
2.2.2.3 | Balanço hídrico e classificação climática nas estações de referência 32
2.2.2.4 | Regime da precipitação nas estações de referência 33
2.2.3 | Distribuição espacial do clima 39

2.3 | Caracterização geológica e geomorfológica 42
2.3.1 | Geologia 42
2.3.1.1 | Enquadramento geodinâmico 42
2.3.1.2 | Atividade sísmica 44
2.3.1.3 | Atividade vulcânica histórica 46
2.3.1.4 | Caracterização geológica do arquipélago 47
2.3.1.5. | Caracterização geoquímica do arquipélago 48
2.3.1.6 | Caracterização geológica da ilha do Faial 49
2.3.1.6.1 | Modelado vulcânico e tectónica 49
2.3.1.6.2 | Geologia 52
2.3.2 | Geomorfologia 55
2.3.3 | Tipos de solo 61
2.3.4 | Hidrogeologia 63
2.3.4.1 | Enquadramento regional 63
2.3.4.1.1 | Caracterização hidrogeológica 63
2.3.4.1.2 | Caracterização hidrogeoquímica 67
2.3.4.2 | Hidrogeologia 69
2.3.4.3 | Hidrogeoquímica 75
2.3.5 | Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas 77

2.4 | Caracterização hidrográfica e hidrológica 80
2.4.1 | Rede hidrográfica 80
2.4.2 | Balanço hídrico 83
2.4.3 | Escoamento anual 85
2.4.4 | Valores extremos de cheias e secas 87
2.4.4.1 | Cheias 87
2.4.4.2 | Secas 91

2.5 | Caracterização socioeconómica 92
2.5.1 | Indicadores demográficos 92
2.5.2. Características setoriais e territoriais das atividades económicas 99
2.5.2.1. Agropecuária 99
2.5.2.2. Pesca 103
2.5.2.3. Indústria transformadora 104
2.5.2.4. Turismo 105
2.5.2.5. Indústria extrativa 106
2.5.2.6. Energia 107
2.5.2.7. Contas regionais 109

2.6 | Caracterização do uso do solo e ordenamento do território 113
2.6.1 | Capacidade de uso do solo 113

2.6.2 | Usos do solo 115
2.6.3 | Sistema de gestão territorial 117
2.6.3.1 | Enquadramento 117
2.6.3.2 | Metodologia 119
2.6.3.3 | Análise dos instrumentos de gestão territorial 120
2.6.3.3.1 | Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores (PROTA) 120
2.6.3.3.2 | Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores (POTRAA) 121
2.6.3.3.3 | Plano Setorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores (PSRN2000) 122
2.6.3.3.4 | Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Faial (POOC FAIAL) 123
2.6.3.3.5 | Plano Diretor Municipal da Horta (PDM HORTA) 124
2.6.3.4 | Síntese conclusiva 124

2.7 | Caracterização dos usos e necessidades de água 125

2.7.1 | Consumos de água por tipologia de uso 126
2.7.2 | Necessidades de água por tipologia de uso 129
2.7.3 | Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades 133

2.8 | Caracterização dos serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais 135

2.8.1 | Sistemas de abastecimento de água 135
2.8.1.1 | Modelos de gestão 135
2.8.1.2 | Atendimento do serviço 135
2.8.1.3 | Origens de água e infraestruturas de captação 135
2.8.1.4 | Infraestruturas de tratamento de água 136
2.8.1.5 | Infraestruturas de transporte, elevação, armazenamento e distribuição de água 136
2.8.1.6 | Inventário de outras infraestruturas hidráulicas 136
2.8.2 | Sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais 137
2.8.2.1 | Modelos de gestão 137
2.8.2.2 | Atendimento do serviço 137
2.8.2.3 | Infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais 137
2.8.2.4 | Infraestruturas de tratamento de água residuais 138
2.8.2.5 | Águas residuais produzidas por tipo 139

2.9 | Análise de perigos e riscos 146

2.9.1 | Alterações climáticas 146
2.9.1.1 | A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática 147
2.9.1.2 | A evolução do clima dos Açores 148
2.9.1.3 | Cenário e projeções climáticas para os Açores 150
2.9.1.4 | Elevação do nível médio do mar 151
2.9.2 | Cheias 153
2.9.2.1 | Mapeamento do risco de cheia natural por bacia hidrográfica 156
2.9.3 | Secas 157
2.9.3.1 | Definição do período de análise 160
2.9.3.2 | Cálculo do índice SPI - Ilha 160
2.9.3.3 | Cálculo do índice SPI – Postos 163
2.9.4 | Erosão hídrica e transporte de material sólido 171
2.9.5 | Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral 173
2.9.6 | Movimento de massas 182
2.9.7 | Sísmos 187
2.9.8 | Vulcões 189
2.9.9 | Tsunamis 190
2.9.10 | Infraestruturas 193
2.9.11 | Poluição acidental 196
2.9.11.1 | Poluição tópica 196
2.9.11.2 | Poluição difusa 198

3 | Caracterização das Massas de Água 199

3.1 | Massas de água superficiais 199

3.1.1 | Tipos de massas de água 199
3.1.1.1 | Delimitação das ecorregiões e dos tipos de massas de água 199
3.1.1.1.1 | Ribeiras 200
3.1.1.1.2 | Lagoas 204
3.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição 206
3.1.1.1.4 | Massas de água fortemente modificadas 208
3.1.1.1.5 | Massas de água artificiais (AA) 209
3.1.1.2 | Distribuição dos tipos 210

3.1.1.3 | Identificação das condições de referência 210
3.1.1.3.1 | Ribeiras 210
3.1.1.3.2 | Lagoas 212
3.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição 212

3.2 | Massas de água subterrânea 213

3.2.1 | Delimitação das massas de água 213
3.2.2 | Caracterização das massas de água 214
3.2.2.1 | Características gerais dos estratos da área de drenagem 214
3.2.2.1.1 | Massa de água Caldeira 214
3.2.2.1.2 | Massa de água Cedros – Castelo Branco 215
3.2.2.1.3 | Massa de água Flamengos - Horta 215
3.2.2.1.4 | Massa de água Lomba – Alto da Cruz 215
3.2.2.1.5 | Massa de água Pedro Miguel 216
3.2.2.1.6 | Massa de água Capelo 216
3.2.2.1.7 | Massa de água Pedra-pomes da Caldeira 216
3.2.2.1.8 | Massa de água Ribeirinha 217
3.2.2.2 | Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis 217
3.2.2.3 | Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos 222
3.2.2.4 | Massas de água em risco 226

3.3 | Zonas protegidas e áreas classificadas 228

3.3.1 | Águas superficiais 228
3.3.1.1 | Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano . 228
3.3.1.2 | Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico 228
3.3.1.2.1 | Águas conquícolas 230
3.3.1.3 | Massas de água designadas como águas de recreio 230
3.3.1.4 | Zonas sensíveis em termos de nutrientes 230
3.3.1.5 | Zonas que exigem proteção especial para a conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água 232
3.3.2 | Águas subterrâneas 236
3.3.2.1 | Zonas protegidas de interesse para as massas de água subterrâneas 236
3.3.2.3 | Zonas de infiltração máxima 239

3.4 | Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas 239

3.4.1 | Águas superficiais 239
3.4.1.1 | Águas superficiais interiores 240
3.4.1.1.1 | Bacia hidrográfica da ribeira dos Flamengos 240
3.4.1.1.1.1 | Poluição tópica 240
3.4.1.1.1.2 | Poluição difusa 243
3.4.1.1.1.3 | Captações de água 248
3.4.1.1.1.4 | Alteração hidrológica 248
3.4.1.1.1.5 | Alteração morfológica 249
3.4.1.2 | Águas costeiras e de transição 250
3.4.1.2.1 | Forças Motrizes 251
3.4.1.2.2 | Pressões identificadas 255
3.4.1.2.3 | Poluição Tópica 256
3.4.1.2.3.1 | Efluentes urbanos – Pontos de descarga 257
3.4.1.2.3.2 | Efluentes industriais 258
3.4.1.2.3.3 | Instalações com Regime de Prevenção e Controlo Integrado de Poluição (PCIP) 260
3.4.1.2.3.4 | Resíduos 260
3.4.1.2.3.5 | Indústria extrativa 261
3.4.1.2.3.6 | Turismo 262
3.4.1.2.3.7 | Substâncias Perigosas 262
3.4.1.2.3.8 | Transportes marítimos 263
3.4.1.2.4 | Poluição Difusa 264
3.4.1.2.4.1 | Agricultura/Floresta e Pecuária 265
3.4.1.2.4.2 | Outras pressões (escorrências de zonas urbanas, lixeiras a céu aberto, limpeza de fossas, operações associadas a atividades marítimas) 268
3.4.1.2.5 | Alteração morfológica 269
3.4.1.2.6 | Pressão biológica 279
3.4.1.2.7 | Avaliação das pressões nas águas costeiras e de transição 281
3.4.1.2.7.1 | Identificação das pressões relevantes 282
3.4.1.2.7.2 | Identificação das pressões significativas 289
3.4.1.2.8 | Avaliação do risco das massas não alcançarem os objetivos 290
3.4.2 | Águas subterrâneas 290
3.4.2.1 | Poluição tópica 290
3.4.2.1.1 | Caracterização das cargas poluentes tópicas 290

3.4.2.1.2 | Avaliação de potenciais impactes associados à poluição tópica 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

4 | Redes de Monitorização 310

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 313
4.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição 314
4.1.1.2 | Rede operacional 318
4.1.1.3 | Rede de investigação 319
4.1.1.4 | Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização 320
4.1.1.4.1 | Rede de monitorização de ribeiras 320
4.1.1.2.2 | Rede de monitorização de lagoas 321
4.1.1.2.3 | Rede de monitorização de águas costeiras e de transição 321
4.1.1.5 | Rede de monitorização de Zonas Protegidas 321
4.1.1.5.1 | Zonas Balneares 321
4.1.2 | Águas subterrâneas 322
4.1.2.1 | Enquadramento legislativo comunitário 322
4.1.2.2 | Enquadramento legislativo nacional 324
4.1.2.3 | Monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas 325
4.1.2.4 | Monitorização do estado qualitativo das águas subterrâneas 326
4.1.2.4.1 | Historial e critérios de estabelecimento dos programas de monitorização 326
4.1.2.4.2 | Localização dos pontos de água monitorizados 327
4.1.2.4.3 | Parâmetros e frequência de monitorização 329
4.1.2.4.4 | Avaliação da representatividade e adequabilidade dos programas de monitorização 332
4.1.2.4.4.1 | Avaliação da representatividade dos programas de monitorização 332
4.1.2.4.4.2 | Avaliação da adequabilidade dos programas de monitorização 333
4.1.2.5 | Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas 335
4.1.2.5.1 | Enquadramento 335
4.1.2.5.2 | Caracterização das redes de monitorização 335

5 | Avaliação do Estado das Massas de Água 338

5.1 | Sistemas de classificação e avaliação do estado das massas de água 338
5.1.1 | Águas superficiais 338
5.1.1.1 | Metodologia geral 338
5.1.1.2 | Estado ecológico 341
5.1.1.2.1 | Ribeiras 341
5.1.1.2.1.1 | Elementos biológicos de qualidade 343
5.1.1.2.1.2 | Elementos físico-químicos de qualidade 344
5.1.1.2.2 | Lagoas 346
5.1.1.2.3 | Águas costeiras e de transição 346
5.1.1.2.3.1 | Águas costeiras 347
5.1.1.2.3.2 | Águas de transição 351
5.1.1.3 | Estado químico 351
5.1.1.3.1 | Ribeiras 351
5.1.1.3.2 | Lagoas 352
5.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição 352
5.1.1.4 | Síntese 354
5.1.1.4.1 | Ribeiras 354
5.1.1.4.2 | Lagoas 355
5.1.1.4.3 | Águas costeiras e de transição 355
5.1.1.4.3.1 | Águas Costeiras 355
5.1.1.4.3.2 | Águas de Transição 356
5.1.2 | Águas subterrâneas 357
5.1.2.1 | Metodologia geral 357
5.1.2.1.1 | Estado quantitativo 357
5.1.2.1.2 | Estado químico 359
5.1.2.2 | Estado quantitativo 359

5.1.2.2.1 | Critérios de estado quantitativo 360
5.1.2.2.2 | Resultados da avaliação do estado quantitativo 365
5.1.2.3 | Estado químico 368
5.1.2.3.1 | Critérios de estado químico 368
5.2.2.3.2 | Resultados da avaliação do estado químico 374
5.1.2.4 | Síntese 387

6 | Análise Económica da Água 388

6.1 | Avaliação da importância socioeconómica das utilizações da água 388

6.1.1 | Atividades agropecuárias 388
6.1.2 | Atividades industriais 389
6.1.3 | Usos domésticos 390
6.1.4 | Procura global de água 391

6.2.| Nível de recuperação custos 392

6.2.1 | Enquadramento 392
6.2.2 | Panorama da RAA 394
6.2.3 | Situação na ilha do Faial 395
6.2.4 | Perspetivas futuras 397

6.3 | Aplicação do regime económico-financeiro 399

6.3.1 | Enquadramento 399
6.3.2 | Tipologia das estruturas tarifárias aplicadas 400
6.3.3 | Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas 404

7 | Referências Bibliográficas 408

ANEXOS 422

Anexo 2.2.I | Informação climática disponível e considerações metodológicas 423

Anexo 2.3.I | Pontos de Água Subterrânea 429

Anexo 2.3.II | características técnicas dos furos de captação 431

Índice de Quadros

Quadro 2.2.1 | Variáveis climáticas para a ilha do Faial 30
Quadro 2.2.2 | Estimativa dos valores médios diários e mensais dos parâmetros radiativos de c.c.o para a ilha do Faial 32
Quadro 2.2.3 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha do Faial 33
Quadro 2.2.4 | Precipitação Mensal (estações do Instituto de Meteorologia) 34
Quadro 2.2.5 | Contributo (%) de cada mês para a precipitação anual de cada ilha 34
Quadro 2.2.6 | Precipitação anual em Angra do Heroísmo (1874/2008) 36
Quadro 2.2.7 | Valores da precipitação anual estimada para vários períodos de retorno (T) e valores médios e limites para anos secos e húmidos 38
Quadro 2.2.8 | Possibilidade udométrica na ilha do Faial – Horta (60m) 39
Quadro 2.3.1 | Principais sismos históricos sentidos no arquipélago dos Açores 45
Quadro 2.3.2 | Distribuição altimétrica da ilha do Faial 57
Quadro 2.3.3 | Distribuição dos declives da ilha do Faial 59
Quadro 2.3.4 | Síntese de caracterização da massa de água Caldeira 70
Quadro 2.3.5 | Síntese de caracterização da massa de água Cedros – Castelo Branco 70
Quadro 2.3.6 | Síntese de caracterização da massa de água Flamengos - Horta 70
Quadro 2.3.7 | Síntese de caracterização da massa de água Lomba – Alto da Cruz 71
Quadro 2.3.8 | Síntese de caracterização da massa de água Pedro Miguel 71
Quadro 2.3.9 | Síntese de caracterização da massa de água Capelo 71
Quadro 2.3.10 | Síntese de caracterização da massa de água Pedra-pomes da Caldeira 71
Quadro 2.3.11 | Síntese de caracterização da massa de água Ribeirinha 72
Quadro 2.3.12 | Valores de parâmetros hidrodinâmicos estimados nas massas de água subterrâneas da ilha do Faial (s.d. – sem dados) 74

Quadro 2.3.13 | Recursos hídricos subterrâneos e taxas de recarga máxima e mínima por ilha 78
Quadro 2.3.14 | Recursos hídricos subterrâneos na ilha do Faial..... 79
Quadro 2.4.1 | Valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha do Faial 84
Quadro 2.4.2 | Valores de densidade de drenagem e escoamento anual para as bacias hidrográficas da ilha do Faial 86
Quadro 2.4.3 | Parâmetros a e b para a ilha do Faial 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 Faial 90
Quadro 2.4.5 | Expressões regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia para a ilha do Faial 91
Quadro 2.5.1 | Densidade Populacional 93
Quadro 2.5.2 | Estimativas da População residente (%) por Local de residência e Grupo etário 93
Quadro 2.5.3 | Turistas, ocupantes temporários e população flutuante 94
Quadro 2.5.4 | Taxa de crescimento natural..... 96
Quadro 2.5.5 | Taxa de crescimento migratório..... 96
Quadro 2.5.6 | Taxa de crescimento efetivo 96
Quadro 2.5.7 | Estabelecimentos de educação/ensino por município segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional, 2008/2009..... 97
Quadro 2.5.8 | Número de Alunos matriculados segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional do estabelecimento, 2008/2009..... 97
Quadro 2.5.9 | Farmácias e postos farmacêuticos (n.º) por localização geográfica 97
Quadro 2.5.10 | Número total de trabalhadores por atividades, segundo o setor de atividade (CAE-Rev.3), ano 2009 98
Quadro 2.5.11 | População ativa (n.º) por local de residência (à data dos Censos 2001) por grupo etário 99
Quadro 2.5.12 | Explorações agrícolas 100
Quadro 2.5.13 | Culturas permanentes 101
Quadro 2.5.14 | Culturas temporárias 101
Quadro 2.5.15 | Culturas Agrícolas 102
Quadro 2.5.16 | Dimensão média das explorações, por região (1999-2005) 102
Quadro 2.5.17 | Efetivo animal por espécie e explorações agrícolas com efetivo animal 102
Quadro 2.5.18 | Volume de negócios, valor acrescentado bruto (VAB), número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas do setor das pescas e aquicultura para o ano 2008 104
Quadro 2.5.19 | Volume de negócios, VAB, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas das indústrias transformadoras para o ano 2008..... 105
Quadro 2.5.20 | Estabelecimentos hoteleiros (N.º) por localização geográfica, anual..... 105
Quadro 2.5.21 | Dormidas (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual 106
Quadro 2.5.22 | Hóspedes (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual..... 106
Quadro 2.5.23 | Volume de negócios, VAB, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas de alojamento e restauração para o ano 2008..... 106
Quadro 2.5.24 | Volume de negócios, VAB, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas das indústrias extrativas, para o ano 2008..... 107
Quadro 2.5.25 | Consumidores de eletricidade (N.º) por tipo de consumo para a ilha do Faial..... 108
Quadro 2.5.26 | Vendas (incluindo consumos próprios) das empresas distribuidoras - ilha do Faial 109
Quadro 2.5.27 | VAB a preços de base por ramos de atividade e Produto Interno Bruto (PIB) a preços de mercado, em milhões de euros, base 2000 109
Quadro 2.5.28 | Taxa de emprego, taxa de atividade e taxa de desemprego (%) por local de residência à data dos Censos 2001 111
Quadro 2.6.1 | Classes de capacidade de uso do solo na ilha do Faial 114
Quadro 2.6.2 | Orientações estratégicas relevantes do PRA..... 119
Quadro 2.6.3 | Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial 124
Quadro 2.7.1 | Consumo de água para o setor doméstico 126
Quadro 2.7.1 | Consumo de água para o setor de comércio e serviços..... 126
Quadro 2.7.3 | Consumo total de água para o setor urbano 127
Quadro 2.7.4 | Consumo de água pública nas atividades agrícola e pecuária..... 127
Quadro 2.7.5 | Resultados do consumo de água (rede dedicada) para a agricultura e pecuária 128
Quadro 2.7.6 | Consumo de água pública nas atividades industriais..... 128
Quadro 2.7.7 | Consumo de água na produção de energia 129
Quadro 2.7.8 | Consumo total de água por tipologia de uso para a ilha do Faial 129
Quadro 2.7.9 | Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano 130
Quadro 2.7.10 | Necessidades totais de água para uso urbano 130
Quadro 2.7.11 | Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso turístico..... 130
Quadro 2.7.12 | Necessidades totais de água para uso turístico..... 131
Quadro 2.7.13 | Necessidades hídricas específicas por tipo de cabeça 131
Quadro 2.7.14 | Necessidades de água para uso pecuário 131
Quadro 2.7.15 | Necessidades de água para a indústria transformadora 132
Quadro 2.7.16 | Consumo de água na produção de energia 133
Quadro 2.7.17 | Necessidades totais de água por tipo de uso para a ilha do Faial..... 133
Quadro 2.7.18 | Balanço hídrico para a ilha do Faial..... 134
Quadro 2.8.1 | Caracterização das captações de água existentes no concelho da Horta..... 136
Quadro 2.8.2 | Caracterização das infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais no concelho da Horta 138
Quadro 2.8.3 | Caracterização das infraestruturas de tratamento de águas residuais no concelho da Horta..... 139

Quadro 2.8.4 | Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem 139
Quadro 2.8.5 | Capitações de carga orgânica gerada para o setor urbano 140
Quadro 2.8.6 | Estimativa de CBO5 gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem 140
Quadro 2.8.7 | Estimativa de CQO gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem 140
Quadro 2.8.8 | Estimativa de SST gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem 141
Quadro 2.8.9 | Estimativa de azoto gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem 141
Quadro 2.8.10 | Estimativa de fósforo gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem 141
Quadro 2.8.11 | Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento 142
Quadro 2.8.12 | Estimativa do volume total de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino 142
Quadro 2.8.13 | Estimativa de CBO_5 removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio 143
Quadro 2.8.14 | Estimativa de CQO removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio 143
Quadro 2.8.15 | Estimativa de SST removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio . 143
Quadro 2.8.16 | Estimativa de azoto removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio 143
Quadro 2.8.17 | Estimativa de fósforo removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio 144
Quadro 2.8.18 | Taxas de exportação de nutrientes para o setor agrícola 144
Quadro 2.8.19 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas pela agricultura em 2009 144
Quadro 2.8.20 | Coeficientes de emissão para o setor pecuário por tipo de cabeça 145
Quadro 2.8.21 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pela pecuária 145
Quadro 2.8.22 | Capitações volumétricas e de carga das águas residuais emitidas para o meio para o setor industrial 145
Quadro 2.8.23 | Estimativa das águas residuais emitidas pelas principais atividades industriais 145
Quadro 2.8.24 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pelo setor industrial 146
Quadro 2.9.1 | Classes de escoamento de ponta específico de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia 154
Quadro 2.9.2 | Classes de densidade de drenagem de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia 155
Quadro 2.9.3 | Classes de ocupação de solo de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia natural 155
Quadro 2.9.4 | Classes de ponderação do registo histórico de acordo com o seu grau de risco para o fenómeno de cheia 155
Quadro 2.9.5 | Escala de reclassificação para o grau de risco de ocorrência de cheias 156
Quadro 2.9.6 | Classificação do risco de ocorrência de cheia de acordo com os fatores considerados 157
Quadro 2.9.7 | Escala de classificação do SPI de acordo com a intensidade de seca 159
Quadro 2.9.8 | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha do Faial 159
Quadro 2.9.9 | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – Ilha do Faial 160
Quadro 2.9.10 | Precipitação mensal ponderada – ilha do Faial 160
Quadro 2.9.11 | Características de altitude e área de influência (polígonos de Thiessen) das estações selecionadas 164
Quadro 2.9.12 | Avaliação dos resultados do SPI por posto 171
Quadro 2.9.13 | Classificação da suscetibilidade à erosão 172
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 180
Quadro 2.9.16 | Principiais sismos sentidos na ilha do Faial 188
Quadro 2.9.17 | Quadro resumo das centrais hídricas do Grupo Central e Ocidental 194
Quadro 2.9.18 | Fontes de poluição tópica na ilha do Faial 197
Quadro 2.9.19 | Fontes de poluição difusa na ilha do Faial 198
Quadro 3.1.1 | Lista de fatores utilizados na definição da tipologia das ribeiras na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores 200
Quadro 3.1.2 | Tipo identificado para a categoria rios na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores 203
Quadro 3.1.3 | Lista de fatores utilizados na definição da tipologia de lagoas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores 204
Quadro 3.1.4 | Lista de fatores propostos para a definição da tipologia das águas superficiais costeiras e de transição da RH9 206
Quadro 3.1.5 | Lista de tipos propostos para a categoria “Água Costeira” nos Açores 207
Quadro 3.1.6 | Tipo identificado para a categoria águas costeiras na ilha do Faial 208
Quadro 3.1.7 | Principais características das massas de água artificiais identificadas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores 209
Quadro 3.1.8 | Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha do Faial 210
Quadro 3.1.9 | Locais de referência para os dois tipos de lagoas existentes na RH9 211
Quadro 3.2.1 | Classes de potencial de recarga 222
Quadro 3.3.1| Águas balneares na ilha do Faial (2010) 230
Quadro 3.3.2 | Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha do Faial 233
Quadro 3.3.3 | Áreas que integram o Parque Natural da Ilha do Faial 235
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 238
Quadro 3.3.4 | Caracterização das áreas de proteção dos pontos de água captados para consumo humano 239
Quadro 3.4.1 | Valores de concentração utilizados para os parâmetros de poluentes considerados 242
Quadro 3.4.2 | Valores de cargas dos poluentes considerados para a indústria de abate e produção de carne na bacia dos Flamengos 242
Quadro 3.4.3 | Valores de população residente e flutuante para o concelho da Horta e para a bacia dos Flamengos 243
Quadro 3.4.4 | Valores de capitação doméstica dos poluentes considerados 244
Quadro 3.4.5 | Eficiência de tratamento de FSI e carga doméstica dos poluentes considerados para a bacia dos Flamengos 244
Quadro 3.4.6 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da Ribeira dos Flamengos 245
Quadro 3.4.7 | Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas 246
Quadro 3.4.8 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia dos Flamengos 247
Quadro 3.4.9 | Cargas difusas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da Ribeira dos Flamengos . 247

Quadro 3.4.10 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia dos Flamengos 247
Quadro 3.4.11 | Lista de pressões consideradas 256
Quadro 3.4.12 | Valores limite de emissão 259
Quadro 3.4.13 | Resultados das análises laboratoriais aos efluentes residuais da Fabrica da Cofago - Faial 260
Quadro 3.4.14 | Instalações de armazenagem de combustíveis 264
Quadro 3.4.15 | Cargas de origem biológica na ilha do Faial 267
Quadro 3.4.16 | Volumes licenciados na RAA (m^3/ano) 270
Quadro 3.4.17 | Listagem de portos, portinhos e marinas da ilha do Faial 273
Quadro 3.4.18 | Quantidade de pesca na ilha do Faial 279
Quadro 3.4.19 | 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 282
Quadro 3.4.20 | Número máximo de amostras que poderão não ser conformes (DL 152/97 de 19 de julho, Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A) 283
Quadro 3.4.21 | Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (µg/kg) ... 284
Quadro 3.4.22 | Determinação do nível de pressão global gerado pelas pressões mais relevantes em águas costeiras e de transição 284
Quadro 3.4.23 | Levantamento das pressões consideradas relevantes e sua quantificação 285
Quadro 3.4.24 | 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 287
Quadro 3.4.25 | Quantificação das pressões relevantes para a ilha do Faial 287
Quadro 3.4.26 | 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 289
Quadro 3.4.27 | 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 níveis equivalentes de impactos pela aproximação pressão-impacto 290
Quadro 3.4.28 | Distribuição das cargas poluentes por bacia hidrográfica de acordo com a origem 293
Quadro 3.4.29 | Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação 296
Quadro 3.4.30 | Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de água delimitadas na ilha do Faial 308
Quadro 3.4.34 | 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 $10m^3$/dia 309
Quadro 4.1.1 | Massas de água da categoria rios abrangidas pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA 311
Fonte: SRAM, INAG 2006 312
Quadro 4.1.2 | Elementos de qualidade analisados no âmbito da rede de monitorização de vigilância das massas de água da categoria rios da RH9 e respetiva periodicidade 312
Quadro 4.1.3 | Ponto de monitorização para os elementos de qualidade biológica e físico-química das águas costeira e transição, ilha do Faial 315
Quadro 4.1.4 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeira e de transição, ilha do Faial 315
Quadro 4.1.5 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfologica águas costeira e de transição, ilha do Faial 315
Quadro 4.1.6 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade físico-química e química de suporte aos elementos biológicos águas costeira e de transição, ilha do Faial 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 costeira, ilha do Faial 316
Quadro 4.1.8 | Periodicidade para o programa de monitorização adaptado de Neto et al. (2009a) 317
Quadro 4.1.9 | Frequência da monitorização de vigilância para os elementos de qualidade das águas superficiais 319
Quadro 4.1.10 | Zonas balneares da ilha do Faial 322
Quadro 4.1.5 | 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) 325
Quadro 4.1.6 | Composição das redes de monitorização antiga e atual para a observação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH9 327
Quadro 4.1.7 | Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico (Coordenadas UTM Datum Graciosa Base SW 1948, zona 26N) 328
Quadro 4.1.8 | Densidade das redes antiga e nova de monitorização do estado químico 329
Quadro 4.1.9 | Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à rede antiga de monitorização de vigilância do estado químico 329
Quadro 4.1.10 | Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à nova rede de monitorização de vigilância do estado químico 330
Quadro 4.1.11 | Normas de qualidade aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março 331
Quadro 4.1.12 | 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 332
Quadro 4.1.13 | Cálculo do índice de representatividade para as redes antiga e nova de monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Faial 333
Quadro 4.1.14 | Lista mínima de parâmetros a monitorizar de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março 334
Quadro 4.1.15 | Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano 336
Quadro 5.1.1 | Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de rios de acordo com a Diretiva – Quadro da Água 341

Quadro 5.1.2 | Valores de referência e fronteiras para os tipos de ribeira B-R-C/P/S/P 344
Quadro 5.1.3 | Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade biológica da ribeira dos Flamengos (RFL) nos anos de 2006 e 2008 344
Quadro 5.1.4 | Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para o único tipo de rios considerado na Região Hidrográfica Açores 345
Quadro 5.1.5 | Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade físico – química da ribeira dos Flamengos (RFL) entre os anos de 2006 e 2008 346
Quadro 5.1.6 | Elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e elementos físico-químicos a considerar 346
Quadro 5.1.7 | Classificação dos elementos biológicas para as massas de água costeira da ilha do Faial 348
Quadro 5.1.8 | Resultados das análises efetuadas para elementos gerais 349
Quadro 5.1.9 | Concentração de nutrientes dissolvidos nas massas de água costeira 349
Quadro 5.1.10 | Classificação dos físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha do Faial 349
Quadro 5.1.11 | Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha do Faial 350
Quadro 5.1.12 | Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha do Faial 350
Quadro 5.1.13 | Normas de Qualidade Ambiental para substâncias prioritárias (Parte A do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro) 352
Quadro 5.1.14 | Normas de Qualidade Ambiental para outros poluentes (Parte B do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro) 353
Quadro 5.1.15 | Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes 353
Quadro 5.1.16 | Classificação do estado da massa de águas - ribeira dos Flamengos nos anos de 2006 e 2008 354
Quadro 5.1.17 | Classificação final do estado para às massas de água costeiras da ilha do Faial 356
Quadro 5.1.18 | 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) 366
Quadro 5.1.19 | Resultados da aplicação do teste do escoamento superficial 366
Quadro 5.1.20 | Resultados da aplicação do teste dos ecossistemas terrestres dependentes 367
Quadro 5.1.21 | Normas de qualidades aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março 368
Quadro 5.1.22 | Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas na massa de água Vulcão da Caldeira 375
Quadro 5.1.23 | Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico (n.d. – não determinado; VC – valor critério; VL – valor limiar 383
Quadro 5.1.24 | Resultados do teste da avaliação geral do estado químico (n.a. – não aplicável) 384
Quadro 5.1.25 | Resultados do teste das intrusões salinas ou outras 384
Quadro 5.1.26 | Resultados do teste da transferência de poluentes 385
Quadro 5.1.27 | Resultados do teste dos ecossistemas terrestres dependentes 385
Quadro 5.1.28 | Resultados do teste relativo às zonas de proteção de água para consumo humano 386
Quadro 6.1.1 | Necessidades anuais de água para a agropecuária 389
Quadro 6.1.2 | Necessidades anuais de água para as atividades industriais 390
Quadro 6.1.3 | Necessidades anuais de água para os usos domésticos 390
Quadro 6.1.4 | Necessidades anuais globais brutas de água 391
Quadro 6.2.1 | Grau de recuperação dos custos com o serviço de abastecimento de água 394
Quadro 6.2.2 | Grau de recuperação dos custos com o serviço de saneamento de águas residuais urbanas 395
Quadro 6.2.3 | Serviços públicos de água – níveis de atendimento 395
Quadro 6.2.4 | Necessidades anuais de abastecimento através de redes públicas 396
Quadro 6.2.5 | Caudais anuais de efluentes drenados através de redes públicas 396
Quadro 6.2.6 | Análise do grau de recuperação de custos com os serviços públicos de águas na ilha do Faial 397
Quadro 6.2.7 | Necessidades de investimento futuras 397
Quadro 6.2.8 | Projeção de receitas tarifárias necessárias 398
Quadro 6.3.1 | Encargo variável médio das famílias com o serviço de abastecimento para diferentes níveis de consumo anual – 2009 402
Quadro 6.3.2 | Encargos dos utilizadores domésticos e não domésticos com o serviço de abastecimento – 2009 402
Quadro 6.3.3. | Questões chave para análise da conformidade de um tarifário com a Recomendação Tarifária da ERSAR n.º 1/2009 – Serviço de abastecimento 403
Quadro 6.3.4. | Capacidade económica das famílias - 2007 404
Quadro 6.3.5 | Encargos das famílias com os serviços de águas - 2009 405
Quadro 6.3.6 | Indicadores de acessibilidade económica – 2009 406
Quadro 6.3.7 | Indicadores de acessibilidade económica – famílias de menores rendimentos – 2009 406

Índice de Figuras

Figura 2.1.1 | Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores. 18
Figura 2.1.2 | Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%). 19
Figura 2.1.3 | Divisão administrativa da ilha do Faial. 20
Figura 2.2.1 | Radiação solar mensal numa superfície horizontal (MJ m2) – ilha do Faial (60m). 32
Figura 2.2.2 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha do Faial. 33
Figura 2.2.3 | Sazonalidade da precipitação (%). 35
Figura 2.2.4 | Precipitação anual em Angra do Heroísmo no período de 1874 a 2008. 36

Figura 2.2.5 | Distribuição da precipitação por classes de frequência precipitação em Angra do Heroísmo (1874/2008). 36
Figura 2.2.6 | Precipitação em Angra de Heroísmo 1874/2008 (número de anos por classes de frequência). 37
Figura 2.2.7 | Distribuição da precipitação em Angra de Heroísmo (1874/2008) por classes de frequência. 37
Figura 2.2.8 | Ajustamento estatístico da precipitação (1874/2008) às leis de GAMMA, GUMBEL e LogNORMAL. 37
Figura 2.2.9 | Correlação da precipitação média mensal na ilha Terceira com as restantes ilhas. 38
Figura 2.2.10 | Curvas de possibilidade udométrica no Faial – Horta (60m). 39
Figura 2.2.11 | Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha do Faial. 40
Figura 2.2.12 | Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha do Faial. 41
Figura 2.2.13 | Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha do Faial. 42
Figura 2.3.1 | Plataforma dos Açores. 43
Figura 2.3.2 | Principais estruturas tectónicas da região dos Açores. 43
Figura 2.3.3 | Carta epicentral dos eventos registados no arquipélago dos Açores entre 1980 e junho de 2006. 44
Figura 2.3.4 | Localização dos principais sismos históricos na região dos Açores. 45
Figura 2.3.5 | Atividade vulcânica histórica no arquipélago dos Açores. 47
Figura 2.3.6 | Modelo tridimensional da ilha do Faial, onde se distinguem, esquematicamente, quatro regiões geomorfológicas: o Vulcão Central, o Graben de Pedro Miguel, a Plataforma da Horta e a Península do Capelo. 51
Figura 2.3.7 | Localização dos diversos centros eruptivos e principais estruturas tectónicas presentes na ilha do Faial. 52
Figura 2.3.8 | Carta geológica da ilha do Faial. 53
Figura 2.3.9 | Esquema evolutivo das fases de formação da ilha do Faial. a) fase de atividade submarina e emergente do Vulcão da Ribeirinha; b) desenvolvimento do edifício do Vulcão da Ribeirinha; c) fase de atividade submarina e/ou emergente do Vulcão Central da Caldeira; d) desenvolvimento do edifício do Vulcão Central da Caldeira; e) instalação da Plataforma da Horta; e f) instalação da Península do Capelo. 54
Figura 2.3.10 | Escala vulcanoestratigráfica da ilha do Faial. 55
Figura 2.3.11 | Carta hipsométrica da ilha do Faial. 57
Figura 2.3.12 | Histograma hipsométrico da ilha do Faial. 58
Figura 2.3.13 | Carta de declives da ilha do Faial. 58
Figura 2.3.14 | Carta de exposições da ilha do Faial. 59
Figura 2.3.15 | Carta das unidades geomorfológicas da ilha do Faial. 60
Figura 2.3.16 | Densidade associada à distribuição de pontos de água por ilha. 64
Figura 2.3.17 | Diagrama de caixas (*box plot*) relativo aos valores de caudal específico na RH9. 65
Figura 2.3.18 | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na RH9. 66
Figura 2.3.19 | Diagrama de caixas (box plot) relativo aos valores de transmissividade na RH9. 66
Figura 2.3.20 | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na RH9. 66
Figura 2.3.21 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em nascentes na RH9. 68
Figura 2.3.22 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em furos na RH9. 69
Figura 2.3.23 | Delimitação das massas de água na ilha do Faial. 72
Figura 2.3.24 | Distribuição de pontos de água na ilha do Faial. 73
Figura 2.3.25 | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na ilha do Faial. 74
Figura 2.3.26 | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na ilha do Faial. 75
Figura 2.3.27 | Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes e furos da ilha do Faial. 77
Figura 2.3.28 | Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha do Faial. 79
Figura 2.4.1 | Carta hidrográfica da ilha do Faial. 81
Figura 2.4.2 | Carta da densidade de drenagem da ilha do Faial. 82
Figura 2.5.1 | Estimativas da população residente (N.º) por concelho. 92
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 | Trabalhadores por conta de outrem nos estabelecimentos por município, segundo o setor de atividade (CAE-Rev.3) e o sexo, 2008. 98
Figura 2.5.6 | Total de Pesca descarregada nos portos da ilha do Faial. 103
Figura 2.5.7 | Valor de Pesca descarregada nos portos da ilha do Faial (milhões de €). 104
Figura 2.5.8 | Materiais geológicos explorados e n.º de explorações identificadas. 106
Figura 2.5.9 | Produção de energia elétrica (kwh), por ano. 108
Figura 2.5.10 | PIB – RAA. 110
Figura 2.5.11 | PIB Regional – Taxa de variação anual. 111
Figura 2.5.12 | Taxa média de emprego, série 1998 (%) para a RAA, anual. 111
Figura 2.5.13 | Taxa média de desemprego, série 1998 (%) para a RAA, anual. 112
Figura 2.5.14 | Taxa média de atividade, série 1998 (%) para a RAA, anual. 112
Figura 2.6.1 | Carta de capacidade de uso do solo da ilha do Faial. 114
Figura 2.6.2 | Ocupação do solo no Arquipélago dos Açores (%). 115
Figura 2.6.3 | Carta de ocupação do solo da ilha do Faial. 116
Figura 2.6.4 | Ocupação do solo na ilha do Faial (km^2). 116
Figura 2.6.5 | Planos Especiais de Ordenamento do Território em vigor na RAA. 118
Figura 2.6.6 | Planos Municipais de Ordenamento do Território em vigor na RAA. 118
Figura 2.8.1 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos de abastecimento de água da ilha do Faial. 135
Figura 2.8.2 | Representação geográfica de outras infraestruturas hidráulicas existentes na ilha do Faial. 137
Figura 2.8.3 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos de saneamento de águas residuais da ilha do Faial. 138

Figura 2.9.1 | Séries temporais de Tmin, Tmax – Angra do Heroísmo/Terceira. 149
Figura 2.9.2 | Precipitação sazonal – Angra do Heroísmo (Terceira). 149
Figura 2.9.3 | Elevação do nível médio do mar na ilha do Faial. 152
Figura 2.9.4 | Elevação do nível do mar na cidade da Horta na ilha do Faial. 152
Figura 2.9.5 | Classificação das bacias hidrográficas da ilha do Faial de acordo com o seu risco de cheia. 156
Figura 2.9.6 | Exemplo do processo de cálculo do índice SPI. 158
Figura 2.9.7 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha do Faial (período de outubro de 1977 a setembro de 1995). 161
Figura 2.9.8 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha do Faial (período de outubro de 1977 a setembro de 1995). 162
Figura 2.9.9 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha do Faial (período de outubro de 1977 a setembro de 1995). 162
Figura 2.9.10 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Cabouco. 164
Figura 2.9.11 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Cascalho Cedro. 164
Figura 2.9.12 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Chão Frio. 165
Figura 2.9.13 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto E.C. Capelo. 165
Figura 2.9.14 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Flamengos. 165
Figura 2.9.15 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Lombega. 166
Figura 2.9.16 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, PostoR. Caldeira. 166
Figura 2.9.17 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Cabouco. 166
Figura 2.9.18 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Cascalho Cedro. 167
Figura 2.9.19 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Chão Frio. 167
Figura 2.9.20 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto E.C. Capelo. 167
Figura 2.9.21 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Flamengos. 168
Figura 2.9.22 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Lombega. 168
Figura 2.9.23 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto R. Caldeira. 168
Figura 2.9.24 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Cabouco. 169
Figura 2.9.25 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Cascalho Cedro. 169
Figura 2.9.26 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Chão Frio. 169
Figura 2.9.27 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos E.C. Capelo. 170
Figura 2.9.28 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Flamengos. 170
Figura 2.9.29 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Lombega. 170
Figura 2.9.30 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos R. Caldeira. 171
Figura 2.9.31 | Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha do Faial. 173
Figura 2.9.32 | Vista de um setor da costa NW da ilha do Faial, entre a Fajã e os Cedros, onde a arriba atinge cerca de 300 m de altitude. 174
Figura 2.9.33 | Vista do domo de Castelo Branco (em primeiro plano) e aspeto da costa do vulcão central e da península do Capelo. 174
Figura 2.9.34 | Vista casto do Faial entre a Ponta da Espalamaca e a Ribeirinha. 175
Figura 2.9.35 | A vista do vulcão dos Capelinhos em 1958 (fotogtrafia a preto e branco da autoria do Dr. Decq Motta) e fotografia de 2004. Tendo como referência o farol é bem visível a ação erosiva do mar e do vento. 176
Figura 2.9.36 | Mapa tipológico da faixa costeira da ilha do Faial. 177
Figura 2.9.37 | Carta de suscetibilidade a movimentos de vertente da ilha do Faial. 178
Figura 2.9.38 | Mapa de declives da ilha do Faial e localização das nascentes e furos para abastecimento público. 185
Figura 2.9.39 | Escoada detrítica que ocorreu na zona do Alto do Chão desencadeada pelo sismo de 9 de julho de 1998 que se desenvolveu nas linhas de água e nas proximidades do bordo da caldeira. 186
Figura 2.9.40 | Destruição de uma captação de água no decurso do desenvolvimento da escoada detrítica que se desenvolveu durante a ocorrência do sismo de maior magnitude do dia 9 de julho de 1998. 187
Figura 2.9.41 | Aspeto geral de cicatrizes de movimentos de vertentes nos taludes da ribeira do Risco e Destruição do sistema de distribuição de água ao longo da ribeira do Risco causada pelos processos hidro-geomorfológicos. 187
Figura 2.9.42 | Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2009. 188
Figura 2.9.43 | Carta de intensidades máximas históricas (EMS-1998) para a ilha do Faial. 189
Figura 2.9.44 | 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. 192
Figura 2.9.45 | Energia produzida pelas centrais hídricas da RAA. 194
Figura 2.9.46 | Localização do açude da Central Hídrica do Varadouro e respetiva bacia. 195
Figura 2.9.47 | Produção (MWh) da Central do Varadouro na estação de verão. 195
Figura 2.9.48 | Produção (MWh) da Central do Varadouro na estação de inverno. 196
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). 202
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). 202
Figura 3.1.3 | Massa de água designada na categoria rios na ilha do Faial. 203
Figura 3.1.4 | Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha do Faial. 208
Figura 3.2.1 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Caldeira no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 218
Figura 3.2.2 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Capelo no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 218

Figura 3.2.3 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Cedros – Castelo Branco no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 219
Figura 3.2.4 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Flamengos - Horta no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 219
Figura 3.2.5 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Pedro Miguel no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 220
Figura 3.2.6 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Pedra-pomes da Caldeira no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 220
Figura 3.2.7 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Lomba – Alto da Cruz no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 221
Figura 3.2.8 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Ribeirinha no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 221
Figura 3.2.9 | Análise espacial utilizada no cruzamento dos mapas temáticos. 224
Figura 3.2.10 | Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha do Faial. 225
Figura 3.2.11 | Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada. 226
Figura 3.3.1 | Reservas Integrais da Apanha de Lapas na ilha do Faial. 229
Figura 3.3.2 | Rede Natura 2000 na ilha do Faial. 233
Figura 3.3.3 | Parque Natural da Ilha do Faial. 235
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. 238
Figura 3.4.1 | Localização da agroindústria na bacia da ribeira dos Flamengos. 241
Figura 3.4.2 | Ocupação demográfica da bacia da ribeira dos Flamengos. 244
Figura 3.4.3 | Ocupação do solo na bacia da ribeira dos Flamengos. 246
Figura 3.4.4 | Cargas totais por fonte poluente para a bacia dos Flamengos. 248
Figura 3.4.5 | Troço dos 500m finais da ribeira dos Flamengos com leito e margens regularizadas. 250
Figura 3.4.6 | Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha do Faial. 251
Figura 3.4.7 | Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha do Faial. 252
Figura 3.4.8 | Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha do Faial. 253
Figura 3.4.9 | Número de animais por bacia hidrográfica na ilha do Faial. 254
Figura 3.4.10 | Análise espacial população vs infrastruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais. 258
Figura 3.4.11 | a) Vista da Fabrica da Cofago; b) Pormenor do esgoto. 259
Figura 3.4.12 | Vista geral do vazadouro controlado municipal (Fajã da Praia do Norte). 260
Figura 3.4.13 | Localização das explorações de inertes cadastradas e áreas de dragagem licenciadas. 261
Figura 3.4.14 | Cargas poluentes geradas pela atividade pecuária, por ilha na RAA. 266
Figura 3.4.15 | Cargas de origem biológica para a ilha do Faial – Azoto total. 267
Figura 3.4.16 | Contribuição de cargas de origem biológica por bacia hidrográgica para a ilha do Faial – Azoto total. 268
Figura 3.4.17 | Extração de areias na costa da ilha do Faial: a) imagem relativa à extração de areia, junto à costa na zona da Ribeirinha; b) pormenor da operação. 270
Figura 3.4.18 | Localização das obras de defesa costeira e portuária que contribuem para a artificialização da zona costeira. 271
Figura 3.4.19 | Localização das infraestruturas portuárias. 273
Figura 3.4.20 | Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha do Faial. 292
Figura 3.4.21 | Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha do Faial. 293
Figura 3.4.22 | Distribuição da carga poluente de azoto de acordo com a origem. 294
Figura 3.4.23 | Distribuição da carga poluente de fósforo de acordo com a origem. 295
Figura 3.4.24 | Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas. 298
Figura 3.4.25 | Representação cartográfica do risco de poluição tópica doméstica. 299
Figura 3.4.26 | Representação cartográfica do risco de poluição tópica industrial. 300
Figura 3.4.27 | Localização dos locais de destino final de RSU em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrânea. 301
Figuras 3.4.28 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada à atividade pecuária. 303
Figuras 3.4.29 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada às atividades agrícola e florestal. 304
Figura 3.4.30 | Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com a concentração em cloreto. 306
Figura 3.4.31 | Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a $10m^3$/dia. 308
Figura 3.4.32 | Gráfico comparativo do volume médio extraído nos pontos de água com caudal superior a $10m^3$/dia, face à descarga natural total, às extrações totais efetuadas e aos recursos hídricos subterrâneos globais. 309
Figura 4.1.1 | Ponto de amostragem na ribeira dos Flamengos (Ilha do Faial). 313
Figura 4.1.2 | Evolução faseada da rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas na RH9. 326
Figura 4.1.3 | Representação cartográfica das redes antiga e nova de monitorização do estado químico. 328
Figura 5.1.1 | Verificação do estado ecológico das massas de água superficiais. 339
Figura 5.1.2 | Verificação do estado químico das massas de água superficiais. 340
Figura 5.1.3 | Esquema conceptual do sistema de classificação no âmbito da Diretiva-Quadro da Água/Lei da Água. 340
Figura 5.1.4 | Valor de referência para o índice adotado (IPS) para o tipo de ribeira do Faial. 343
Figura 5.1.5 | Valores de referencia para os elementos físico químicos calculados para o tipo de ribeira do Faial A) pH; B) Taxa de Saturação em Oxigénio; C) Condutividade elétrica; D) Carência Bioquímica de Oxigénio; E) Fósforo total e F) Nitratos. 345
Figura 5.1.6 | Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha do Faial. 351
Figura 5.1.7 | Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha do Faial. 354
Figura 5.1.8 | Classificação do estado das massas de água da categoria rios designadas na ilha do Faial (2008). 355
Figura 5.1.9 | Classificação do estado estado das massas de água costeiras da ilha do Faial. 356

Figura 5.1.10 | Testes relativos à determinação dos estados quantitativo e químico das massas de água subterrâneas. 358
Figura 5.1.11 | Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base no balanço hídrico. 363
Figura 5.1.12 | Teste de determinação do estado quantitativo com base no escoamento de superfície. 364
Figura 5.1.13 | Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base nos ecossistemas terrestres dependentes. 365
Figura 5.1.14 | Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha do Faial. 367
Figura 5.1.15 | Teste de avaliação geral do estado químico. 370
Figura 5.1.16 | Teste de determinação do estado químico com base na existência de intrusão salina ou outra. 371
Figura 5.1.17 | Teste de determinação do estado químico com base na transferência de poluentes. 372
Figura 5.1.18 | Teste de determinação do estado químico com base nos ecossistemas terrestres dependentes. 373
Figura 5.1.19 | Teste de determinação do estado químico das massas de água subterrâneas com base nas zonas de proteção de água para consumo humano. 374
Figura 5.1.20 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Caldeira. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos). 376
Figura 5.1.21 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Capelo. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos). 376
Figura 5.1.22 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Cedros – Castelo Branco. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos)..... 377
Figura 5.1.23 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Flamengos - Horta. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos). 377
Figura 5.1.24 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Pedra-pomes da Caldeira. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos)..... 378
Figura 5.1.25 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Caldeira. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos). 378
Figura 5.1.26 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Capelo. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos). 379
Figura 5.1.27 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Cedros – Castelo Branco. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos)..... 379
Figura 5.1.28 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Flamengos - Horta. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos). 380
Figura 5.1.29 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Pedra-pomes da Caldeira. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos) 380
Figura 5.1.30 | Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Faial. 386
Figura 5.1.31 | Síntese do estado das massas de água subterrâneas na ilha do Faial. 387
Figura 6.1.1 | Necessidades anuais globais brutas de água por setor -2006. 391
Figura 6.2.1 | Perspetiva sobre o grau de recuperação de custos dos serviços públicos de águas na ilha do Faial. 399
Figura 6.3.1 | Encargos dos utilizadores domésticos com serviços de águas (abastecimento e saneamento) – consumo mensal de 10m^3 (2009) - Níveis tarifários aplicados em Portugal por município. 399

1 | Introdução

O presente volume apresenta a caracterização da situação de referência e diagnóstico da ilha do Faial, constante do PGRHI Faial, 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 Faial

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 39º 43' 23'' (Ponta Norte – ilha do Corvo) e 36º 55' 43'' (Ponta do Castelo – ilha de Santa Maria) de Latitude Norte; entre 24º 46' 15'' (Ilhéus das Formigas – ilha de Santa Maria) e 31º 16' 24'' (Ilhéu de Monchique – ilha das Flores) de Longitude Oeste (Serviço Regional de Estatística dos Açores (SREA), 2008).

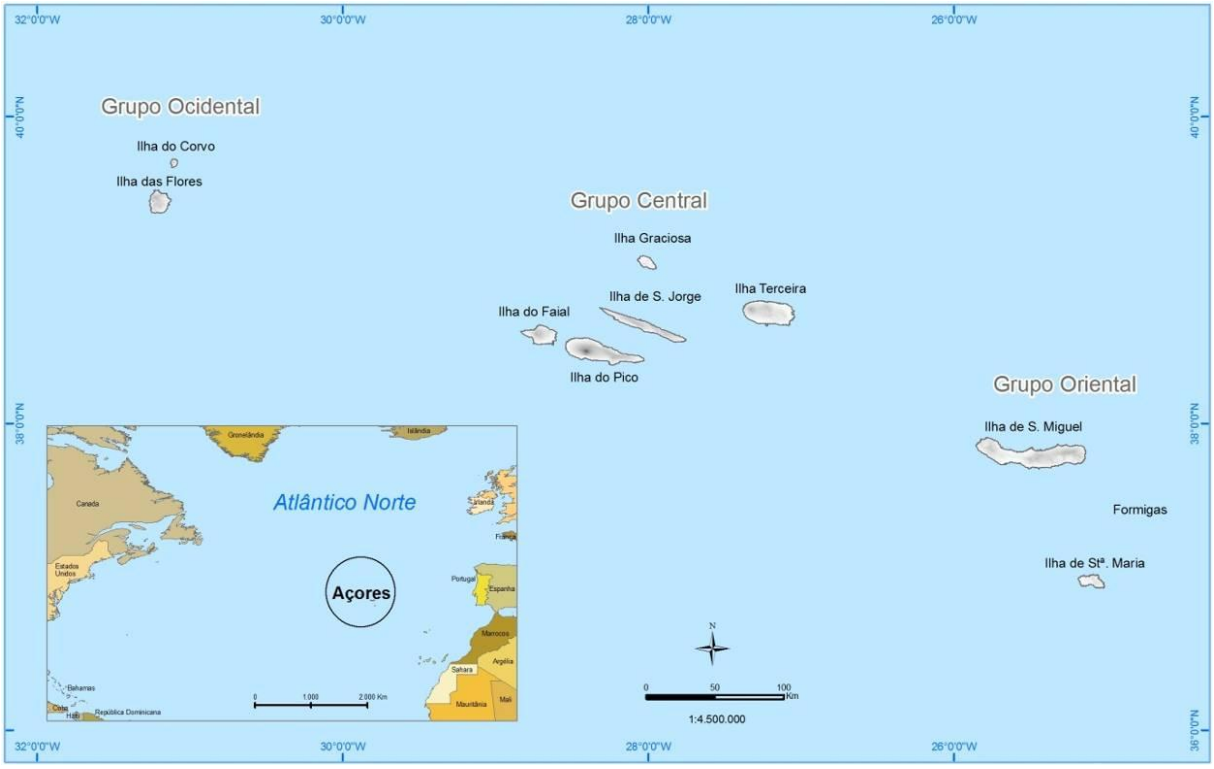


Figura 2.1.1 | Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores.

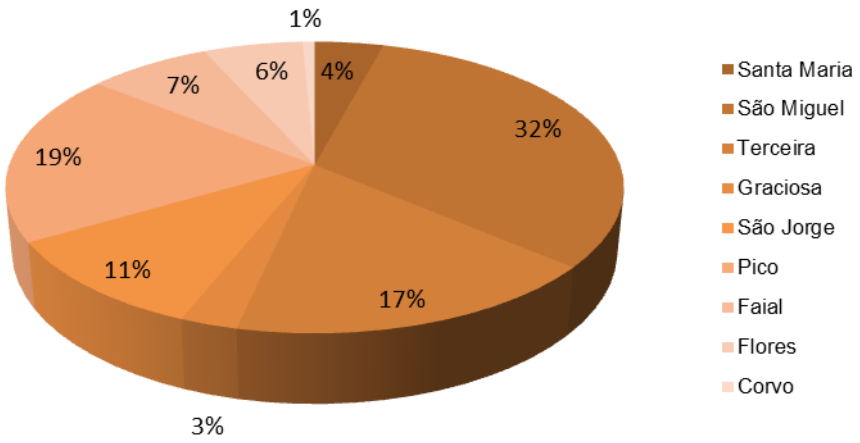
As ilhas dos Açores encontram-se alinhadas segundo um eixo com a orientação geral WNW-ESE, facto concordante com a disposição das principais fraturas que marcam a geodinâmica desta zona. A insularidade e o isolamento do arquipélago, considerados fatores determinantes da biogeografia regional, são confirmados 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^2, 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 utraperiférica, 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 ultraperificidade, 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 DRA, a qual integra a Administração Hidrográfica dos Açores (AHA).

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

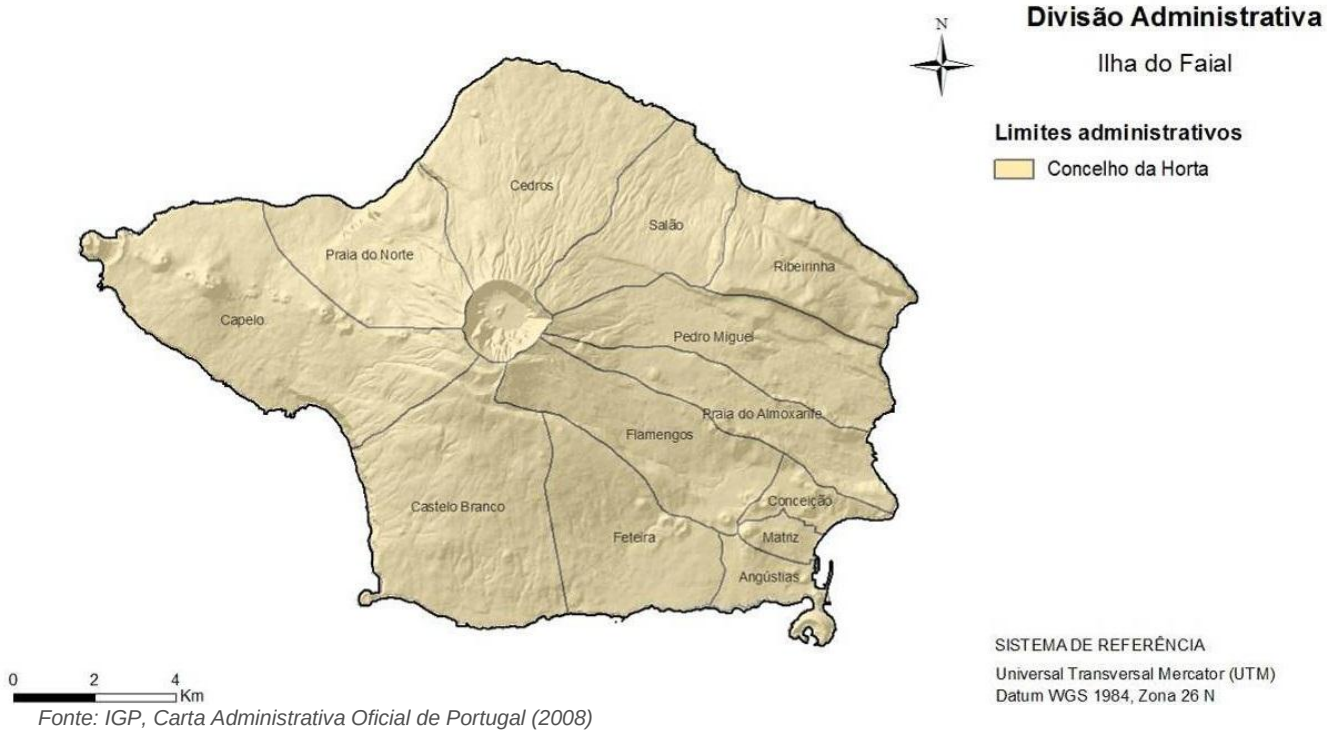
Figura 2.1.2 | Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%).

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 Faial é a ilha mais ocidental das cinco que integram o Grupo Central, estando posicionada, aproximadamente, a 17 milhas da ilha de São Jorge (SW) e a 3 milhas da vizinha ilha do Pico (W). Localiza-se entre 38º 30' 55'' (Caldeira do Inferno) e 38º 38' 39'' (Ponta dos Cedros) de Latitude Norte e entre 28º 35' 53'' (Ponta da Ribeirinha) e 28º 50' 05'' (Ponta dos Capelinhos) de Longitude Oeste (Instituto Geográfico Português (IGP), 2008). Com uma superfície de 173,1km^2, o Faial ocupa a quinta posição em termos de dimensão, representando cerca de 7,5% do território regional.

Relativamente à organização administrativa de âmbito local (Figura 2.1.3), a ilha do Faial tem um único concelho, o município da Horta, subdividido em 13 freguesias (Conceição, Matriz, Angústias, Feteira, Castelo Branco, Capelo, Praia do Norte, Cedros, Salão, Ribeirinha, Pedro Miguel, Flamengos e Praia do Almoxarife). As três primeiras são as freguesias urbanas da cidade da Horta, sede de concelho, onde se concentram os serviços, as atividades económicas, os equipamentos e as principais infraestruturas. Nos anos mais recentes, sobretudo após o sismo de 1989, as freguesias limítrofes da cidade passaram também a assumir funções residenciais, complementares à oferta do alojamento citadino. Os restantes núcleos populacionais mantêm ainda hoje traços de grande ruralidade, pois a economia da ilha está profundamente ligada à atividade agropecuária.



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

Figura 2.1.3 | Divisão administrativa da ilha do Faial.

Em 2011, a população residente na ilha do Faial era de 14 994 habitantes, existindo 5 449 famílias (INE, 2011). A densidade populacional situava-se nos 87hab/km^2, algo inferior à verificada na RAA (106hab/km^2). A evolução demográfica nesta ilha apresenta uma ligeira tendência de crescimento populacional, sendo que, de acordo com os dados dos Censos 2001 e Censos 2011, registou-se uma taxa de variação negativa de 0,5%.

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)[1] e complementada pelo Decreto-Lei n.º 77/2006 de 30 de março que estabelece o quadro de ação comunitária no domínio da política da água. 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 estatuídos na alínea *vv)* do artigo 4.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que aprova a Lei da Água, entende-se por Região Hidrográfica, "a área de terra e de mar constituída por uma ou mais bacias hidrográficas contíguas e pelas águas subterrâneas e costeiras que lhes estão associadas, constituindo-se como a principal unidade para a gestão das bacias hidrográficas", ou seja, a região hidrográfica é a unidade principal de planeamento e gestão das águas, tendo por base a bacia hidrográfica, conforme refere o n.º 2 do artigo 3.º da Lei da Água.

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

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

A alínea a) do n.º 6 do artigo 9.º da lei anteriormente citada refere que compete à Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH), através do 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 da RAA, concretizado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003-A, de 23 de abril, determinou-se a reforma do modelo institucional de planeamento e gestão da água com o objetivo de o adequar aos novos desafios colocados pela implementação do Plano.

O 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 Faial 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 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

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

– 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 PGRH-Faial com o Plano de Gestão de Recursos Hídricos dos Açores (PGRH – Açores), dando resposta as desiderato da DQA[2] 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, o Plano Diretor Municipal (PDM) e o Plano 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. (INAG), 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;

- As referências feitas e as competências atribuídas ao 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.”

[2] Nos termos do Artigo 13.º, n.º 6, Parlamento Europeu e Concelho 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.

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

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, cômoros, 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 flutuabilidade das águas por ela contidas. Em águas navegáveis ou flutuáveis a largura da margem é de 30m, enquanto nas águas não navegáveis nem flutuáveis 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 flutuabilidade 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.

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-Geiger 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 (ver Anexo 2.2.I) 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[3], 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.

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 verãos 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

---

[3]* 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"l – 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 CLIMAAT_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 Envirnments. Orographic Clouds Cover – In: R.S.Schmenauer & Bridman (Eds.). First International Conference on Fog and Fog Collection. IDRC, Ottawa, canada. Pp 433-436.

do arquipélago. Violentas tempestades quer de origem tropical quer provocadas por células depressionárias provenientes das latitudes mais setentrionais do Atlântico Norte Ocidental são responsáveis por numerosos episódios de precipitação, ora intensa ora persistente, com os consequentes impactes nos regimes de drenagem (na sua maioria de caráter torrencial), bem como no que diz respeito à erosão e aos fenómenos de deslizamento de massa decorrentes da saturação e alteração da agregação dos solos, da alteração da estabilidade de vertentes e taludes, e do derrube e transporte de grandes quantidades de massa vegetal.

Em termos gerais, muito embora se verifique uma variação das condições climáticas de um extremo ao outro 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 18ºC mas superior a -3ºC. 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 22ºC. 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[4]).

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

A dinâmica do clima do arquipélago é determinada pelo evoluir do campo de pressão atmosférica sobre o Atlântico Norte. Às cristas e talvegues barométricos associados ao regime geral de circulação condicionada pela massa do Continente Americano e pela massa aquática atlântica, sobrepõem-se os anticiclones semipermanentes atlânticos subtropicais dos quais se destaca a configuração recorrente anticiclónica do Atlântico Norte, genericamente designada por Anticiclone dos Açores. A norte destes sistemas prevalece uma circulação de Oeste e a zona de transição para o ar polar, zona de significativo gradiente barométrico e térmico, designada por Frente Polar. Ao longo desta evoluem os

[4] 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).

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)[5] para uma superfície horizontal no topo da atmosfera à latitude média dos Açores (38ºN) é da ordem dos 42MJ por m^2 dia^{-1} por altura do solstício de verão, decrescendo para 15MJ por m^2 dia^{-1} por altura do solstício de inverno. No entanto, dadas as

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

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^2 dia^{-1} 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, 1 600 horas de sol descoberto por ano. A insolação é significativamente superior junto ao litoral quando comparada com a observada em altitude. A insolação é, também, tal como seria de esperar, maior nos meses de verão, com predominância para os meses de julho e agosto. Tende, por outro lado, a ser superior nas ilhas mais baixas, nomeadamente, em 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 1 024hPa.

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

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 17,5ºC. Nas mesmas circunstâncias de localização os valores médios mensais são sempre superiores a 10ºC.

A temperatura varia regularmente ao longo do ano, sendo, em média, máxima em agosto e próxima dos 22,0ºC. As temperaturas médias mensais mais baixas ocorrem em fevereiro situando-se próximas dos 14,5ºC. Em altitude, a temperatura decresce de forma regular, à razão de 0,9ºC 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 0,6ºC por cada 100 metros (aproximação ao gradiente adiabático húmido). Por sua vez, a amplitude média anual da variação diurna é baixa, próxima dos 5ºC, 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 1 700mm observados na ilha das Flores. Os meses de setembro a março concentram 75% do total da precipitação anual. A este período do ano correspondem dois terços dos dias em que se observa precipitação. Sendo por norma abundante a precipitação no arquipélago dos Açores caracteriza-se por alguma irregularidade interanual cuja amplitude pode atingir valores significativos.

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 17Km.h^{-1}. Nos meses de inverno a velocidade média aproxima-se dos 20Km h^{-1}, enquanto que, nos meses de verão, o seu valor decresce para valores próximos dos 10Km.h^{-1}. Soprando em rajadas é raro o ano em que estas não atinjam velocidades próximas dos 100Km.h^{-1}. Verifica-se um aumento médio da velocidade do vento das ilhas do grupo oriental para as do grupo ocidental. Em todas as ilhas a velocidade do vento aumenta com a altitude, assumindo, porém, maior regularidade na sua orientação.

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

2.2.2.1 | Variáveis climáticas nas estações de referência

Nos Quadros 2.2.1 são apresentados os valores das variáveis climáticas nas estações de referência.

Quadro 2.2.1 | Variáveis climáticas para a ilha do Faial

Estação Ilha do Faial (estação meteorológica)												
Nº	**Nome**			**Lat. N**		**Long W**	**Altit. (m)**	**Tutela**		**Período**		
1	Horta (Observatório)			38º 31´		28º 38´	60	IM		1961-1990		
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	14,2	16,3	12,1	20,4	4,3	80	77	80	91,4	30	111,5	53,3
Fevereiro	13,6	15,9	11,4	21,2	4,6	80	76	80	95,4	32	98,2	56,6
Março	14,2	16,3	12	21	4,9	80	76	81	120,1	33	80,9	43,6
Abril	14,9	17,2	12,6	21,7	4,8	80	75	81	154.6	39	65	55,7
Maio	16,4	18,9	14	24	8,6	80	75	81	181,8	42	56	70,1

Estação Ilha do Faial (estação meteorológica)												
Nº	Nome		Lat. N			Long W		Altit. (m)	Tutela		Período	
1	Horta (Observatório)		38º 31´			28º 38´		60	IM		1961-1990	
Junho	18,6	21,2	16,1	26,9	11,8	82	76	83	174,1	40	48,8	55,7
Julho	21,1	23,9	18,3	28,9	13,9	79	74	82	231,8	52	35	39,9
Agosto	22,2	25,1	19,4	30,1	14,3	82	73	82	237,8	57	53,6	52,3
Setembro	21,3	24	18,6	30,4	12,5	81	74	82	178,3	48	89,7	120,1
Outubro	18,9	21,3	16,5	26,2	10,4	80	75	81	144,5	42	100,5	74,8
Novembro	16,8	18,9	14,6	24	7,6	79	76	80	102,8	35	114,6	69,1
Dezembro	15,2	14,2	13,1	21,5	5,6	81	79	81	82,8	28	120,2	82,5
Ano	17,3	19,7	14,9	30,4	4,3	80	75	81	1795,4	40	974	120,1

Variável	Vento																	
	Frequência (%) e velocidade média Vv (km/h) por rumo																	Vv
	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		C	Média
Mês	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Vv	%	Mês
Janeiro	10,1	12,1	11,9	16,9	6,8	19,6	12,3	21,0	12,4	20,4	14,3	23,1	19,3	24,1	12,4	23,0	0,5	21,6
Fevereiro	8,4	14,8	9,4	17,3	5,2	19,3	10,2	19,3	12,2	22,2	16,9	28,9	25,7	28,0	11,4	23,5	0,7	23,1
Março	10,0	13,8	13,2	17,4	7,4	16,7	9,1	17,4	12,5	19,1	15,4	22,1	22,7	22,9	9,0	18,9	0,7	19,9
Abril	9,4	13,8	17,6	17,5	10,8	16,0	13,2	18,6	9,9	17,4	9,8	18,8	16,1	21,7	11,5	20,1	1,7	18,3
Maio	6,2	12,2	11,5	17,6	9,5	13,9	11,8	15,1	8,8	14,7	13,4	14,8	24,2	17,6	12,0	18,8	2,5	16,2
Junho	6,9	9,8	15,3	16,8	12,4	11,3	10,1	11,9	8,7	10,6	13,6	13,4	21,5	15,4	7,8	17,2	3,5	13,5
Julho	7,5	9,4	14,2	13,2	12,1	9,9	9,2	11,5	8,1	8,1	13,6	11,8	22,2	14,8	9,1	13,9	4,0	11,9
Agosto	10,4	9,0	13,9	12,9	7,7	11,7	8,3	12,9	9,9	11,9	15,0	13,5	20,8	14,5	9,1	13,5	4,9	12,8
Setembro	14,1	11,3	16,7	15,7	7,6	15,7	8,6	13,6	8,3	13,5	12,9	17,4	19,9	18,1	10,0	14,2	2,0	15,1
Outubro	15,6	11,0	13,4	16,0	5,1	16,2	10,6	17,7	8,8	16,7	10,3	20,0	19,4	20,9	15,2	18,3	1,6	16,9
Novembro	13,5	13,3	9,6	18,0	7,9	19,4	13,4	20,0	12,7	19,9	12,0	23,7	16,5	22,4	13,2	19,7	1,2	19,6
Dezembro	9,3	14,3	10,7	17,9	9,0	24,5	11,5	18,9	11,2	21,3	13,6	25,2	21,9	27,8	12,0	21,5	0,7	21,8
Ano	10,1	12,1	13,1	16,3	8,4	15,7	10,7	16,9	10,3	17,0	13,4	19,6	20,9	20,7	11,1	18,9	2,0	17,6

2.2.2.2 | Balanço da radiação nas estações de referência

Os valores apresentados no Quadro 2.2.2 e Figura 2.2.1 correspondem à estimativa dos valores médios diários e mensais dos parâmetros radiativos de c.c.o. apurados para uma superfície horizontal com base na insolação observada em cada estação do IM que dispõe desse parâmetro (valores das normais climatológicas de 1961-1990), designadamente: radiação no topo da atmosfera (Ra), radiação global (Rs), radiação direta (Rsdir), radiação difusa (Rsdif). A avaliação das diferentes componentes do balanço recorre às metodologias preconizadas em Allen *et al*. (1994). A estimativa da radiação direta e radiação difusa recorre aos parâmetros de Angström calibrados para os Açores (Azevedo, 2003)[6].

[6] AZEVEDO, E.B. (2003) – " SEPARAÇÃO DAS COMPONENTES DIFUSA E DIRETA DA RADIAÇÃO GLOBAL OBSERVADA NOS AÇORES "– Revista ARQUIPÉLAGO; Ciências Agrárias e do Ambiente, Vol.1 (1) 61-67.

Quadro 2.2.2 | Estimativa dos valores médios diários e mensais dos parâmetros radiativos de c.c.o para a ilha do Faial

Latitude N	36	31	Ra	Ra	Rs (c.c.o.)	Rs (c.c.o.)	Rsdir (c.c.o.)	Rsdif (c.c.o.)
Longitude W	28	38	radiação	radiação	radiação	radiação	radiação	radiação
Altitude (m)	60		no topo da	no topo da	global	global	directa	difusa
	insolação	insolação	Atmosfera	Atmosfera	à superficie	à superficie	à superfície	à superfície
mês	horas/dia	horas/mês	MJ m^{-2} dia^{-1}	MJ m^{-2} $mês^{-1}$	MJ m^{-2} dia^{-1}	MJ m^{-2} $mês^{-1}$	MJ m^{-2} $mês^{-1}$	MJ m^{-2} $mês^{-1}$
Janeiro	2.95	91.4	17.2	531.8	7.2	221.7	83.4	138.3
Fevereiro	3.41	95.4	22.1	619.6	9.4	264.4	103.3	161.1
Março	3.87	120.1	29.0	897.7	12.5	387.2	153.8	233.4
Abril	5.15	154.6	35.6	1067.5	16.6	498.4	220.8	277.5
Maio	5.86	181.8	40.0	1240.4	19.1	593.3	270.8	322.5
Junho	5.80	174.1	41.7	1251.6	19.5	586.2	260.8	325.4
Julho	7.48	231.8	40.8	1264.0	21.7	673.7	345.1	328.6
Agosto	7.67	237.8	37.2	1153.5	20.8	643.9	343.9	299.9
Setembro	5.94	178.3	31.3	938.2	16.0	481.3	237.3	243.9
Outubro	4.66	144.5	24.2	751.3	11.6	360.6	165.2	195.3
Novembro	3.43	102.8	18.4	551.3	8.0	241.4	98.1	143.3
Dezembro	2.67	82.8	15.7	487.7	6.4	198.0	71.2	126.8
Total ano (horas)		**1795.4**						
		Total ano (MJ m^{-2})	**10755**		**5150**		**2354**	**2796**

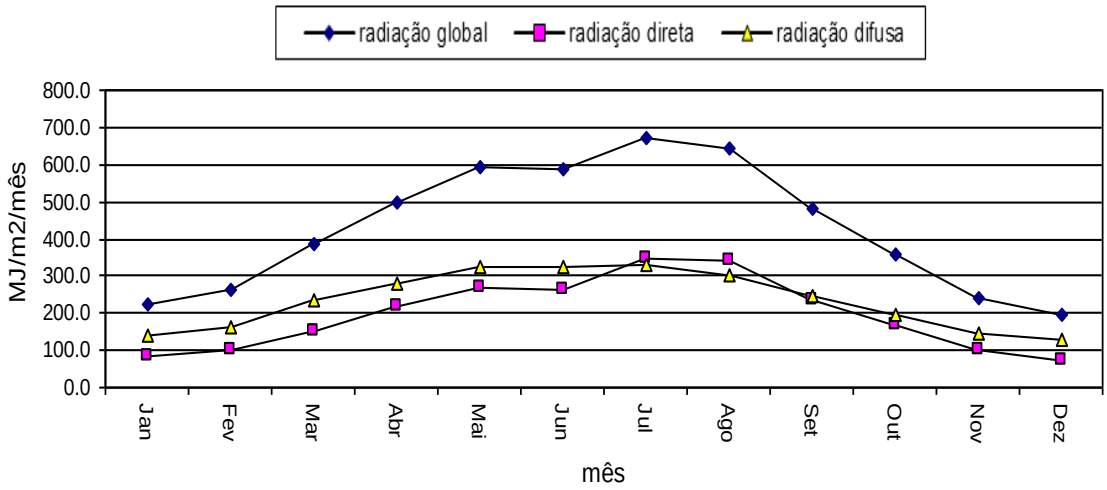


Figura 2.2.1 | Radiação solar mensal numa superfície horizontal (MJ m2) – ilha do Faial (60m).

2.2.2.3 | Balanço hídrico e classificação climática nas estações de referência

No Quadro 2.2.3 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 2.2.2). 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 2.2.3 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha do Faial

Balanço Hídrico Sequencial, método de Thornthw aite - Faial

Etp - Penmam/ Montheit — Capacidade da reserva útil do solo = 120 mm

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
ETp	43,2	44,8	57,3	68,7	83,8	87,6	109,1	106,4	85,7	68,7	51,9	38,8	**846**
Prec	111,5	98,2	80,9	65,0	56,0	48,8	35,0	53,6	89,7	100,5	114,6	120,2	**974**
Prec-Etp	68,3	53,4	23,6	-3,7	-27,8	-38,8	-74,1	-52,8	4,0	31,8	62,7	81,4	**128**
L	0,0	0,0	0,0	-3,7	-31,5	-70,4	-144,5	-197,3	-178,3	-85,2	0,0	0,0	
Ras	120,0	120,0	120,0	116,3	92,3	66,8	36,0	23,2	27,2	59,0	120,0	120,0	
ΔRas	0,0	0,0	0,0	-3,7	-24,1	-25,5	-30,8	-12,8	4,0	31,8	61,0	0,0	
Ete	43,2	44,8	57,3	68,7	80,1	74,3	65,8	66,4	85,7	68,7	51,9	38,8	**745**
DH	0,0	0,0	0,0	0,1	3,7	13,3	43,4	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	**100**
SH	68,3	53,4	23,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	81,4	**229**

Ia - Índice de Aridez 12% — Iu - Índice de Humidade 27% — Ih -Índice Hídrico 20%

Ic - Concentração Térmica: 36% — Classificação Climática de Thornthw aite: B1 B´2 r a´

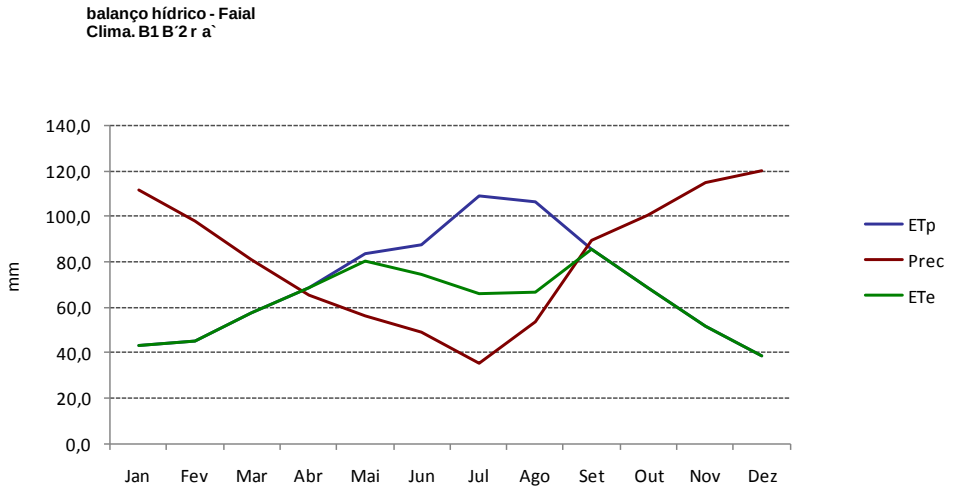


Figura 2.2.2 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha do Faial.

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 serie 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 2.2.4 são apresentados os valores da precipitação mensal observada junto ao litoral nas diferentes estações do IM utilizadas como referência. No Quadro 2.2.5 e Figura 2.2.3 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 2.2.4).

Quadro 2.2.4 | 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	1125,6	1194,3	918,4	956,3	974,0	1716,1	1144,6	1147,0	272,4	1419,4	874,7

Quadro 2.2.5 | Contributo (%) de cada mês para a precipitação anual de cada 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

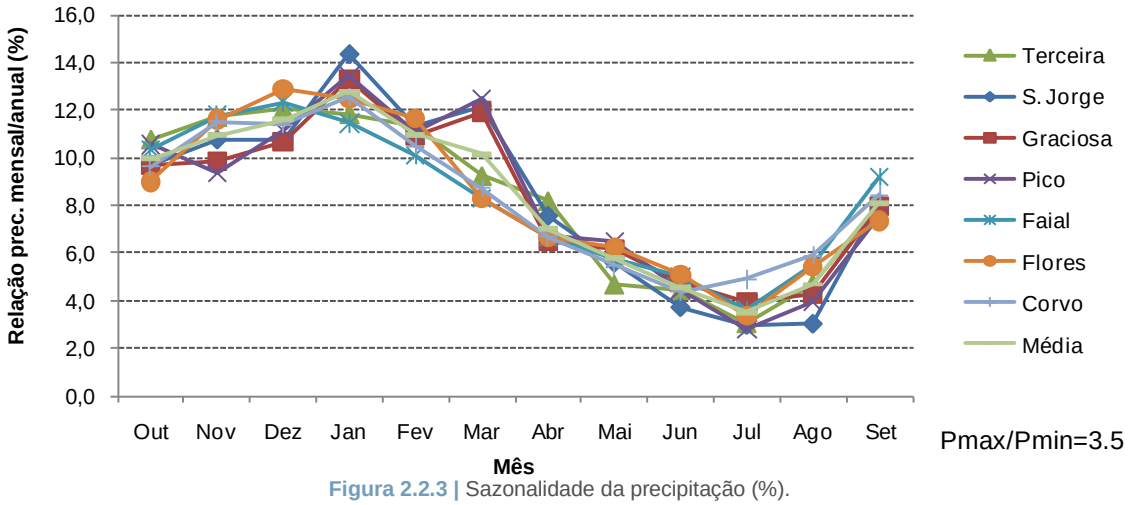


Figura 2.2.3 | Sazonalidade da precipitação (%).

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 mensal de Angra do Heroísmo (1874 a 2008 a que correspondem 131 anos hidrológicos) é possível constatar que a sua variabilidade interanual é elevada, podendo atingir valores próximos dos 1 000mm (Figura 2.2.4).

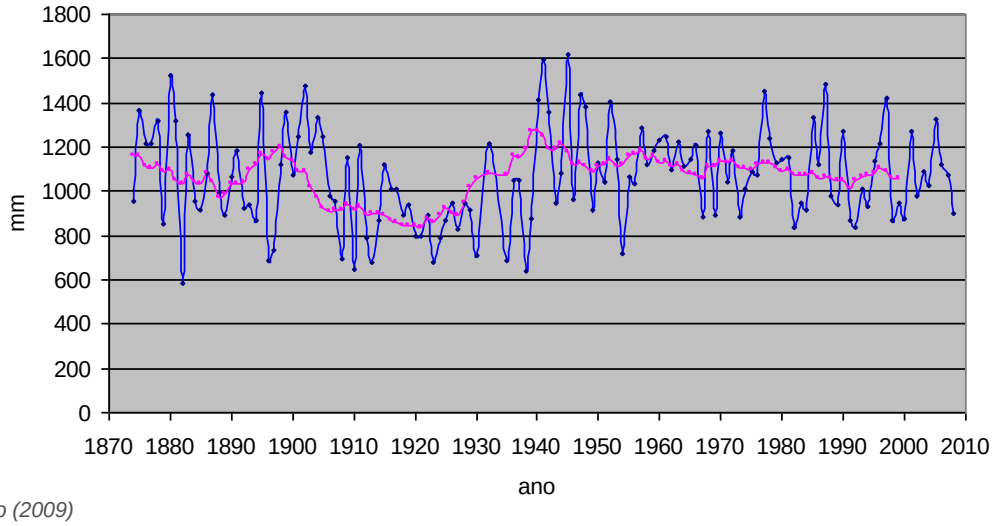
Efetuando-se a análise de distribuição dos valores da precipitação anual registada na mesma série foram obtidos os parâmetros estatísticos constantes no Quadro 2.2.6, bem como a respetiva distribuição por classes de frequência apresentada nas Figuras 2.2.5 e 2.2.6, verificando-se que os valores mais 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 2.2.7 e 2.2.8.

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 2.2.9), 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 2.2.4 | Precipitação anual em Angra do Heroísmo no período de 1874 a 2008.

Quadro 2.2.6 | 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

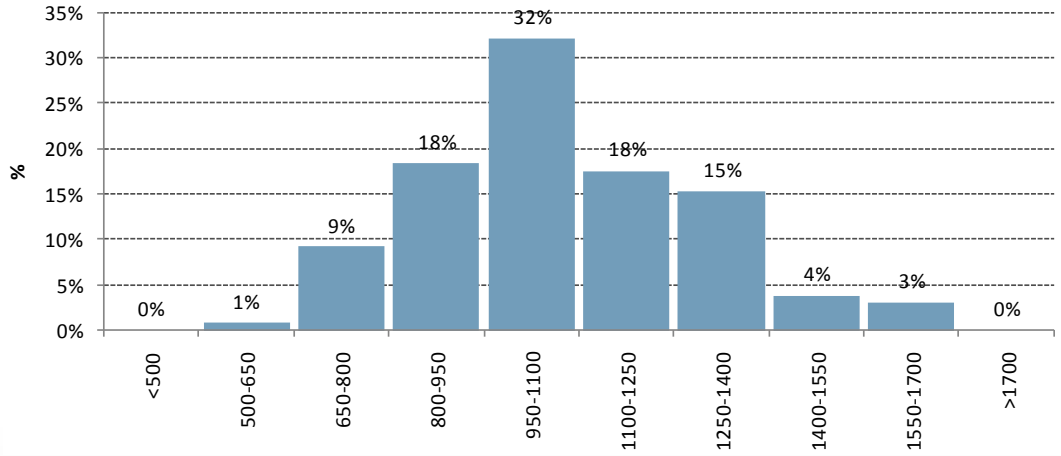


Figura 2.2.5 | Distribuição da precipitação por classes de frequência precipitação em Angra do Heroísmo (1874/2008).

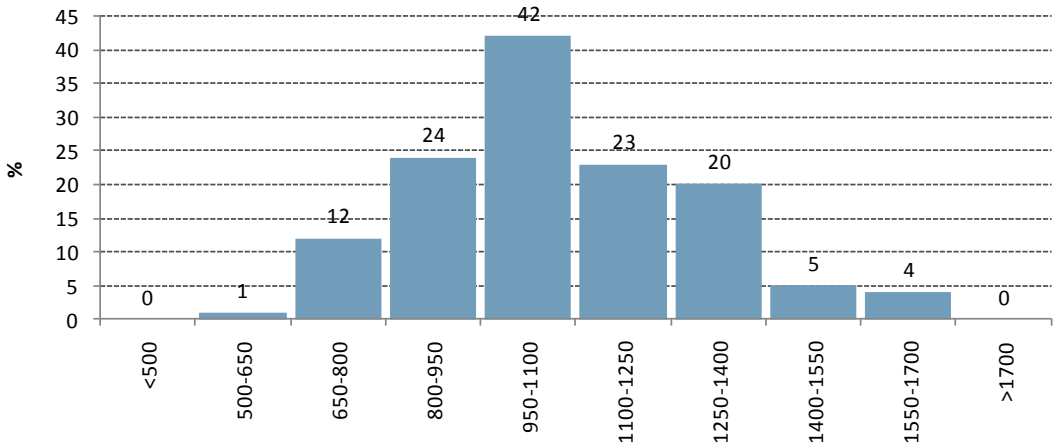


Figura 2.2.6 | Precipitação em Angra de Heroísmo 1874/2008 (número de anos por classes de frequência).

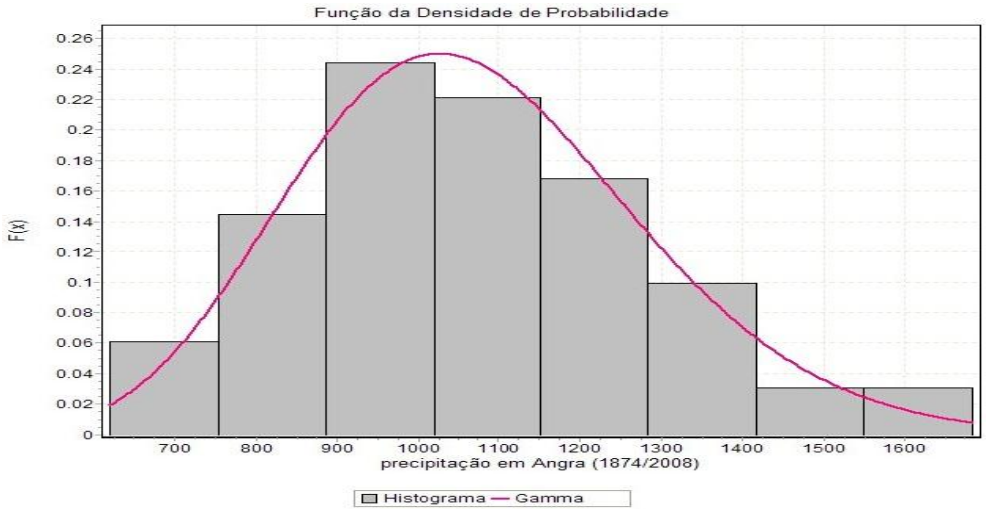


Figura 2.2.7 | Distribuição da precipitação em Angra de Heroísmo (1874/2008) por classes de frequência.

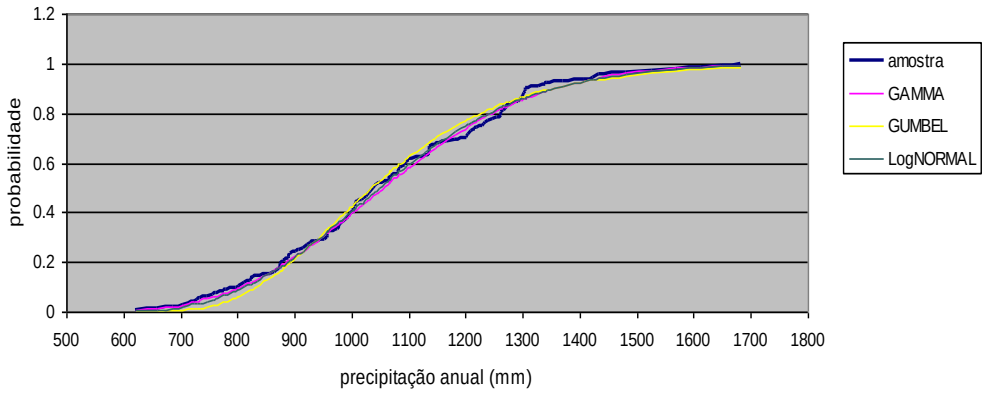


Figura 2.2.8 | Ajustamento estatístico da precipitação (1874/2008) às leis de GAMMA, GUMBEL e LogNORMAL.

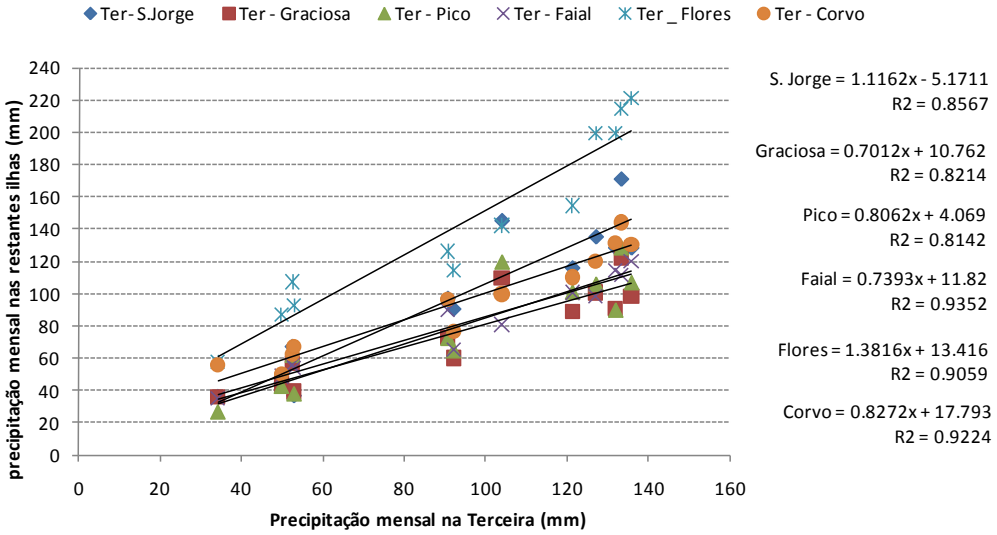


Figura 2.2.9 | Correlação da precipitação média mensal na ilha Terceira com as restantes ilhas.

Quadro 2.2.7 | Valores da precipitação anual estimada para vários períodos de retorno (T) e valores médios e limites para anos secos e húmidos

		Terceira Angra	S. Jorge Calheta	Graciosa Sta.Cruz	Pico Madalena	Faial Horta	Flores Sta.Cuz	Corvo 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)[7] são estabelecidas as respetivas curvas de possibilidade udométrica para as diferentes ilhas em estudo.

[7] 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 2.2.8 | Possibilidade udométrica na ilha do Faial – Horta (60m)

Precipitação de curta duração					
Duração em horas	Períodos de retorno em anos				
	5 mm	10 mm	25 mm	50 mm	100 mm
24,00	83,9	100,4	121,4	136,9	152,4
12,00	71,8	86,1	104,3	117,7	131,1
6,00	56,8	67,0	80,1	89,6	99,2
2,00	39,9	47,4	56,8	63,7	70,7
1,00	34,1	42,3	52,9	60,7	68,5
0,50	22,0	26,2	31,7	35,7	39,7
0,25	15,2	17,8	21,0	23,5	25,9
0,08	8,4	10,1	12,2	13,7	15,3

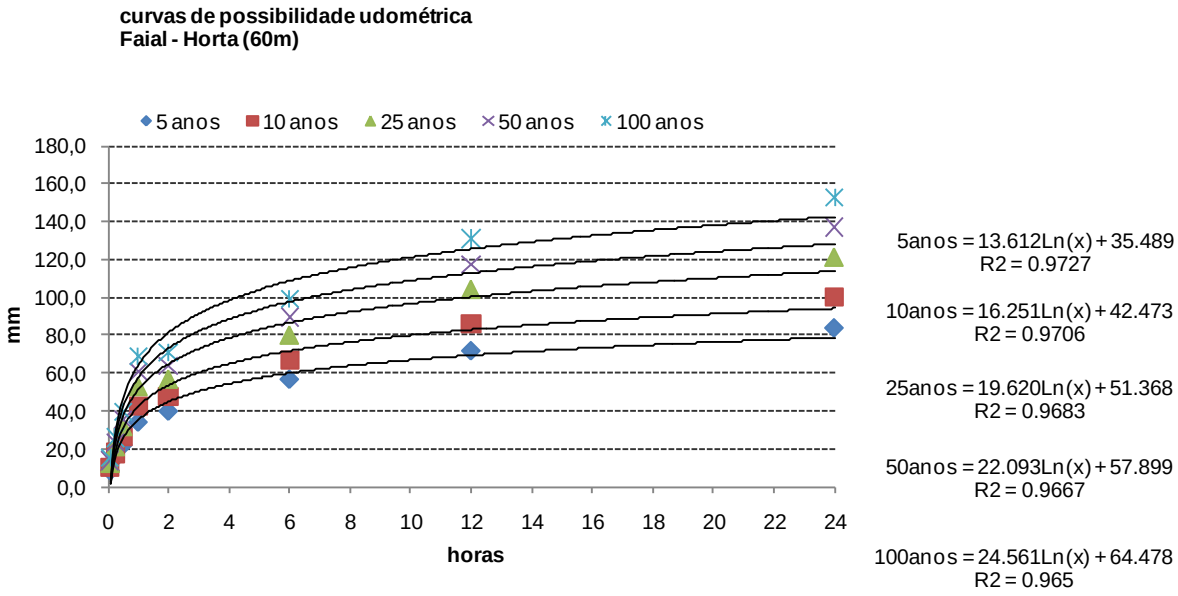


Figura 2.2.10 | Curvas de possibilidade udométrica no Faial – Horta (60m).

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 Clima Insular à Escala Local (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 2.2.11 a 2.2.13.

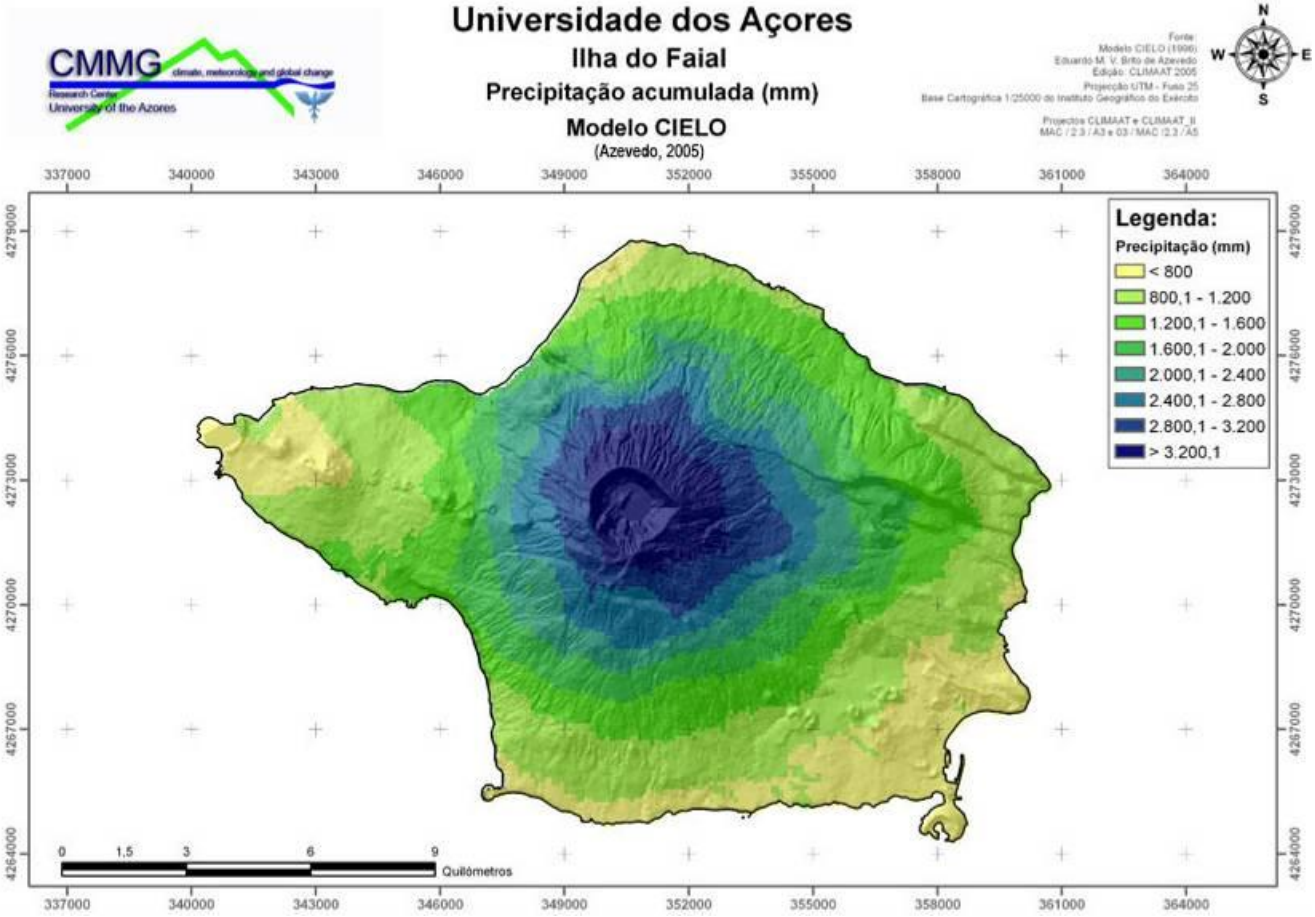


Figura 2.2.11 | Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha do Faial.

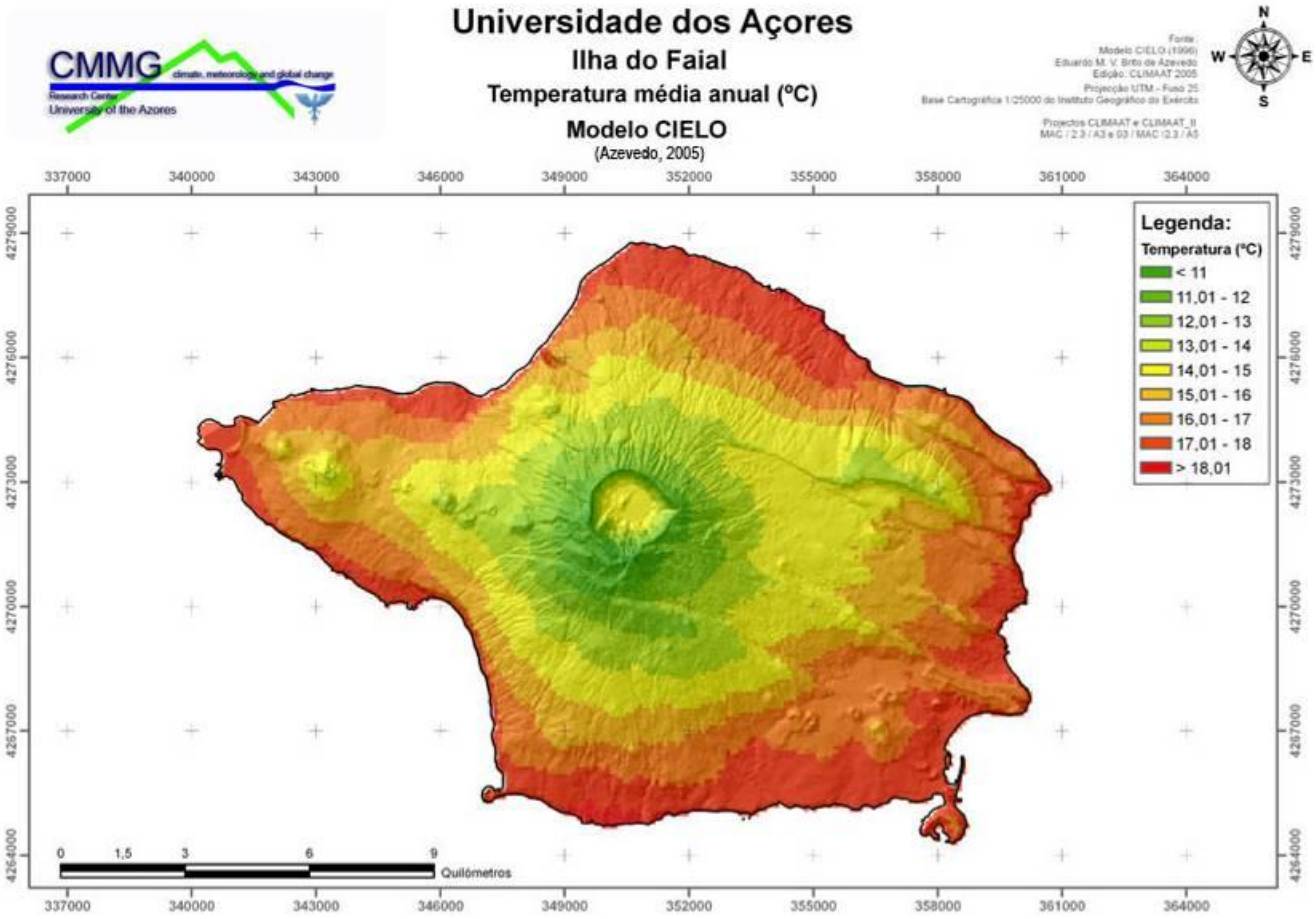


Figura 2.2.12 | Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha do Faial.

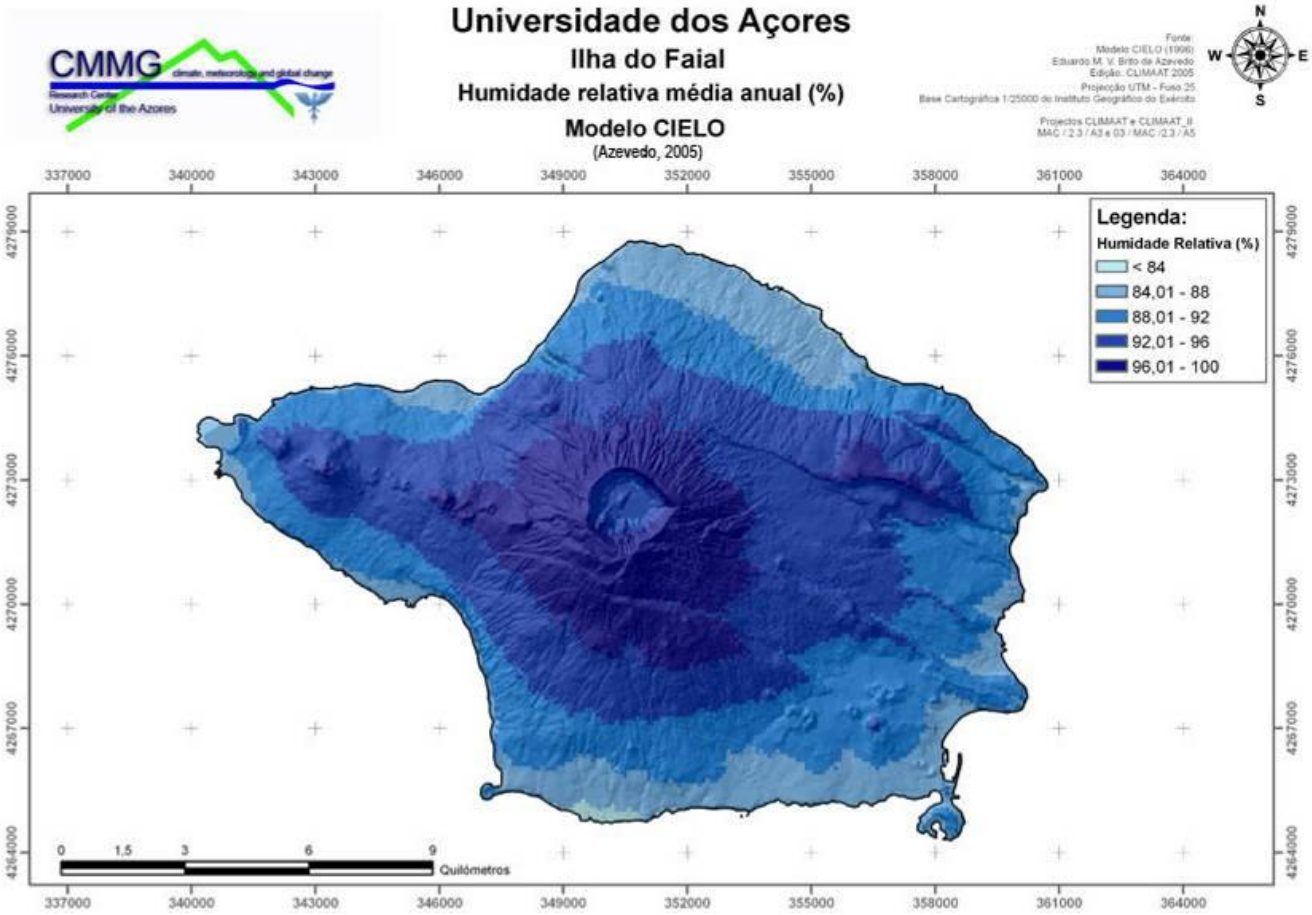


Figura 2.2.13 | Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha do Faial.

2.3 | Caracterização geológica e geomorfológica

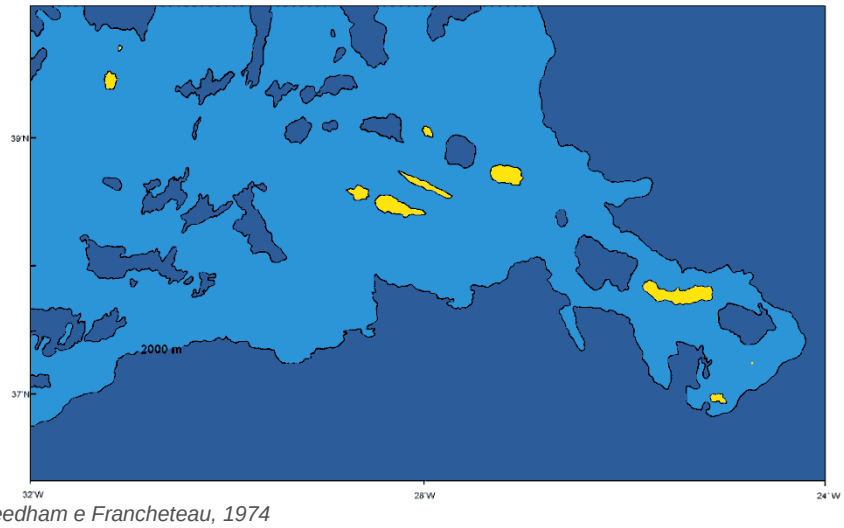
2.3.1 | Geologia

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 crusta 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).

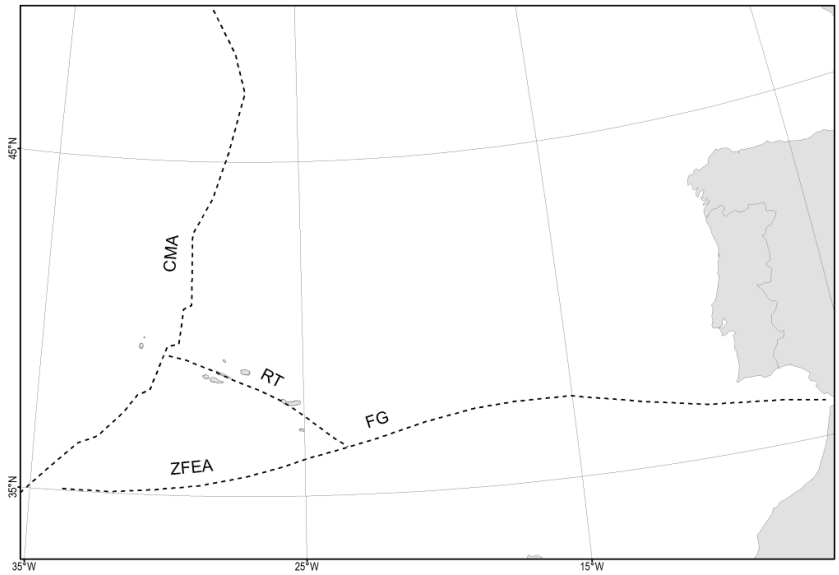
Esta região do Atlântico Norte corresponde a um ponto triplo onde contactam as placas litosféricas Americana, Africana e Euroasiática, sendo a dinâmica regional dominada pela presença de importantes estruturas tectónicas, de entre as quais se destacam a Crista Média Atlântica, a Zona de Fratura Este dos Açores e o Rift da Terceira (Figura 2.3.2). Este complexo enquadramento estrutural da região dos Açores é, ainda, alvo de alguma controvérsia científica,

nomeadamente no que concerne ao modelo evolutivo da junção tripla dos Açores, e reflete-se através de uma importante atividade sísmica e vulcânica.



Fonte: adaptado de Needham e Francheteau, 1974

Figura 2.3.1 | Plataforma dos Açores.



Legenda: CMA - Crista Média Atlântica; ZFEA - Zona de Fratura Este dos Açores; FG - Falha Gloria; RT - Rift da Terceira, ZFOA - Zona de Fratura Oeste dos Açores.
Fonte: Pacheco et al., (2011)

Figura 2.3.2 | Principais estruturas tectónicas da região dos Açores.

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 sismogénico 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.

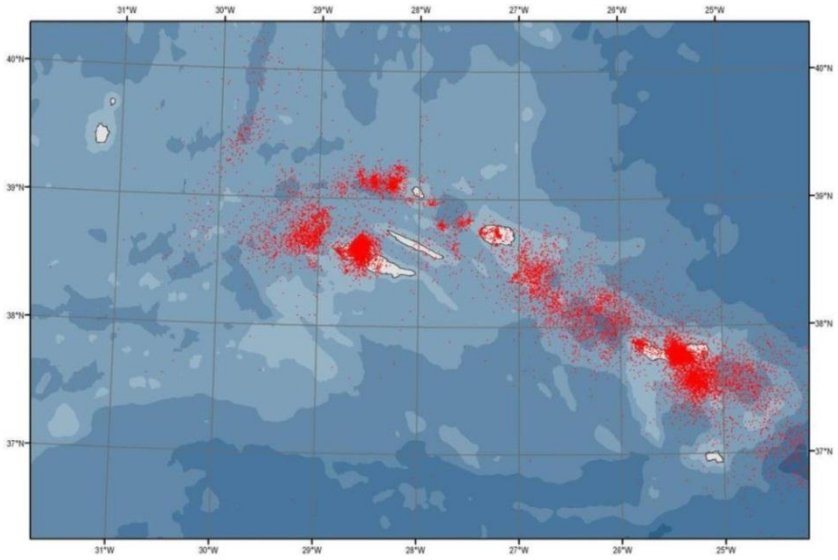
O Rift da Terceira, com orientação geral WNW-ESSE definida pelo alinhamento das ilhas dos grupos Central e Oriental, converge a oeste com a CMA e a leste com a Falha Gloria. Trata-se de uma estrutura caracterizada por um comportamento distensivo e de desligamento, associada a fenómenos sismogénicos e 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 São Miguel, a ilha de São Miguel, a Fossa Sul do Hirondelle, o Banco D. João de Castro, a Fossa Norte do Hirondelle, a Crista Submarina da Terceira, a ilha Terceira, a Bacia Este da Graciosa, a ilha Graciosa e a Bacia Oeste da Graciosa.

2.3.1.2 | Atividade sísmica

A região dos Açores é caracterizada por uma intensa atividade sísmica, centrada ao longo dos principais acidentes tectónicos anteriormente referidos, caracterizada pela ocorrência de eventos de magnitude geralmente intermédia a baixa, ocorrendo ocasionalmente eventos com magnitude superior a 5 na Escala de Richter (Figura 2.3.3). Realça-se a existência de diversas zonas sismogénicas que se evidenciam pela sua elevada sismicidade, como é o caso da zona a W do Faial, a Fossa Oeste da Graciosa, a Crista Submarina Leste da Terceira, a Fossa Hirondelle, a zona central de São Miguel, a Fossa da Povoação e a região dos ilhéus das Formigas.

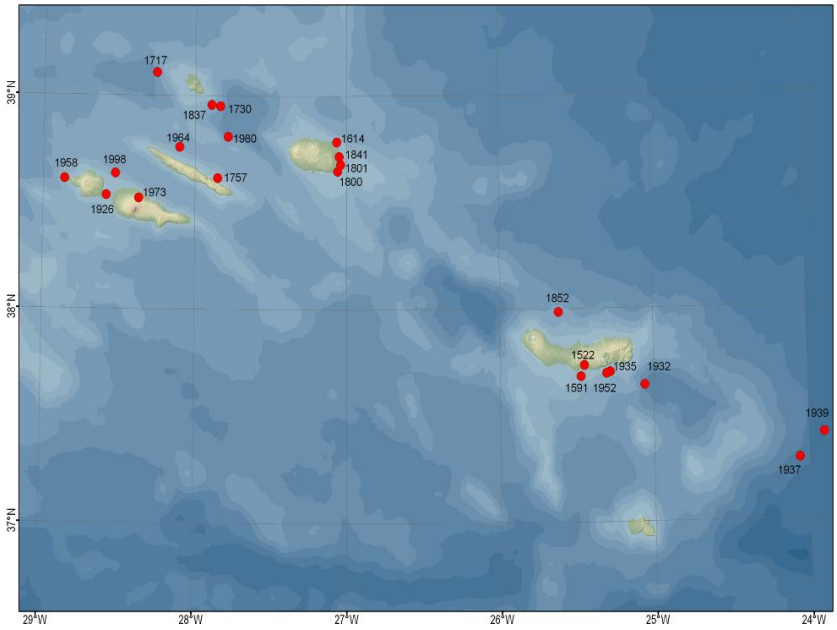
Esta atividade tem provocado inúmeros sismos sentidos, alguns com impacto importante, como o demonstram as intensidades dos principais sismos sentidos nos Açores após a sua descoberta e povoamento no séc. XV (Quadro 2.1). Desde o povoamento dos Açores, no século XV, verificaram-se cerca de 25 sismos (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: Dados do Centro de Informação e Vigilância Sismovulcância dos Açores (CISIVA) (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 São 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 São 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: Dados de Silveira (2002), Silva (2005)

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

Quadro 2.3.1 | Principais sismos históricos sentidos no arquipélago dos Açores

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

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

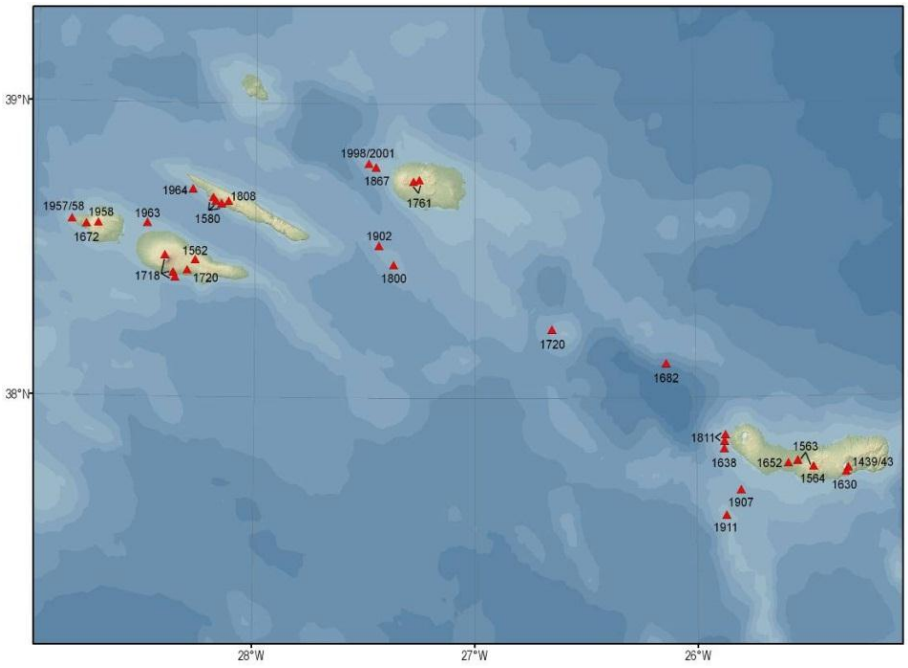
Fonte: Coutinho (2000)

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, São Jorge, Terceira e São Miguel.

Da análise da localização e sequência cronológica das várias erupções históricas observadas no arquipélago merece destaque a proporção de erupções submarinas e litorais, que 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 3×10^5 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 caráter explosivo, correspondendo a erupções plinianas, subplinianas e hidrovulcânicas, o que permitiu a formação de depósitos de pedra-pomes de queda, escoadas piroclásticas, *surges*, *lahars* e domos e escoadas lávicas traquíticas.

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

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

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

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

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

2.3.1.5. | Caracterização geoquímica do arquipélago

A generalidade dos produtos vulcânicos das ilhas do arquipélago insere-se na série de diferenciação alcalina (Assunção e Canilho, 1970; White *et al.,* 1979; Rodrigues *et al.,* 1989), num domínio intraplaca (Gaspar *et al.,* 1990), contrastando com o caráter toleítico dos basaltos 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 toleítos típicos. Na verdade, as suas razões isotópicas, aproximam-se mesmo das encontradas para a generalidade dos basaltos alcalinos das ilhas (White *et al.,* 1979), facto que permite concluir pela existência de uma anomalia geoquímica na região dos Açores (White *et al.,* 1979).

Uma tal constatação faz supor uma fonte comum aos basaltos toleíticos e alcalinos da plataforma dos Açores. Os basaltos do Faial, Pico e São 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 fraccionação 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 Faial

2.3.1.6.1 | Modelado vulcânico e tectónica

A ilha do Faial, com uma forma aproximadamente pentagonal e com alongamento WNW-ESE, apresenta uma largura e comprimento máximos de 14km e 21km, respetivamente. A sua área superficial estende-se por 173,1km^2, sendo a cota máxima no vértice geodésico do Cabeço Gordo, com cerca de 1 043m de altitude (Coutinho, 2000).

Os domínios geomorfológicos principais na ilha do Faial são (Figura 2.9): (1) Vulcão da Caldeira, (2) Graben de Pedro Miguel, (3) Península do Capelo e (4) Região Horta-Flamengos-Feteira.

O Vulcão da Caldeira é um aparelho vulcânico compósito, situado na zona central da ilha, cujas vertentes apresentam pendores na ordem dos 6^o para altitudes inferiores a 200m, aumentando de inclinação sendo que, aos 800m-1 000m pode ser de ordem superior aos 19^o. No topo do vulcão instalou-se uma caldeira com cerca de 380m de profundidade,

2km de diâmetro a topo e 1km de diâmetro na base. No interior da caldeira edificou-se um cone de escórias com cerca de 50 m de altura.

O Graben de Pedro Miguel localiza-se na parte oriental da ilha, entre a freguesia do Salão e a Lomba da Espalamaca. É um local tectonicamente condicionado por falhas de orientação WNW-ESE. De Norte para Sul temos as falhas da Lomba dos Espalhafatos, da Lomba Grande e do Rato, com escarpas de falha voltadas a Sul e falha da Rocha Vermelha (Lomba dos Frades-Lombinha) e da Espalamaca com escarpas voltadas a Norte, o que confere ao local uma morfologia em degraus (Madeira, 1998).

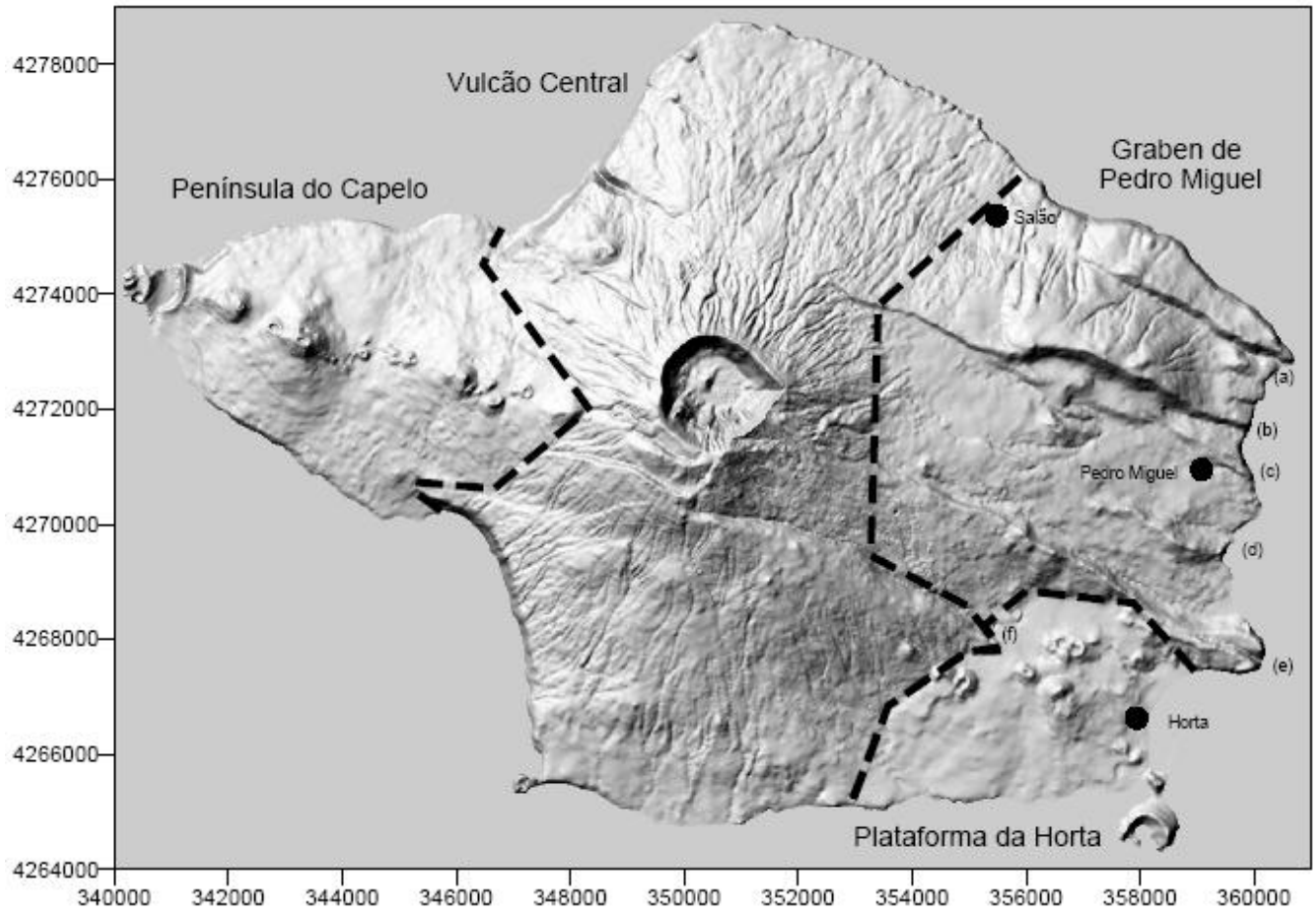
A Península do Capelo, situada na zona mais recente e mais ocidental da ilha do Faial é constituída por cones vulcânicos monogenéticos, resultantes de vulcanismo basáltico de baixa explosividade. Encontram-se alinhados NW-SE a WNW-ESE ao longo de uma fratura responsável pela emissão de piroclastos e lavas basálticas *s.l.*, que se estenderam para Norte e para Sul, contribuindo para a expansão da ilha primitiva.

A Região Horta-Flamengos-Feteira a SE da ilha do Faial apresenta-se como uma zona mais ou menos aplanada, constituída por escoadas lávicas com esporádicas coberturas pomíticas e de material sedimentar, onde se instalaram um conjunto de cones estrombolianos (Monte Carneiro, 257m) e ainda um cone de tufo vulcânico que teve a sua origem numa erupção marinha do tipo surtsiano, Monte da Guia (145m).

A rede hidrográfica da ilha do Faial é mista no sentido em que se apresenta densa e bem encaixada e de padrão radial centrífugo na zona do Vulcão da Caldeira; de padrão paralelo, nitidamente condicionado por estruturas tectónicas e pouco evoluída (Madeira, 1998) no Graben de Pedro Miguel; na península do Capelo não existe uma rede hidrográfica organizada, fazendo-se a drenagem superficial ao longo de estruturas relacionadas com a morfologia dos derrames; na Região Horta-Flamengos-Feteira a drenagem é feita exclusiamente pela ribeira dos Flamengos e pela ribeira da Granja.

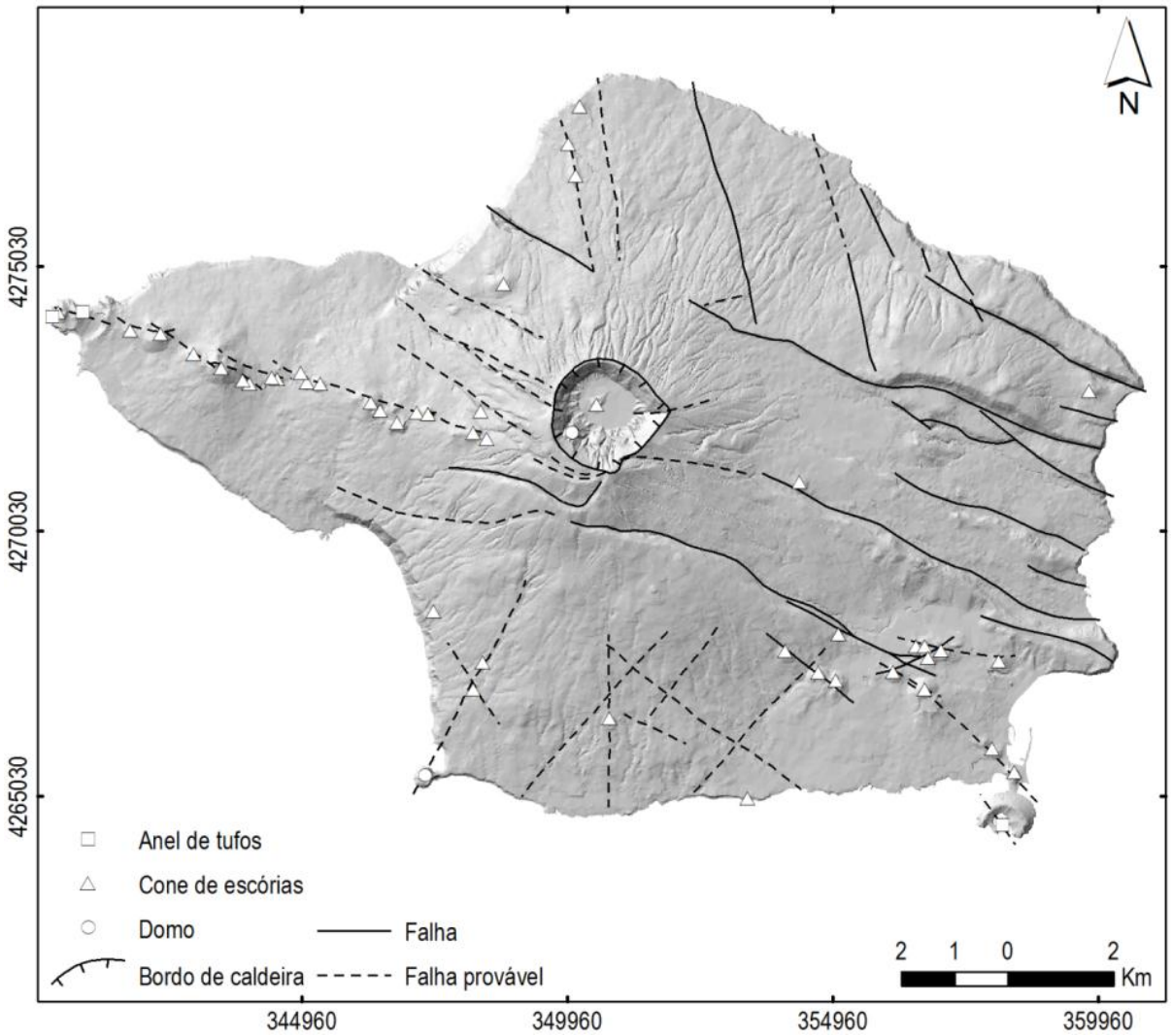
De entre as principais estruturas tectónicas da ilha do Faial destacam-se dois sistemas de falhas principais, de direções gerais WNW-ESE e NNW-SSE a NW-SE (Agostinho, 1936; Berthois, 1953; Taziefff, 1959; Zbyszewski e Veiga Ferreira, 1959; Zbyszewski *et al.*, 1959; Machado, 1955, 1982; Chovelon, 1982; Serralheiro *et al.*, 1989; Madeira e Ribeiro, 1990, 1992; Madeira, 1991a; 1991b, 1998) (Figura 2.3.7).

O sistema de falhas dominante é o de orientação WNW-ESE, bem evidenciado pela série de escarpas de falha e patamares que se destacam na parte oriental da ilha. Na parte ocidental da ilha, a mais importante manifestação deste sistema é traduzida pelo alinhamento de cones de escórias entre o Cabeço dos Trinta e o Vulcão dos Capelinhos, que se dispõem ao longo de uma série de fraturas em échelon direito, materializando a Falha do Capelo. Esta falha é particularmente relevante no contexto do vulcanismo recente da ilha do Faial, em particular no que se refere às erupções históricas (Cabeço do Fogo em 1672 e Capelinhos em 1957/8), pois ambas se localizaram ao longo do seu eixo. Segundo Madeira (1998), este é um sistema distensivo com desligamento direito normal, estimando-se, para algumas falhas, componentes verticais máximos da ordem dos 200m e horizontais de 168m. Segundo aquele autor, o slip rate neste sistema poderá ascender a 0,43cm/ano, de acordo com o máximo estimado para a Falha da Rocha Vermelha.



Fonte: Madeira (1998)

Figura 2.3.6 | Modelo tridimensional da ilha do Faial, onde se distinguem, esquematicamente, quatro regiões geomorfológicas: o Vulcão Central, o Graben de Pedro Miguel, a Plataforma da Horta e a Península do Capelo.



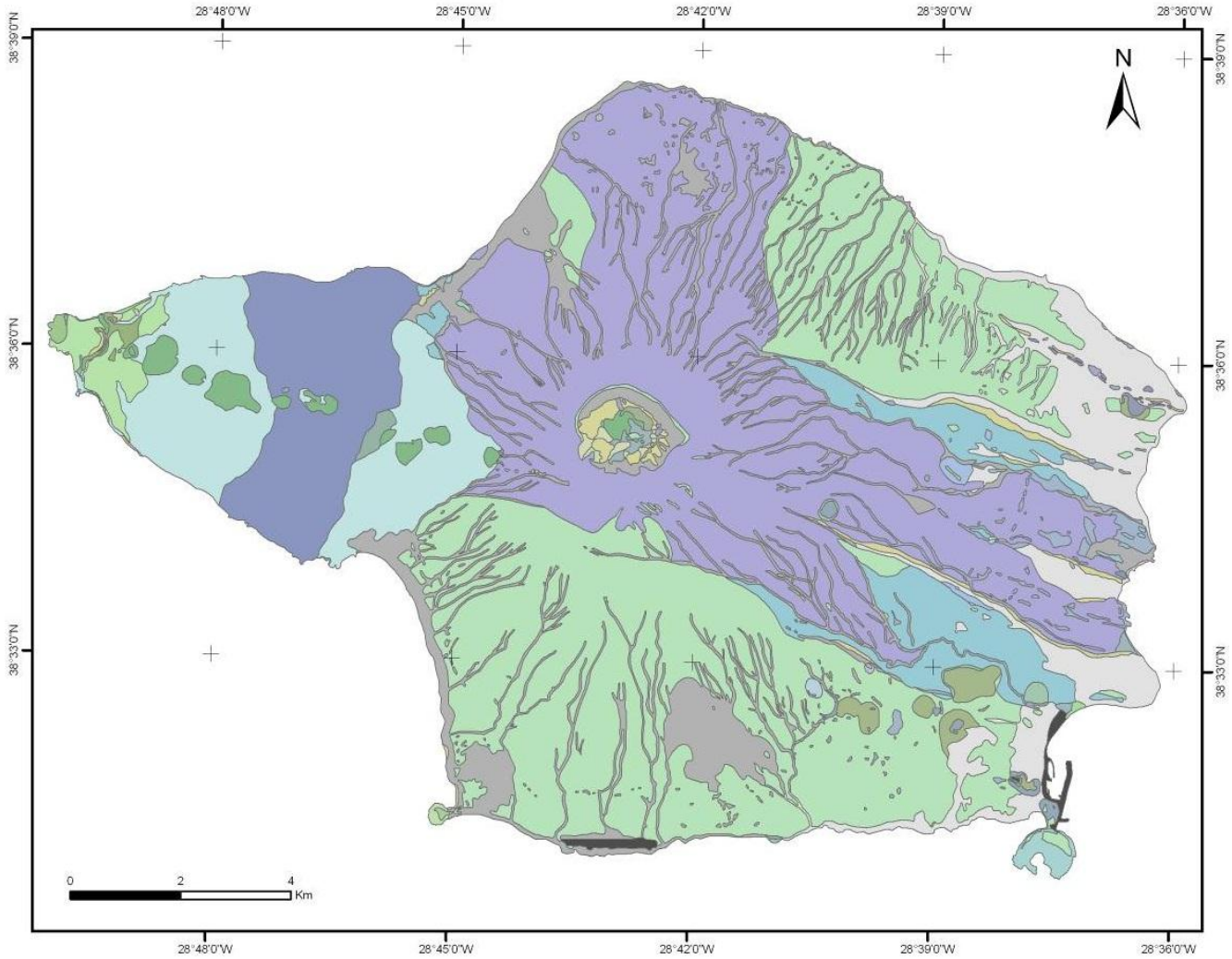
Fonte: Tectónica modificada de Madeira (1998) (Queiroz et al., 1995, Queiroz, 1997 e Gaspar et al. 2003)

Figura 2.3.7 | Localização dos diversos centros eruptivos e principais estruturas tectónicas presentes na ilha do Faial.

2.3.1.6.2 | Geologia

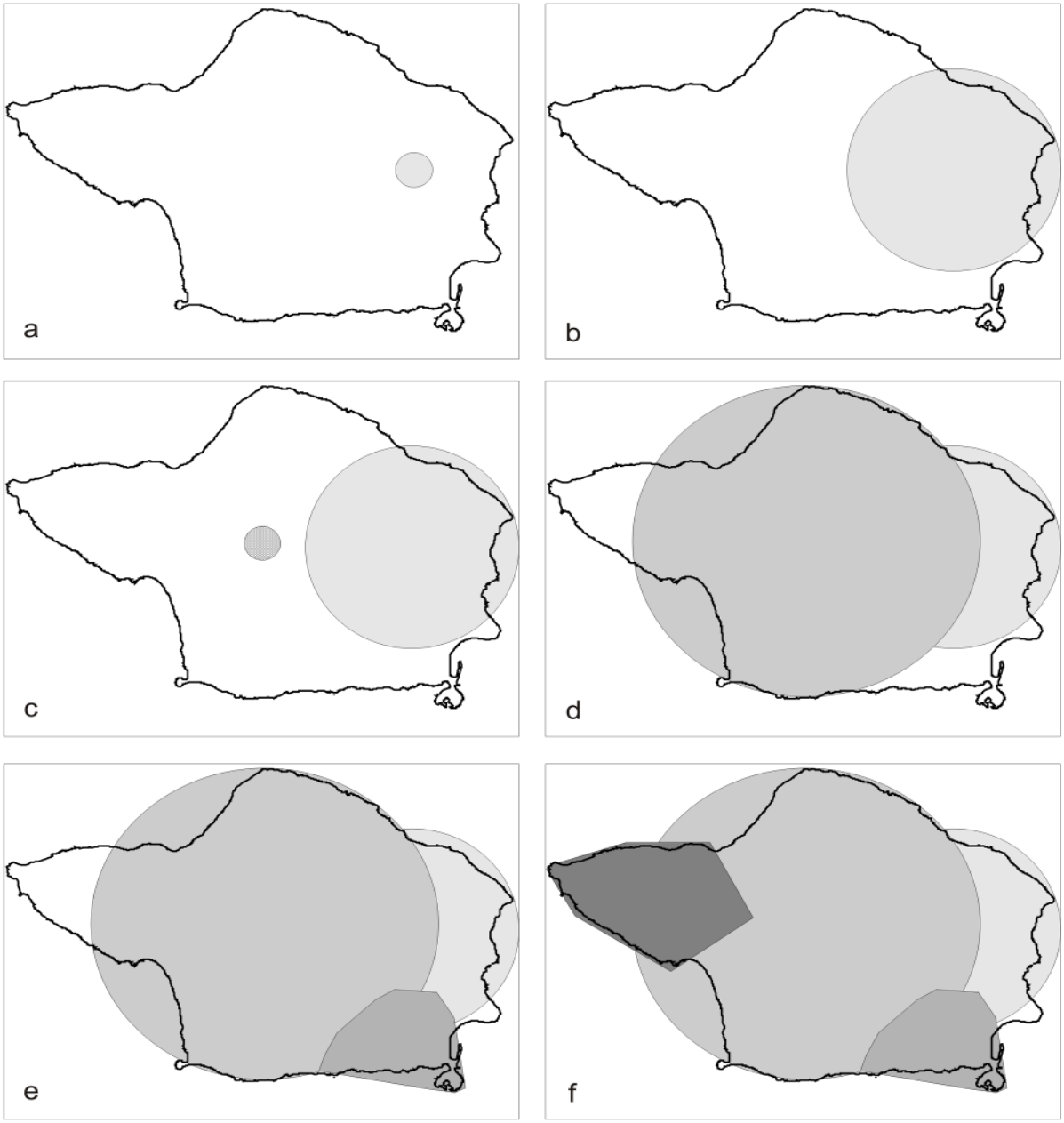
Serralheiro *et al.* (1989) estabeleceram um conjunto de formações e complexos para descrever a geologia da ilha do Faial (Figura 2.3.8), nomeadamente: (1) Complexo da Ribeirinha, (2) Complexo dos Cedros, (3) Formação do Almoxarife, (4) Formação da Caldeira e (5) Complexo do Capelo, por ordem decrescente de idades.

Pacheco (2001) propõe para a formação da ilha do Faial 4 fases distintas: a primeira fase corresponde à edificação do Vulcão da Ribeirinha, na zona nordeste da ilha; a segunda fase teve início com a emergência do Vulcão Central da Caldeira, cujos depósitos correspondem ao Complexo Vulcânico dos Cedros e que foi em parte contemporânea do Vulcão da Ribeirinha, que posteriormente se terá extinguido. Mais recentemente, na terceira fase desenvolveu-se o vulcanismo da Plataforma da Horta, que corresponde à Formação do Almoxarife, enquanto a quarta fase de formação da ilha é representada pela Península do Capelo. Estas duas últimas fases são contemporâneas da evolução recente do Vulcão Central da Caldeira (Figuras 2.3.9 e 2.3.10).



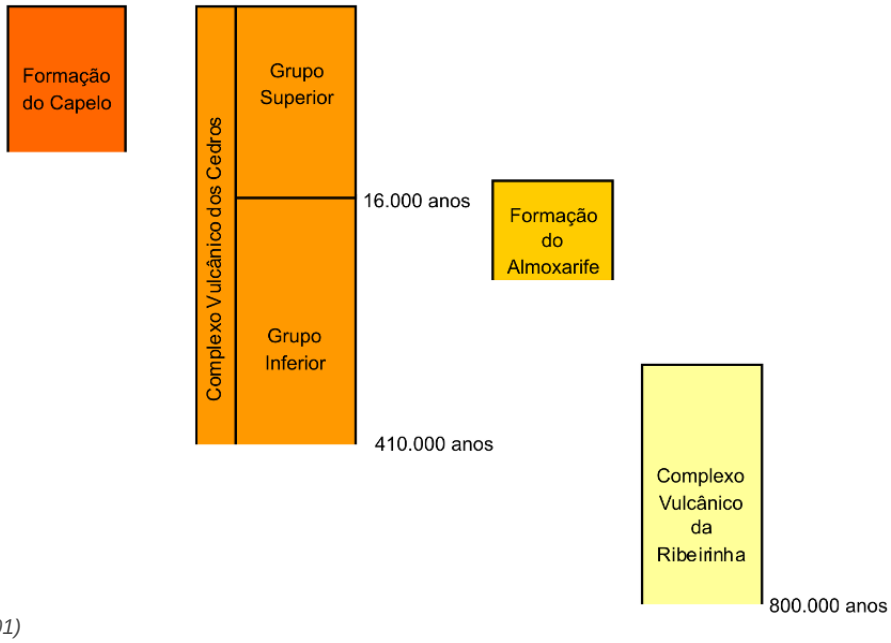
Fonte: Serralheiro et al. (1989)

Figura 2.3.8 | Carta geológica da ilha do Faial.



Fonte: Pacheco (2001)

Figura 2.3.9 | Esquema evolutivo das fases de formação da ilha do Faial. a) fase de atividade submarina e emergente do Vulcão da Ribeirinha; b) desenvolvimento do edifício do Vulcão da Ribeirinha; c) fase de atividade submarina e/ou emergente do Vulcão Central da Caldeira; d) desenvolvimento do edifício do Vulcão Central da Caldeira; e) instalação da Plataforma da Horta; e f) instalação da Península do Capelo.



Fonte: Pacheco (2001)

Figura 2.3.10 | Escala vulcanoestratigráfica da ilha do Faial.

O Complexo Vulcânico da Ribeirinha corresponde à estrutura vulcânica mais antiga da ilha do Faial, datada de há cerca de 800 000 anos (Feraud, 1977 in Pacheco, 2001). Este complexo é formado pelos produtos vulcânicos emitidos pelo Vulcão da Ribeirinha, constituídos essencialmente por escoadas lávicas de composição basáltica, apesar de se encontrarem alguns depósitos de escórias e de produtos de natureza traquítica pouco significativos (Serralheiro et al., 1989). O Vulcão da Ribeirinha, atualmente extinto e muito desmantelado, terá sido um vulcão central em escudo localizado no centro do Graben de Pedro Miguel (Pacheco, 2001).

O Complexo Vulcânico dos Cedros é constituído pelos produtos associados à edificação do Vulcão Central da Caldeira, que terá tido início há mais de 410 000 anos (Baubron, 1981 in Serralheiro et al., 1989). Este vulcão central apresenta duas fases de edificação com comportamentos eruptivos distintos. Na primeira fase, que corresponde ao Grupo Inferior, a sua atividade foi predominantemente marcada pela emissão de produtos de natureza basáltica. A segunda fase, mais recente, designada de Grupo Superior, teve início há aproximadamente 16 000 anos e é caracterizada por erupções mais explosivas com a emissão de produtos de natureza traquítica (Pacheco, 2001).

O Complexo Vulcânico da Plataforma da Horta é formado pelos produtos que compõem a Formação do Almoxarife. Este complexo, correspondente à terceira fase de formação da ilha, é caracterizado por vulcanismo fissural de natureza basáltica. Os produtos emitidos englobam cones de escórias e escoadas lávicas associadas, bem como um cone de tufos hidromagmáticos, o Monte da Guia (Madeira, 1998; Pacheco, 2001).

O Complexo Vulcânico do Capelo é caracterizado pelo vulcanismo fissural basáltico desenvolvido na região ocidental da ilha. A atividade vulcânica deste complexo é contemporânea da última fase do Complexo Vulcânico dos Cedros.

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 caráter 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 baixas, 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 Faial. A parte emersa da ilha, com um volume estimado de 59km^3, descreve uma configuração aproximadamente circular, prolongando-se para Oeste em direção à península do Capelo. 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 Faial tem uma

forma compacta (K_c =1,5). Com uma orientação predominante de WNW-ESE, a ilha apresenta um comprimento e uma largura máximas de 21km e de 14km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 80km, é alta, escarpada e pouco recortada a Norte e Sudoeste, sendo geralmente mais baixa e com um traçado irregular a Sul e Sudeste, onde se encontram algumas plataformas lávicas e baías abrigadas.

A altitude máxima da ilha do Faial (1 043m) é atingida no Cabeço Gordo (Caldeira). Atendendo à distribuição altimétrica (Figuras 2.3.11 e 2.3.12 e Quadro 2.3.2), verifica-se que 66% da superfície insular tem cotas inferiores a 400m e 30% situa-se entre 400m e 800m de altitude, estando os restantes 4% acima deste valor. Os núcleos habitacionais desenvolvem-se na faixa costeira não ultrapassando, regra geral, os 300m de altitude.

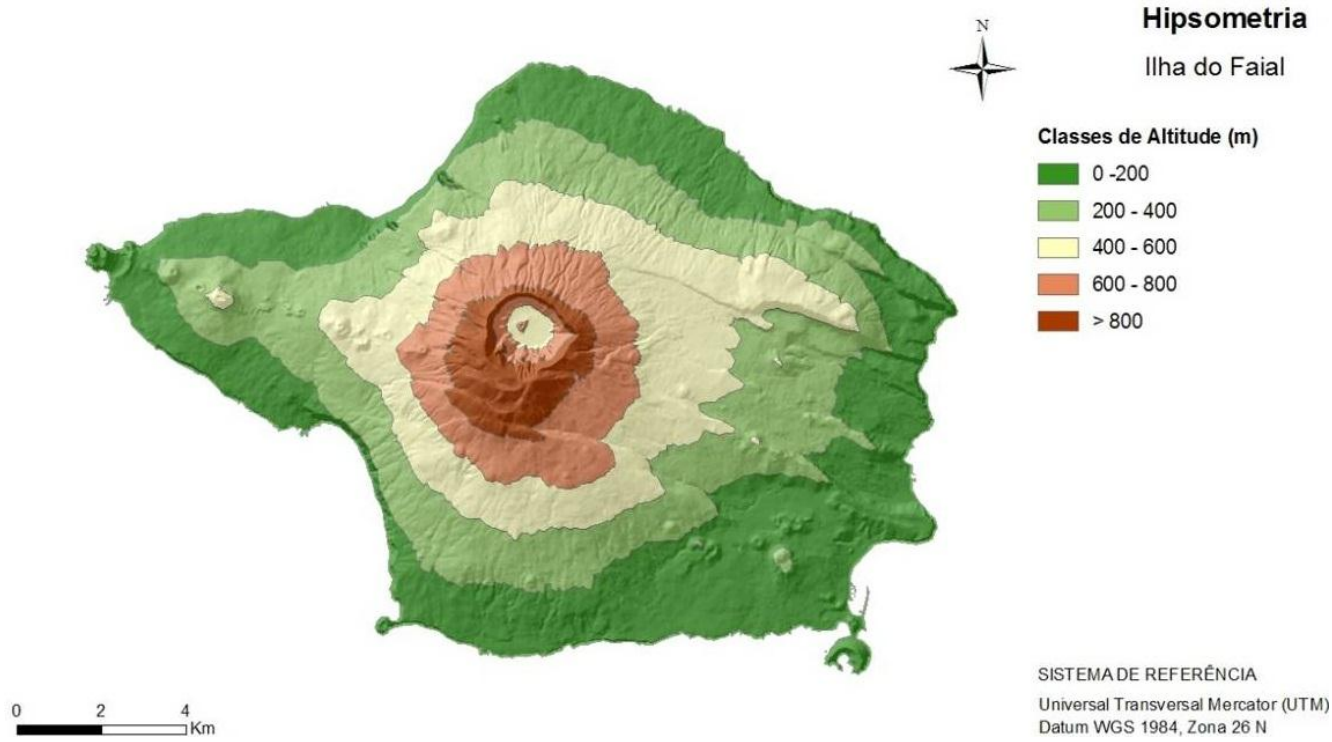


Figura 2.3.11 | Carta hipsométrica da ilha do Faial.

Quadro 2.3.2 | Distribuição altimétrica da ilha do Faial

Classes de Altitude (m)	Área (km^2)	% da ilha
> 0	173,1	100,0
> 100	143,7	82,8
> 200	107,6	62,0
> 300	80,9	46,6
> 400	58,7	33,8
> 500	36,9	21,3
> 600	23	13,2
> 700	13,7	7,9
> 800	7,2	4,1
> 900	2,6	1,5
> 1000	0,3	0,2

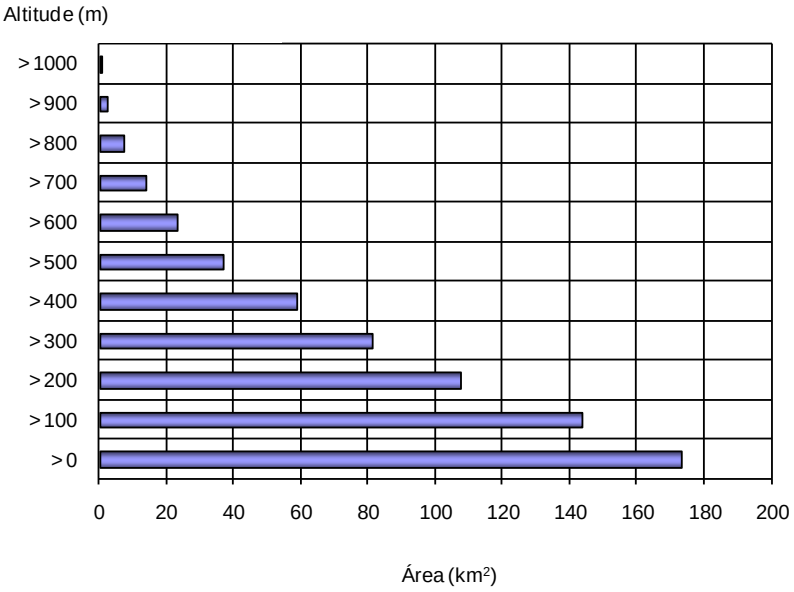


Figura 2.3.12 | Histograma hipsométrico da ilha do Faial.

Quanto à declividade (Figura 2.3.13 e Quadro 2.3.3), perto de 13% da superfície do Faial tem declives suaves (<8%), com uma representação mais expressiva nas zonas Este e Sudeste. Por sua vez, cerca de 42% do território apresenta declives muito acentuados e escarpados, nomeadamente no maciço vulcânico da Caldeira, nas arribas da costa Norte e Sudoeste e nas escarpas de falha da Ribeirinha e de Pedro Miguel. Os restantes 45% correspondem a áreas com declives moderados a acentuados que se encontram dispersas pelos diferentes setores da ilha.

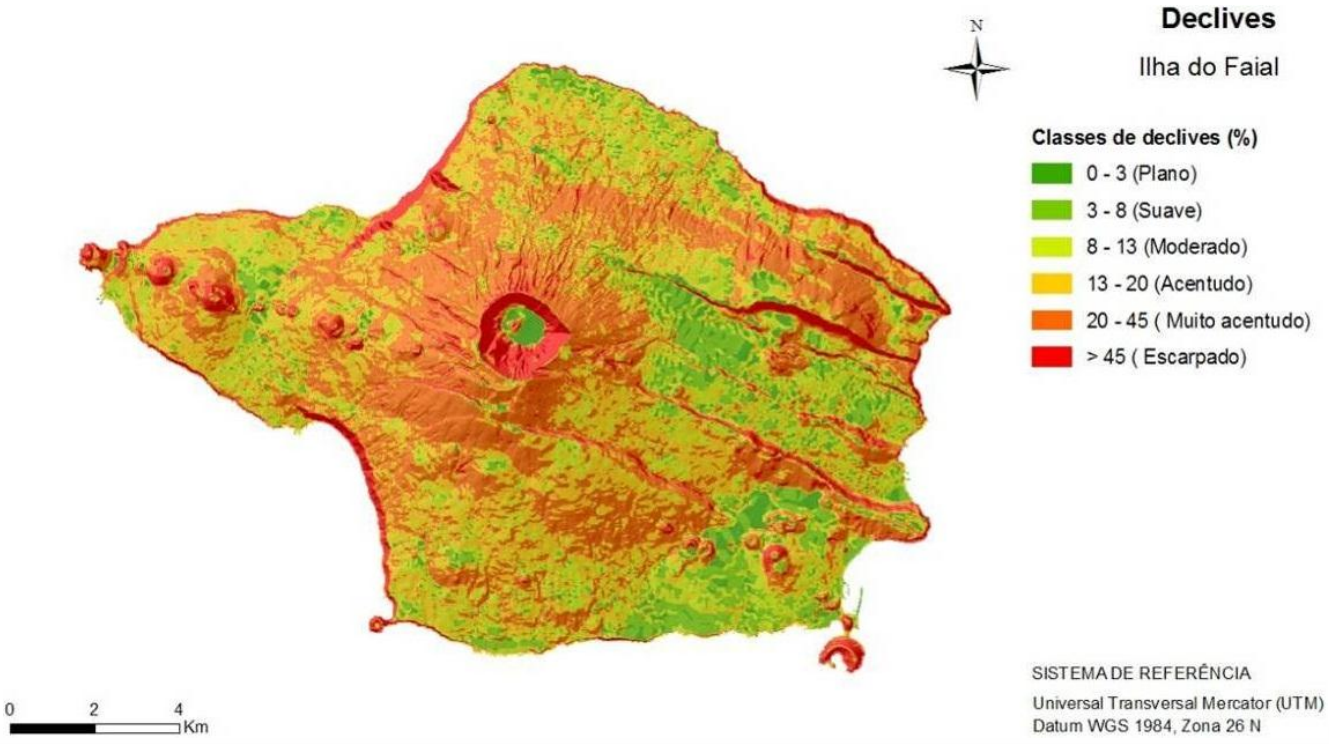


Figura 2.3.13 | Carta de declives da ilha do Faial.

Quadro 2.3.3 | Distribuição dos declives da ilha do Faial

Classes de Declive (%)		Área (Km^2)	% da ilha
0 - 3	Plano	6,9	4,0
3 - 8	Suave	15,5	9,0
8 - 13	Moderado	29,0	16,7
13 - 20	Acentuado	47,9	27,7
20 - 45	Muito acentuado	60,5	35,0
> 45	Escarpado	13,2	7,0

A carta de exposições da ilha do Faial (Figura 2.3.14) ilustra a orientação dominante das grandes unidades geomorfológicas, denotando-se a importância do maciço vulcânico da Caldeira na exposição das vertentes aos quatro pontos cardeais. O alinhamento de cones da Península do Capelo estabelece uma nítida separação das encostas voltadas a Norte e Sul.

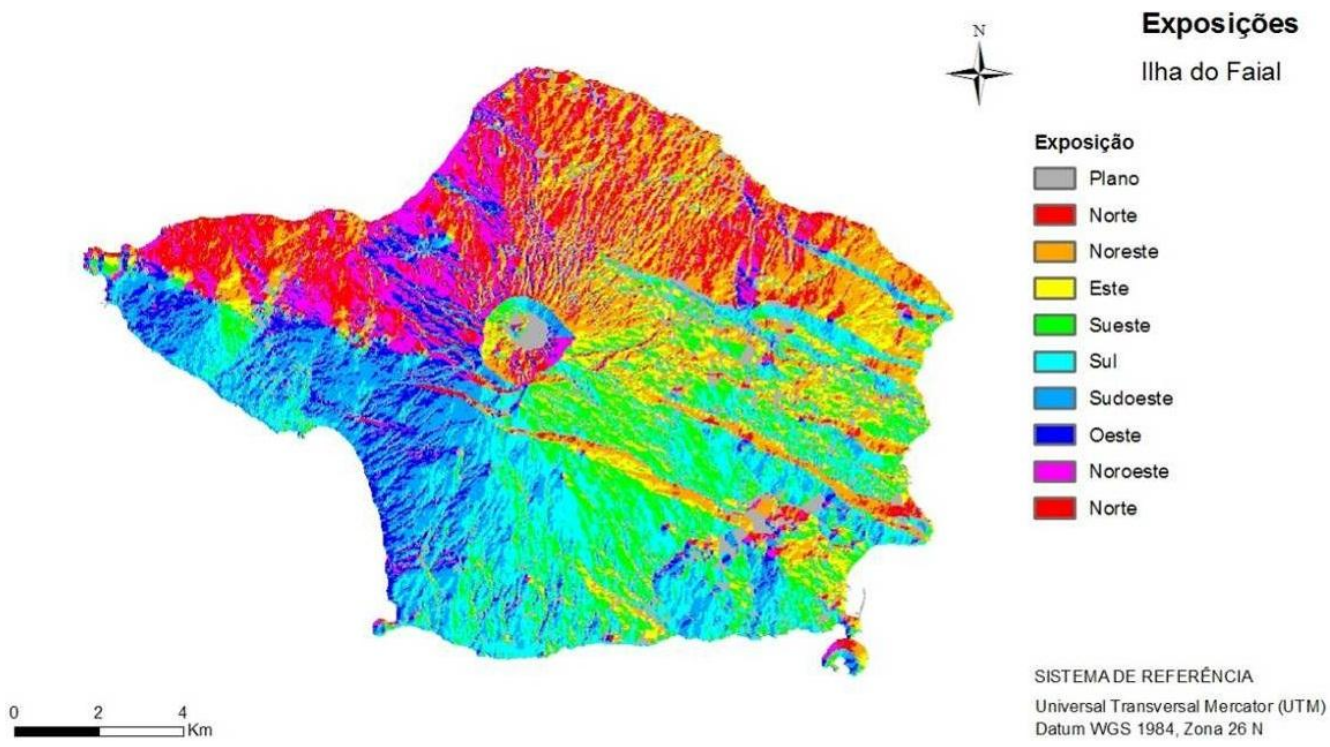


Figura 2.3.14 | Carta de exposições da ilha do Faial.

Em síntese e de acordo com o Centro de Vulcnologia e Avaliação de Riscos Geológicos (CVARG) (2010), da ilha do Faial compreende as seguintes unidades geomorfológicas (Figura 2.3.15):

- (1) Vulcão Central (Caldeira);
- (2) Graben de Pedro Miguel;
- (3) Plataforma da Horta.

- (4) Península do Capelo.

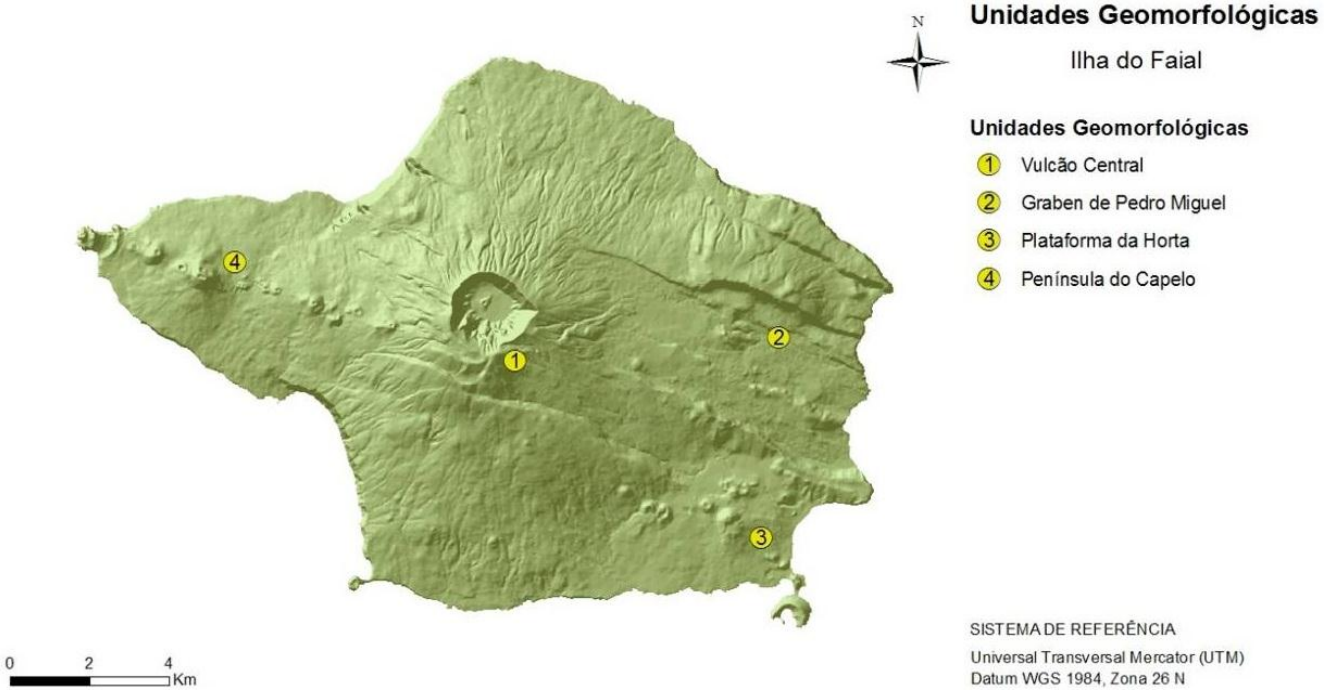


Figura 2.3.15 | Carta das unidades geomorfológicas da ilha do Faial.

(1) O Vulcão da Caldeira corresponde a um importante aparelho vulcânico compósito encimado por uma caldeira de paredes abruptas, com cerca de 2km de largura no topo, 1 km de largura na base e uma profundidade na ordem dos 380m. No fundo existe um cone de escórias com uma altura que ronda os 50m. Os declives das vertentes deste vulcão poligenético vão aumentando progressivamente com a altitude. Abaixo dos 200m, as inclinações pautam-se por valores inferiores a 6º, passando para declives entre os 6º e 16º até aos 800m-1000m, altitudes a partir das quais os pendores podem, em zonas muito confinadas, ser superiores a 19º.

(2) A Região do *Graben* de Pedro Miguel desenvolve-se entre o Salão e a Espalamaca, ocupando a parte oriental da ilha. A característica mais evidente desta zona corresponde à sua disposição em degraus, facto que decorre dos importantes movimentos tectónicos verificados ao longo das várias falhas de direção WNW-ESE. As escarpas são voltadas para Norte e associadas, respetivamente, à Falha da Rocha Vermelha e à Falha da Espalamaca.

(3) A Plataforma da Horta é delimitada pela Feteira, Granja, Flamengos, Farrobo e Conceição. Nesta região insere-se um conjunto de cones estrombolianos, mais ou menos bem preservados, bem como o cone *surtseiano* do Monte da Guia. Entre os primeiros destaca-se, pelas suas maiores dimensões, o Monte Carneiro (257 m de altitude). Os cones vulcânicos estão ladeados por zonas sensivelmente aplanadas. Esta é uma zona com fraca drenagem organizada, constituída exclusivamente pela ribeira dos Flamengos e pela ribeira da Granja.

(4) A Península do Capelo, situada na parte ocidental da ilha, é constituída por um alinhamento de cones vulcânicos resultantes essencialmente de um vulcanismo de baixa explosividade. A atividade destes aparelhos vulcânicos, ao longo da fratura NW-SE a WNW-ESSE, foi responsável pela emissão de piroclastos e lavas basálticas que se derramaram quer para Norte quer para Sul, contribuindo substancialmente para o aumento da área da primitiva ilha.

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. Em termos globais, 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);
- Aluvissolos;
- Coluvissolos;
- Andossolos (Saturados, Insaturados e Ferruginosos);
- Barros (Pretos e Pardos);
- Solos Mólicos (Solos Mólicos Pardos);
- Solos Pardos (Normais, Ândicos, Ácidos, Francamente Lavados);
- Solos Orgânicos.

Os Litossolos, 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 ruiniforme. 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 alofanas, imogolite, sílica opalina e ferrihidrite (Azevedo, 1963; Pinheiro, 1990). Estes materiais conferem propriedades muito distintas das propriedades de outros solos minerais, como a baixa densidade aparente, porosidade elevada, dificuldade de dispersão,

elevada capacidade de retenção de água, alteração irreversível após a secagem, grande poder de fixação de fosfatos, carga variável elevada associada a altos valores de pH em NaF e baixo teor em bases.

Os perfis dos Andossolos podem apresentar-se pouco diferenciados, sendo de tipo A-C para os Andossolos Vítricos 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 alofanas 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).

Os tipos de solos presentes na ilha do Faial resultam da idade das diferentes formações, da existência de vulcanismo secundário e ainda da superimposição no relevo de estruturas tectónicas ativas. Neste contexto, podem ser individualizadas situações distintas.

O relevo falhado da costa Este corresponde à zona que se estende da Espalamaca até aos Cedros. Esta formação é caracterizada pelo levantamento e afundamento de grandes blocos separados por falésias quase verticais, estando pontuada por diversos cones secundários instalados no alinhamento das zonas de fratura. Trata-se da parte mais antiga da ilha, onde se podem encontrar Andossolos Típicos, com uma taxa de infiltração média, originando algum escoamento superficial e que, de acordo com a classificação do *Soil Conservation Service* (SCS), são solos tipo B.

O maciço da Caldeira é constituído pela acumulação de materiais de projeção, pedra-pomes e cinzas, que atingem notável espessura nas proximidades do topo mas que diminuem gradualmente à medida que se afastam do bordo superior. Nas zonas mais altas podem ocorrer Andossolos Ferruginosos, tipo B, cuja taxa de infiltração considera-se média.

No interior da Caldeira registam-se condições para a formação de Solos Orgânicos, devido à saturação hídrica, permanente ou quase permanente, e às temperaturas baixas observadas. São solos tipo D, com pequena espessura, constituídos por matéria orgânica e com taxas de infiltração muito baixas.

Nas estruturas vulcânicas mais jovens, como no Monte da Guia, no Monte Queimado e no conjunto dos cones de escórias da Península do Capelo, podem estar presentes em alguns solos menos evoluídos e pobres dos tipos Litossolos, Solos Litólicos, Regossolos e Solos Rególitos que, devido à elevada taxa de infiltração, são solos tipo A.

Sobre esta matéria, refira-se que a informação disponível para a ilha do Faial não é abundante, não existindo cartografia de solos.

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 PRA permitiram identificar e georeferenciar 1073 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 2.3.16). Da Figura 2.3.16 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).

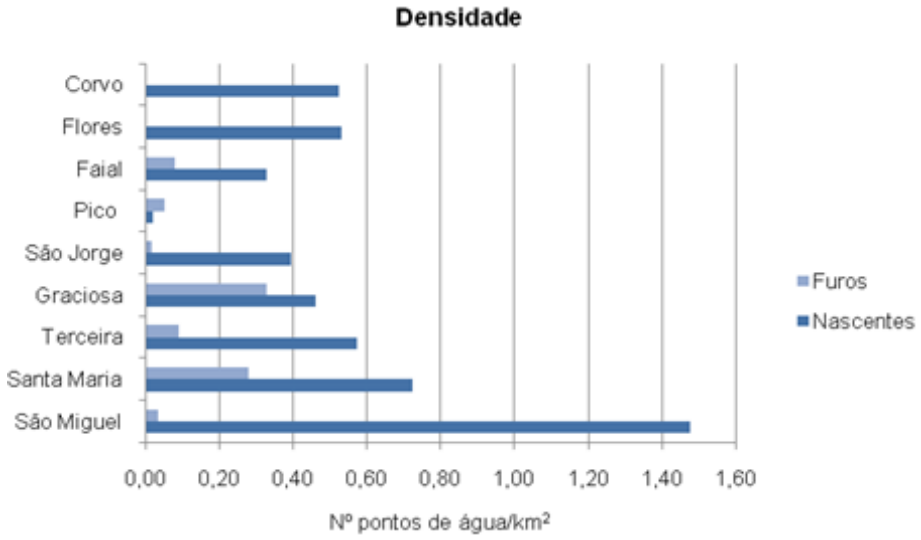


Figura 2.3.16 | Densidade associada à distribuição de pontos de água por ilha.

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 descontinuidades, 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 1,4x10-2 e 266,67L/s.m, com um valor de mediana igual a 21,99L/sm, em que os valores mais elevados são observados nas ilhas do Pico (6,25-250L/sm) e Graciosa (1,36-266,67L/sm), em furos que captam em escoadas lávicas basálticas *s.l.* recentes e muito fraturadas (Figura 2.3.17). A classe modal corresponde aos valores entre 0 e 45L/sm (Figura 2.3.18).

Por seu turno, a transmissividade varia entre $2,65x10^{-6}$ e $4,03x10^{-1}m^2/s$, com uma mediana igual a $1,62x10^{-2}m^2/s$, 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 (> $1,16x10^{-2}m^2/s$) (Figura 2.3.19). 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 ($1,16x10^{-2}$ – $1,16x10^{-3}m^2/s$). A classe modal corresponde aos valores entre 0 e $0,07m^2/s$ (Figura 2.3.20).

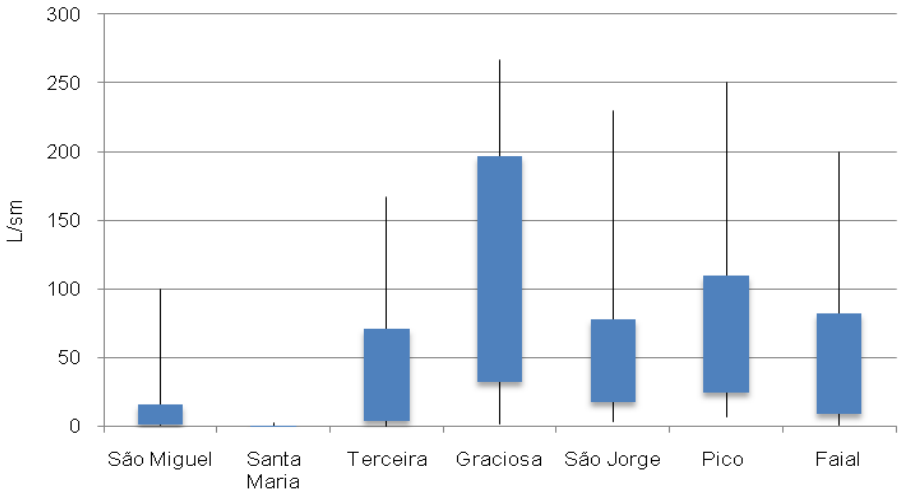


Figura 2.3.17 | Diagrama de caixas (*box plot*) relativo aos valores de caudal específico na RH9.

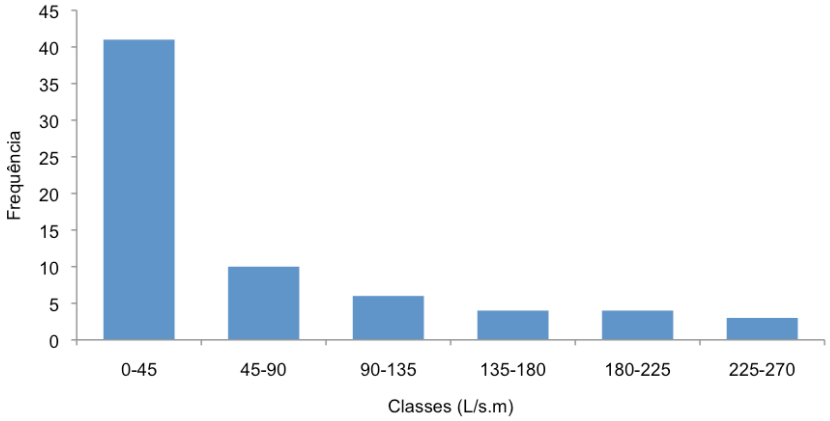


Figura 2.3.18 | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na RH9.

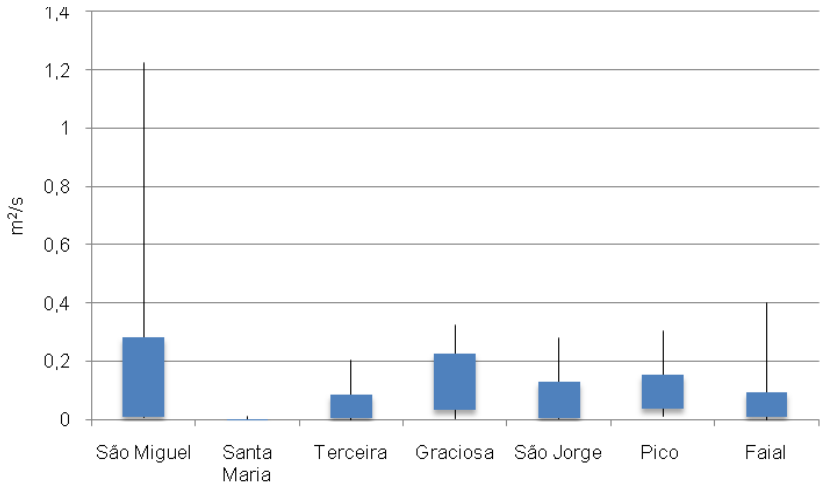


Figura 2.3.19 | Diagrama de caixas (box plot) relativo aos valores de transmissividade na RH9.

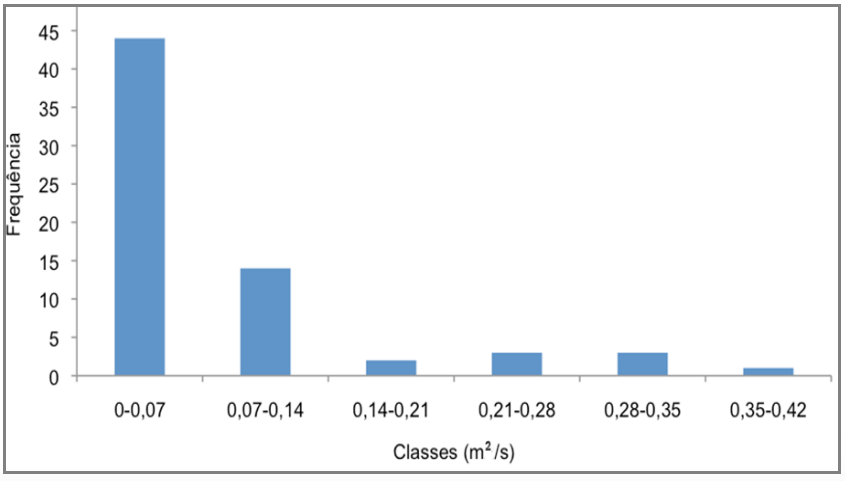


Figura 2.3.20 | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na RH9.

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 114,58m^2/s (mediana= 52,11m^2/s), enquanto por via do modelo de aquífero semiconfinado a média é igual a 38,08m^2/s (mediana= 6,09m^2/s). Na ilha do Faial, a difusividade hidráulica no ponto de água correspondente ao furo AC4 é igual a 31,17m^2/s, e a 61,85m^2/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*. 2011, 2010a).

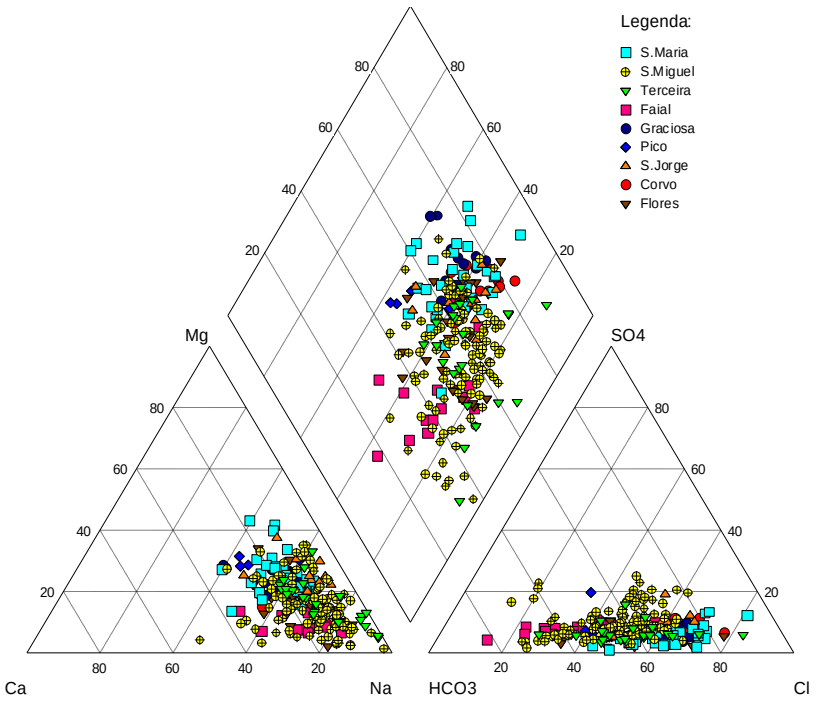
Nas regiões vulcânicas ativas a composição da água subterrânea é, muitas vezes, também afetada pela libertação profunda de voláteis de origem vulcânica, e alguns estudos desenvolvidos nos Açores (Cruz *et al*., 1999; Cruz & França, 2006; Cruz, 2003) colocam este aspeto em evidência.

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_2 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

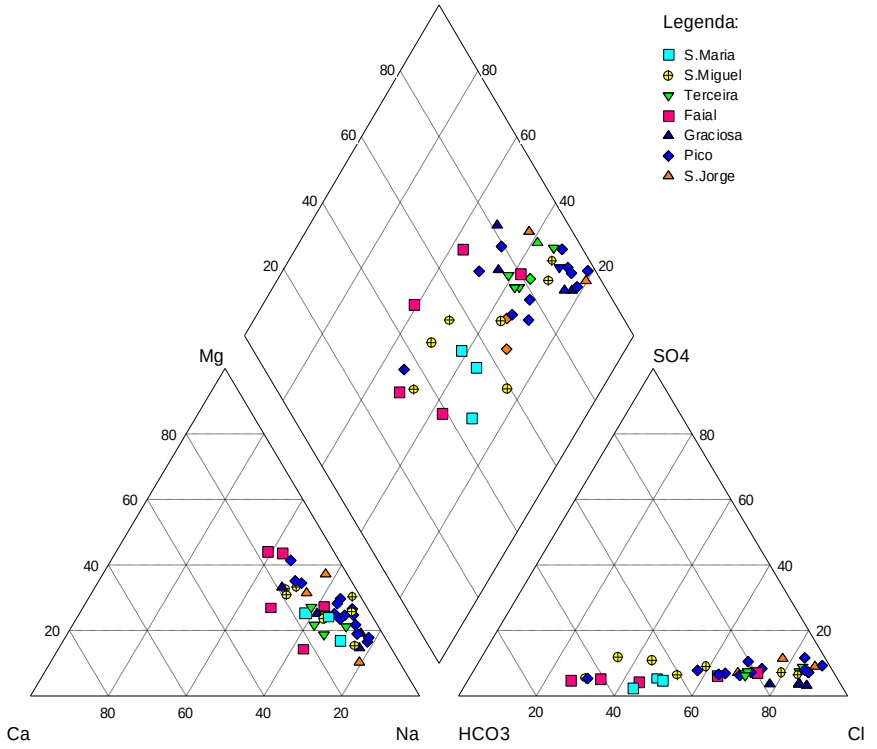
cloretada sódica e mineralizações mais elevadas, em que o valor médio da condutividade é igual a 1044μS/cm (Figuras 2.3.21 e 2.3.22).

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_2, tal como o exemplo descrito no caso da ilha de São Miguel (Cruz *et al.,* 2010b). Ressalva-se que, face ao contexto do presente estudo, as águas minerais não serão alvo de caracterização aprofundada.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.21 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em nascentes na RH9.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.22 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em furos na RH9.

2.3.4.2 | Hidrogeologia

Na ilha do Faial foram delimitadas oito massas de água, cujas características hidrogeológicas se sistematizam nos Quadros 2.3.4 a 2.3.11. A cartografia respeitante à respetiva delimitação encontra-se na Figura 2.3.23.

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 Região Autónoma dos Açores (PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPETIVA, 2005) e os resultados do projeto de definição dos perímetros de proteção às origens de água (Coutinho *et al*., 2007). 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 57 nascentes (0,33 nascentes/km^2) e 14 furos (0,08 furos/km^2), encontra-se representada na Figura 2.3.24. A listagem respeitante aos pontos de água encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo 1). Relativamente à distribuição das nascentes, na massa de água Caldeira ocorrem 44, na massa Capelo 5, na massa Cedros – Castelo Branco 5, e na massa Pedra-pomes da Caldeira apenas 3 nascentes. No que concerne à distribuição dos furos de captação, na massa de água Flamengos – Horta encontram-se

7, na massa Cedros – Castelo Branco 4, enquanto nas massas Capelo, Pedro Miguel, e Pedra-pomes da Caldeira foram inventariados apenas 1 furo em cada uma.

Quadro 2.3.4 | Síntese de caracterização da massa de água Caldeira

Área Aflorante	59,94km^2
Litologias Dominantes	Depósitos piroclásticos pomíticos de queda; depósitos de cinzas; *mudflows, surges* e escoadas piroclásticas
Características Gerais	Sistema constituído por aquíferos porosos de altitude; admite-se a existência de conexão hidráulica aos sistemas aquíferos subjacentes
Produtividade	Mediana = 0,99 (caudal das nascentes no inverno); Mediana = 0,34 (caudal das nascentes no verão)
Fácies Química	Bicarbonatada sódica predomina; bicarbonatada cloretada sódica (2 amostras) a bicarbonatada sódica cálcica (1 amostra)

Fonte: Adaptado de Cruz (2004)

Quadro 2.3.5 | Síntese de caracterização da massa de água Cedros – Castelo Branco

Área Aflorante	12,41km^2
Litologias Dominantes	Escoadas lávicas de composição basáltica a traquítica, intercalados com níveis piroclásticos; depósitos piroclásticos associados a aparelhos vulcânicos secundários
Características Gerais	Sistema constituído essencialmente por aquíferos fissurados, de altitude e basais, admitindo-se conexão hidráulica entre estes tipos de aquíferos; Possibilidade de existência de aquíferos livres e semiconfinados descontínuos
Produtividade	9 – 17 (3 valores)
Fácies Química	Cloretada Sódica a Bicarbonatada Sódica

Fonte: Adaptado de Cruz (2004)

Quadro 2.3.6 | Síntese de caracterização da massa de água Flamengos - Horta

Área Aflorante	3,85km^2
Litologias Dominantes	Escoadas lávicas basálticas a benmoreíticas; cones de escórias
Características Gerais	Sistema constituído essencialmente por aquíferos fissurados, de altitude e basais; admite-se a existência de conexão hidráulica entre os dois tipos de aquíferos a base do sistema é definida pelo limite inferior da lentícula de água doce
Produtividade	Mediana = 10,4L/s
Fácies Química	Bicarbonatada sódica predomina; bicarbonatada sódica magnesiana (1 amostra); cloretada sódica (1 amostra); cloretada magnesiana sódica (1 amostra)

Fonte: Adaptado de Cruz (2004)

Quadro 2.3.7 | Síntese de caracterização da massa de água Lomba – Alto da Cruz

Área Aflorante	3,33km^2
Litologias Dominantes	Escoadas lávicas basálticas a benmoreíticas e depósitos piroclásticos indiferenciados
Características Gerais	Sistema constituído por aquíferos fissurados e porosos, de altitude
Produtividade	Sem informação
Fácies Química	Sem informação

Fonte: Adaptado de Cruz (2004)

Quadro 2.3.8 | Síntese de caracterização da massa de água Pedro Miguel

Área Aflorante	1,15km^2
Litologias Dominantes	Escoadas lávicas de composição basáltica *s.l.* a traquítica
Características Gerais	Corresponde a um sistema basal formado por aquíferos predominantemente fissurados, condicionados pela tectónica local
Produtividade	Sem informação
Fácies Química	Sem informação

Fonte: Adaptado de Cruz (2004)

Quadro 2.3.9 | Síntese de caracterização da massa de água Capelo

Área Aflorante	27,10km^2
Litologias Dominantes	Cones de piroclastos basálticos subaéreos e escoadas lávicas basálticas a benmoreíticas (inclui formações das erupções históricas do Fogo e dos Capelinhos).
Características Gerais	Sistema misto do tipo basal e de altitude, constituído por aquíferos essencialmente fissurados; existem aquíferos descontínuos de altitude, predominantemente porosos, livres e semiconfinados; As formações dos Capelinhos tendem a apresentar permeabilidades reduzidas.
Produtividade	$5.6x10^{-2}$ – $2.0x10^{-2}$L/s (2 valores; caudal das nascentes no inverno); $3.71x10^{-2}$ – $1.68x10^{-2}$L/s (2 valores; caudal das nascentes no verão); 12 L/s (furo AC4)
Fácies Química	Cloretada sódica predomina; cloretada magnesiana (1 amostra)

Fonte: Adaptado de Cruz (2004)

Quadro 2.3.10 | Síntese de caracterização da massa de água Pedra-pomes da Caldeira

Área Aflorante	56,70km^2
Litologias Dominantes	Depósitos piroclásticos pomíticos
Características Gerais	Sistema constituído por aquíferos porosos de altitude; admite-se a existência de conexão hidráulica aos sistemas aquíferos subjacentes
Produtividade	0,71 – 1,67L/s (2 valores; caudal das nascentes no inverno); 0,41 – 0,45L/s (2 valores; caudal das nascentes no verão)
Fácies Química	Bicarbonatada sódica

Fonte: Adaptado de Cruz (2004)

Quadro 2.3.11 | Síntese de caracterização da massa de água Ribeirinha

Área Aflorante	8,06km^2
Litologias Dominantes	Escoadas lávicas basálticas a benmoreíticas e depósitos piroclásticos indiferenciados; pedra-pomes
Características Gerais	Sistema constituído por aquíferos fissurados e porosos, de altitude
Produtividade	Sem informação
Fácies Química	Sem informação

Fonte: Adaptado de Cruz (2004)

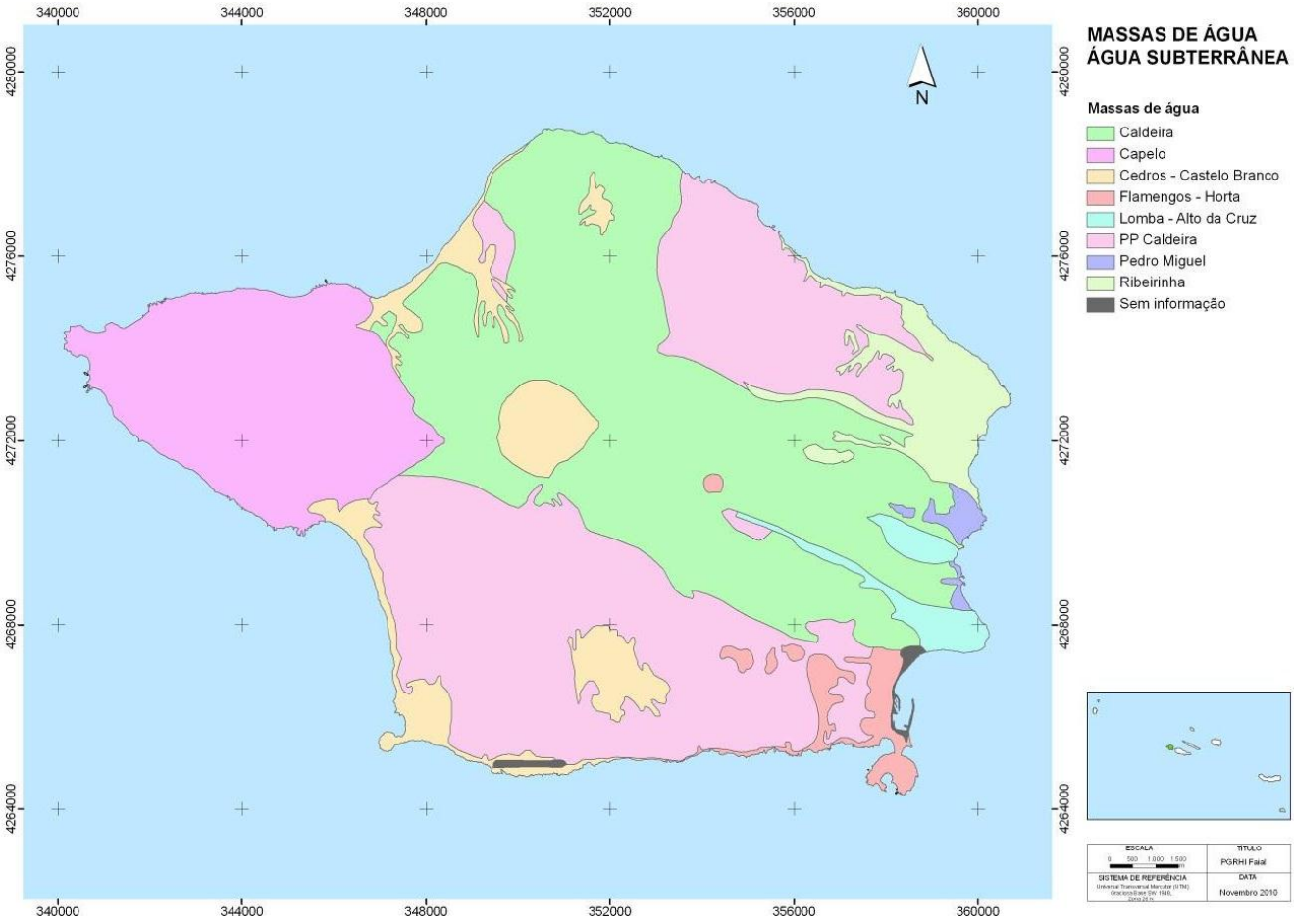


Figura 2.3.23 | Delimitação das massas de água na ilha do Faial.

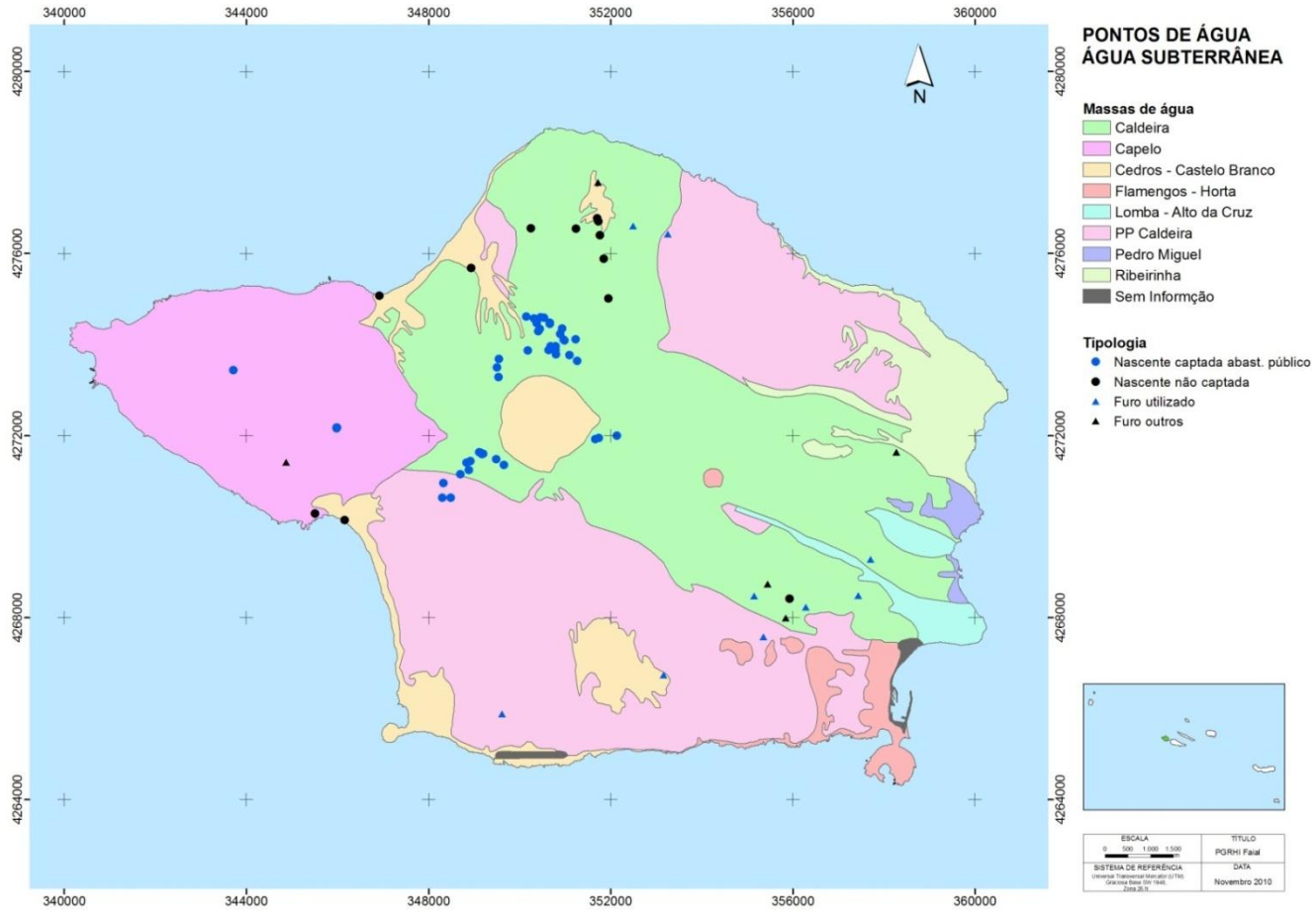


Figura 2.3.24 | Distribuição de pontos de água na ilha do Faial.

As características técnicas de todos os furos de que foi possível obter informação de base encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo 2). Com base nos dados obtidos é possível concluir que o caudal específico na ilha do Faial varia entre 1 e 200L/sm (mediana = 74,17L/sm), constatando-se que ambos os valores respeitam a captações instaladas na massa de água Flamengos – Horta, o que denota a grande variabilidade observada nesta unidade (Quadro 1.9). Por outro lado, os valores de caudal específico relativos à massa de água Cedros – Castelo Branco são mais homogéneos, apontando para um valor médio superior. As classes modais relativas à distribuição dos valores de caudal específico correspondem aos intervalos 0- 50 e 50 -100L/sm.

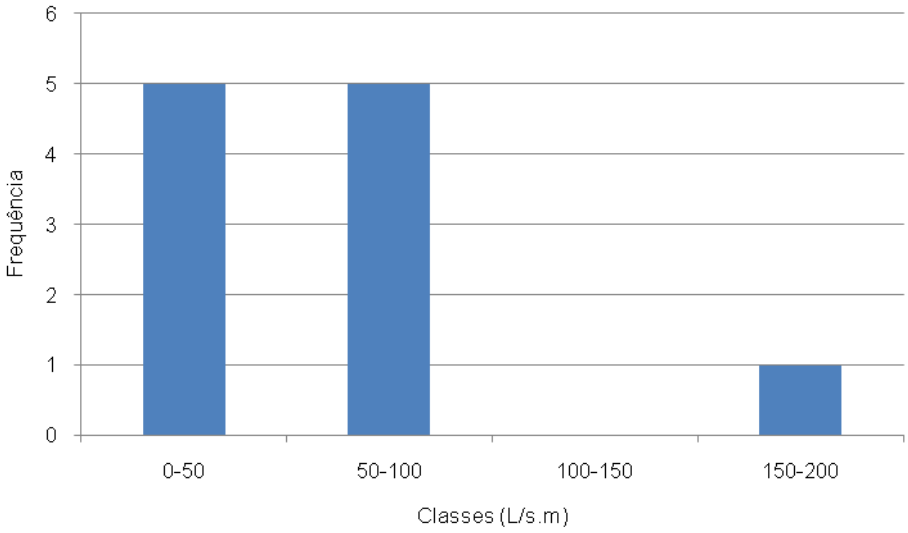


Figura 2.3.25 | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na ilha do Faial.

Da leitura do Quadro 2.3.12, pode verificar-se que a transmissividade varia entre $9{,}72x10^{-4}$ e $4{,}03x10^{-1}m^2/s$, (mediana = $2{,}69x10^{-2}m^2/s$), com uma classe modal respeitante aos valores entre 0 e $0{,}11m^2/s$ (Figura 2.3.26), e apresenta um comportamento similar ao caudal específico. As estimativas de condutividade hidráulica apresentam o mesmo valor médio nas referidas massas de água ($1{,}60x10^{-2}m/s$), superior aos observados nas restantes massas.

Quadro 2.3.12 | Valores de parâmetros hidrodinâmicos estimados nas massas de água subterrâneas da ilha do Faial (s.d. – sem dados)

Massa de Água	Refª PGRHI	Caudal Específico (L/sm)	T (m^2/s)	Espessura captada (m)	K (m/s)
Capelo	FAI .62	11,56	$1{,}62x10^{-02}$	2,50	$6{,}47x10^{-03}$
Cedros - Castelo Branco	FAI.60	77,27	$1{,}39x10^{-01}$	7,80	$1{,}78x10^{-02}$
	FAI.64	75,00	$2{,}69x10^{-02}$	2,00	$1{,}35x10^{-02}$
	FAI.67	90,00	$8{,}45x10^{-02}$	5,00	$1{,}69x10^{-02}$
Flamengos - Horta	FAI.58	1,00	$9{,}72x10^{-04}$	8,50	$1{,}14x10^{-04}$
	FAI.59	200,00	$4{,}03x10^{-01}$	9,60	$4{,}20x10^{-02}$
	FAI.63	73,33	$4{,}81x10^{-02}$	3,00	$1{,}60x10^{-02}$
	FAI.65	8,57	$8{,}17x10^{-03}$	10,45	$7{,}82x10^{-04}$
	FAI.66	86,67	$1{,}06x10^{-01}$	5,00	$2{,}11x10^{-02}$
	FAI.69	9,75	$1{,}19x10^{-02}$	4,00	$2{,}97x10^{-03}$
Pedro Miguel	FAI.61	1,39	$1{,}69x10^{-03}$	s.d.	s.d.

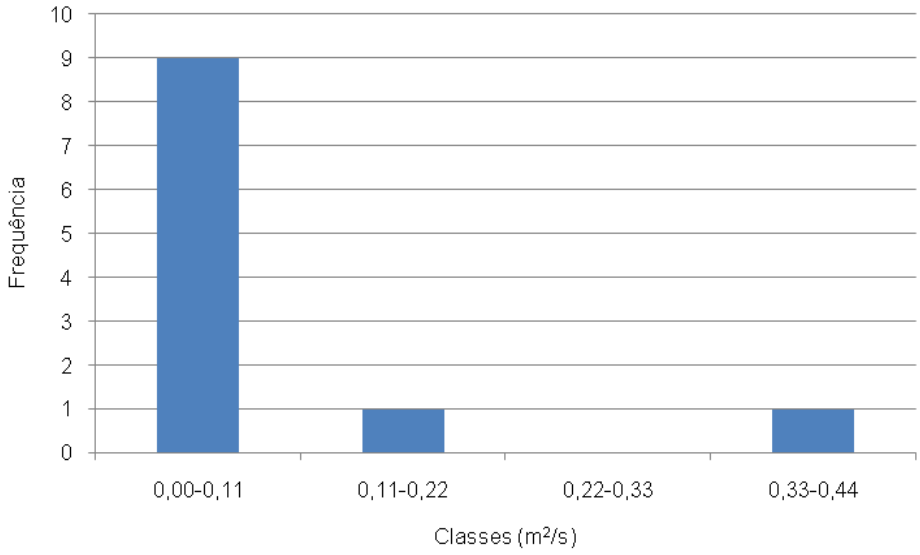


Figura 2.3.26 | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na ilha do Faial.

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.

As águas subterrâneas na ilha do Faial são, predominantemente, dos tipos cloretada sódica a bicarbonatada sódica, tendendo as nascentes dos aquíferos de altitude a enquadrar-se neste último grupo e, ao invés, as nascentes costeiras, bem como os furos de captação, correspondem essencialmente ao primeiro tipo (Figura 2.3.27). A condutividade das águas varia entre 77 e 10820µS/cm, o que desde logo permite concluir que ocorrem águas com mineralizações baixas a elevadas, com um valor de mediana igual a 132,5µS/cm. Correspondem maioritariamente a águas frias, com exceção da nascente do Varadouro e do furo AC4, e a alcalinidade varia entre 20 e 444mg/L de $CaCO_3$. O valor da mediana do pH é igual a 7,16, e as águas podem ser consideradas como ligeiramente ácidas a alcalinas.

A dureza total varia entre 5,6 e 2712,9mg/L de $CaCO_3$, o que traduz o facto de ocorrerem águas brandas a muito duras. O valor da mediana, igual a 35,1mg/L de $CaCO_3$, enquadra-se na gama característica das águas brandas.

Em face do padrão gráfico do diagrama de Schoeller respetivo, verifica-se que a grande maioria das amostras são semelhantes do ponto de vista composicional, com exceção de alguns furos mais mineralizados por influência de sais marinhos (Figura 2.3.27).

A massa de água Caldeira é representada por águas cuja fácies predominante é bicarbonatada sódica, embora algumas amostras correspondam a tipos bicarbonatada cloretada sódica e bicarbonatada sódica cálcica. Correspondem a emergências com águas pouco mineralizadas, apresentando uma condutividade que varia entre 77 e 148µS/cm. A única diferença que ressalta é um grupo de amostras com teores de sulfato numa ordem de magnitude superior às

remanescentes e, na medida que as concentrações em causa são muito reduzidas, e pertencem a massas iguais (Coutinho, 2000), esta variação poderá dever-se a imprecisões laboratoriais. O anião predominante é o bicarbonato, que varia entre 24,4 e 84,18mg/L, e o catião dominante é o sódio, cujo valor da mediana é igual a 16,2mg/L.

A informação respeitante à massa de água Pedra-pomes da Caldeira está limitada a uma única amostra, de fácies bicarbonatada sódica, e que apresenta condutividade baixa (86μS/cm). Trata-se de uma água fria em que o anião dominante é o bicarbonato, igual a 28,06mg/L, e o catião mais importante é o sódio, que atinge 21,6mg/L.

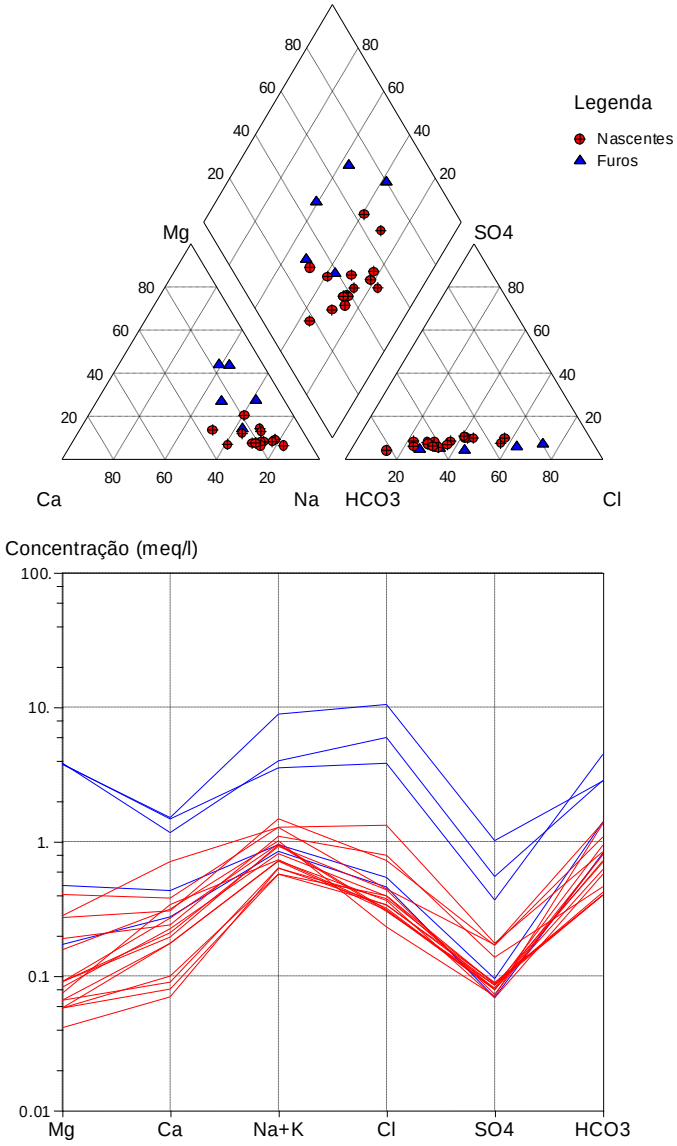
A massa de água Capelo apresenta fácies cloretadas sódicas a cloretadas magnesianas. Nesta unidade, observa-se uma dissemelhança entre dois grupos de amostras, bem patente no diagrama de Schoeller, um constituído pela amostra do poço de maré do Varadouro, do furo AC4 e da nascente da Fajã, em que a condutividade varia entre 3700 e 10820μS/cm, enquanto o segundo, que agrega nascentes de altitude, corresponde a nascentes menos mineralizadas, cuja condutividade varia entre 121 e 197μS/cm.

O primeiro dos grupos enunciados, apesar da indubitável componente de mistura com sais marinhos, apresenta indícios de contribuição vulcânica, traduzida quer pela temperatura da água no furo AC4 (38,3ºC), quer pelos teores elevados de bicarbonato, que variam entre 424,56 e 541,68mg/L. Não obstante esta contribuição profunda, o cloreto é o anião dominante, com um valor de mediana igual a 593,45mg/L. No segundo grupo a composição química é dominada pelo sódio, que varia entre 15,8 e 33,7mg/L, e no que concerne aos aniões pelo cloreto e pelo bicarbonato, cujos teores se distribuem respetivamente entre 37,7 a 42,1mg/L e 43,92 a 58,56mg/L.

A massa de água Cedros - Castelo Branco apresenta águas dos tipos cloretada sódica a bicarbonatada cálcica. A primeira fácies é característica da nascente termal do Varadouro, com 35,1ºC, e aos furos JK3 e AC2, apresentando teores de cloreto superiores às restantes amostras, o que é particularmente notório no primeiro caso em que atingem 2016mg/L. A condutividade das águas da massa mostra, assim, uma variação elevada, entre 161 e 6570μS/cm.

As águas das emergências pertencentes ao segundo grupo patenteiam condutividades significativamente mais baixas, entre 161 e 216 μS/cm, sendo a composição da água dominada no que respeita aos aniões pelo bicarbonato, cujas concentrações variam entre 57,34 e 68,32 mg/L. O catião mais importante é o sódio, que varia entre 23,7 e 47,8mg/L.

Na massa de água Flamengos - Horta ocorre uma acentuada dissemelhança entre algumas amostras, especialmente entre os furos que captam aquíferos superiores e os que captam aquíferos de base, em que a mineralização das águas tende a ser mais elevada. A fácies predominante é bicarbonatada sódica, embora ocorram amostras dos tipos bicarbonatada sódica magnesiana, cloretada sódica e cloretada magnesiana sódica. O anião dominante do sistema é o bicarbonato, cujos teores variam entre 40,26 e 192,76mg/L, enquanto o catião mais importante, o sódio, varia entre 17,1 e 204,1mg/L. O magnésio nalguns casos pode assumir alguma relevância variando, para o sistema, entre 4 e 52,4mg/L.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.27 | Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes e furos da ilha do Faial.

2.3.5 | Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas

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

No presente estudo, procedeu-se à validação 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 da 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 1588hm^3/ano (Cruz, 2001; DROTRH-INAG, 2001). Os valores variam entre um mínimo de 8,3hm^3/ano, na ilha do Corvo, e um máximo de 582hm^3/ano, observados na ilha do Pico, com uma mediana igual a 101,3hm^3/ano (Quadro 2.3.13).

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

Ilha	Recursos Totais (hm^3/ano)	Taxa de Recarga	
		Min. (%)	Máx. (%)
Santa Maria	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 2.3.14 discriminam-se os valores respeitantes às disponibilidades de água subterrânea na ilha do Faial. Os valores calculados para esta ilha permitem verificar que os maiores volumes de recursos hídricos subterrâneos são observados nas massas de água designadas por Pedra-pomes da Caldeira e da Caldeira, com estimativas respetivamente iguais a 23,2hm^3/ano e 22,9hm^3/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 2.3.28).

Quadro 2.3.14 | Recursos hídricos subterrâneos na ilha do Faial

Massa de Água	Precipitação (hm^3/ano)	Recursos Totais (hm^3/ano)	Taxa de Recarga (%)
Capelo	31,66	15,02	47,5
Caldeira	126,42	22,92	18,1
Cedros – C. Branco	23,57	8,64	36,6
Flamengos – Horta	3,45	0,78	22,5
Lomba – Alto da Cruz	2,95	0,72	24,3
Pedra-pomes da Caldeira	84,50	23,21	27,5
Pedro Miguel	0,95	0,12	12,4
Ribeirinha	9,51	2,72	28,6

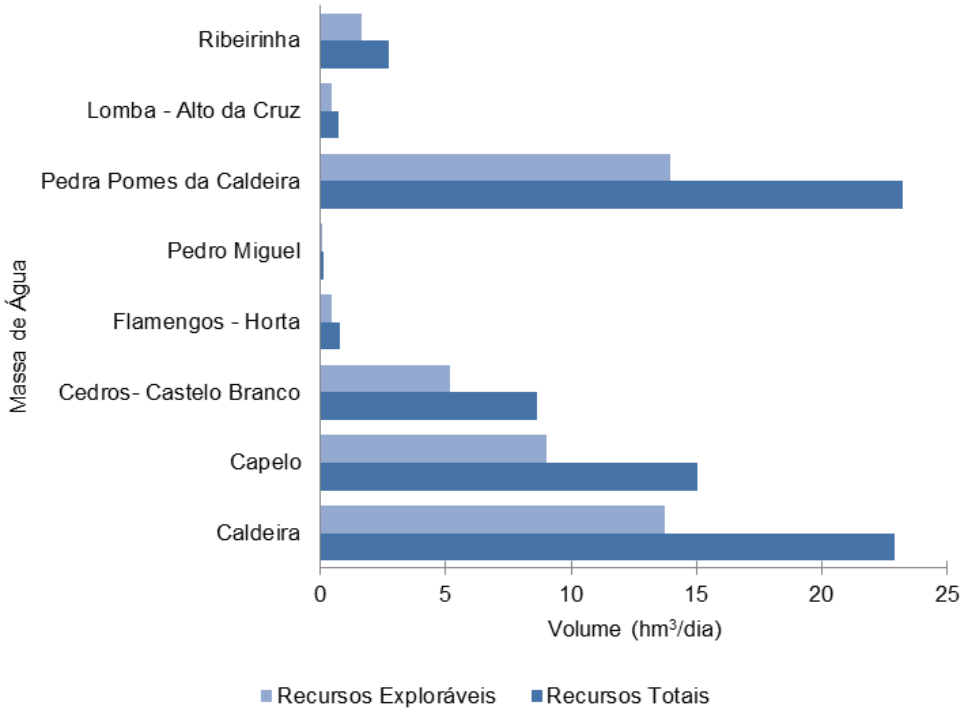


Figura 2.3.28 | Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha do Faial.

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 escorrimento 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 escorrimento superficial.

No Arquipélago dos Açores, a atividade humana já exerce um impacte significativo na hidrologia de superfície e, consequentemente, 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.

Quanto aos aspetos que caracterizam a drenagem superficial no Faial, a Figura 2.4.1 representa as principais bacias hidrográficas da ilha. Excluindo o caso particular do Capelo, a bacia com maior dimensão (ribeira dos Flamengos, também designada ribeira da Conceição) tem uma superfície de 15,4km^2, enquanto que a mais pequena não ultrapassa 0,05km^2. A área média das bacias hidrográficas é de 2,12km^2. O maior curso de água corresponde à ribeira dos Flamengos, com um comprimento de 10,8km.

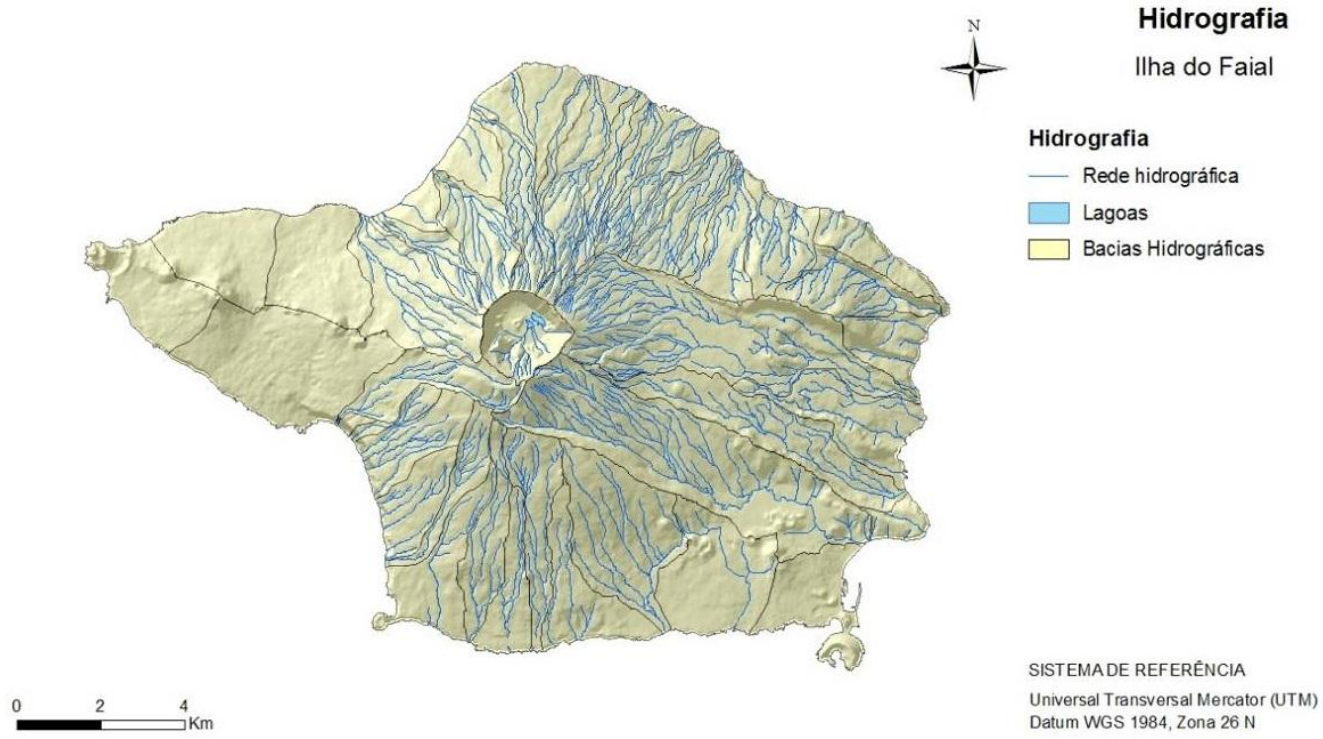


Figura 2.4.1 | Carta hidrográfica da ilha do Faial.

Com base nas principais unidades geomorfológicas da ilha, verifica-se que no vulcão da Caldeira a cobertura superficial, praticamente composta por materiais piroclásticos, tais como pedra-pomes de projeção, depósitos freáticos e freatomagmáticos, escoadas piroclásticas e *lahars*, facilitaram a instalação de uma densa rede hidrográfica radial, em determinadas zonas marcada por profundos abarrancamentos (Madeira, 1998). Na Península do Capelo, dada a frescura e a natureza geológica da região, com predominância de escoadas lávicas basálticas *s.l.*, não existe uma rede hidrográfica ordenada, ocorrendo a drenagem superficial ao longo de estruturas relacionadas com a morfologia dos derrames, ou é criptorreica e através de tubos lávicos (Madeira, 1988). No Graben de Pedro Miguel, o padrão definido

pela rede de drenagem é paralelo e nitidamente controlado pelas importantes falhas existentes nesta área, mostrando incondicionalmente uma das margens das linhas de água principais encostada à escarpa daqueles acidentes tectónicos. Dado o caráter recente das formações da Caldeira (1200 anos), onde estão implantadas as linhas de água compreendidas entre as lombas Grande e da Espalamaca, verifica-se que as mesmas se mostram pouco evoluídas (Madeira, 1998). A região Horta-Flamengos Feteira é uma zona com fraca rede de drenagem organizada, constituída exclusivamente pela ribeira dos Flamengos e pela ribeira da Granja.

Em síntese e como se pode observar na figura anterior, a disposição dos cursos de água e das bacias hidrográficas evidencia uma influência dos acidentes tectónicos. De facto, as bacias com maior área são condicionadas pelas falhas do *Graben* de Pedro Miguel e, por outro lado, as próprias ribeiras apresentam inflexões bruscas no seu percurso, fruto da presença dos acidentes tectónicos. São os casos das ribeiras das Águas Claras e da Lomba, a SW da Caldeira, das ribeiras da Laje e do Adão, a NE da Caldeira. Madeira (1998) refere ainda as ribeiras do Serrado Novo, das Cabras e Funda, como exemplos da ação do controle tectónico. Os cursos de água da ilha do Faial são de regime torrencial e apenas as ribeiras dos Flamengos e das Águas Claras têm caudal permanente.

Por último, a Figura 2.4.2 representa a densidade de drenagem na ilha do Faial, calculada para uma quadrícula de 250m x 250m. Observa-se que as regiões da Horta e do Capelo são quase desprovidas de cursos de água, apresentando baixa densidade de drenagem. As zonas com maior densidade de drenagem parecem depender significativamente do declive, da espessura dos materiais de natureza piroclástica ali existentes e da maior precipitação registada em altitude, designadamente nos flancos do maciço da Caldeira.

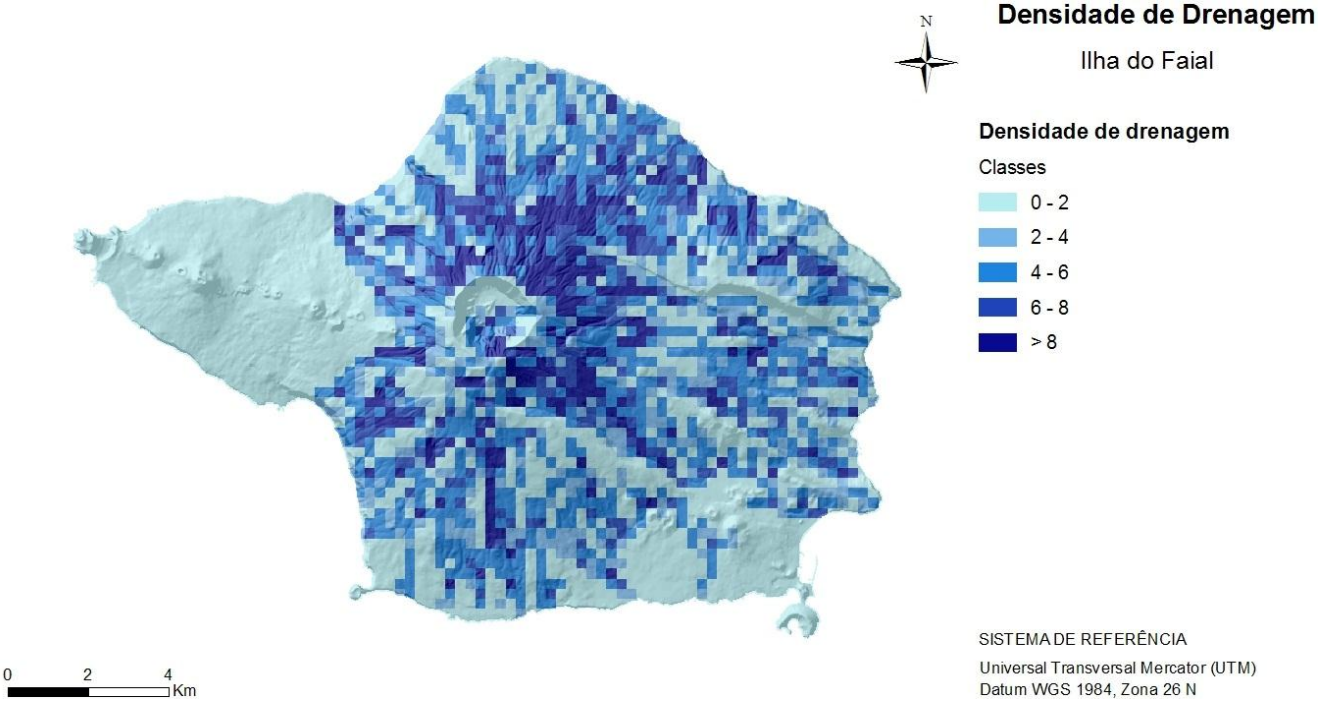


Figura 2.4.2 | Carta da densidade de drenagem da ilha do Faial.

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 (*Eto*) 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; *Etr* - evapotranspiração real; *Sav* – superavit hídrico. No Quadros 2.4.1 são apresentados os valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha do Faial.

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

Código bacia	Nome bacia	Área (Km^2)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
FAB2	Rib. Funda	3,55	2838,40	466,70	2371,70
FAB7	Nome Desconhecido	2,99	1845,48	504,97	1340,51
FAB17	Nome Desconhecido	1,08	1927,51	534,63	1392,88
FAB18	Nome Desconhecido	2,27	2024,47	535,40	1489,08
FAB23	Grota Ribeirinha	0,85	2048,54	542,09	1506,45
FAA15	Bacias Agregadas	0,01	942,30	539,00	403,30
FAA16	Bacias Agregadas	0,26	1322,35	668,00	654,35
FAA18	Bacias Agregadas	0,50	1129,79	560,15	569,64
FAA19	Bacias Agregadas	0,02	1025,67	628,00	397,67
FAA29	Bacias Agregadas	0,09	1012,96	606,29	406,67
FAE1	Bacias Endorreicas	3,22	3513,43	497,34	3016,09
FAB20	Nome Desconhecido	1,15	2024,39	539,53	1484,86
FAB3	Bacias Agregadas	3,75	2412,59	500,01	1912,58
FAB5	Rib. do Vale Verde	1,46	2096,29	490,99	1605,30
FAA26	Bacias Agregadas	5,04	955,71	488,77	466,94
FAA27	Bacias Agregadas	4,55	888,49	612,50	275,99
FAA28	Bacias Agregadas	10,02	1327,45	644,71	682,73
FAB11	Rib. das Águas Claras	3,72	2576,17	468,75	2107,42
FAA1	Bacias Agregadas	0,25	1330,12	680,48	649,64
FAA2	Bacias Agregadas	3,20	2041,78	561,73	1480,05
FAA3	Bacias Agregadas	2,81	1556,79	659,39	897,40
FAA7	Bacias Agregadas	6,53	994,35	696,70	297,65
FAA8	Bacias Agregadas	4,02	831,86	675,38	156,48
FAB10	Rib. da Praia	6,80	1629,63	619,10	1010,52
FAA11	Bacias Agregadas	2,56	1185,68	659,57	526,11
FAA13	Bacias Agregadas	2,40	1028,13	616,15	411,98
FAA14	Bacias Agregadas	0,03	1126,71	641,00	485,71
FAA17	Bacias Agregadas	0,77	1321,27	573,56	747,72
FAB19	Nome Desconhecido	1,20	2348,94	483,27	1865,67
FAB21	Ribeira do Pinheiro	0,99	1842,60	540,98	1301,62
FAA21	Bacias Agregadas	2,10	1239,70	542,42	697,28
FAA20	BAcias Agregadas	1,28	1141,19	529,35	611,84
FAB4	Rib. de Joana Pires	2,92	2347,64	449,22	1898,42
FAA23	Bacias Agregadas	1,10	2112,60	568,13	1544,48
FAB24	Rib. das Cabras	1,63	2766,42	467,65	2298,77
FAA24	Bacias Agregadas	0,17	1962,41	609,07	1353,34
FAA25	Bacias Agregadas	5,42	1356,15	522,95	833,20
FAB1	Rib. do Adão	6,00	2468,82	461,94	2006,88
FAB15	Rib. de Flamengos	15,99	1886,99	587,20	1299,79
FAA9	Bacias Agregadas	0,86	817,43	629,39	188,04
FAA22	Bacias Agregadas	1,78	1627,34	561,66	1065,67
FAB6	Nome Desconhecido	1,11	1995,04	547,52	1447,52
FAB16	Nome Desconhecido	2,55	2038,57	559,07	1479,50

Código bacia	Nome bacia	Área (Km^2)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
FAB8	Ribeirinha	3,55	1317,06	575,36	741,70
FAA12	Bacias Agregadas	3,40	1443,51	512,54	930,97
FAA10	Bacias Agregadas	4,86	1202,64	676,63	526,01
FAB12	Bacias Agregadas	7,79	1476,61	664,38	812,24
FAA6	Bacias Agregadas	3,99	1137,12	708,57	428,55
FAB13	Bacias Agregadas	3,77	1949,79	606,43	1343,36
FAA5	Bacias Agregadas	2,73	1209,37	733,40	475,97
FAB22	Rib. da Lombega	2,14	2117,41	567,85	1549,56
FAB14	Rib. de Sta. Catarina	3,12	1533,54	687,46	846,08
FAA4	Bacias Agregadas	4,20	1201,08	689,87	511,21
FAB9	Bacias Agregadas	14,52	2513,68	564,62	1949,06

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 (*Ddmáx*). Assim:

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

Nesta expressão *Esc* representa o escoamento anual (mm).

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

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

- Sempre que existe superavit (*Sav*) decorrente do balanço de superfície (clima e reserva útil do solo) está garantido um escoamento que, no mínimo (densidade de drenagem =0), corresponde a *a*Sav*;
- Quando a densidade de drenagem é igual à máxima observada no conjunto das bacias de cada ilha (*Ddmax*) o escoamento atinge (*a+b*)**Sav*;
- Entre esses dois limites a fração do *Sav* que escoa em superfície é condicionada pela relação linear *Dd/Ddmáx*;
- 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^{-1}), e escoamento superficial (hm^3/ano) para as bacias hidrográficas da ilha do Faial.

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

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km^{-1})	Esc (hm^3/ano)
FAB2	Rib. Funda	5,59	3,11
FAB7	Nome Desconhecido	3,85	1,10
FAB17	Nome Desconhecido	6,53	0,63
FAB18	Nome Desconhecido	7,46	1,60
FAB23	Grota Ribeirinha	5,32	0,45
FAA15	Bacias Agregadas	0,00	0,00
FAA16	Bacias Agregadas	0,00	0,01
FAA18	Bacias Agregadas	1,55	0,04
FAA19	Bacias Agregadas	0,00	0,00
FAA29	Bacias Agregadas	0,00	0,00
FAE1	Bacias Endorreicas	3,12	2,26
FAB20	Nome Desconhecido	0,00	0,10
FAB3	Bacias Agregadas	5,34	2,55
FAB5	Rib. do Vale Verde	5,51	0,85
FAA26	Bacias Agregadas	0,00	0,14
FAA27	Bacias Agregadas	0,00	0,08
FAA28	Bacias Agregadas	0,00	0,41
FAB11	Rib. das Águas Claras	3,88	2,16
FAA1	Bacias Agregadas	0,00	0,01
FAA2	Bacias Agregadas	4,21	1,39
FAA3	Bacias Agregadas	3,44	0,63
FAA7	Bacias Agregadas	1,07	0,23
FAA8	Bacias Agregadas	0,00	0,04
FAB10	Rib. da Praia	3,62	1,79
FAA11	Bacias Agregadas	2,22	0,25

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km^{-1})	Esc (hm^3/ano)
FAA13	Bacias Agregadas	1,62	0,15
FAA14	Bacias Agregadas	0,00	0,00
FAA17	Bacias Agregadas	3,78	0,15
FAB19	Nome Desconhecido	12,63	1,71
FAB21	Ribeira do Pinheiro	5,84	0,49
FAA21	Bacias Agregadas	0,96	0,17
FAA20	BAcias Agregadas	2,54	0,16
FAB4	Rib. de Joana Pires	6,20	2,23
FAA23	Bacias Agregadas	1,09	0,20
FAB24	Rib. das Cabras	5,51	1,37
FAA24	Bacias Agregadas	5,10	0,08
FAA25	Bacias Agregadas	0,00	0,27
FAB1	Rib. do Adão	3,54	3,09
FAB15	Rib. de Flamengos	4,00	5,85
FAA9	Bacias Agregadas	2,71	0,03
FAA22	Bacias Agregadas	1,53	0,27
FAB6	Nome Desconhecido	0,01	0,10
FAB16	Nome Desconhecido	5,92	1,46
FAB8	Ribeirinha	4,43	0,81
FAA12	Bacias Agregadas	4,29	0,94
FAA10	Bacias Agregadas	3,31	0,62
FAB12	Bacias Agregadas	3,08	1,46
FAA6	Bacias Agregadas	1,14	0,21
FAB13	Bacias Agregadas	4,62	1,60
FAA5	Bacias Agregadas	2,95	0,29
FAB22	Rib. da Lombega	4,86	1,09
FAB14	Rib. de Sta. Catarina	4,01	0,74
FAA4	Bacias Agregadas	0,11	0,14
FAB9	Bacias Agregadas	5,05	9,62

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 maiores 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:

$$Q_p = \frac{0{,}277 K A h_u}{t_p}$$

Em que:

- Q_p - caudal de ponta de cheia (m^3/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 (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 inicias 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 Cedros, Chão Frio, Flamengos e Horta. 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 Faial de acordo com os respetivos postos udométricos, e para os diferentes períodos de retorno considerados

Período de retorno	*a*	*b*
Posto udométrico de Cedros		
T = 5 anos	36,396	-0,600
T = 10 anos	43,211	-0,600
T = 25 anos	51,808	-0,599
T = 50 anos	58,156	-0,599
T = 100 anos	64,516	-0,599
Posto udométrico de Chão Frio		
T = 5 anos	37,439	-0,600
T = 10 anos	42,570	-0,600
T = 25 anos	48,946	-0,599

Período de retorno	a	b
T = 50 anos	53,675	-0,599
T = 100 anos	58,441	-0,599
Posto udométrico dos Flamengos		
T = 5 anos	38,873	-0,600
T = 10 anos	45,957	-0,600
T = 25 anos	54,865	-0,599
T = 50 anos	61,435	-0,599
T = 100 anos	68,057	-0,599
Posto udométrico da Horta		
T = 5 anos	27,338	-0,600
T = 10 anos	32,701	-0,600
T = 25 anos	39,482	-0,599
T = 50 anos	44,453	-0,599
T = 100 anos	49,508	-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 Faial, esta traduz-se pela seguinte expressão:

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

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 Faial.

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 Faial

Código bacia	Nome bacia	Qp (m^3/s)				
		T = 5 anos	T = 10 anos	T = 25 anos	T = 50 anos	T = 100 anos
FAB1	Rib. do Adão	18,6	25,5	34,8	42,0	49,4
FAB16	Nome Desconhecido	6,0	8,2	11,3	13,6	16,0
FAB17	Nome Desconhecido	3,0	4,2	6,0	7,3	8,8
FAB18	Nome Desconhecido	6,6	8,9	12,1	14,6	17,1
FAB19	Nome Desconhecido	3,5	4,7	6,4	7,7	9,0

Código bacia	Nome bacia	Qp (m^3/s)				
		T = 5 anos	T = 10 anos	T = 25 anos	T = 50 anos	T = 100 anos
FAB2	Rib. Funda	11,9	16,4	22,6	27,4	32,4
FAB20	Nome Desconhecido	2,7	3,6	5,0	6,0	7,1
FAB21	Ribeira do Pinheiro	2,3	3,1	4,3	5,2	6,1
FAB24	Rib. das Cabras	5,6	7,7	10,6	12,9	15,3
FAB3	Bacias Agregadas	10,9	14,8	20,0	24,1	28,2
FAB4	Rib. de Joana Pires	8,9	12,2	16,6	20,0	23,6
FAB5	Rib. do Vale Verde	3,1	4,2	5,7	6,9	8,1
FAA10	Bacias Agregadas	12,0	15,2	19,3	22,4	25,7
FAB10	Rib. da Praia	18,5	23,0	28,9	33,4	38,0
FAB6	Nome Desconhecido	3,8	4,8	6,2	7,2	8,3
FAB7	Nome Desconhecido	10,2	13,0	16,5	19,3	22,1
FAB8	Ribeirinha	12,2	15,5	19,7	23,0	26,4
FAB9	Bacias Agregadas	38,1	47,2	59,2	68,2	77,5
FAB11	Rib. das Águas Claras	13,0	17,6	23,8	28,5	33,4
FAB12	Bacias Agregadas	25,8	34,6	46,5	55,6	65,0
FAB13	Bacias Agregadas	12,3	16,5	22,1	26,4	30,9
FAB14	Rib. de Sta. Catarina	10,2	13,7	18,3	21,9	25,6
FAB15	Rib. de Flamengos	44,0	58,2	77,0	91,3	106,0
FAB22	Rib. da Lombega	7,5	10,1	13,6	16,3	19,2
FAB23	Grota Ribeirinha	3,6	5,0	6,9	8,4	9,9

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 Faial

Período de retorno	Expressão
T = 5 anos	$q = 2{,}9927\ A^{-0{,}005}$
T = 10 anos	$q = 4{,}1044\ A^{-0{,}029}$
T = 25 anos	$q = 5{,}6102\ A^{-0{,}050}$
T = 50 anos	$q = 6{,}7776\ A^{-0{,}061}$
T = 100 anos	$q = 7{,}9875\ A^{-0{,}069}$

Nota: q – caudal de ponta específico de cheia ($m^3.s^{-1}.km^2$); A – área da bacia hidrográfica (km^2)

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.

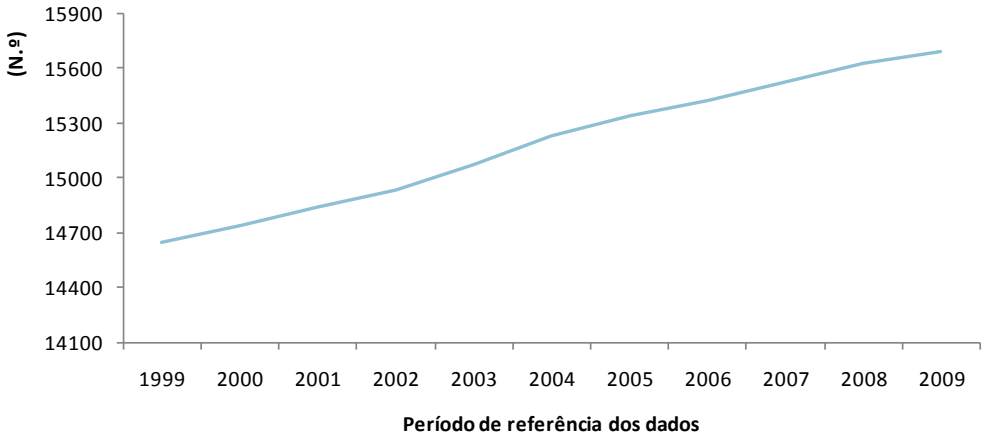
2.5 | Caracterização socioeconómica

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 Faial, com 15063 habitantes em 2001, representa 6,23% da população residente na RAA.

Atualmente as estimativas do Instituto Nacional de Estatística (INE) referem um aumento da população residente na ilha do Faial (Figura 2.5.1), contando com cerca de 15 691 habitantes (valores referentes às estimativas da população para o ano de 2009)[8].



Fonte: INE

Figura 2.5.1 | Estimativas da população residente (N.º) por concelho.

A RAA apresenta uma densidade populacional de 106 habitantes por km^2 (estimativas apresentadas para o ano 2009) enquanto se estima que Portugal tem uma densidade de 115 habitantes por km^2. Estima-se ainda, que a ilha do Faial apresentava em 2009 uma densidade de 91 habitantes por km^2, Considerando o período em análise (2001/2009), verifica-se que a densidade populacional tem vindo a aumentar, independentemente da escala geográfica (Quadro 2.5.1).

[8] Para a análise da evolução da população residente recorreu-se às Estimativas Anuais da População Residente, do Instituto Nacional de Estatística.

Quadro 2.5.1 | Densidade Populacional

Indicador	Ano	Portugal	RAA	Ilha do Faial
Área km^2	2001	92 141,5	2 321,9	173,1
População Residente	Censos 2001	10 355 824	241 763	15 063
	Estimativas 2009	10 637 713	245 374	15 691
Densidade Populacional (hab/km^2)	2001	112	104	87
	2009	115	106	91

Fonte: dados do INE com cálculos próprios

No que refere à distribuição da população residente por grupos etários para o ano de 2009, constata-se que 57% da população residente pertence ao grupo etário dos 25-64 anos (verificando se um taxa de variação da população neste grupo etário para o período 1999/2009 de 21,7%) e 15% da população residente tem 65 e mais anos (tendo este grupo uma taxa de variação para o período de 1999/2009 de 1,3%). Por outro lado, a população residente dos 0-14 anos e dos 15-24 anos sofreu uma taxa de variação negativa de 4,74% e 18,10% respetivamente. Constata-se que, para o período em análise a população jovem residente da ilha do Faial tem diminuído e em contra partida a população de maior idade e em idade ativa tende a aumentar (Quadro 2.5.2)

Quadro 2.5.2 | Estimativas da População residente (%) por Local de residência e Grupo etário

Grupo etário	Ilha do Faial				
	População Residente - Ano 1999 (N.º)	% População Residente - Ano 1999	População Residente - Ano 2009 (N.º)	% População Residente - Ano 2009	Variação da População Residente - Anos 1999/2009 (%)
0 - 14 anos	2 658	18	2 532	16	-4,74
15 - 24 anos	2 442	17	2 000	13	-18,10
25 - 64 anos	7 297	50	8 878	57	21,67
65 e mais anos	2 252	15	2 281	15	1,29

Fonte: INE

Estabelecendo uma relação entre a taxa de variação da população residente para o período 1999/2009 e o sexo da população, verifica-se que a população do género masculino com mais de 65 anos aumentou 7%, enquanto que a população residente feminina registou um decréscimo de 2%. Por outro lado a população residente masculina com 25-64 anos é superior à população feminina e regista-se uma taxa de variação de 26% para a população masculina e de 17% para a população feminina, considerando o período de 1999/2009.

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[9] (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 all* (1995) à população anteriormente calculada. Para o cálculo dessa taxa, considerou-se 45 dias de ocupação padrão.

[9] Considerado para efeitos de cálculo uma dimensão média de três pessoas por aglomerado familiar.

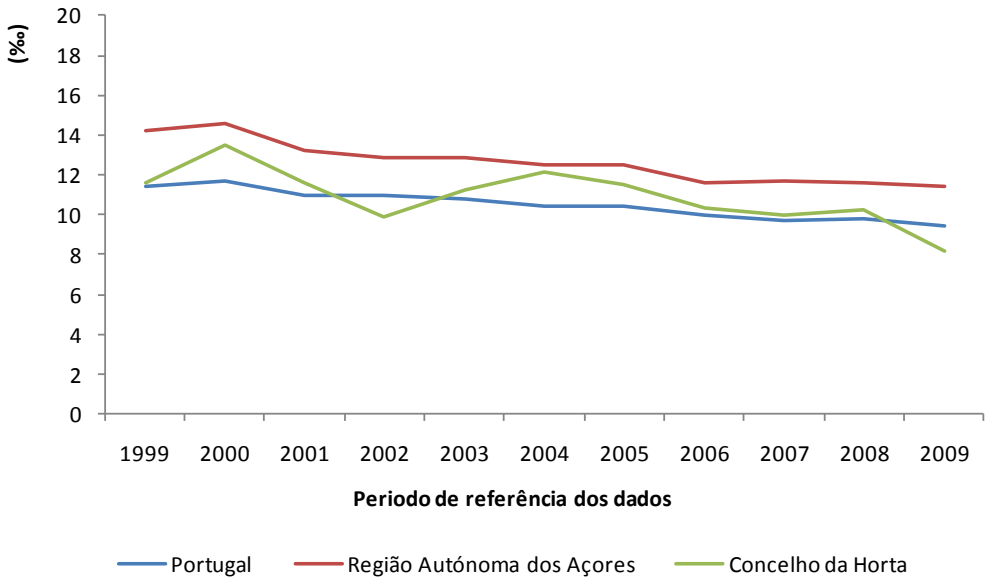
No que diz respeito ao cálculo do número de turistas de cada concelho, aferiu-se o número de dormidas médias por dia com base no número de dormidas anuais, tendo-se considerado para efeitos de cálculo que cada dormida média corresponde a um turista (habitante-equivalente).

Quadro 2.5.3 | Turistas, ocupantes temporários e população flutuante

Indicador	Ano	Ilha do Faial
Ocupantes temporários (total de habitantes equivalentes)	2001	197
	2009	208
Turistas (total de habitantes equivalentes)	2001	304
	2009	304
População Flutuante	2001	501
	2009	512

Fonte: dados do INE com cálculos próprios

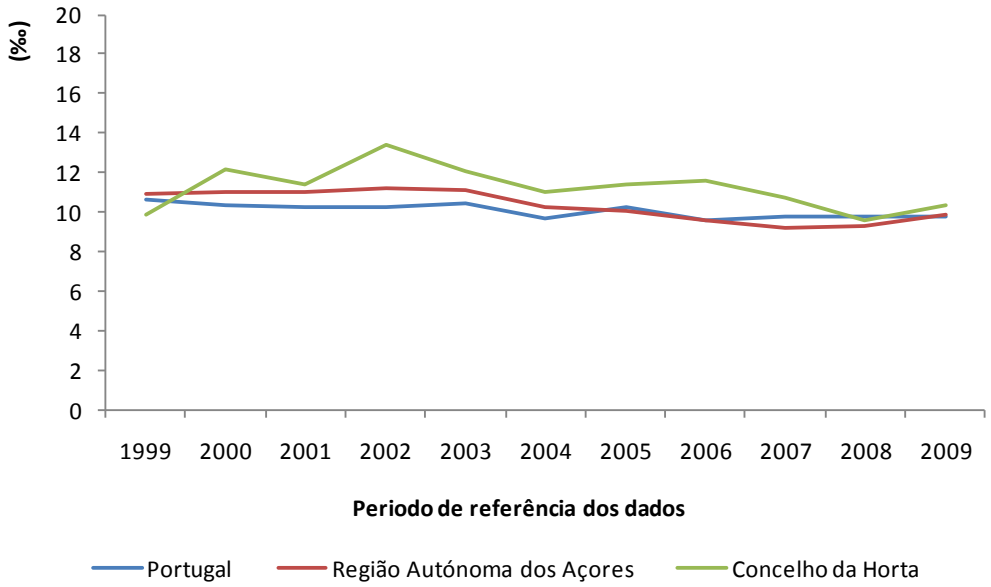
A taxa de natalidade da ilha do Faial caracteriza-se pela sua irregularidade atingindo em 2009 valores inferiores aos registados para a RAA e para o País. Em 2009 a ilha do Faial apresentava uma taxa de natalidade de 8,2‰, a RAA apresentava uma taxa de 11,4‰ e o País registava uma taxa de natalidade de 9,4‰ (Figura 2.5.2).



Fonte: INE

Figura 2.5.2 | Taxa de Natalidade.

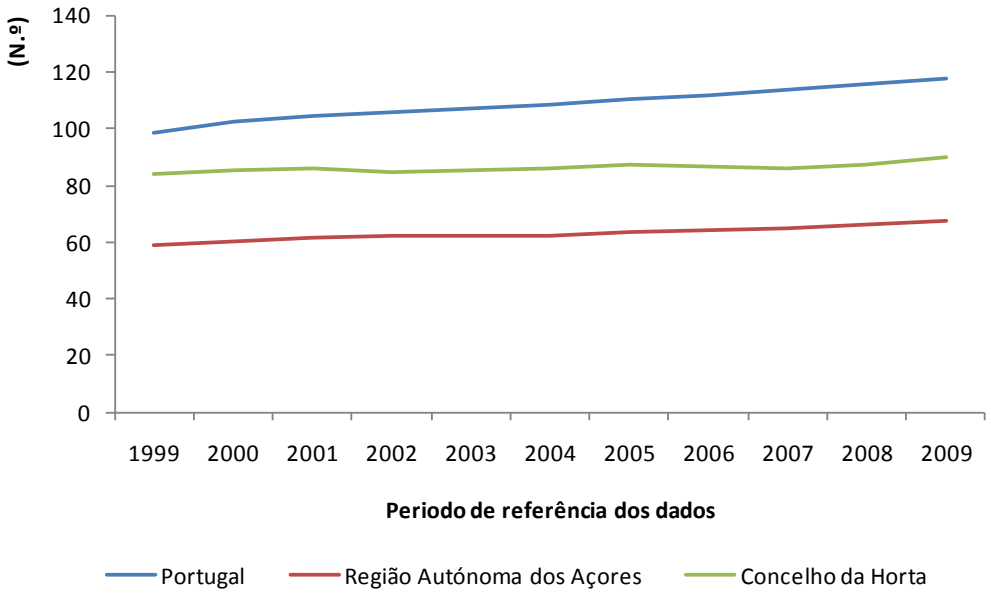
Em termos evolutivos a ilha do Faial regista uma taxa de mortalidade superior aos valores verificados para a RAA e para o País, no entanto, os valores analisados para as diferentes escalas espaciais não diferem significativamente e seguem a tendência de decréscimo verificada para o País. Salienta-se que no ano de 2009 a ilha do Faial tinha uma taxa de mortalidade de 10,3‰, a RAA de 9,9‰ e o País de 9,8‰ (Figura 2.5.3).



Fonte: INE

Figura 2.5.3 | Taxa de Mortalidade.

A ilha do Faial comparativamente com Portugal, tem um índice de envelhecimento mais reduzido, no entanto regista valores superiores à RAA. (Figura 2.5.4). Ainda que pouco significativamente, o índice de envelhecimento está a aumentar para a ilha do Faial, refletindo a tendência verificada para o País.



Fonte: INE

Figura 2.5.4 | Índice de envelhecimento.

A ilha do Faial apresentava no ano de 2009 um crescimento natural negativo de 0,21 % e ligeiramente inferior aos valores para a RAA e para o País. No entanto, apesar da pequena discrepância de valores, o crescimento natural na ilha do Faial segue a tendência decrescente do País.

Quadro 2.5.4 | 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	0,36	0,07	0,08	0,04	0,07	0,02	0,03	- 0,01	0,00	- 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
Ilha do Faial	0,17	0,12	0,03	-0,36	-0,09	0,11	0,01	-0,12	-0,06	0,06	-0,21

Fonte: INE

O crescimento migratório na ilha do Faial registou valores mais elevados em 2002 e 2003, tendo registado posteriormente um decréscimo do ritmo de crescimento. Este fenómeno reflete a tendência de evolução da região e do País, sendo no entanto, a taxa de crescimento migratório ligeiramente superior na ilha do Faial. Em 2009 a ilha do Faial tinha um crescimento de 0,6%, enquanto que a RAA e o País registavam uma taxa de crescimento migratório de 0,1% (Figura 2.5.3).

Quadro 2.5.5 | 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	0,10
Ilha do Faial	0,42	0,50	0,66	0,98	1,01	0,89	0,77	0,66	0,72	0,59	0,61

Fonte: INE

O ritmo de crescimento populacional tem diminuído, tanto no País como na ilha do Faial, no entanto esta ilha regista valores de crescimento populacional ligeiramente mais elevados que a RAA e o País. No ano de 2009 a ilha do Faial tinha um crescimento efetivo da ordem dos 0,4%, enquanto que a RAA e o País apresentavam um crescimento efetivo de aproximadamente 0,1%.

Quadro 2.5.6 | 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 Faial	0,59	0,62	0,68	0,62	0,92	1	0,79	0,54	0,65	0,65	0,40

Fonte: INE

De acordo com a análise dos indicadores acima descritos conclui-se que a população da ilha do Faial manifesta uma tendência de diminuição da população jovem e aumento da população com maior idade. Esta afirmação é sustentada pelo decréscimo da taxa de natalidade, aumento do índice de envelhecimento, diminuição da taxa de crescimento populacional. A taxa de crescimento migratório contribui positivamente para o crescimento da população.

No que refere aos estabelecimentos de educação/ensino, a ilha do Faial dispõe de 13 estabelecimentos de educação pré-escolar, 14 estabelecimentos de ensino básico e 2 estabelecimentos de ensino secundário, sendo que do total de 29 estabelecimento de ensino, 10,34% têm uma natureza institucional privada (Quadro 2.5.7).

Quadro 2.5.7 | Estabelecimentos de educação/ensino por município segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional, 2008/2009

Unidade geográfica	Educação pré-escolar		Ensino básico						Ensino secundário	
			1.º ciclo		2.º ciclo		3.º ciclo			
	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado
RAA	164	59	171	6	31	1	31	5	21	19
Ilha do Faial	11	2	12	0	1	0	1	0	1	1

Fonte: INE

No ano letivo de 2008/2009 encontravam-se matriculados 462 alunos na educação pré-escolar, 1723 alunos estavam matriculados no ensino básico e 540 alunos estavam matriculados no ensino secundário. No total encontravam matriculados em estabelecimentos de ensino 2725 alunos, dos quais 356 alunos frequentavam o ensino privado (Quadro 2.5.8).

Quadro 2.5.8 | Número de Alunos matriculados segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional do estabelecimento, 2008/2009

Unidade geográfica	Educação pré-escolar		Ensino básico						Ensino secundário	
			1.º ciclo		2.º ciclo		3.º ciclo			
	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado
R.A. Açores	5 292	2 450	12 874	1 055	8 676	48	10 604	130	7 730	2 028
Ilha do Faial	335	127	628	94	419	0	582	0	405	135

Fonte: INE

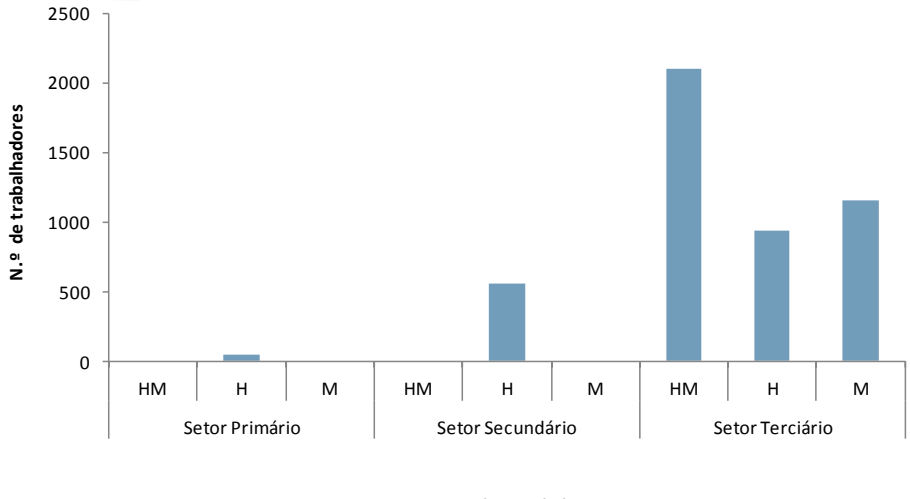
No que refere aos instrumentos e equipamentos de proteção social na saúde e na doença, a ilha do Faial dispõe de 1 hospital oficial com uma capacidade de 106 camas e 2 salas de operação (INE, 2008). Possui um centro de saúde sem internamento mas com 13 extensões (INE, 2008). Refere-se ainda que a ilha do Faial possui 3 farmácias e 2 postos farmacêuticos móveis (Quadro 2.5.9).

Quadro 2.5.9 | Farmácias e postos farmacêuticos (n.º) por localização geográfica

Unidade geográfica	Total	Farmácias	Postos farmacêuticos móveis
RAA	68	47	21
Ilha do Faial	5	3	2

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 Faial tinha 2 843 trabalhadores por conta de outrem. Os setores de atividade com maior expressão são o Terciário absorvendo cerca de 73,9% dos trabalhadores por conta de outrem, seguindo-se o setor de atividade secundário com cerca de 19,5% dos trabalhadores por conta de outrem, por fim, a expressão territorial do setor primário fica reduzida a cerca de 1,76% (Figura 2.5.5).



Fonte: INE

Figura 2.5.5 | Trabalhadores por conta de outrem nos estabelecimentos por município, segundo o setor de atividade (CAE-Rev.3) e o sexo, 2008.

A ilha do Faial ocupa o terceiro lugar no que refere ao número total de trabalhadores na Região com 6,3%. Segundo o Observatório do Emprego e Formação Profissional, 48,6% da população trabalhadora tem menos de 35 anos, com um baixo nível de escolaridade (23,3% têm apenas o 1.º ciclo) e com uma antiguidade na empresa também reduzida (57% dos trabalhadores têm menos de 5 anos de antiguidade). Quanto aos níveis de qualificação, verifica-se que 35,7% dos trabalhadores se encontram nos profissionais qualificados e que os quadros superiores representam 9,1% do número total de trabalhadores. Os setores de atividade com maior número de trabalhadores são: comércio, reparação de veículos automóveis (com 24% do número total de trabalhadores, construção (com 16% do número total de trabalhadores) industrias transformadoras com 11% e o alojamento, restauração e similares com 10% do número total dos trabalhadores da ilha do Faial. Verifica-se ainda que, 93,5% do número total de trabalhadores são trabalhadores por conta de outrem e 5,4% encontram-se na posição de patrões (Quadro 2.5.10).

Quadro 2.5.10 | 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
Total	**3 611**	**195**	**6**	**3 375**	**35**
A. Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca	92	3		88	1
01/02 Agricultura, produção animal, caça e silvicultura	15			15	-
03 Pesca e aquicultura	77	3	-	73	1
B. Indústrias extrativas	6	-	-	6	-
C. Indústrias transformadoras	389	15	1	368	5
D. Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria, ar frio	47	-	-	47	-
E. Distribuição de água, saneamento e resíduos	-	-	-	-	-
F. Construção	567	22	1	539	5
G. Comércio, reparação de veículos automóveis	857	80	1	765	11
H. Transportes e armazenagem	245	9	-	234	2
I. Alojamento, restauração e similares	366	24	1	337	4
J. Atividades de informação e comunicação	45			42	3
K. Atividades financeiras e de seguros	65	-	-	65	-

Atividades	Total	Patrão	Trabalhador familiar não remunerado	Trabalhador por conta de outrem	Outra
L. Atividades imobiliárias	8	3	-	5	-
M. Atividades de consultoria, científicas e técnicas	99	17	1	81	-
N. Atividades administrativas e serviços de apoio	156	6	-	150	-
O. Adm. Pública, defesa, segurança social obrigatória	93	-	-	93	-
P. Educação	104	1	-	102	1
Q. Atividades de saúde humana e apoio social	301	8	-	292	1
R. Atividades artísticas, desportivas e recreativas	48	3	45	-	-
São Outras atividades de serviços	123	4	1	116	2
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 Faial representava 7% da população ativa da RAA. A análise do quadro 2.5.11 permite ainda aferir que a maioria da população ativa se concentra na faixa etária dos 25-64 anos (81% da população ativa da ilha do Faial.

Quadro 2.5.11 | 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
RAA	20 120	80 078	1 290
Ilha do Faial	1 239	5 669	8

Fonte: INE

Em termos prospetivos, as estimativas que o INE realizou para o conjunto do País apontam, em qualquer dos três cenários adotados, para a continuação do crescimento da R.A. Açores nos próximos anos. Os cenários apresentados pelo INE preveem um aumento da população idosa e redução do número de residentes com menos de 25 anos, tendo como consequência o aumento da população em idade ativa, causando uma maior pressão no mercado regional de trabalho.

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 30 m 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 RAA 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 2.5.12).

De acordo com o RGA 99, a ilha do Faial detém 6,57% do número de explorações da RAA, que ocupam uma área de 10 181 hectares (7,2% da área total da RAA).

Quadro 2.5.12 | 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 Faial	1 266	10 181	1 264	8 648

Fonte: INE, Recenseamento Geral da Agricultura (RGA), 1999 – RAA

Na ilha do Faial existem 687 explorações que se dedicam ao cultivo de citrinos e ocupam uma extensão de 48 hectares, seguindo-se o cultivo de frutos sub-tropicais com 220 explorações e uma área de 31 hectares. Refere-se ainda que o número de explorações com cultivo de citrinos na ilha do Faial representa 9,7% do total de explorações que cultivam citrinos na RAA. As explorações que cultivam frutos sub-tropicais representam 5,6% do total de explorações que cultivam esta tipologia de cultura na RAA (Quadro 2.5.13).

Quadro 2.5.13 | 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 (n.º)	580 397	64 772	45 863	10 554	50 869	159 029	246 934	981	3	454	938
	área (ha)	711 380	52 670	23 361	2 592	80 408	335 029	215 046	1 622	40	64	548
Continente	expl (n.º)	543 832	61 477	37 657	1 781	49 738	159 029	232 399	839	-	13	899
	área (ha)	705 020	52 276	22 337	1 186	80 227	335 029	211 828	1 590	-	6	541
RAA	expl (n.º)	19 484	1 845	7 053	3 939	721	-	5 771	132	3	-	20
	área (ha)	3 637	177	922	665	102	-	1 699	25	40	-	7
Ilha do Faial	expl (n.º)	736	53	687	220	4	-	80	3	-	-	-
	área (ha)	97	1	48	31	0	-	15	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.

Na ilha do Faial existem 946 explorações que praticam culturas temporárias e ocupam uma extensão de 978 hectares. Assim sendo, o número de explorações com culturas temporárias da ilha do Faial representa 7% das explorações com culturas temporárias da RAA e 6% da área (ha).

Na ilha do Faial verifica-se uma dependência das culturas forrageiras, leguminosas secas para grão, batata e cereais para grão (Quadro 2.5.14).

Quadro 2.5.14 | Culturas temporárias

Unidade Geográfica	Total		Cultura principal		Cultura secundária	
Ilha do Faial	Expl (nª)	Área (ha)	Expl (nª)	Área (ha)	Expl (nª)	Área (ha)
Culturas temporárias	946	978	942	654	491	324
Cereais para grão	456	106	449	106	11	1
Leguminosas secas para grão	554	28	532	26	31	2
Prados temporários	-	-	-	-	-	-
Culturas forrageiras	611	764	407	441	463	322
Batata	511	28	500	26	11	1
Beterraba sacarina	-	-	-	-	-	-
Culturas industriais	-	-	-	-	-	-
Culturas hortícolas	284	14	281	14	3	0
Flores e plantas ornamentais	8	21	8	21	-	-
Sementes de culturas forrageiras	-	-	-	-	-	-
Sementes e propágulos de outras culturas não lenhosas	-	-	-	-	-	-
Outras culturas temporárias	389	18	387	18	4	0

Fonte: INE, RGA, 1999 – RAA

Na ilha do Faial prevalece como culturas principais o milho para forragem, a batata do tarde e o milho para grão, sendo de acrescentar a importância dos sistemas policulturais (Secretaria Regional da Agricultura e Floresta, 2007). A produção de milho para forragem está associada à bovinicultura de carne.

Quadro 2.5.15 | Culturas Agrícolas

Localização Geográfica	Culturas Agrícolas (Principais)	2005 Produção	2006 Produção
Ilha do Faial	Batata do Cedo (t)	81	81
	Batata do Tarde (t)	417	417
	Milho-Forragem (t)	7 394	7 394
	Milho-Grão (t)	197	197

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 2.5.16). 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 2.5.16 | Dimensão média das explorações, por região (1999-2005)

Unidade geográfica	1999	2005	Variação (1999-2005) %
Portugal	9,3	11,4	22,3
Continente	9,8	12,0	22,3
RAA	6,3	8,0	27,7

Fonte: INE

A análise do RGA 89 e 99 permite verificar que no total o número de explorações com efetivo animal na ilha do Faial registou um decréscimo de 30% e o efetivo animal decresceu 18%. No entanto, o número de explorações e o número de efetivo animal das espécies ovinos, caprinos e coelhos aumentaram. O período intercensitário revela ainda que o número de explorações com efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos) decresceu 24% o e 3% o número de efetivo pecuário (com exceção para os ovinos e caprinos e o número de efetivo da espécie bovinos).

Quadro 2.5.17 | Efetivo animal por espécie e explorações agrícolas com efetivo animal

Espécies	Portugal		Continente		RAA		Ilha do Faial	
	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	911	14 937
Suínos	132 630	2 418 426	121 681	2 332 864	7 188	61 894	548	1 778
Ovinos	71 203	537	69 360	2 917 719	845	4 951	37	151
Caprinos	55 014	241	49 164	519 018	3 014	9 063	290	829
Equídeos	62 439	96 741	58 162	90 544	4 261	5 885	347	494
Aves	265 670	42 631 471	247 348	41 397 586	10 380	676 718	819	15 655

Espécies	Portugal		Continente		RAA		Ilha do Faial	
	Explorações (nº)	Efetivo (nº)	Explorações (nº)	Efetivo (nº)	Explorações (nº)	Efetivo (nº)	Explorações (nº)	Efetivo (nº)
Coelhos	100 097	1 673 702	98 351	1 654 957	645	5 882	65	338
Colmeias e cortiços	17 220	285 230	16 680	279 928	212	3 255	6	87
Efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos)	361 304	3 834 392	330 822	6 942 038	17 906	300 290	1 786	17 695

Fonte: INE, RGA, 1999 – RAA

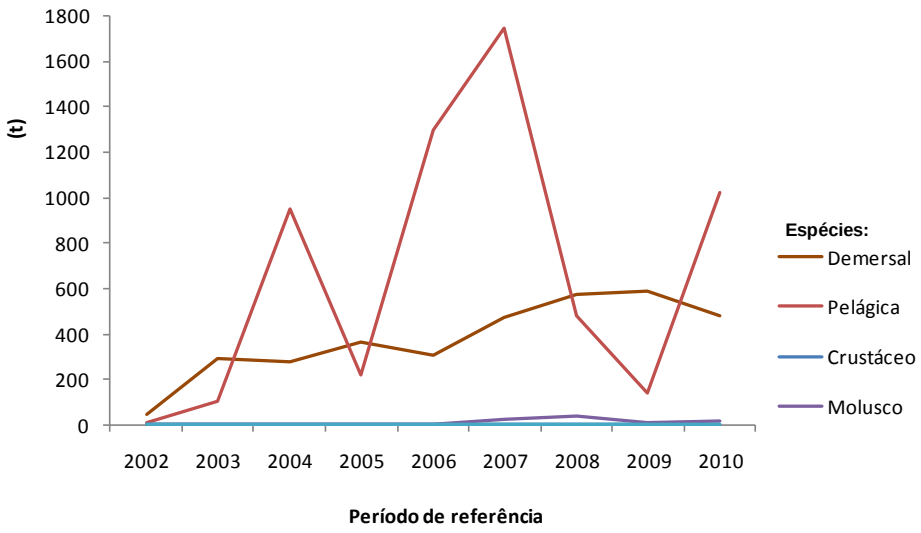
2.5.2.2. Pesca

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). Na ilha do Faial existe um porto piscatório, o porto de Santa Cruz da Horta. (SREA, 2007).

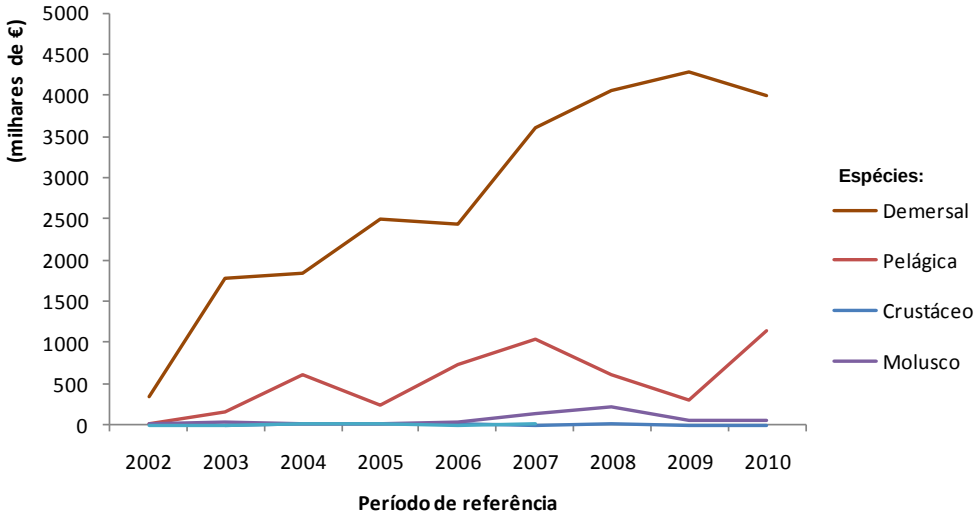
A Atividade piscatória, medida pelo pescado descarregado no porto de Santa Cruz da Horta na ilha do Faial, traduziu-se no ano de 2010 em volumes da ordem das 1 518 toneladas, às quais correspondem valores brutos na ordem de 5 199 257 milhões de euros, embora se trate de uma atividade com fortes flutuações, nomeadamente devido a flutuações de preço (Figura 2.5.6 e Figura 2.5.7).

O setor das pescas açoriano possui enumeras 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).



Fonte: SREA

Figura 2.5.6 | Total de Pesca descarregada nos portos da ilha do Faial.



Fonte: SREA

Figura 2.5.7 | Valor de Pesca descarregada nos portos da ilha do Faial (milhões de €).

A ilha do Faial é responsável por 10% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) gerado nas empresas de pesca e aquicultura na RAA no ano de 2008 e por 10% do número total de empresas na RAA. Cerca de 9% do pessoal ao serviço deste subsetor de atividade da RAA localiza-se na ilha do Faial, representando 6% do volume de negócios das empresas do subsetor das pescas e aquicultura da RAA (Quadro 2.5.18).

Quadro 2.5.18 | Volume de negócios, valor acrescentado bruto (VAB), 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 Faial	1 926	49	3 137	121

Fonte: INE

2.5.2.3. Indústria transformadora

Verifica-se que as indústrias transformadoras apresentam um peso relativamente reduzido na economia da RAA, sendo responsável no ano de 2008 por apenas 13% do VAB nas empresas por setores de atividade desta região e 13% do pessoal ao serviço nas empresas da RAA. Trata-se do setor económico que inclui as atividades que mais diretamente estão sujeitas à concorrência internacional, dado o caráter transacionável dos bens que nele são produzidos e, por outro lado, a estreiteza do mercado regional e a situação periférica e fragmentada do território contribuem de forma marcante para a dificuldade de indústrias nascentes se consolidarem;

No seu conjunto, as indústrias transformadoras verificaram em anos recentes um crescimento moderado quer em termos de emprego quer em termos de VAB, (SRAM, 2008).

Segundo dados do INE, no ano de 2008, as empresas deste setor geraram um VAB de 4 799 milhares de euros (correspondendo a 3% do VAB Nas empresas do setor na Região), um volume de negócios de 18 288 milhares de euros (correspondendo a 2% do volume de negócios das empresas do setor na Região) e existiam cerca de 367 pessoas ao serviço neste setor de atividade na ilha do Faial (correspondendo a 4,5% do pessoal ao serviço nas empresas deste setor na Região) (Quadro 2.5.19).

Quadro 2.5.19 | Volume de negócios, VAB, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas das indústrias transformadoras para o ano 2008

Unidade geográfica	Volume de negócios (milhares de €)	VAB (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
R. A. Açores	798 453	157 759	1 180	8 205
Ilha do Faial	18 288	4 799	100	367

Fonte: INE

2.5.2.4. Turismo

Considera-se que o turismo é uma atividade emergente na RAA, observando-se uma expansão assinalável nos últimos anos que se continuará a verificar a um ritmo sustentado, (SRAM, 2007). Segundo dados do INE, a ilha do Faial no ano de 2009 tinha seis estabelecimentos hoteleiros.

No que refere ao posicionamento estratégico das ilhas no domínio do turismo, a ilha do Faial encontra-se no centro secundário, juntamente com a ilha Terceira.

A partir de 2008, verificou-se uma redução do número de dormidas e hóspedes na RAA, 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).

Quadro 2.5.20 | Estabelecimentos hoteleiros (N.º) por localização geográfica, anual

Localização geográfica	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
RAA	62	69	75	83	83	81	83	82
Ilha do Faial	5	4	5	6	6	6	6	6

Fonte: INE

A ilha do Faial segue a tendência verificada para a Região, uma vez que depois de um crescimento intenso do número de dormidas[10] que atingiu o número mais elevado em 2007 com 91 627 dormidas, regista-se nos anos seguintes um decréscimo das dormidas. De igual modo, o número de hóspedes[11] nos estabelecimentos hoteleiros atingiu os 38 352 hóspedes em 2008, sendo que no ano 2009 também se regista um decréscimo (Quadro 2.5.21 e Quadro 2.5.22).

[10] É considerada dormida a permanência de um indivíduo num estabelecimento que fornece alojamento, por um período compreendido entre as 12 horas de um dia e as 12 horas do dia seguinte.

[11] É considerado hóspede um indivíduo que efetua pelo menos uma dormida num estabelecimento de alojamento turístico.

Quadro 2.5.21 | 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
Ilha do Faial	75 821	57 059	73 409	79 983	90 468	91 627	91 406	79 862

Fonte: INE

Quadro 2.5.22 | Hóspedes (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual

Localização geográfica	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
RAA	327 901	353 479	…	337 213	281 419	281 419	239 796	249 179
Ilha do Faial	29 828	23 218	28 929	28 929	37 391	…	38 352	34 977

Fonte: INE

No que refere ao VAB gerado nas empresas de alojamento e restauração no ano de 2008, a ilha do Faial representava 7% do VAB total deste setor na Região, 7% do volume de negócios e 8% do pessoal ao serviço no contexto da RAA e para o setor em análise (Quadro 2.5.23).

Quadro 2.5.23 | Volume de negócios, VAB, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas de alojamento e restauração para o ano 2008

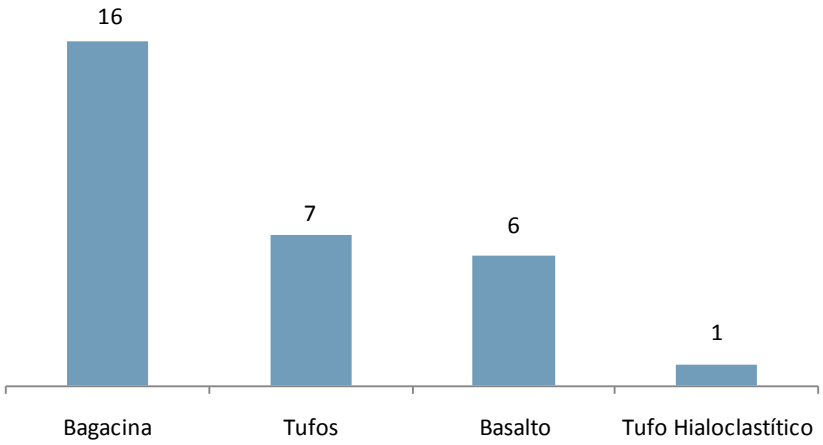
Unidade geográfica	VAB (milhares de €)	Empresas (n.º)	Vol. de negócios (milhares de €)	Pessoal ao Serviço (n.º)
Portugal	3 440 738	85 528	9 844 191	289 439
Continente	3 109 382	81 935	9 088 192	269 955
RAA	70 675	1 455	194 960	5 468
Ilha do Faial	4 730	…	13 099	425

Fonte: INE

2.5.2.5. Indústria extrativa

De acordo com o Estudo GEOVALIA – Prospeção e Avaliação de Recursos Minerais dos Açores (ARENA, 2007), na ilha do Faial foram identificadas 30 explorações e zonas de extração de inertes, em atividade ou abandonadas, das quais 12 explorações apresentavam claros indícios de atividade recente (Figura 2.5.8).

Os materiais geológicos explorados nas áreas identificadas são: a bagacina (em 16 explorações), os tufos (em 7 explorações), o basalto (em 6 explorações) e o tufo hialoclastítico (em 1 exploração).



Fonte: ARENA, 2007

Figura 2.5.8 | Materiais geológicos explorados e n.º de explorações identificadas.

Os locais de exploração de recursos minerais identificados ocupam uma área com 58,05 hectares, com uma média de 1,94 hectares por exploração. A distância média entre cada exploração de recursos minerais e a mais próxima é de 0,74km. Das áreas estudadas, 6 apresentam potencialidade para aterro e 1 estava à data, com aterro em execução.

De acordo com a SRE/DRCIE existe 1 exploração de recursos minerais que está licenciada, no entanto, nos Planos de Diretor Municipais desta ilha estão identificadas 6 áreas de indústria extrativa.

Das áreas estudadas, 11 explorações encontram-se em espaços naturais protegidos e 7 das áreas inserem-se simultaneamente em Sítio de Importância Comunitária (SIC) e Zona de Proteção Especial (ZPE) da Rede Natura 2000, sendo que 2 estão em área classificada como Reserva Florestal Natural, 3 inserem-se simultaneamente em Rede Natura 2000 (SIC) e Paisagem Protegida. (GEOVALIA)

No projeto GEOVALIA foi ainda apresentado para as explorações e zonas de extração de inertes da ilha do Faial os seguintes graus de significância:

- Muito significativa (10 áreas, 33,3 % do total);
- Significativa (16 áreas, 53,3 % do total);
- Pouco significativa (4 áreas, 13,3 % do total).

De acordo com os dados do INE, das 20 empresas que se encontram na RAA no ano de 2008, quatro localizam-se na ilha do Faial e têm um volume de negócios de 632 milhares de euros e um VAB de 13 milhares de euros (Quadro 2.5.24). Correspondendo o VAB das empresas do setor da indústria extrativa da ilha do Faial a 0,2% do VAB da RAA para as empresas deste setor e cerca de 20% do número total de empresas e 3% do volume de negócios da RAA para o setor em análise.

Quadro 2.5.24 | Volume de negócios, VAB, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas das indústrias extrativas, para o ano 2008

Unidade geográfica	VAB (milhares de €)	Empresas (n.º)	Vol. de negócios (milhares de €)	Pessoal ao Serviço (n.º)
Portugal	530 740	1 435	1 292 028	13 631
Continente	515 765	1 383	1 245 643	13 163
RAA	7 500	20	21 692	290
Ilha do Faial	13	4	632	9

Fonte: INE

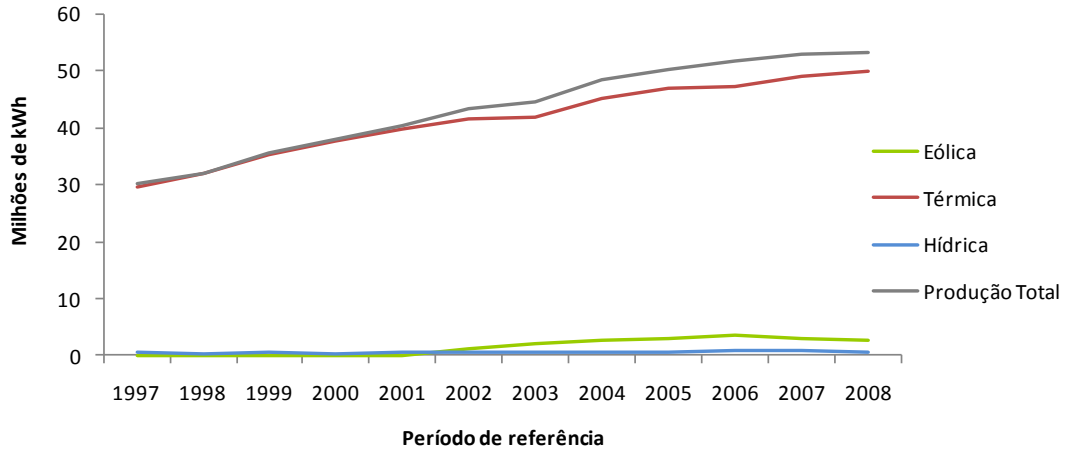
2.5.2.6. Energia

Na RAA existem problemas estruturais ao nível da produção de energia 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.

Na ilha do Faial verifica-se uma produção crescente de energia elétrica, com maior destaque para a energia de origem térmica que tem registado um decréscimo devido à introdução de novas fontes de energia hídrica e eólica, contribuindo assim para a redução da produção de energia de origem térmica.



Fonte: SREA

Figura 2.5.9 | Produção de energia elétrica (kwh), por ano.

O consumo de energia é mais elevado no setor doméstico, os consumos de eletricidade nos setores do comércio e dos serviços mostram-se mais dinâmicos nos últimos anos e no setor da agricultura regista-se um crescimento muito modesto, no que refere ao consumo deste tipo de energia. Contrariamente, verifica-se uma redução do consumo de energia elétrica no setor industrial (Quadro 2.5.25).

Quadro 2.5.25 | Consumidores de eletricidade (N.º) por tipo de consumo para a ilha do Faial

Período de referência	Total	Doméstico	Não doméstico	Indústria	Agricultura
1998	6 269	5 126	1 005	92	46
1999	6 466	5 258	1 064	92	52
2000	6 643	5 362	1 125	95	61
2001	6 850	5 437	1 246	98	69
2002	7 000	5 549	1 052	325	74
2003	6 974	5 591	1 081	228	74
2004	7 164	5 792	1 207	91	74
2005	7 274	5 929	1 180	88	77
2006	7 350	5 994	1 189	88	79
2007	7 460	6 122	1 174	87	77
2008	7 571	6 246	1170	83	72

Fonte: INE

A diminuição das vendas de gasolina, gasóleo e G.P.L. (e possivelmente petróleo) deve-se a introduções no consumo de combustíveis, nomeadamente os biocombustiveis e utilização de energias renováveis. Contrariamente, verifica-se um aumento do número de vendas de fuel (ligeiro) (Quadro 2.5.26).

Salienta-se que as Séries Estatísticas de 1998-2008 não apresentam as séries temporais completas para todas as tipologias de combustíveis.

Quadro 2.5.26 | Vendas (incluindo consumos próprios) das empresas distribuidoras - ilha do Faial

Combustíveis	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Gasolinas (litro)	3 109 028	3 144 502	3 213 894	3 185 354	3 247 476	3 571 257	3 000 980	3 000 747	2 798 580
Sem chumbo 98	911 563	722 157	536 138	357 131	289 516	290 688	211 633	207 994	140 671
Sem chumbo 95	2 197 465	2 422 345	2 677 756	2 828 223	2 957 960	3 280 569	2 789 347	2 792 753	2 657 909
Petróleo (litro)	14 784	12 879	3 400	3 988	1 020			2 995	
Fuel ligeiro (kg)	8 075 468	8 876 803	8 674 133	9 008 545	10 368 871	10 938 610	10 582 401	11 265 187	11 748 995
Fuel pesado (kg)									
Gasóleo (litro)	10 298 637	12 138 372	12 796 131	12 189 464	12 517 302	12 854 974	9 896 884	9 496 265	8 772 563
G.P.L. garrafas (kg)	144 095	1 549 969	1 604 437	159 619	1 568 138	1 536 293	1 596 863	1 514 695	1 420 439

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 2.5.27, 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 2.5.27). 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 2.27)

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.

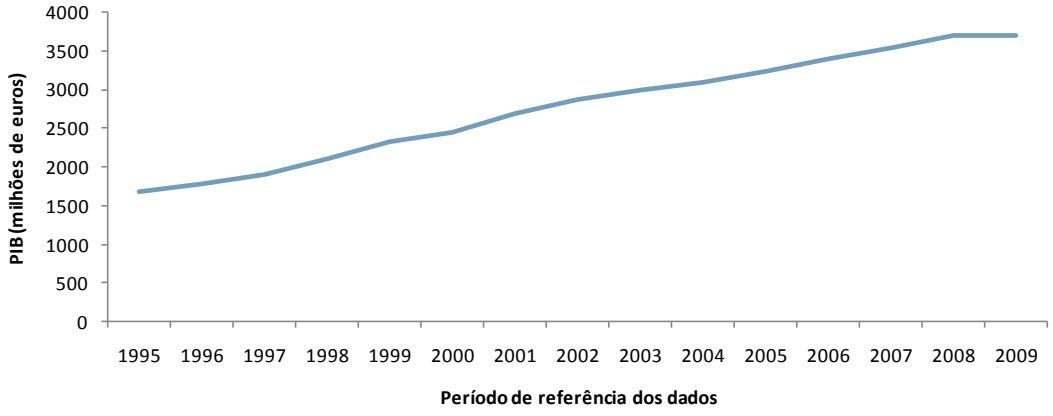
Quadro 2.5.27 | VAB a preços de base por ramos de atividade e Produto Interno Bruto (PIB) a preços de mercado, em milhões de euros, base 2000

	Código dos ramos/Descrição	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
A	Agricultura, Produção Animal, Caça e Silvicultura	224	258	255	258	267	267	275	269	258	236	213
B	Pesca	34	37	41	37	44	46	48	52	58	69	63
C	Industrias Extrativas	10	9	10	10	9	9	9	7	7	7	7
D	Industrias Transformadoras	117	125	128	128	146	154	156	166	174	188	180
E	Produção e distribuição de Eletricidade, Gás e Água	32	32	45	55	61	69	83	92	108	126	130

Código dos ramos/Descrição		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
F	Construção	129	130	132	166	172	161	173	162	164	175	173
G	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
H	Alojamento e Restauração (Restaurantes e Similares)	59	63	69	75	76	82	95	105	107	107	111
I	Transportes, Armazenagem e Comunicações	139	164	164	192	188	191	191	200	218	225	228
J	Atividades Financeiras	59	69	74	89	83	95	90	95	114	121	174
K	Atividades Imobiliárias, Alugueres e Serviços Prestados às Empresas	192	206	217	236	249	276	283	311	310	325	320
L	Administração Pública, Defesa e Segurança Social Obrigatória	266	285	294	308	335	356	372	385	415	409	423
M	Educação	98	107	166	184	194	193	196	199	198	229	255
N	Saúde e Ação Social	116	130	140	158	174	178	187	193	220	235	225
O	Outras Atividades de Serviços Coletivos, Sociais e Pessoais	39	50	32	34	40	43	40	40	49	56	56
P	Famílias com Empregados Domésticos	20	21	22	23	26	28	29	32	34	36	38
Q	Organismos Internacionais e Outras Instituições Extraterritoriais	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		**1 700**	**1 868**	**1 981**	**2 171**	**2 318**	**2 421**	**2 510**	**2 597**	**2 738**	**2 866**	**2 936**

Nota: Os dados de 2007 e 2008 ainda são preliminares
Fonte: INE

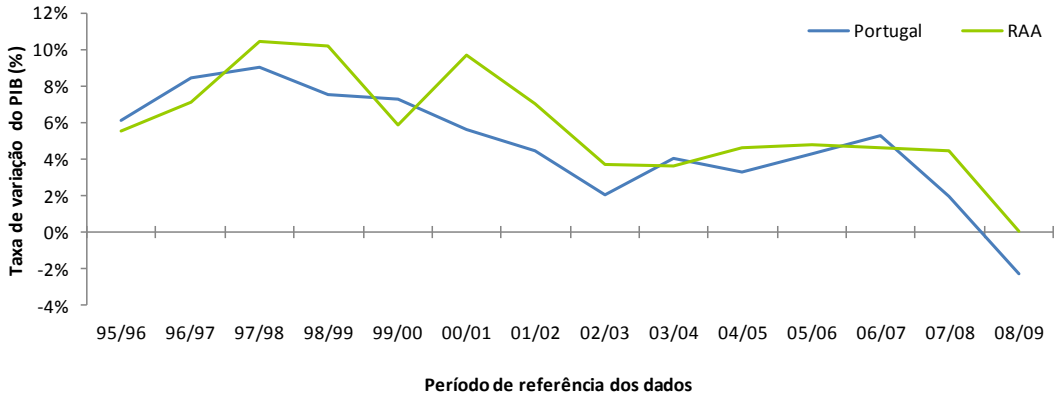
Ao longo do período de 1995-2009, o PIB dos Açores representava em média 2% do PIB português, sendo os Açores a região (NUT2) com menor dimensão (Figura 2.5.10).



Fonte: Contas Regionais Preliminares – INE, 2011

Figura 2.5.10 | 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 2.5.11).



Fonte: Contas Regionais Preliminares – INE, 2011

Figura 2.5.11 | PIB Regional – Taxa de variação anual.

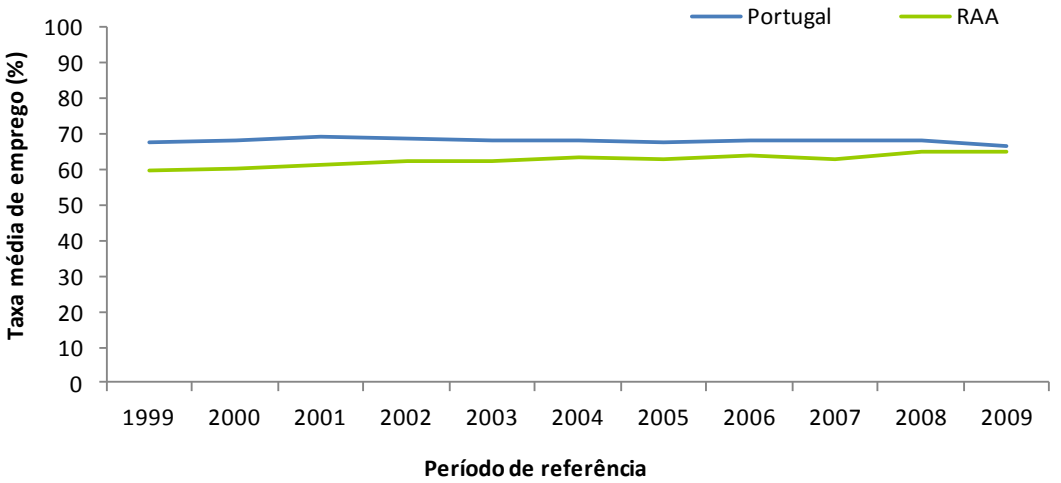
De acordo com a análise dos resultados dos Censos 2001, verificou-se que a ilha do Faial tem uma taxa de desemprego inferior aos valores da RAA e do País, constatando-se a situação inversa no que refere à taxa de emprego. No que refere à taxa de atividade a ilha do Faial apresenta uma taxa superior à registada para a Região (Quadro 2.5.28) e igual a taxa de atividade do Continente.

Quadro 2.5.28 | Taxa de emprego, taxa de atividade e taxa de desemprego (%) por local de residência à data dos Censos 2001

Indicadores	Portugal	Continente	RAA	Ilha do Faial
Taxa de atividade (%) da população residente por Local de residência, à data dos Censos 2001	48	48	42	46
Taxa de emprego (%) por Local de residência, à data dos Censos 2001	53	54	50	54
Taxa de desemprego (%) por Local de residência, à data dos Censos 2001	7	7	7	5

Fonte: INE

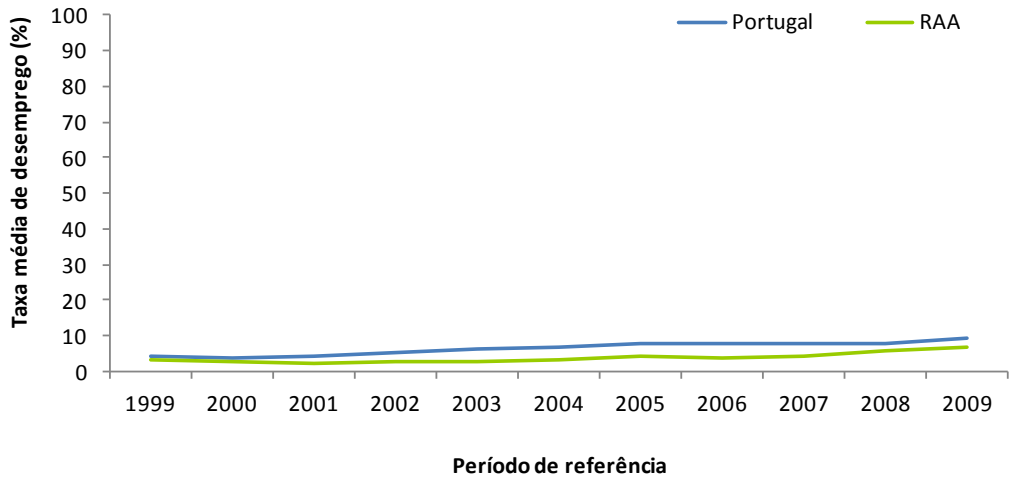
A taxa média de emprego (Figura 2.5.12) para a RAA tem vindo a aproximar-se dos valores verificados para o País na última década. Inclusivamente no ano de 2009, enquanto que a taxa média de emprego para Portugal decresceu, na RAA verificou-se um aumento, distando apenas 1% do País.



Fonte: INE

Figura 2.5.12 | Taxa média de emprego, série 1998 (%) para a RAA, anual.

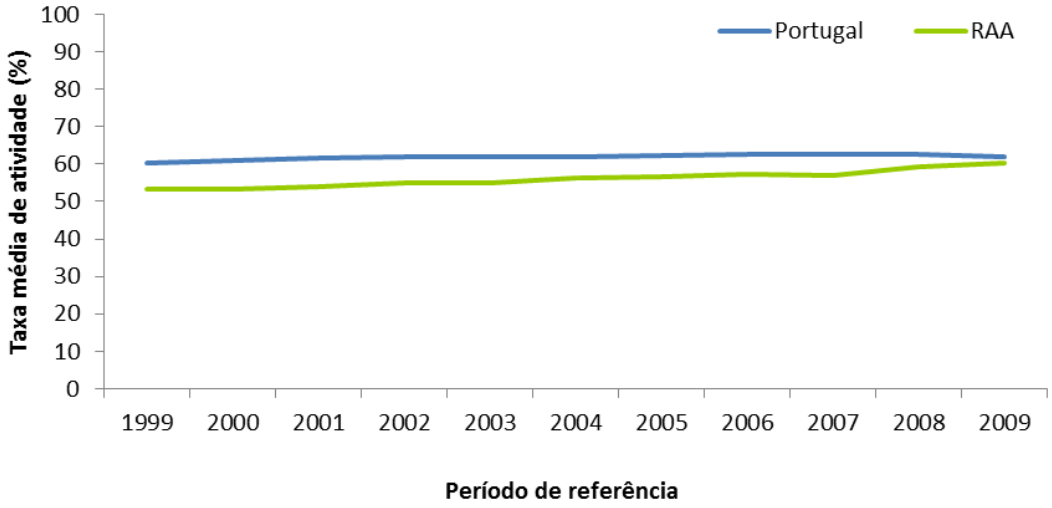
Considerando o período dos dados em análise, a RAA apresenta sempre uma taxa de desemprego inferior à verificada para o País. No entanto, assiste-se ao aumento progressivo da taxa de desemprego nesta região, acompanhando assim, a tendência evolutiva registada no País (Figura 2.5.13).



Fonte: INE

Figura 2.5.13 | 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 2.5.14). 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 Pais registava uma taxa média de atividade de 62%, enquanto que para a RAA esse valor era de 60%.



Fonte: INE

Figura 2.5.14 | 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

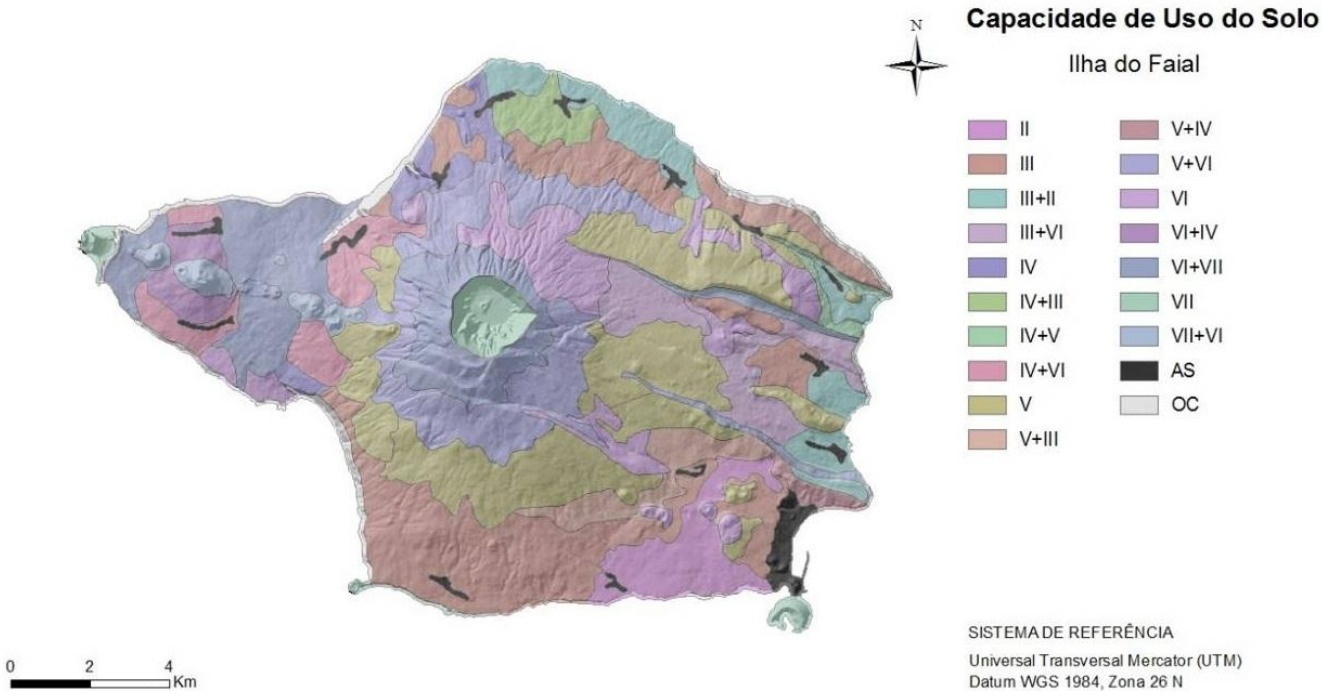
As cartas de capacidade de uso do solo dos Açores, produzidas pelo Departamento de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores (Sampaio, J. *et al.*, 1987), constituem representações interpretativas que classificam os solos tendo em consideração as suas aptidões naturais para usos agrícolas e florestais. 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 duma 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 Faial. Numa análise geral, verifica-se que os solos desta ilha são bastante férteis, pois cerca de 34% são considerados como aráveis, pertencentes às Classes II a IV. Encontram-se concentrados na Feteira, Vale dos Flamengos, Castelo Branco e Cedros, bem como na envolvente da cidade da Horta. Os solos da Classe VII ocupam uma pequena extensão territorial, situando-se as maiores manchas na parte cimeira do maciço da Caldeira, Monte da Guia, Ponta de Castelo Branco e na Península do Capelo. Os resultados são ilustrativos da aptidão natural do Faial para a agricultura, muito embora se verifique a prevalência das pastagens, tal como acontece nas restantes ilhas açorianas.



Fonte: Sampaio, J. et al. (1987)

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

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

Capacidade de Uso do Solo			
Classes	**Área (ha)**	**Área (km^2)**	**% da ilha**
A. Social	385,0	3,9	2,2
II	699,2	7,0	4,0
III	2 976,0	29,8	17,1
III+II	864,1	8,6	5,0
III+VI	724,1	7,2	4,2
IV	366,0	3,7	2,1
IV+III	272,5	2,7	1,6
IV+V	70,5	0,7	0,4
IV+VI	661,0	6,6	3,8
O. Costeira	470,7	4,7	2,7
V	3 098,5	31,0	17,8
V+III	435,4	4,4	2,5
V+IV	114,6	1,1	0,7
V+VI	1 692,5	16,9	9,7
VI	1 281,5	12,8	7,4
VI+IV	278,6	2,8	1,6
VI+VII	2 053,9	20,5	11,8
VII	549,8	5,5	3,2
VII+VI	387,6	3,9	2,2
Total	**17 381,7**	**173,8**	**100,0**

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, comercias, 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^2). As florestas equivalem a 22,2% (519,7km^2), seguindo-se os espaços agrícolas, com 14,1% (330,6km^2). As áreas de vegetação natural e as áreas urbanas representam 12,8% (298,8km^2) e 4,9% (115,9km^2), 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.

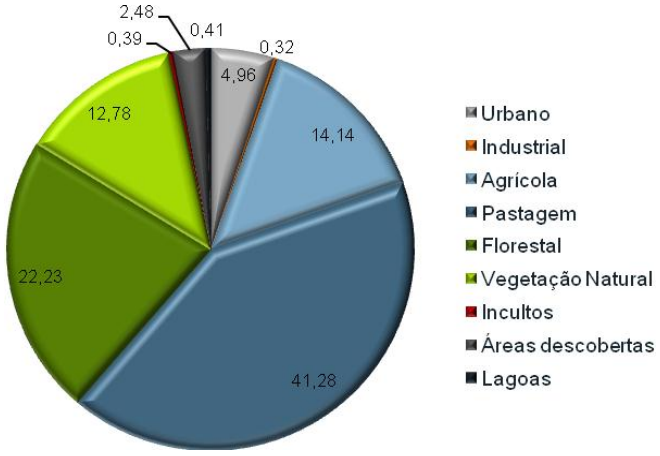
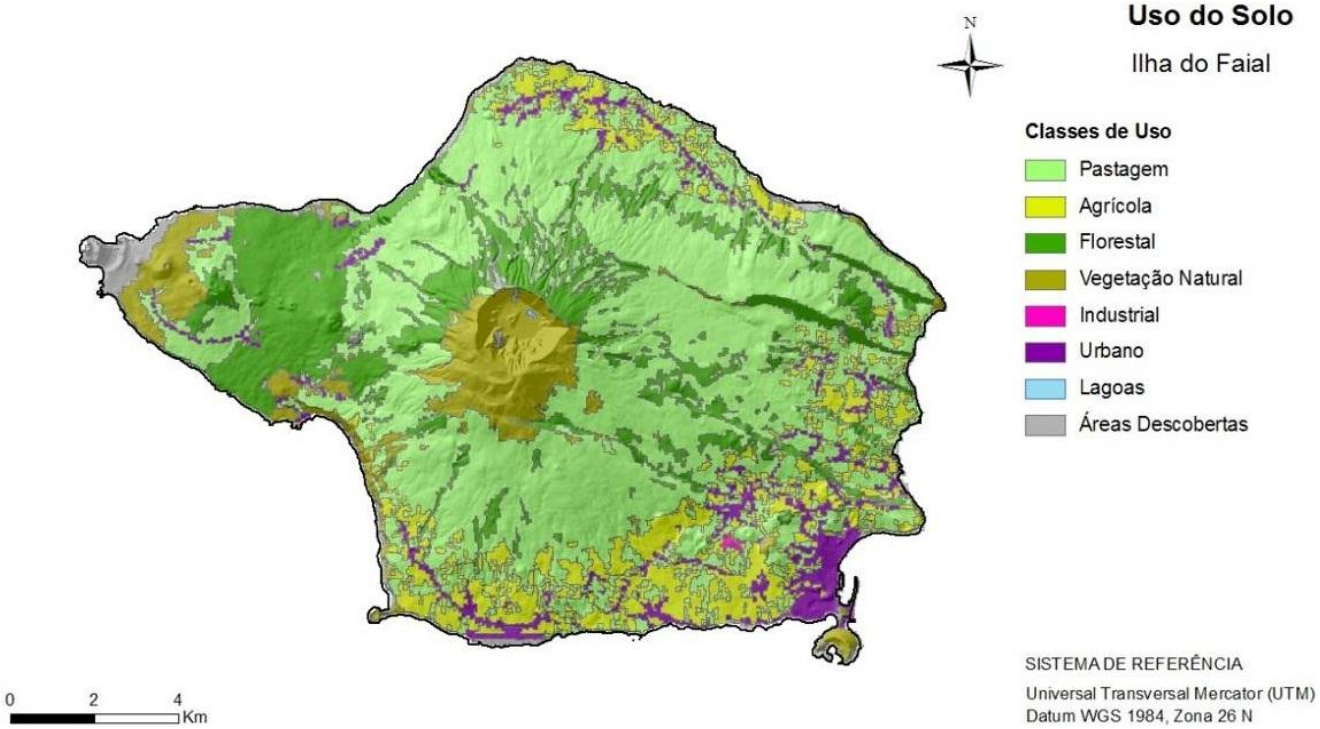


Figura 2.6.2 | Ocupação do solo no Arquipélago dos Açores (%).

De acordo com as Figuras 2.6.3 e 2.6.4, na ilha do Faial as pastagens apresentam grande expressão territorial, representando 51,8% da sua superfície total (89,4km^2). Ocupam as encostas do maciço da Caldeira, estendendo-se até cerca dos 350m de altitude. A vegetação natural tem hoje uma representação pouco significativa, com 9,3% (16,1km^2), estando circunscrita às vertentes superiores da Caldeira e à Península do Capelo. As áreas florestais correspondem a

17,9% do território insular (30,9km^2) e dispersam-se ao longo das margens dos cursos de água, nomeadamente na zona Norte, *Graben* de Pedro Miguel e no Capelo. Quanto aos espaços agrícolas, com um peso relativo de 12,7% (22km^2), encontram-se associados aos núcleos urbanos, mas com maior incidência na costa Sul (Castelo Branco e Feteira). As áreas urbanas, que representam 5,3% (9,1km^2), distribuem-se essencialmente pela faixa costeira, segundo os principais eixos rodoviários, assumindo maior desenvolvimento na cidade da Horta e freguesias periféricas.



Fonte: Carta de Ocupação do Solo da RAA (SRAM/DROTRH, 2007)

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

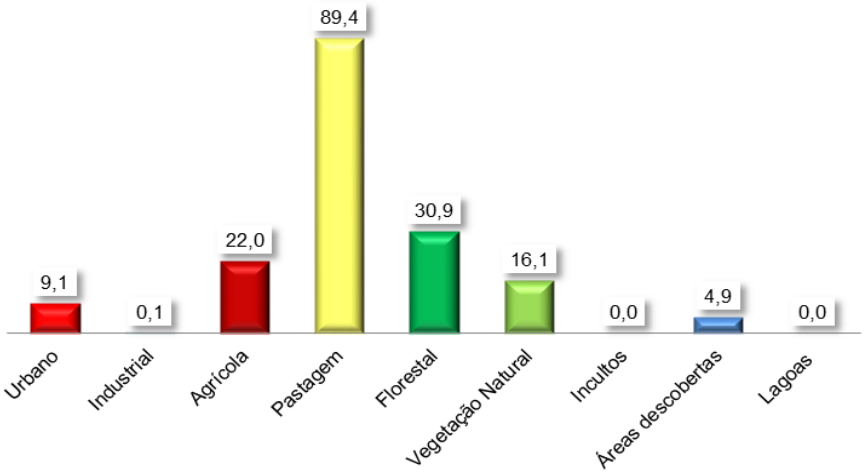


Figura 2.6.4 | Ocupação do solo na ilha do Faial (km^2).

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;

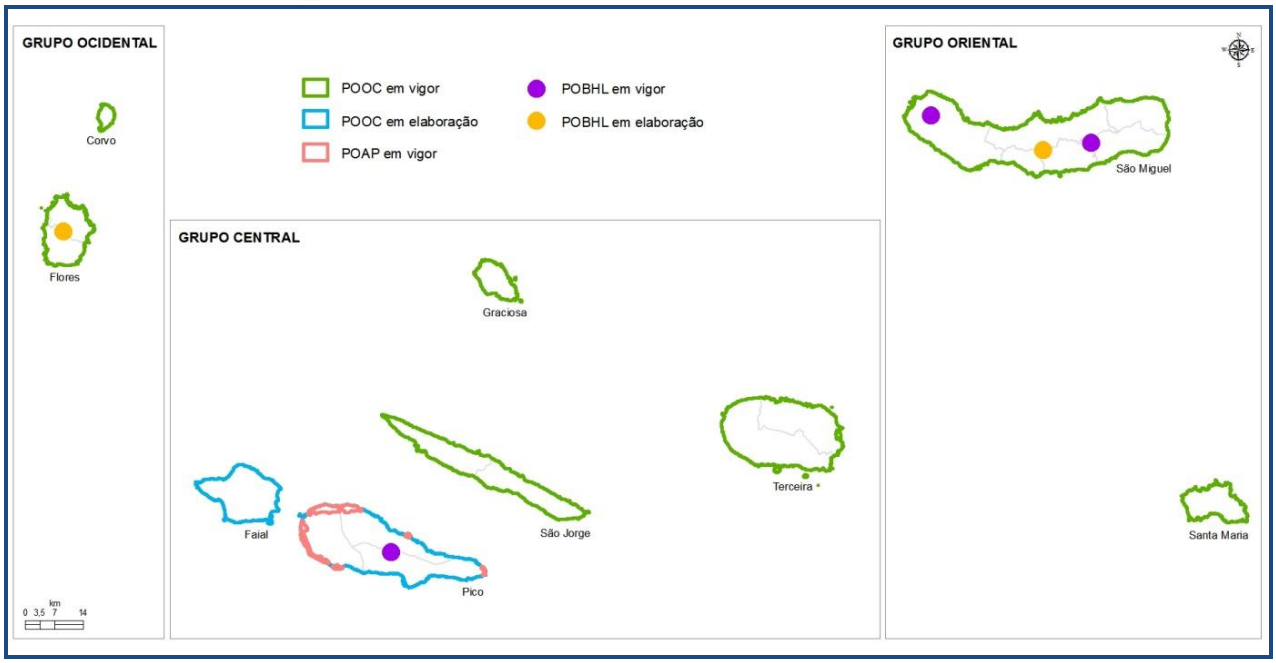
- Instrumentos de Planeamento Territorial. Têm natureza regulamentar e definem o regime de uso e transformação do solo, os modelos de ocupação e os parâmetros de aproveitamento do solo. Integram os Planos Municipais de Ordenamento do Território (Planos Diretores Municipais, Planos de Urbanização e Planos 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.

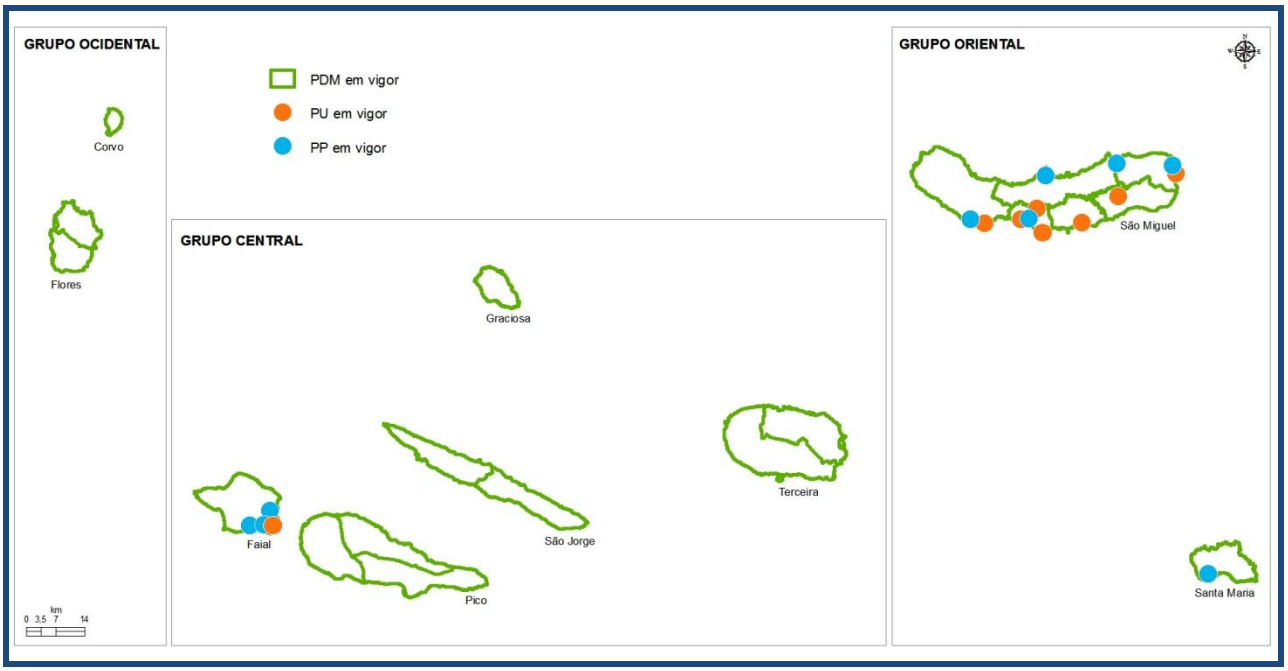
Com a adaptação do Regime Jurídico dos IGT à RAA, através do Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de maio, com a redação que foi conferida pelo Decreto Legislativo Regional n.º 43/2008/A, de 8 de outubro, foram criados os Planos de Ordenamento de Bacia Hidrográfica de Lagoa (POBHL), enquanto 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 caráter 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), 3 Planos de Ordenamento de Bacias Hidrográficas de Lagoas (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 linhas de intervenção com relevância para o planeamento dos recursos hídricos (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	*i) Promover utilizações de água com fins múltiplos e minimizar, adequadamente, os conflitos de usos;* *ii) Garantir a proteção das origens de água;*
Proteger a qualidade da água	*i) Promover a proteção e melhoria da qualidade da água dos meios hídricos naturais superficiais, subterrâneos, costeiros e de transição;* *ii) Garantir que a descarga final de águas residuais urbanas e industriais não afete a qualidade e usos dos meios recetores;*
Proteger os recursos naturais, com destaque para os ecossistemas de especial interesse.	*i) Proteger e requalificar o recurso água e o meio envolvente, com vista à sua valorização ecológica, ambiental e patrimonial, assegurando a manutenção da riqueza e diversidade dos sistemas hídricos e dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados;* *ii) Fomentar a minimização e a compensação dos impactes ambientais causados pela artificialização dos meios hídricos e garantindo a manutenção de um regime de caudais ambientais e, em particular, de caudais ecológicos;*
Prevenir e minorar riscos associados a fenómenos hidrológicos extremos e a acidentes de poluição	*i) Promover a minimização de riscos associados a fenómenos hidrológicos extremos, designadamente pela aplicação correta dos instrumentos de ordenamento do território e tendo em consideração os fatores de risco existentes;* *ii) Minimizar as situações de risco de poluição acidental e efetuar a gestão adequada das substâncias perigosas;* *iii) Assegurar a prevenção e o controlo integrado da poluição associada às atividades industriais;* *iv) Promover a adequada gestão dos resíduos sólidos, reduzindo-se as potenciais fontes de poluição hídrica;*
Articular o ordenamento do território com o ordenamento do domínio hídrico	*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;* *ii) Promover o licenciamento e controlo dos usos do domínio hídrico;* *iii) Promover a valorização económica dos recursos hídricos de interesse paisagístico, cultural, de recreio e lazer, turístico, energético ou outro, desde que compatível com a preservação dos meios hídricos;* *iv) Promover o planeamento e gestão integrada das águas superficiais, subterrâneas e costeiras, fomentando o ordenamento dos usos e ocupações do domínio hídrico, nomeadamente da orla costeira, das bacias hidrográficas das lagoas, das ribeiras e das zonas de recarga de aquíferos, através da elaboração de instrumentos de gestão do território adequados;*
Ajustar o quadro institucional e adequar o quadro normativo regional	*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;*

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 Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores (PROTA), o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores, o Plano Setorial (PS) da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores 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 caráter genérico e transversal para o uso e gestão do território, referentes a cada um dos sistemas estruturantes; as normas específicas de caráter setorial, que definem as orientações setoriais ou por domínio de intervenção; as normas específicas de caráter 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 caráter 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 RH9 deve ser estabelecida no prazo máximo de nove meses, ficando incumbida de elaborar o Plano de Gestão da RH9 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, consequentemente, à melhoria da qualidade das águas das lagoas.

Por último, das normas específicas de caráter territorial para a ilha do Faial, duas dizem respeito à área ambiental: *aumentar os níveis de autossuficiência energética através do desenvolvimento da produção a partir de fontes hídricas e eólicas, e avaliar as condições de exploração geotérmica no grupo de ilhas Faial-Pico-São Jorge; minimizar os impactes ambientais e paisagísticos da área de exploração de inertes localizada na proximidade da área nuclear de conservação da natureza, através de faixas de proteção e enquadramento definidas em sede de Planos Municipais de Ordenamento Território (PMOT).* Nestes termos, pouco ou nada é preconizado em matéria relacionada diretamente com a gestão de recursos hídricos.

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. No caso concreto do Faial, o Plano evidencia a importância do mar e de certas atividades turísticas que a ilha oferece, como seja o caso dos desportos náuticos, o termalismo ou o mergulho.

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 Zona de Especial Conservação (ZEC) e as 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 Faial, as disposições do PSRN2000 aplicam-se às ZEC Caldeira e Capelinhos, Monte da Guia, Ponta do Varadouro, Morro de Castelo Branco e Baixa do Sul, bem como à ZPE Caldeira e Capelinhos. 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 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 e intensificação dos processos erosivos. O PSRN2000 aponta como medidas minimizadores 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.

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 impacte 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 Direção Regional do Ambiente (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 Faial (POOC FAIAL)

O POOC Faial encontra-se em fase final de elaboração, pelo que não existem ainda documentos disponíveis para consulta.

2.6.3.3.5 | Plano Diretor Municipal da Horta (PDM HORTA)

O PDM da Horta foi aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 30/2000/A, de 22 de setembro, parcialmente suspenso pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 12/2008/A, de 25 de junho, e pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 21/2008/A, de 21 de outubro, estando atualmente em fase de revisão.

As propostas do PDM estão divididas em três domínios programáticos: programas de ordenamento e desenvolvimento, programas de redes estruturantes e programas institucionais. No âmbito do planeamento e gestão dos recursos hídricos destacam-se os seguintes grandes domínios de intervenção:

- Utilização racional dos recursos naturais – controlo da qualidade da água e fontes de poluição e limpeza das linhas de água, bem como estudo de viabilidades de nascentes de águas minerais e um inventário das reservas hídricas subterrâneas;
- Proteção e valorização do património paisagístico – elaboração de planos de ordenamento para áreas protegidas e orla costeira, bem como a divulgação do património natural e paisagístico;
- Atividades piscatórias e náuticas – promover o apoio a estas atividades;
- Infraestruturas primárias – promover a elaboração do plano geral de abastecimento de água à ilha;
- Sistemas de drenagem de águas residuais domésticas, e respetivo tratamento, bem como de águas residuais pluviais.

2.6.3.4 | Síntese conclusiva

O 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	**Instrumentos de Desenvolvimento Territorial** - Proteger os sistemas lacustres, com obrigatoriedade de elaboração de PEOT para as lagoas regionais classificadas como vulneráveis; - Minimizar os riscos naturais e proteger a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; - Aumentar os níveis de cobertura das infraestruturas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais.
POTRAA	**Instrumentos de Política Setorial** - Proteger, preservar e valorizar os recursos naturais; - Atribuir prioridade à elaboração de POBHL; - Articular os IGT com o desenvolvimento turístico da Região.
PSRN2000	**Instrumentos de Política Setorial** - Aplicar o código de boas práticas agrícolas e incentivar a extensificação agropecuária; - Reconverter as pastagens e interditar o pastoreio nas áreas envolventes das lagoas e turfeiras; - Dar prioridade à elaboração de POBHL; - Controlar a dispersão de efluentes pecuários e resultantes das silagens; - Melhorar a gestão dos resíduos sólidos e controlar a deposição clandestina; - Garantir a articulação do PSRN200 com POTRAA.
POOC Faial	**Instrumentos de Natureza Especial** - Sem elementos de análise.

	Instrumentos de Planeamento Territorial
PDM Horta	- Promover a utilização racional dos recursos naturais; - Controlar a qualidade da água e proteção das nascentes; - Melhorar os sistemas de abastecimento de água e implementar a rede de drenagem e tratamento de águas residuais.

Numa apreciação global, importa, desde já, destacar o caráter algo genérico com que as matérias relativas ao planeamento e gestão dos recursos hídricos são tratadas pelos diferentes instrumentos analisados. Dos aspetos focados pela generalidade dos planos 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 retrospetiva 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 associado à população flutuanteestimada, caracterizada pelos turistas e ocupantes temporários da ilha;
- Agricultura: contempla o uso de água para a produção agrícola, nomaedamente, para a rega de culturas;
- 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 no concelho da Horta é responsável pelo consumo de aproximadamente 837 mil m^3 por ano (Quadro 2.71). Relativamente ao setor de comércio e serviços, a atividade presente na Horta consome aproximadamente 187 mil m^3 por ano (valor de 2004), valor com tendência a aumentar tendo em conta os anos de referência (Quadro 2.7.2).

Quadro 2.7.1 | Consumo de água para o setor doméstico

	Consumo de água (m^3/ano) Doméstico						
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
Faial	**726 869**	**815 317**	**842 697**	**n.d.**	**837 564**	**837 564**	**837 564**
Horta	726 869	815 317	842 697	n.d.	837 564	837 564	837 564

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

Quadro 2.7.1 | Consumo de água para o setor de comércio e serviços

	Consumo de água (m^3/ano) Comércio e Serviços						
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
Faial	**259 054**	**126 256**	**187 800**	**n.d.**	**n.d.**	**n.d.**	**n.d.**
Horta	259 054	126 256	187 800	n.d.	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 na ilha do Faial os valores dos consumos na sua totalidade são de cerca consome na sua totalidade cerca de 1 030[12]dam^3 de água (Quadro 2.7.3).

[12] Somatório dos consumos do ano de 2004, sendo o mais recente com valores para o setor doméstico e para o setor de comércio e serviços.

Quadro 2.7.3 | Consumo total de água para o setor urbano

Território	Consumo de água (m^3/ano) Urbano[13]						
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
Faial	**985 923**	**941 573**	**1 030 497**	**n.d.**	**837 564**	**837 564**	**837 564**
Horta	985 923	941 573	1 030 497	n.d.	837 564	837 564	837 564

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

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

A água utilizada na agricultura e pecuaria para o concelho da Horta é proveniente da rede pública e rede privada (dedicada) de abastecimento de água. Estes setores são apresentados de forma conjunta devido à ausência de desagregação disponível nas fontes bibliográficas consultadas.

Neste contexto, apenas foi possível auferir quantitativos de consumo para os anos de 2002 e 2004, que apresentam valores de aproximadamente 36 mil m^3 e 56 mil m^3, respetivamente. Assim, não é possível fazer uma análise à evolução do consumo de água do setor, proveniente da rede pública (Quadro 2.7.4).

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

Território	Consumo de água da rede pública (m^3/ano) Agricultura e Pecuária							
	1998	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
Faial	**n.d.**	**n.d.**	**35 776**	**56 212**	**n.d**	**n.d.**	**n.d.**	**n.d.**
Horta	n.d.	n.d.	35 776	56 212	n.d	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

Segundo informação disponibilizada pelo Instituto Regional de Ordenamento Agrário (IROA), a rede dedicada instalada na ilha do Faial disponibilizou 100 mil m^3 de água por ano para o concelho da Horta. Os volumes de água abastecida por rede dedicada têm vindo a registar um crescimento significativo ao longo dos anos, evidenciando um crescimento da implementação e usufruição deste tipo de infraestrutura e serviço para satisfazer os usos agrícolas e pecuários (Quadro 2.7.5).

[13] Considerando o uso doméstico e comércio e serviços.

Quadro 2.7.5 | Resultados do consumo de água (rede dedicada) para a agricultura e pecuária

Consumo de água proveniente da rede dedicada (m^3/ano) Agricultura e Pecuária						
Território	**1999**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
Faial	**0**	**0**	**44 000**	**44 000**	**100 000**	**100 000**
Horta	0	0	44 000	44 000	100 000	100 000

Nota: Não estão disponíveis dados de base relativos aos anos intermédios para os quais não se apresentam resultados.
Fonte: IROA - Inquérito PGRHI, 2010

Uma vez que os valores de consumo provenientes da rede pública e da rede dedicada não estão disponíveis para anos coincidentes, não é possível apresentar dados de consumos totais de água nas atividades agrícola e pecuária na ilha do Faial.

Indústria

No quadro seguinte são apresentados os consumos anuais de água pública registados pelo INSAAR das atividades industriais existentes no único concelho da ilha do Faial ao longo da série temporal disponível.

De acordo com os valores registados, observa-se que as atividades industriais no concelho da Horta consomem em média cerca de 93 mil m^3 de água pública, sendo que desde 2000 até 2004 que se tem vindo a registar decréscimos nos valores de consumo de água (Quadro 2.7.6).

Quadro 2.7.6 | Consumo de água pública nas atividades industriais

Consumo de água pública (m^3/ano) Indústria					
Território	**2000**	**2002**	**2004**	**2005**	**2007**
Faial	**118 526**	**85 922**	**74 435**	**0**	**0**
Horta	118 526	85 922	74 435	0	0

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

Produção de Energia

Relativamente ao consumo anual de água relativo à produção de energia termoelétrica não existem dados disponíveis. 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 equvalentes a domésticos como, por exemplo, lavagens, sanitários e rega.

Já no que se refere ao consumo de água na produção de energia hidroelétrica é bastante variável, podendo praticamente atingir os 630 mil m^3 nos anos de maior precipitação. Contudo, para valor de referência iremos adotar o valor mais recente relativo ao ano de 2010, onde se turbinou cerca de 172 mil m^3 (Quadro 2.7.7). Os consumos anuais apresentados para o setor de produção de energia elétrica são relativos aos usos não consumptivos (caudal turbinado) registados na central hidroelétrica de Santa Bárbara, a única existente na ilha do Faial.

Quadro 2.7.7 | Consumo de água na produção de energia

Consumo de água (m^3/ano) Energia					
Território	**2000**	**2002**	**2004**	**2006**	**2010**[14]
Faial - Horta	**199 922**	**333 784**	**335 192**	**627 114**	**172 865**
Termoelétrica	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hidroelétrica	199 922	333 784	335 192	627 114	172 865

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 consequentemente do consumo de água ao longo da última década, observa-se um consumo de aproximadamente 15 mil m^3 de água por ano nos portos de São Jorge e 4,8 mil m^3 de água por ano nas unidades aeroportuárias, totalizando cerca de 20 mil m^3 de água por ano. Devido à ausência de informação disponível, não foi possível publicar quaisquer consumos de água em marinas ou portinhos existentes.Seguidamente, e sintetizando este sub-capitulo, são apresentados os consumos totais para a ilha do Faial por tipologia de uso (Quadro 2.7.8). Assim, conclui-se que o setor urbano é o que mais consome água, seguindo-se o setor da produção de energia. Relativamente ao consumo de água no setor da agricultura e pecuária apresenta o valor de consumo mais baixo, apesar de não estar incluído o consumo de água da rede dedicada.

Quadro 2.7.8 | Consumo total de água por tipologia de uso para a ilha do Faial

Consumos totais de água Faial		
Tipologia de Uso	**Consumo (m^3/ano)**	**Ano de Referência**
Urbano[15]	837 564	2009
Turismo	n.d.	n.d.
Agricultura + Pecuária[16]	56 212	2004
Indústria	74 435	2004
Produção de Energia	172 865	2010
Outros usos	19 800	2000
TOTAL - FAIAL	**1 160 876**	

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 capitações apresentadas no Quadro 2.7.9. 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

[14] Não ausência de valor fidedigno para 2009 considerou-se o valor disponível mais atual relativo a 2010.

[15] Considerando os secotres doméstico e comércio e serviços.

[16] Os dados disponíveis do consumo de água da rede pública de água e da rede dedicada não coincidem nos anos de referência, pelo que se optou por assumir os valores consumidos no setor da agricultura e pecuária da rede pública de água no ano de 2004, não sendo contabilizado neste valor os consumos efetuados na rede dedicada.

consumo. Os resultados obtidos 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%.

Quadro 2.7.9 | Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano

Capitações de Necessidades Hídricas (L/hab./dia) Urbano	
Tipologia de território	**Residentes**
Rural	**130**
Semi-Urbano	150
Urbano	170

Na ilha do Faial verifica-se uma necessidade de água no setor urbano correspondente a cerca de 1 005dam^3, valor com uma tendência de crescimento ao longo dos anos (Quadro 2.7.10).

Quadro 2.7.10 | Necessidades totais de água para uso urbano

Necessidades de água (m^3/ano) Urbano[17]							
Território	**2000**	**2002**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2009**
Faial	**944 208**	**956 635**	**975 211**	**982 834**	**988 151**	**994 621**	**1 005 126**
Horta	944 208	956 635	975 211	982 834	988 151	994 621	1 005 126

Turismo

O cálculo da estimativa das necessidades de água no setor turismo teve como base as capitações apresentadas de seguida. 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. Assume-se, para efeitos de cálculo uma taxa de perdas de água na rede de abastecimento de 35% (Quadro 2.7.11).

Quadro 2.7.11 | Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso turístico

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

[17] Considerando apenas o setor doméstico.

Deste modo, verifica-se que a ilha do Faial apresenta uma necessidade hídrica anual para o setor turístico na ordem dos 58 mil m^3, valor com tendência a aumentar devido ao aumento do número de turistas e visitantes na ilha (Quadro 2.7.12).

Quadro 2.7.12 | Necessidades totais de água para uso turístico

Necessidades de água (m^3/ano)							
	Turismo						
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
Faial	**57 544**	**57 623**	**57 870**	**57 971**	**58 042**	**58 128**	**58 267**
Horta	57 544	57 623	57 870	57 971	58 042	58 128	58 267

Agricultura

Em termos de necessidades de água, a tipologia de exploração agrícola na ilha do Faial (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 (pricipalmente 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 no quadro que se segue (Quadro 2.7.13). Apenas se consideram representativos os efetivos pecuários bovinos e suínos.

De acordo com os dados de base provenientes do RGA e cálculos subsequentemete efetuados, denota-se um ligeiro acréscimo nas necessidades hídricas em consequência do aumento do efetivo pecuário existente na ilha do Faial entre 1999 e 2009. Assim, estima-se que a ilha do Faial necessite de cerca de 180 mil m^3 de água por ano satisfazer as necessidades hídricas do seu efetivo pecuário (Quadro 2.7.14).

Quadro 2.7.13 | Necessidades hídricas específicas por tipo de cabeça

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

Fonte: PNA

Quadro 2.7.14 | Necessidades de água para uso pecuário

Necessidades de água (m^3/ano)		
	Pecuária	
Território	1999	2009
Faial	**174 094**	**179 569**
Horta	174 094	179 569

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 Faial necessite de cerca de 121 mil m^3 de água por ano para satisfazer as necessidades hídricas das suas atividades de indústria transformadora (Quadro 2.7.15).

Quadro 2.7.15 | Necessidades de água para a indústria transformadora

Necessidades de água (m^3/ano) Indústria transformadora							
Território	2000	2001	2004	2005	2007	2008	2009
Faial	**73 851**	**74 329**	**90 581**	**71 939**	**95 600**	**87 713**	**120 934**
Horta	73 851	74 329	90 581	71 939	95 600	87 713	120 934

As atividades económicas com maior dotação nas necessidades hídricas aferidas para a ilha do Faial são a indústria do leite e derivados (63dam^3/ano), o abate de gado para a produção de carne (15dam^3/ano), preparação e conservação de frutos e produtos hortícolas (12dam^3/ano), e construção civil (9dam^3/ano).

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. Relativamente à produção de energia hidroelétrica, este valor é extremamente variável, dependendo dos valores de precipitação anuais. Contudo, tendo em consideração o histórico de caudal turbinado e respetiva energia produzida, estima-se uma média de 346,5dam^3 de água turbinada por ano e uma capitação de 711L/kWh para a ilha Terceira. Os dados mais recentes demonstram para 2010 um consumo na ordem dos 173dam^3 de necessidades hídricas totais para a ilha do Faial (Quadro 2.7.16). Não foi possível aferir as necessidades de água na produção termoelétrica por ausência de informação da central termoelétrica da ilha por parte da entidade gestora e inexistência de referências bibliográficas.

Nos últimos anos, o peso da energia hidroelétrica, bem como outras formas de energia renováveis, têm vindo a ganhar sucessivamente o seu espaço em detrimento da produção termoelétrica. No caso específico da hidroelétrica, as necessidades hídricas específicas desta forma de produção elétrica são substancialmente superiores à produção termoelétrica ou geotérmica.

Quadro 2.7.16 | Consumo de água na produção de energia

Necessidades Hídricas (m^3/ano) Energia					
Território	**2000**	**2002**	**2004**	**2006**	**2010**[18]
Faial	**199 922**	**333 784**	**335 192**	**627 114**	**172 865**
Termoelétrica	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hidroelétrica	199 922	333 784	335 192	627 114	172 865

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 na ordem dos 20 mil m^3 de água por ano nas unidades portuárias e aeroportuárias existentes na ilha do Faial.

Resumidamente, o setor urbano é o que apresenta maiores necessidades hídricas, em detrimento do registo de maiores valores de consumo, seguindo-se a pecuária e a indústria. Assim, no total são necessários cerca de 1.896 dam^3 por ano, para suprimir as necessidades nos diversos setores (Quadro 2.7.17).

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

Necessidades totais de água Faial		
Tipologia de Uso	**Necessidades (m^3/ano)**	**Ano de Referência**
Urbano[19]	1 005 126	2009
Turismo	58 267	2009
Agricultura	N.A.	2009
Pecuária	179 569	-
Indústria	120 934	2009
Produção de Energia	346 546	2000-2010[20]
Outros usos	19 800	2000
TOTAL – FAIAL	**1 730 242**	**-**

2.7.3 | Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades

De acordo com os resultados estimados, a ilha do Faial apresenta umas necessidades hídricas totais na ordem dos 1730dam^3 por ano, sendo que cerca de 60% deste valor é destinado ao uso urbano.

[18] Não ausência de valor fidedigno para 2009 considerou-se o valor disponível mais atual relativo a 2010.

[19] Considerando apenas setor doméstico.

[20] Valor médio dada a forte variância do setor de produção de energia hidroelétrica.

Não obstante, observa-se que a ilha do Faial apresenta disponibilidades hídricas totais suficientes para comportar as necessidades hídricas estimadas, visto que se estimam umas disponibilidades hídricas superficiais na ordem dos 55 mil dam^3 por ano e aproximadamente 74 mil dam^3 por ano de água disponível a partir de recursos subterrâneos. Em resultado, e dado que os volumes de água captados são provenientes de origens subterrâneas, estima-se um balanço hídrico subterrâneo elevado mas positivo, já que as necessidades apenas representam cerca de 2,3% das disponibilidades subterrâneas e 1, 3% das disponibilidades totais (Quadro 2.7.18).

Quadro 2.7.18 | Balanço hídrico para a ilha do Faial

Balanço Hídrico Faial		
Parâmetro	**Tipologia**	**Volumes anuais (m^3)**
Necessidades hídricas	Urbano[21]	1 005 126
	Turismo	58 267
	Agricultura	N.A.
	Pecuária	179 569
	Indústria	120 934
	Produção de Energia	346 546
	Outros usos	19 800
	Total	**1 730 242**
Disponibilidades hídricas	**Superficiais**	55 160 792
	Subterrâneas	74 100 000
	Total	**129 260 792**
BALANÇO HÍDRICO	**Nec. / Disp. Supf.**	**3,14%**
	Nec. / Disp. Subt.	**2,33%**
	Nec. / Disp. totais	**1,34%**

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.

[21] Considerando apenas setor doméstico.

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

2.8.1 | Sistemas de abastecimento de água

2.8.1.1 | Modelos de gestão

Na ilha do Faial prevalece um modelo de gestão do sistema de abastecimento de água, gerido pela Câmara Municipal da Horta (CMH), que assegura os serviços das componentes em "Alta" e "Baixa".

2.8.1.2 | Atendimento do serviço

De acordo com a informação recolhida na entidades gestora, o serviço de abastecimento de água no concelho da Horta é assegurado na plenitude, configurando uma nível de atendimento máximo (100%), sendo traduzido por uma população residente servida de 16 mil habitantes para a ilha do Faial.

2.8.1.3 | Origens de água e infraestruturas de captação

A Figura 2,8.1 apresenta os sistemas, infraestruturas e equipamentos constituintes dos serviços de abastecimento de água, de acordo com o cadastro do INSAAR.

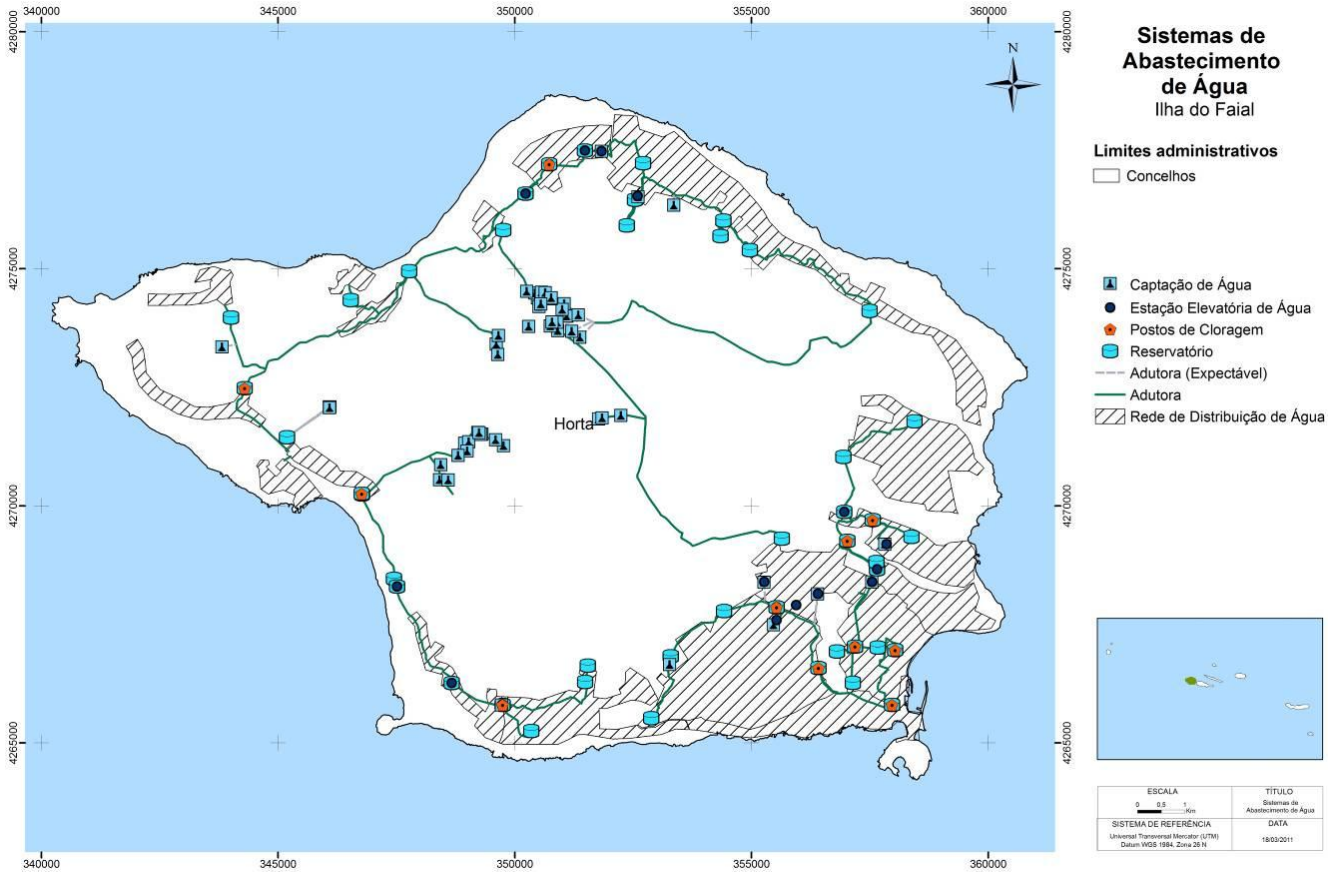


Figura 2.8.1 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos de abastecimento de água da ilha do Faial.

De acordo com a infomação disponibilizada pelo INSAAR, o serviço público de abastecimento de água da Horta é constituído por sete sistemas servidos por 55 captações, todas de origem subterrânea, tendo-se registado um volume captado na ordem dos 1 938 dam^3 de água (Quadro 2.8.1).

Quadro 2.8.1 | Caracterização das captações de água existentes no concelho da Horta

Faial – Horta Captações de Água	Total
N.º de Captações	55
N.º de Captações Superficiais	0
N.º de Captações Subterrâneas	55
Volume Captado (m^3/ano)	1 938 060

Fonte: INSAAR

2.8.1.4 | Infraestruturas de tratamento de água

De acordo com os dados disponíveis no INSAAR, na ilha do Faial não existem estações de tratamento de água, sendo que os sistemas de tratamento de água são assegurados por 15 postos de cloragem, que servem 13 sistemas, capazes de tratar cerca de 409 mil m^3 de água.

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

Relativamente às infraestruturas de transporte, elevação e armazenamento, no concelho do Faial existem 19 estações elevatórias, todas em funcionamento, e que se servem 8 sistemas. Existem também 20 reservatórios de água com uma capacidade útil total de 3 625m^3 de água.

2.8.1.6 | Inventário de outras infraestruturas hidráulicas

Além das infraestruturas constituintes dos sistemas de abastecimento de água e saneamento de águas residuais, importa referir a existência de outras infraestruturas hidráulicas que assumem um papel relevante na gestão dos recursos hídricos da ilha do Faial. Assim, é relevante referir a existência de 1 açude localizado na envolvência da central hidroelétrica na Horta, nomeadamente, a central hídrica do Varadouro (Figura 2.8.2).

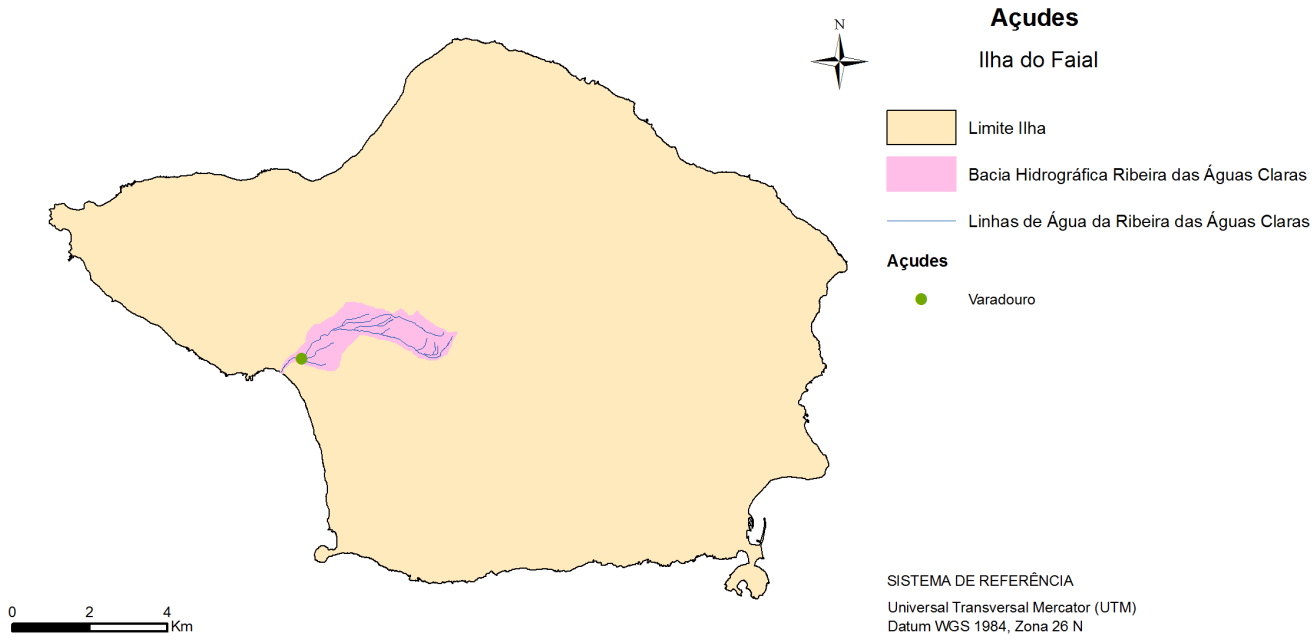


Figura 2.8.2 | Representação geográfica de outras infraestruturas hidráulicas existentes na ilha do Faial.

2.8.2 | Sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais

2.8.2.1 | Modelos de gestão

Na ilha do Faial os serviços de drenagem e tratamento de água residuais são geridos pela CMH, que assegura os serviços das componentes em "Alta" e "Baixa".

2.8.2.2 | Atendimento do serviço

De acordo com a informação recolhida nas entidades gestoras, a população servida no concelho da Horta pelas redes de drenagem implementadas ronda os 4%, sendo essa mesma população servida por sistema de tratamento primário de águas residuais urbanas, através das Fossas sépticas Coletivas (FSC) existentes na freguesia da Horta (Angústias).

2.8.2.3 | Infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais

De acordo com o cadastro nacional de infraestruturas do INSAAR são representados os sistemas, infraestruturas e equipamentos constituintes dos serviços de saneamento de águas residuais (Figura 2.8.3).

Figura 2.8.3 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos de saneamento de águas residuais da ilha do Faial.

De acordo com a informação disponibilizada pelo INSAAR, o serviço público de saneamento de águas residuais da Horta é formado apenas por um sistema, constituído por 5 FSC (Quadro 2.8.2).

Quadro 2.8.2 | Caracterização das infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais no concelho da Horta

Faial – Horta Coleta, transporte e rejeição	Total
N.º Estações Elevatórias	0
N.º Pontos de rejeição	5

De acordo com a informação disponibilizada pelo INSAAR, existem 5 pontos de rejeição, cujo volume anual descarregado é de 25 255m^3 e cuja descarga é efetuada em meio recetor após tratamento.

2.8.2.4 | Infraestruturas de tratamento de água residuais

De acordo com a informação disponibilizada pelo INSAAR, o concelho da Horta dispõe de apenas 5 FSC, que servem cerca de 120 habitantes (Quadro 2.8.3) e não dispõe de Fossas sépticas Individuais (FSI) nem Estações de Tratamento de águas Residuais (ETAR).

Quadro 2.8.3 | Caracterização das infraestruturas de tratamento de águas residuais no concelho da Horta

Faial – Horta Tratamento de Águas Residuais	Total
N.º FSI	0
N.º FSC	5
N.º ETAR	0

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 2.8.4).

Quadro 2.8.4 | Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem

Volumes gerados (m^3/ano) Águas residuais urbanas				
Origem	Faial	Horta	Faial	Horta
	2000[22]		2009[23]	
Doméstico	**484 209**	484 209	**515 449**	515 449
Turístico	**16 457**	16 457	**16 828**	16 828
Industrial	**7 049**	7 049	**8 372**	8 372
Comércio e serviços	**26 171**	26 171	**38 343**	38 343

O setor doméstico e comércio e serviços são os setores mais representativos em termos de volume de águas residuais geradas. De referir que os volumes totais de águas residuais urbanas relativos ao ano de 2008 correspondem a cerca de quase 117 mil habitantes equivalentes[24], sendo que cerca de 4479 habitantes equivalentes provêm de atividades industriais ou de comércio e serviços.

As respetivas cargas orgânicas correspondentes aos volumes anteriormente aferidos, tiveram também como base de cálculo as capitações sugeridas por *Metcalf&Eddy* para os diferentes parâmetros analíticos considerados: CBO_5, CQO, SST, Azoto e Fósforo (Quadro 2.8.5).

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.

[22] Valores referentes à origem comércio e serviços são relativos ao ano de 2002 por ausência de informação de base.

[23] Valores referentes às origens industrial e comércio e serviços são relativos ao ano de 2008 por ausência de informação de base.

[24] Considerando que um habitante equivalente gera cerca de 90 litros por dia de águas residuais urbanas.

Quadro 2.8.5 | Capitações de carga orgânica gerada para o setor urbano

Capitações de cargas orgânicas geradas (g/hab$_{eq}$/dia) Águas residuais urbanas				
CBO_5	CQO	SST	Azoto	Fósforo
60	120	90	10	3

Fonte: PRA, Metcalf & Eddy (2003)

Em 2009, a carga de Carência Bioquímica de Oxigénio (CBQ_5) gerada foi de 343 mil kg, valor ligeiramente acima do verificado no ano de 2000 para o setor doméstico. Saliente-se que este é o setor com maiores quantitativos de águas residuais, pelo que as cargas geradas tenderão por isso a serem maiores (Quadro 2.8.6).

Quadro 2.8.6 | Estimativa de CBO5 gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

Carga de CBO_5 gerada (kg/ano) Águas residuais urbanas				
Origem	Faial	Horta	Faial	Horta
	2000[25]		2009[26]	
Doméstico	**322 806**	322 806	**343 633**	343 633
Turístico	**10 971**	10 971	**11 219**	11 219
Industrial	**4 699**	4 699	**5 581**	5 581
Comércio e serviços	**17 447**	17 447	**25 562**	25 562

Já no que se refere à carga Carência Química de Oxigénio (CQO), aos Sólidos Suspensos Totais (SST), ao Azoto e Fósforo gerados, a tendência acima verificada aplica-se também a estas cargas orgânicas, ou seja, o setor doméstico apresenta valores mais elevados das cargas em questão, seguindo-se do setor do Comércio e Serviços (Quadro 2.8.7 a Quadro 2.8.10).

Quadro 2.8.7 | Estimativa de CQO gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

Carga de CQO gerada (kg/ano) Águas residuais urbanas				
Origem	Faial	Horta	Faial	Horta
	2000[27]		2009[28]	
Doméstico	**645 612**	645 612	**687 266**	687 266
Turístico	**21 943**	21 943	**22 437**	22 437
Industrial	**9 399**	9 399	**11 163**	11 163
Comércio e serviços	**34 894**	34 894	**51 124**	51 124

[25] Valores referentes à origem comércio e serviços são relativos ao ano de 2002 por ausência de informação de base.

[26] Valores referentes às origens industrial e comércio e serviços são relativos ao ano de 2008 por ausência de informação de base.

[27] Valores referentes à origem comércio e serviços são relativos ao ano de 2002 por ausência de informação de base.

[28] Valores referentes às origens industrial e comércio e serviços são relativos ao ano de 2008 por ausência de informação de base.

Quadro 2.8.8 | Estimativa de SST gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

	Carga de SST gerada (kg/ano)			
	Águas residuais urbanas			
Origem	Faial	Horta	Faial	Horta
	2000[29]		2009[30]	
Doméstico	**484 209**	484 209	**515 449**	515 449
Turístico	**16 457**	16 457	**18 828**	18 828
Industrial	**7 049**	7 049	**8 372**	8 372
Comércio e serviços	**26 171**	26 171	**38 343**	38 343

Quadro 2.8.9 | Estimativa de azoto gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

	Carga de azoto gerada (kg/ano)			
	Águas residuais urbanas			
Origem	Faial	Horta	Faial	Horta
	2000[31]		2009[32]	
Doméstico	**53 801**	53 801	**57 272**	57 272
Turístico	**1 829**	1 829	**1 870**	1 870
Industrial	**783**	783	**930**	930
Comércio e serviços	**2 908**	2 908	**4 260**	4 260

Quadro 2.8.10 | Estimativa de fósforo gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

	Carga de fósforo gerada (kg/ano)			
	Águas residuais urbanas			
Origem	Faial	Horta	Faial	Horta
	2000[33]		2009[34]	
Doméstico	**16 140**	16 140	**17 182**	17 182
Turístico	**549**	549	**561**	561
Industrial	**235**	235	**279**	279
Comércio e serviços	**872**	872	**1 278**	1 278

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

[29] Valores referentes à origem comércio e serviços são relativos ao ano de 2002 por ausência de informação de base.

[30] Valores referentes às origens industrial e comércio e serviços são relativos ao ano de 2008 por ausência de informação de base.

[31] Valores referentes à origem comércio e serviços são relativos ao ano de 2002 por ausência de informação de base.

[32] Valores referentes às origens industrial e comércio e serviços são relativos ao ano de 2008 por ausência de informação de base.

[33] Valores referentes à origem comércio e serviços são relativos ao ano de 2002 por ausência de informação de base.

[34] Valores referentes às origens industrial e comércio e serviços são relativos ao ano de 2008 por ausência de informação de base.

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 2.8.11).

Quadro 2.8.11 | Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento

Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento (%)					
	Águas residuais urbanas				
Nível de tratamento	CBO_5	CQO	SST	Azoto	Fósforo
FSI	40%	40%	50%	5%	2%
FSC[35]	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR (Tratamento preliminar)[35]	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR (Tratamento primário) [35]	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR (Tratamento secundário)[36]	70% (1)	60% (1)	70% (1)	15% (2)	15% (2)

Em resultado, obtiveram-se os seguintes valores ao nível do concelho. 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.

O volume de águas residuais urbanas encaminhadas para FSI e FSC, em 2009, foi de 532 mil m^3, valor ligeiramente acima ao verificado no ano de 2000 (501 mil m^3). Os volumes afetos a descarga direta é afeta exclusivamente a indústria e comércio e serviços (Quadro 2.8.12).

Quadro 2.8.12 | Estimativa do volume total de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino

Volume de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino (m^3/ano)				
	Águas residuais urbanas			
Destino	Faial	Horta	Faial	Horta
	2000		2009	
FSI	**481 522**	481 522	**511 924**	511 924
FSC	**19 414**	19 414	**20 353**	20 353
ETAR	**0**	0	**0**	0
Descarga direta	**0**	0	**0**	0

[35] Fonte: Decreto Legislativo Regional nº 18/2009/A, de 19 de outubro.

[36] Fonte: (1) Mackenzie&Davis; (2) Mano, 2002.

Tendo em conta as estimativas de cargas orgânicas removidas pelos diferentes tipos de tratamento, os maiores quantitativos de CBO_5, CQO, SST, Azoto e Fósforo são removidos pelas FSI. Contudo, estima-se que existe ainda um volume considerável de águas residuais urbanas que têm descarga direta para o meio, sem qualquer tipo de tratamento (Quadro 2.8.13 a Quadro 2.8.17).

Quadro 2.8.13 | Estimativa de CBO_5 removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Carga de CBO_5 removida e emitida (kg/ano)				
	Águas residuais urbanas			
Destino	Faial	Horta	Faial	Horta
	2005		2008	
FSI	**133 542**	133 542	**135 984**	135 984
FSC	**2 853**	2 853	**2 941**	2 941
ETAR	**0**	0	**0**	0
Emitido	**236 628**	236 628	**245 694**	245 694

Quadro 2.8.14 | 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	Faial	Horta	Faial	Horta
	2005		2008	
FSI	**267 084**	267 084	**271 968**	271 968
FSC	**5 706**	5 706	**5 883**	5 883
ETAR	**0**	0	**0**	0
Emitido	**473 256**	473 256	**491 388**	491 388

Quadro 2.8.15 | 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	Faial	Horta	Faial	Horta
	2005		2008	
FSI	**250 392**	250 392	**254 970**	254 970
FSC	**10 698**	10 698	**11 030**	11 030
ETAR	**0**	0	**0**	0
Emitido	**298 445**	298 445	**310 929**	310 929

Quadro 2.8.16 | 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	Faial	Horta	Faial	Horta
	2005		2008	
FSI	**2 782**	2 782	**2 833**	2 833
FSC	**0**	0	**0**	0
ETAR	**0**	0	**0**	0
Emitido	**59 388**	59 388	**61 270**	61 270

Quadro 2.8.17 | 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	Faial	Horta	Faial	Horta
	2005		2008	
FSI	**334**	334	**340**	340
FSC	**0**	0	**0**	0
ETAR	**0**	0	**0**	0
Emitido	**18 317**	18 317	**18 891**	18 891

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 e áreas agrícolas patentes nas Cartas de Ocupação do Solo (Quadro 2.8.18).

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 2.8.18 | 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)

Assim, estima-se que são emitidas cerca de 16 025kg de Azoto e 1 266kg de fósforo, por ano (Quadro 2.8.19).

Quadro 2.8.19 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas pela agricultura em 2009

Cargas orgânicas emitidas		
Agricultura		
Território	Azoto (kg/ano)	Fósforo (kg/ano)
Horta	16 025	1 266
TOTAL – Faial	**16 025**	**1 266**

Pecuária

O cálculo das cargas de cargas orgânicas e nutrientes emitidos pela pecuária (Quadro 2.8.21) 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[37] e representadas de seguida (Quadro 2.8.20).

[37] Plano de Bacia Hidrográfica do rio Lima.

Quadro 2.8.20 | Coeficientes de emissão para o setor pecuário por tipo de cabeça

Tipo de cabeça	Coeficientes de emissão				
	CBO_5 (g/animal/dia)	CQO (g/animal/dia)	SST (g/animal/dia)	Azoto (kg/animal/ano)	Fósforo (kg/animal/ano)
Bovinos	405	458	5000	105	35

Quadro 2.8.21 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pela pecuária

Destino	Cargas orgânicas emitidas (kg/ano)			
	Pecuária			
	Faial	Horta	Faial	Horta
	1999		2009	
CBO_5	**1 716 100**	1 716 100	**1 772 570**	1 772 570
CQO	**1 940 677**	1 940 677	**2 004 535**	2 004 535
SST	**21 186 425**	21 186 425	**21 883 575**	21 883 575
Azoto	**1 218 945**	1 218 945	**1 259 055**	1 259 055
Fósforo	**406 315**	406 315	**419 685**	419 685

Indústria

A aferição do volume e cargas orgânicas geradas e rejeitadas no setor industrial tiveram em consideração as capitações apresentadas no Quadro 2.8.22. 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 2.8.22 | Capitações volumétricas e de carga das águas residuais emitidas para o meio para o setor industrial

Capitações volumétricas e de carga de águas residuais					
Indústria					
Tipo de Atividade	Volume rejeitado	CBO_5 (g/L)	SST (g/L)	Azoto (mg/L)	Fósforo (mg/L)
Indústria de transformação de carnes	8,0 m^3/t-carcaça	1,8	6	140	15
Indústria de lacticínios	5,5 m^3/m^3-leite	10	0,8	150	50

Fonte: PRA

O volume de águas residuais emitidas pelas principais atividades industriais, em 2009, foi de 18.611 m^3, sendo que a indústria de lacticínios contribuiu 66% para esse valor (Quadro 2.8.23).

Quadro 2.8.23 | Estimativa das águas residuais emitidas pelas principais atividades industriais

Águas Residuais emitidas pelas atividades industriais			
Tipo de Atividade	Volume rejeitado (m^3/ano)		Freguesias afetas
	2000	2009	Horta
Indústria de transformação de carnes	5 684	6 252	- Flamengos

Águas Residuais emitidas pelas atividades industriais			
Tipo de Atividade	Volume rejeitado (m^3/ano)		Freguesias afetas
	2000	2009	Horta
Indústria de lacticínios	14 189	12 359	- Cedros

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

No que concerne às cargas orgânicas emitidas para o meio, pelo setor industrial, tem-se verificado uma diminuição dos valores emitidos de CBO_5, SST, Azoto e Fósforo que poderá estar relacionado com a diminuição deste tipo de industrias na ilha do Faial (Quadro 2.8.24).

Quadro 2.8.24 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pelo setor industrial

Cargas orgânicas emitidas Indústria								
Tipo de Atividade	CBO_5 (kg/ano)		SST (kg/ano)		Azoto (kg/ano)		Fósforo (kg/ano)	
	2000	2009	2000	2009	2000	2009	2000	2009
Indústria de transformação de carnes	10 231	11 254	34 102	37 513	796	875	85	94
Indústria de lacticínios	141 893	123 589	11 351	9 887	2 128	1 854	709	618
TOTAL – Faial	**152 124**	**134 843**	**45 453**	**47 400**	**2 924**	**2 729**	**794**	**712**

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 do Faial.

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 Painel on Climate Change (IPCC) (IPCC, 2007).

2.9.1.1 | A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática

Tal [38] 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 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 escoa 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 intercetado pela vegetação em altitude. É da manutenção e regularidade de todos estes mecanismos que dependem as reservas hídricas insulares, a capacidade produtiva dos sistemas agrícolas, bem como a subsistência de ecossistemas de reconhecida importância universal.

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

[38] Nota prévia: neste capítulo é seguido de perto do texto original de Azevedo (2011) em fase de publicação.

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 São Miguel e Terceira, bem como o seu tratamento com base em diferentes metodologias de normalização dos dados[39], designadamente as adotadas no projeto SIAM_II[40], 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);
- 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.

[39] 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.

[40] F. D. Santos e P. Miranda (editores) (2006) - Alterações Climáticas em Portugal - Cenários Impactos e Medidas de Adaptação - Projeto SIAM_II, Gradiva, Lisboa, 2006.

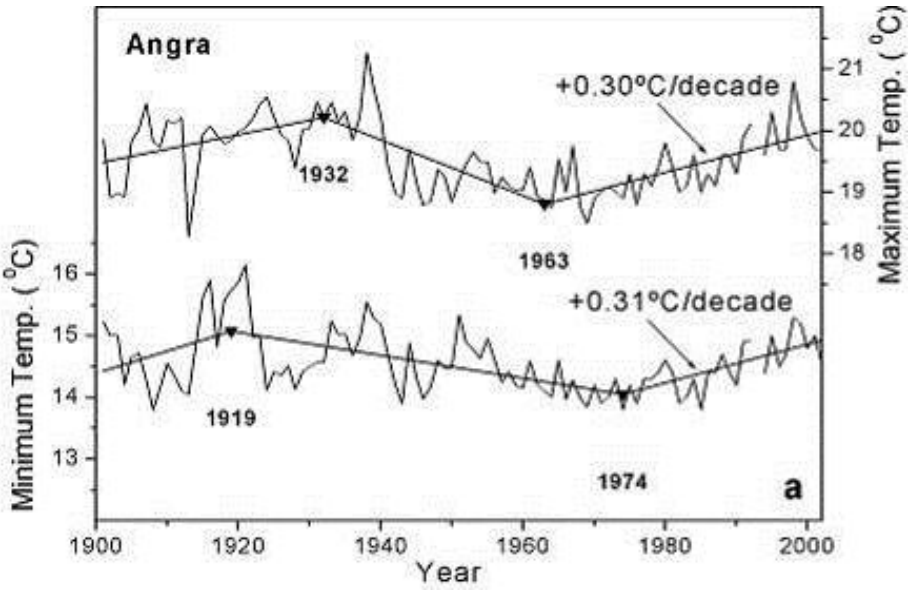


Figura 2.9.1 | Séries temporais de Tmin, Tmax – Angra do Heroísmo/Terceira.

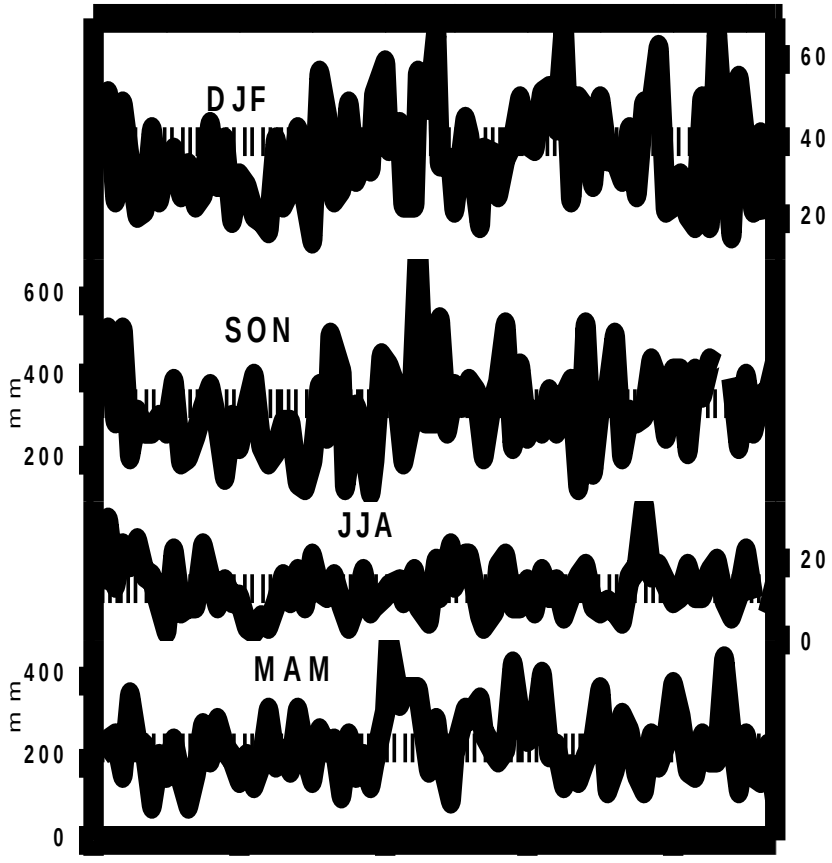


Figura 2.9.2 | Precipitação sazonal – Angra do Heroísmo (Terceira).

- 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 | Cenário 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[41].

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 o 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 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;

[41] 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.

- 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 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007), as causas para a elevação do nível médio do mar estão relacionadas com a expansão termal 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[42]) 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.

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.

A elevação do nível do mar ocupará uma área de 0,24 Km^2 ao longo da orla costeira. A zona mais afetada pela elevação do nível médio do mar será na cidade da Horta (Figura 2.9.4).

[42] O SRES apresenta quatro cenários A1, A2, B1e B2, diferenciando-se entre eles as características sociais, económicas, demográficas, tecnologias 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 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.

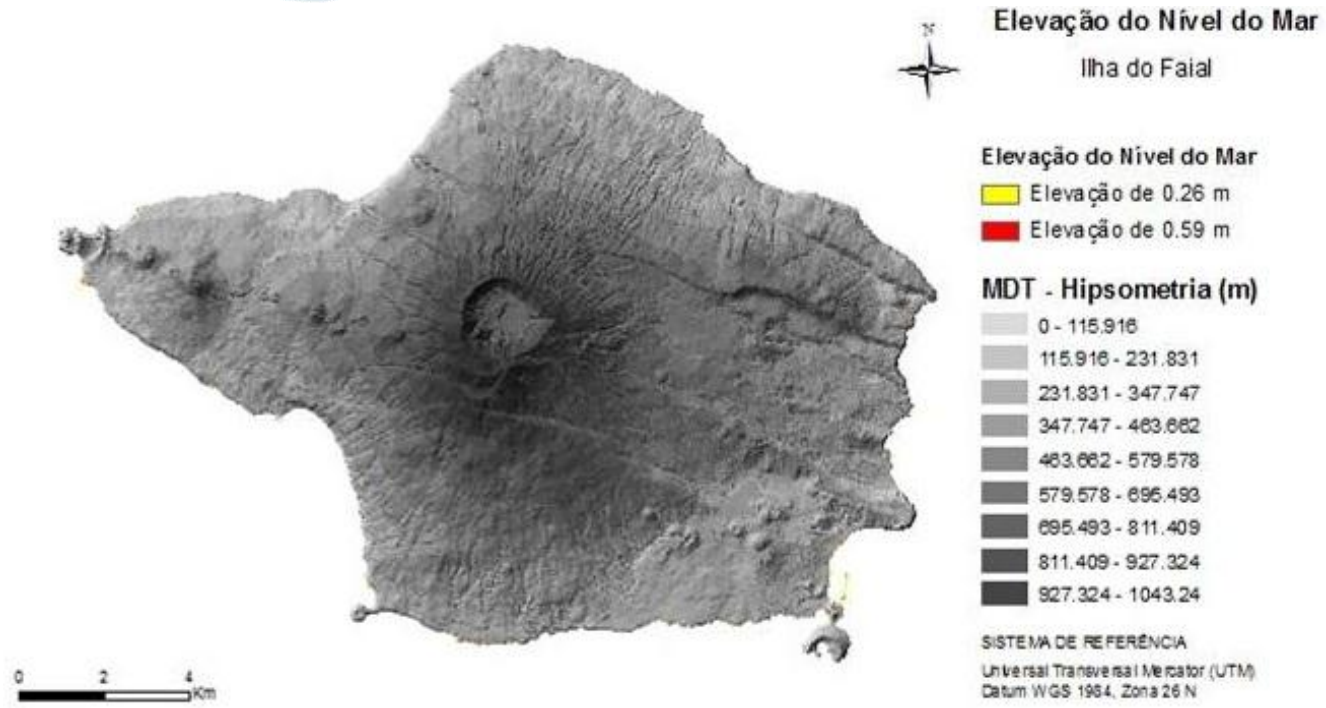


Figura 2.9.3 | Elevação do nível médio do mar na ilha do Faial.

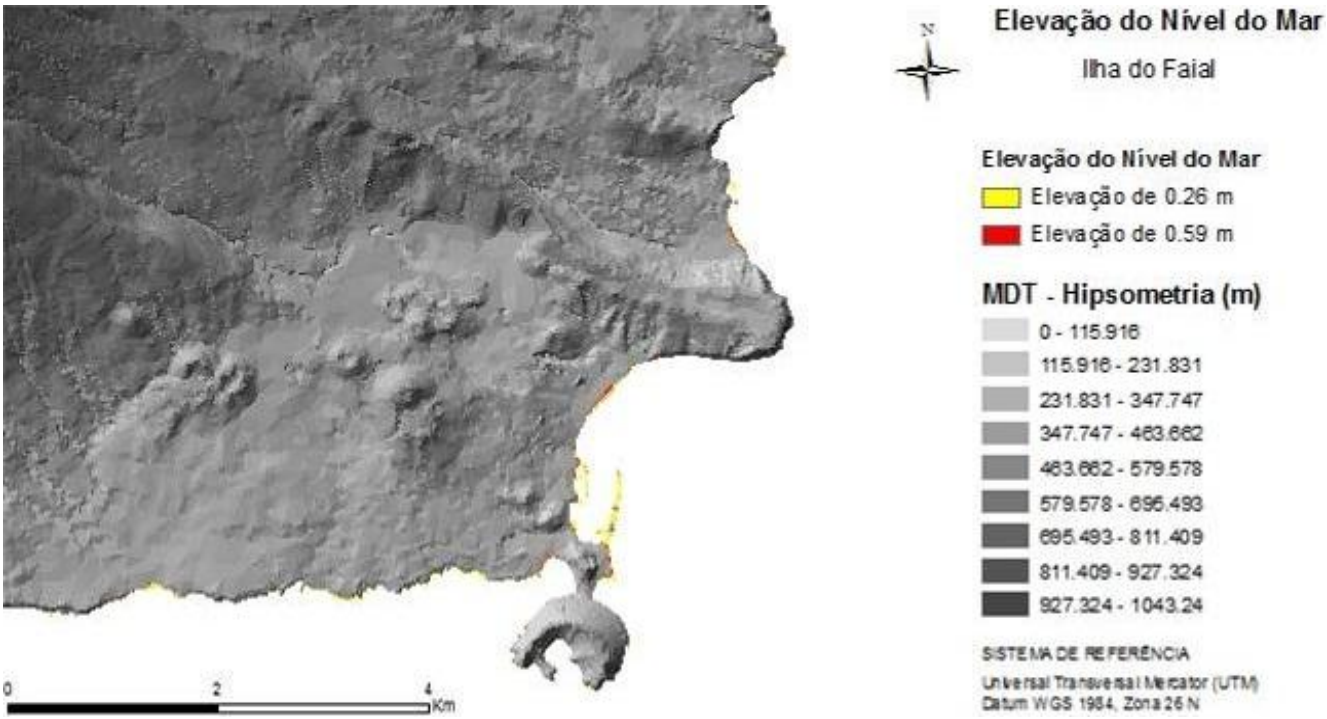


Figura 2.9.4 | Elevação do nível do mar na cidade da Horta na ilha do Faial.

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^{-1})	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
<= 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 2.9.5.

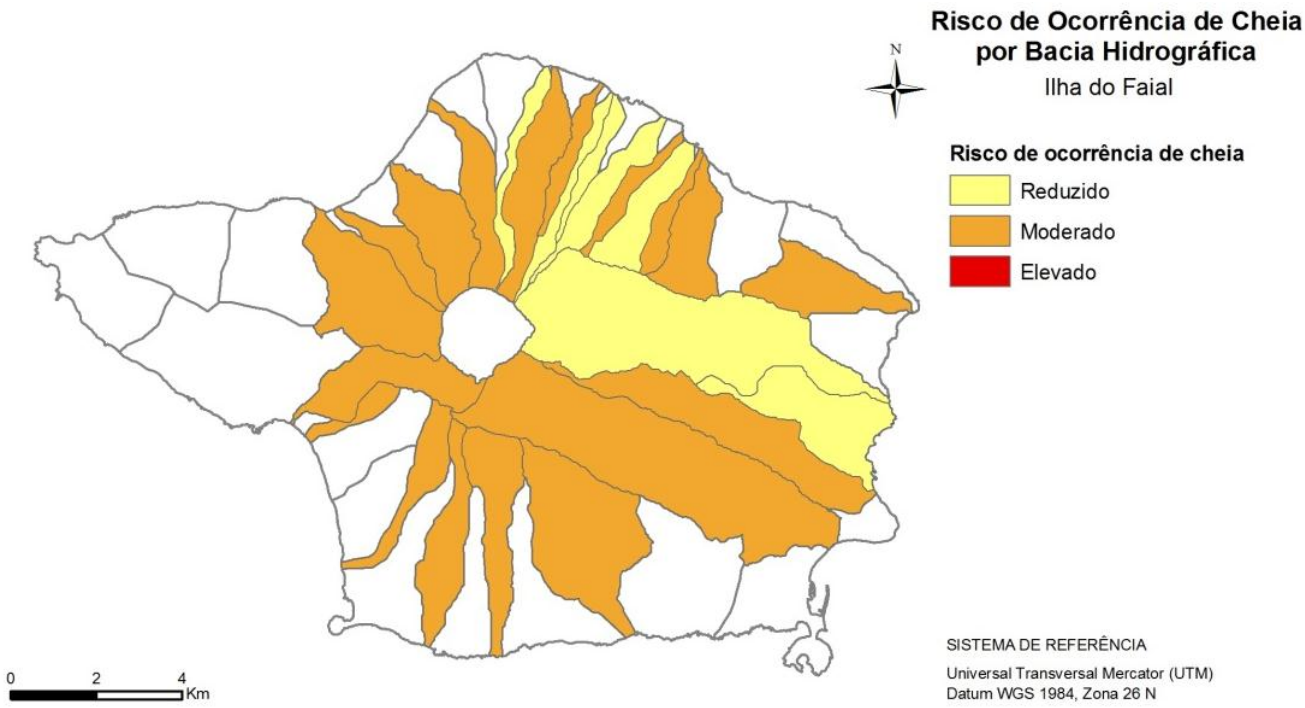


Figura 2.9.5 | Classificação das bacias hidrográficas da ilha do Faial de acordo com o seu risco de cheia.

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 2.9.5, 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
FAA10	Bacias Agregadas	-	1	3	1	Reduzido
FAB1	Rib. do Adão	-	3	3	1	Moderado
FAB10	Rib. da Praia	-	2	3	1	Moderado
FAB11	Rib. das Águas Claras	-	3	3	1	Moderado
FAB12	Bacias Agregadas	-	3	3	1	Moderado
FAB13	Bacias Agregadas	-	3	2	1	Moderado
FAB14	Rib. de Sta. Catarina	-	3	3	1	Moderado
FAB15	Rib. de Flamengos	-	2	3	1	Moderado
FAB16	Nome Desconhecido	-	2	2	1	Reduzido
FAB17	Nome Desconhecido	-	3	2	1	Moderado
FAB18	Nome Desconhecido	-	2	2	1	Reduzido
FAB19	Nome Desconhecido	-	2	1	1	Reduzido
FAB2	Rib. Funda	-	3	2	1	Moderado
FAB20	Nome Desconhecido	-	2	3	1	Moderado
FAB21	Ribeira do Pinheiro	-	2	2	1	Reduzido
FAB22	Rib. da Lombega	-	3	3	1	Moderado
FAB23	Grota Ribeirinha	-	3	3	1	Moderado
FAB24	Rib. das Cabras	-	3	2	1	Moderado
FAB3	Bacias Agregadas	-	2	3	1	Moderado
FAB4	Rib. de Joana Pires	-	3	2	1	Moderado
FAB5	Rib. do Vale Verde	-	2	2	1	Reduzido
FAB6	Nome Desconhecido	-	2	3	1	Moderado
FAB7	Nome Desconhecido	-	2	3	1	Moderado
FAB8	Ribeirinha	-	2	3	1	Moderado
FAB9	Bacias Agregadas	-	1	2	1	Reduzido

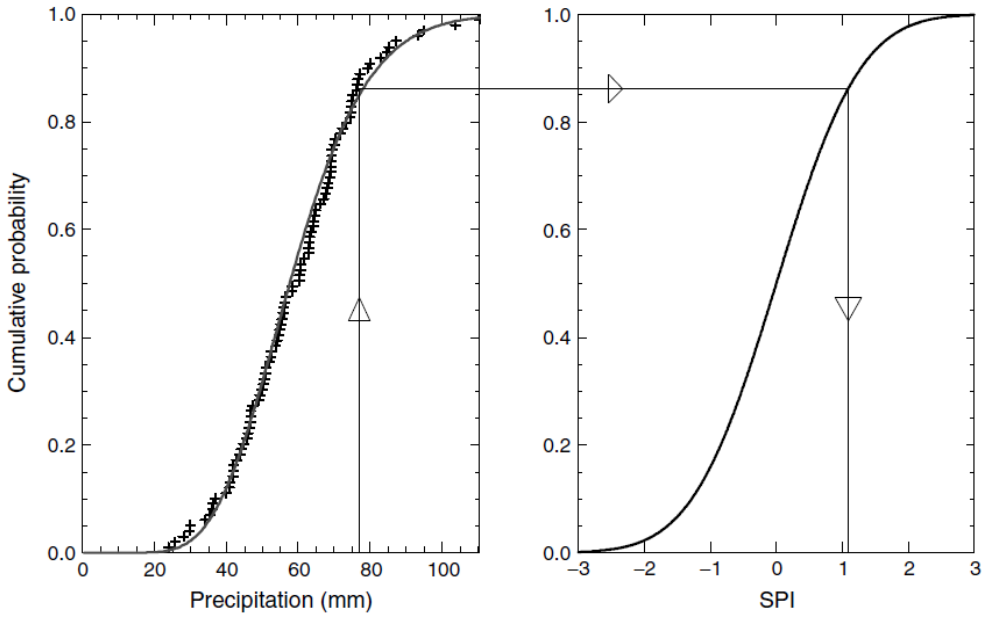
2.9.3 | Secas

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 2.9.6).



Fonte: Lloyd-Hughes & Saunders (2002)

Figura 2.9.6 | 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):

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

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

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

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

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 Faial.

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 Faial são devidamente identificados no Quadro 2.9.8.

Quadro 2.9.8 | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha do Faial

Ilha	Estação	Origem
Faial	Cabouco	INMG

Ilha	Estação	Origem
	Cascalho.Cedro	INMG
	Chão Frio	INMG
	E. C. Capelo	INMG
	Flamengos	INMG
	Lombega	INMG
	R. caldeira	INMG

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 Faial, no entanto, o período de avaliação foi definido atendendo ao período máximo dos registos existentes nos postos selecionados (18 anos), tal como surge refletido no Quadro 2.9.9.

Quadro 2.9.9 | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – Ilha do Faial

Estação	Data de inÍcio	Data de fim	Período de Análise
Cabouco	Out-77	Set-95	Out 77 - Set 95
Cascalho.Cedro	Out-77	Set-95	
Chão Frio	Out-77	Set-95	
E. C. Capelo	Out-77	Set-95	
Flamengos	Out-77	Set-95	
Lombega	Out-77	Set-95	
R. caldeira	Out-77	Set-95	

As séries de registos das estações selecionadas não apresentam falhas no período de análise definido.

2.9.3.2 | Cálculo do índice SPI - Ilha

A partir dos dados completos de precipitação mensal dos postos indicados, foi determinada a série de precipitação mensal ponderada para a ilha do Faial para o período de avaliação (outubro de 1977 a setembro de 1995). 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 Faial

Ano hid.	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1977/78	156,0	272,4	248,1	95,6	290,7	127,0	220,0	108,2	105,4	82,0	76,8	104,2
1978/79	208,2	225,3	347,0	256,0	174,3	154,7	88,1	116,2	190,7	84,7	71,4	102,5
1979/80	126,9	272,2	171,3	138,7	230,9	191,7	212,9	104,3	40,4	47,7	112,1	98,8
1980/81	208,4	288,3	138,7	53,8	250,2	252,9	74,2	180,9	196,8	29,1	92,0	146,3
1981/82	143,5	265,5	208,6	187,9	219,1	62,1	177,3	192,6	269,6	115,6	45,6	106,7

Ano hid.	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1982/83	189,5	255,6	168,5	136,7	133,5	131,7	82,6	130,9	71,9	79,8	73,4	286,9
1983/84	56,0	395,7	158,9	95,1	296,1	193,6	214,4	18,3	64,4	93,2	36,0	77,6
1984/85	145,2	218,7	157,6	298,4	262,1	75,9	155,9	87,5	151,5	70,5	59,1	79,3
1985/86	253,1	311,1	269,8	70,1	213,6	120,8	82,2	145,9	69,6	54,4	200,5	373,7
1986/87	202,6	95,6	299,5	344,0	342,3	316,1	168,4	316,0	142,1	34,5	100,4	233,0
1987/88	151,6	200,2	406,5	201,3	136,0	163,7	138,0	149,1	38,7	70,3	101,6	189,9
1988/89	155,6	239,9	129,3	169,0	72,0	108,0	98,8	147,4	150,5	64,6	60,8	121,2
1989/90	155,5	204,9	519,0	234,0	194,4	97,7	77,4	262,7	48,4	22,3	288,3	42,2
1990/91	225,8	318,4	237,9	235,0	188,3	262,4	110,0	26,3	62,4	75,9	78,9	192,3
1991/92	203,1	143,9	236,5	249,2	173,6	90,0	88,5	109,0	106,6	102,3	83,7	132,0
1992/93	228,5	335,8	265,1	308,6	266,2	178,7	91,0	134,7	129,4	16,4	88,3	84,7
1993/94	420,7	260,9	132,1	92,5	205,1	89,1	38,1	115,6	63,7	69,3	109,4	62,8
1994/95	319,4	348,0	232,4	177,5	200,9	174,5	104,6	132,2	94,8	66,4	84,5	114,1

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 Faial são apresentados nas Figura 2.9.7, 2.9.8 e 2.9.9.

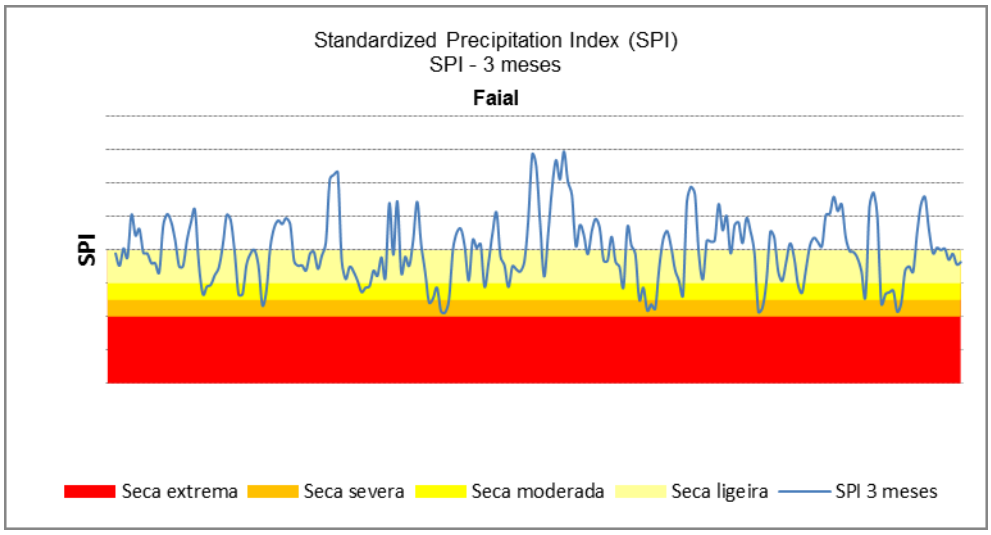


Figura 2.9.7 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha do Faial (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

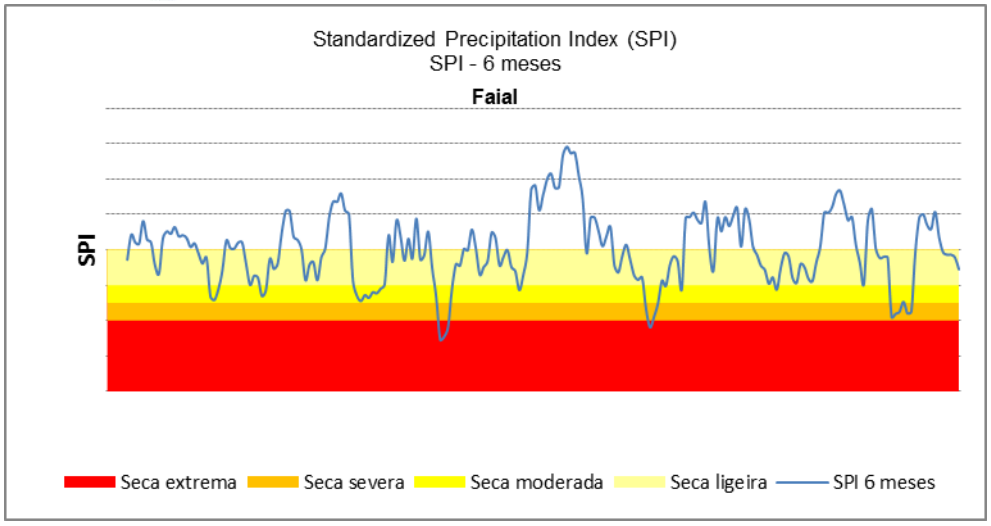


Figura 2.9.8 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha do Faial (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

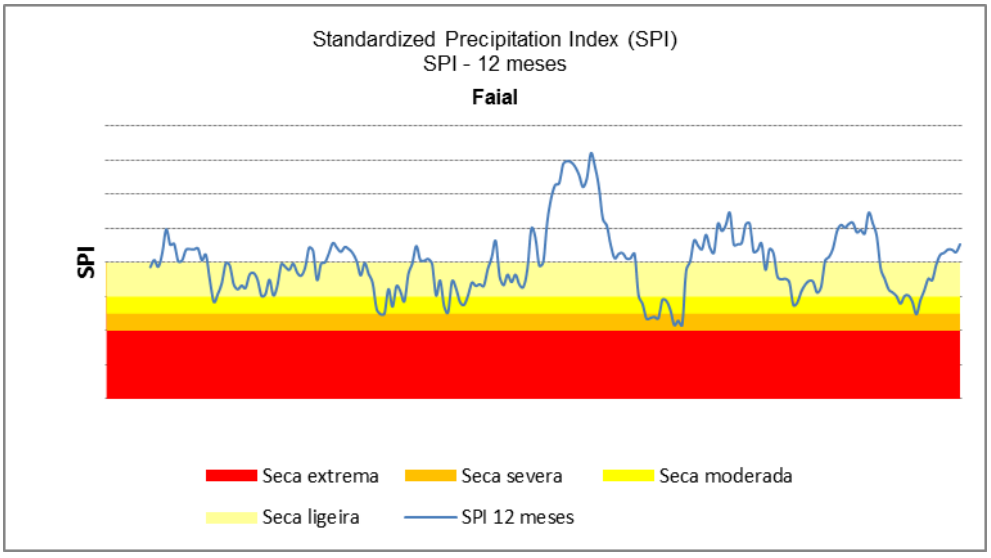


Figura 2.9.9 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha do Faial (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

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 Faial, no período de análise de 18 anos (outubro de 1977 a setembro de 1995), 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:

- Entre janeiro e outubro de 1983 correspondente a um período de seca severa;
- Situações pontuais de seca moderada, de novembro - dezembro de 1984 e de março - abril de 1985;
- A situação mais longa e significativa do período de análise entre janeiro a novembro de 1989, tendo sido atingido o nível de seca severa;
- Mais uma situação pontual de seca moderada em março – abril de 1992;
- Entre setembro e novembro de 1994, tendo sido atingido, pontualmente, o nível de seca severa (outubro de 1994).

Analisando, por comparação, o SPI-3 verifica-se que, também nessa escala temporal, nunca é atingido o nível de seca extrema, no período de análise considerado, salientando a reduzida importância das situações de seca no período de análise considerado (outubro de 1977 a setembro de 1995). Não obstante, no caso do SPI-6 meses é atingido o nível de seca extrema no período de outubro a dezembro de 1984, o que realça os baixos níveis de precipitação verificados no período Primavera- verão e Verão-Outono desse ano. No entanto, quando avaliada a precipitação acumulada a 12 meses, verifica-se que tal não correspondeu a uma afetação especialmente significativa, tendo o SPI-12 meses apontado uma situação de seca moderada. Por outro lado, em março de 1989 o SPI-6 meses atingiu novamente o nível de seca extrema. Neste caso, porém, como corresponde a uma afetação da precipitação no período de Outono-Inverno, é refletida como uma situação de seca severa, quando analisado o SPI-12 meses correspondente.

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 1977 – setembro de 1995) e para as mesmas escalas temporais (3, 6 e 12 meses), encontram-se sistematizados no Anexo I, sendo representados graficamente nas Figuras 2.9.10 a 2.9.30.

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

Estação	Altitude (m)	Área polígono de *Thiessen* (km^2)
Cabouco	519	30
Cascalho Cedro	91	12
Chão Frio	195	27
E.C.Capelo	201	28
Flamengos	156	27
Lombega	172	20
R.Caldeira	882	29

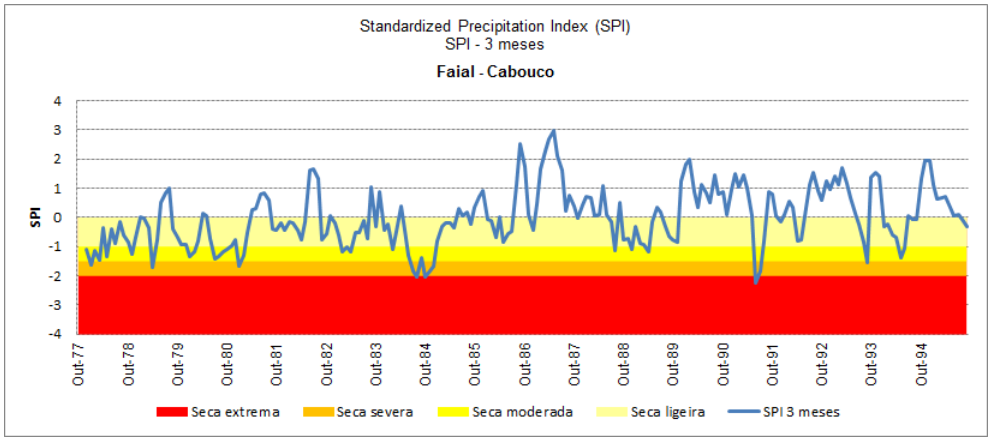


Figura 2.9.10 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Cabouco.

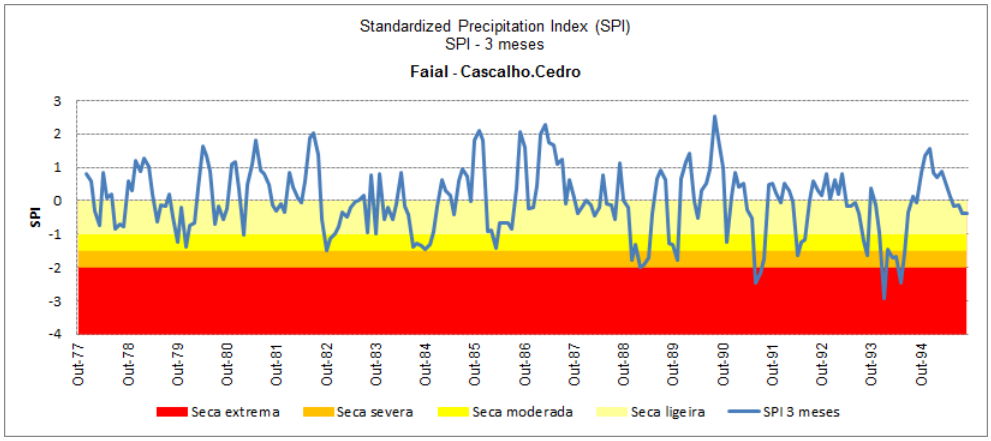


Figura 2.9.11 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Cascalho Cedro.

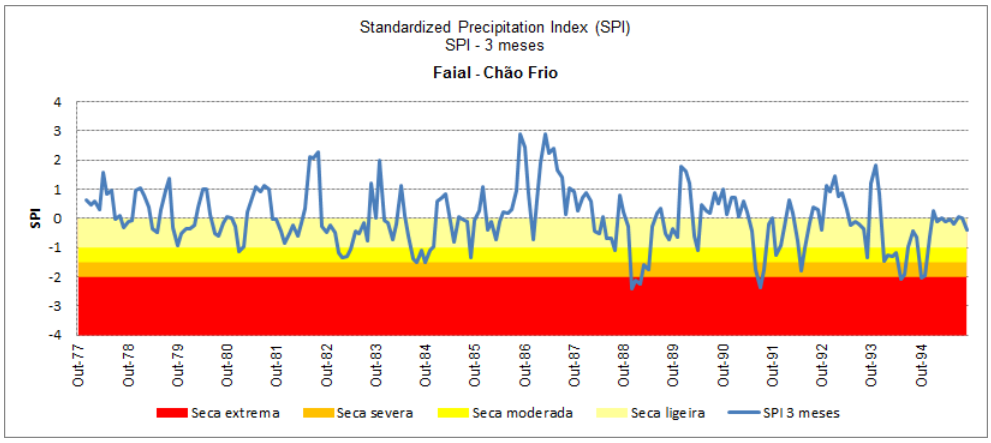


Figura 2.9.12 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Chão Frio.

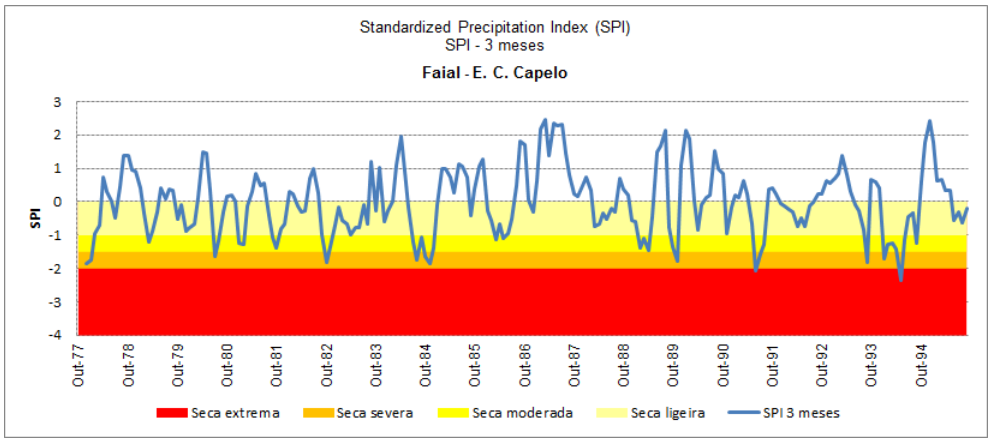


Figura 2.9.13 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto E.C. Capelo.

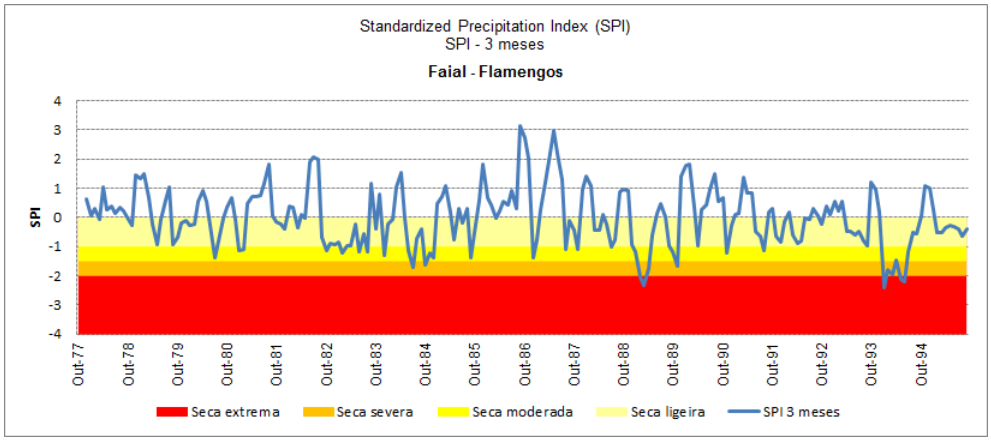


Figura 2.9.14 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Flamengos.

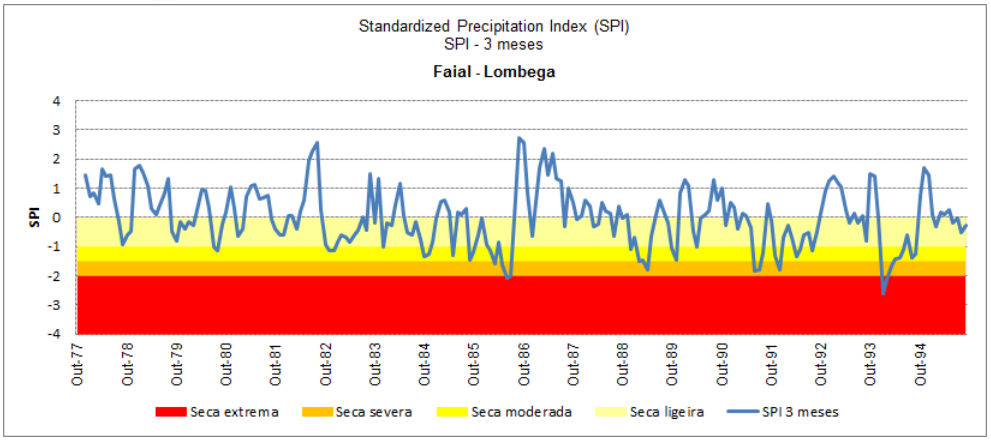


Figura 2.9.15 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Lombega.

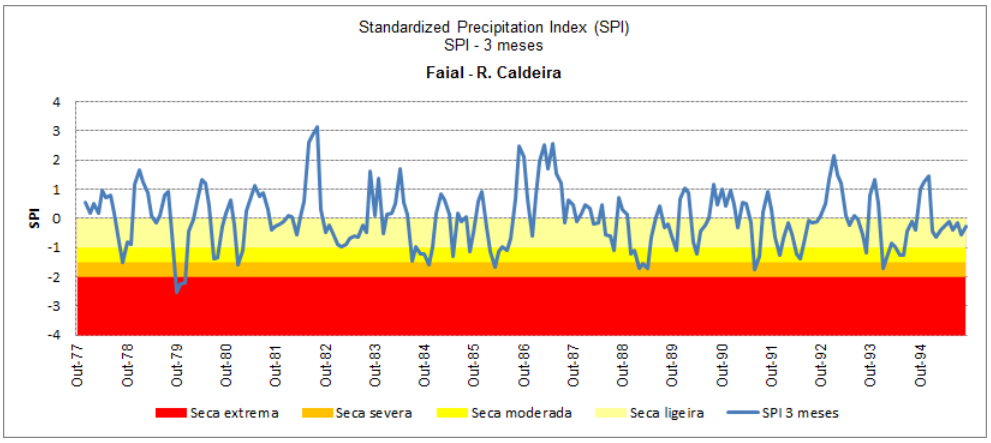


Figura 2.9.16 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, PostoR. Caldeira.

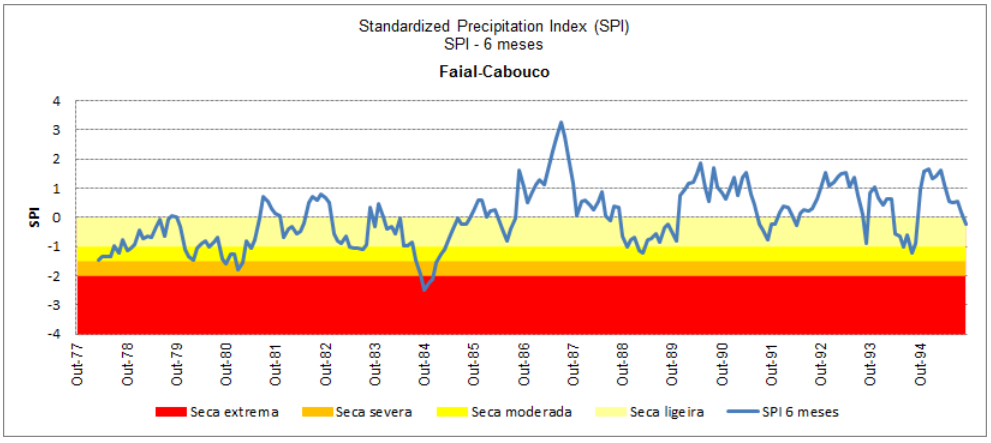


Figura 2.9.17 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Cabouco.

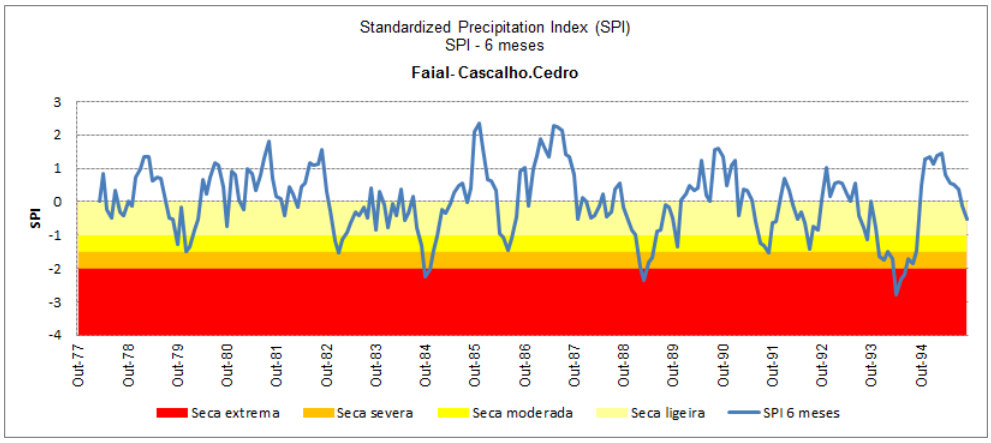


Figura 2.9.18 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Cascalho Cedro.

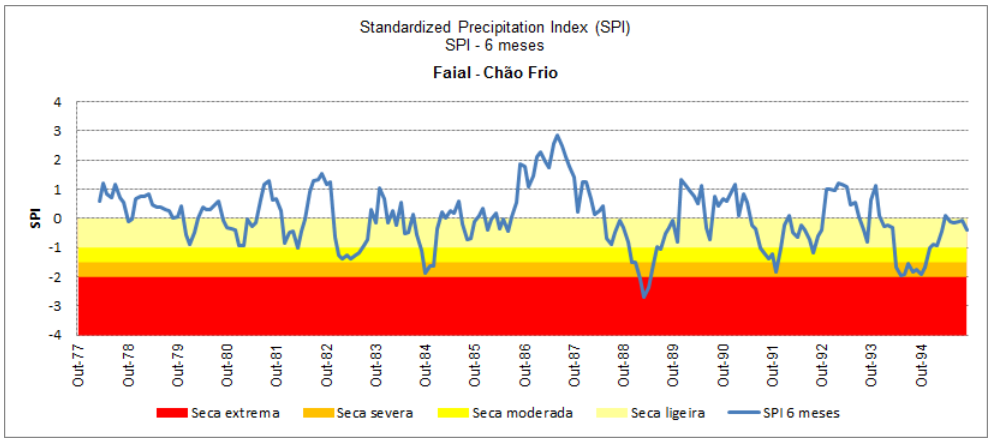


Figura 2.9.19 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Chão Frio.

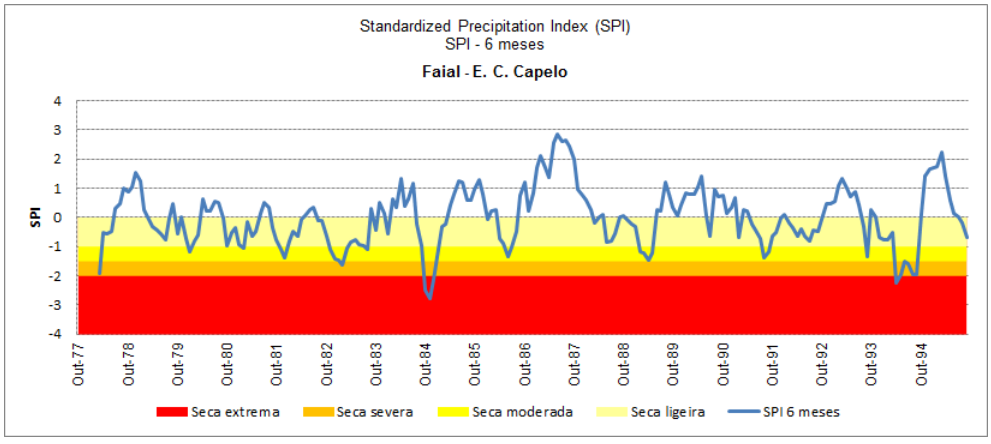


Figura 2.9.20 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto E.C. Capelo.

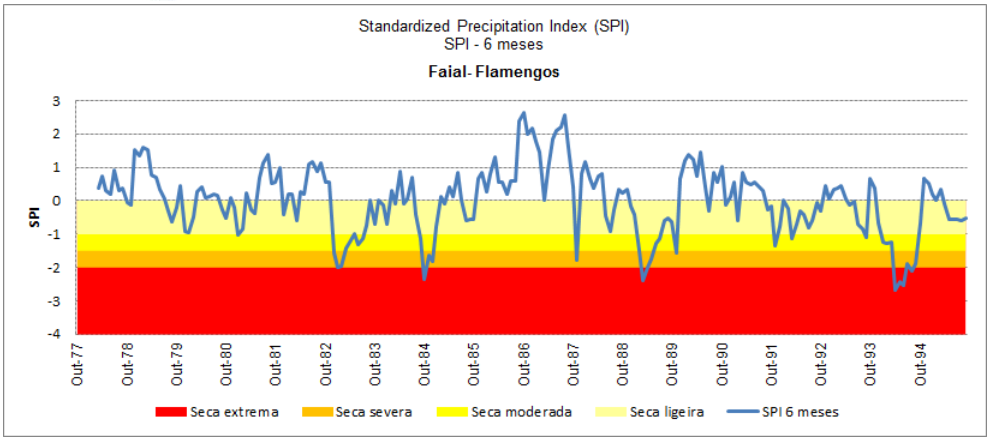


Figura 2.9.21 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Flamengos.

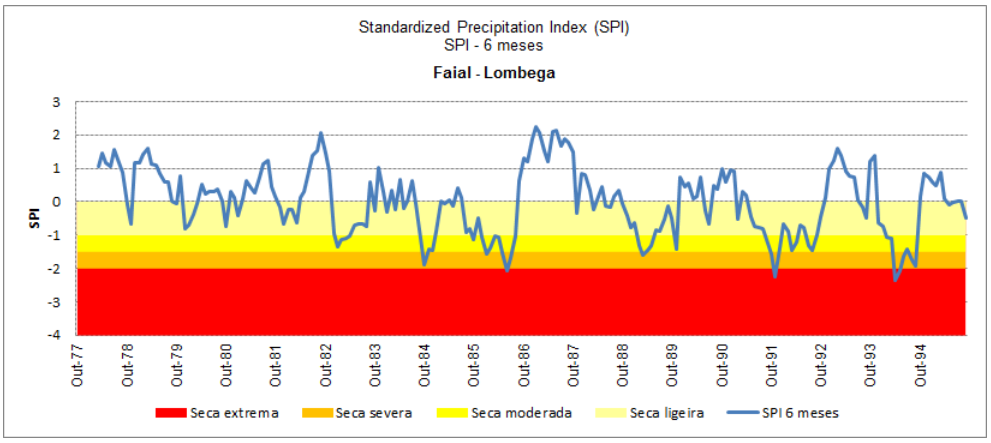


Figura 2.9.22 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Lombega.

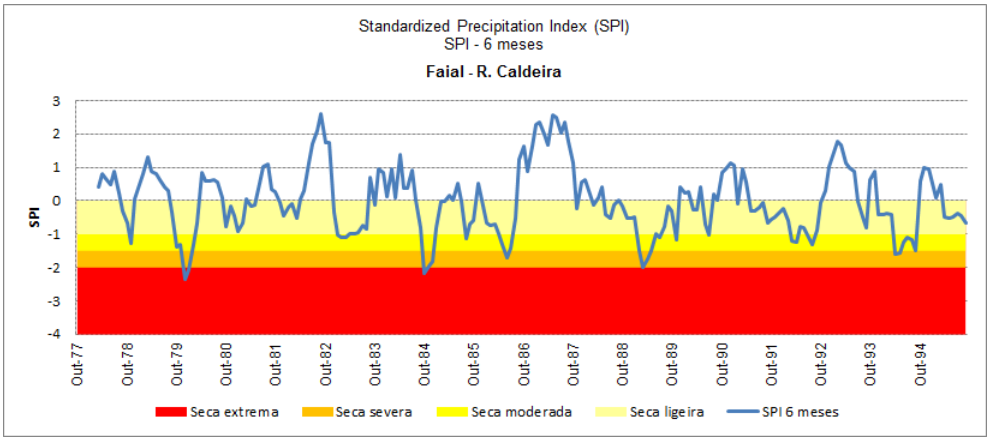


Figura 2.9.23 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto R. Caldeira.

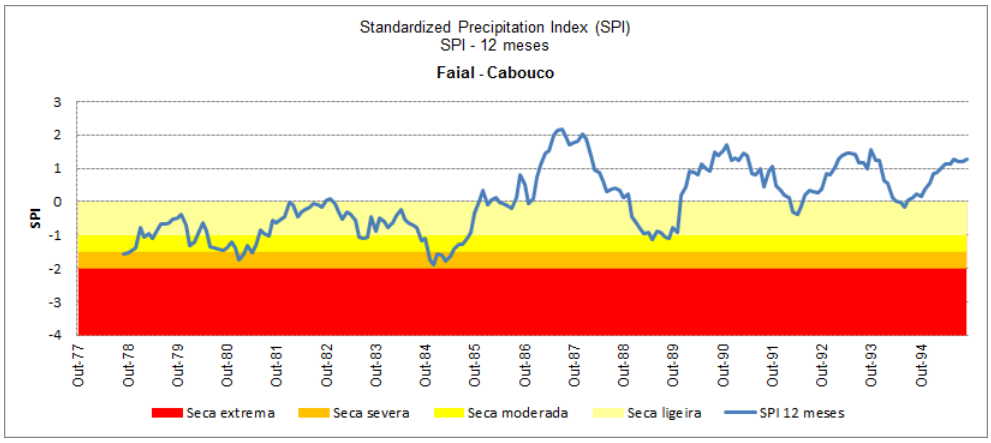


Figura 2.9.24 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Cabouco.

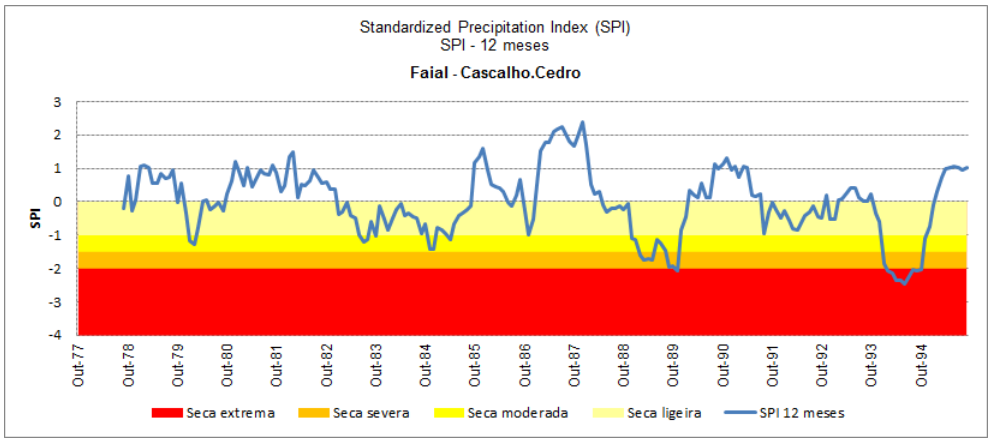


Figura 2.9.25 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Cascalho Cedro.

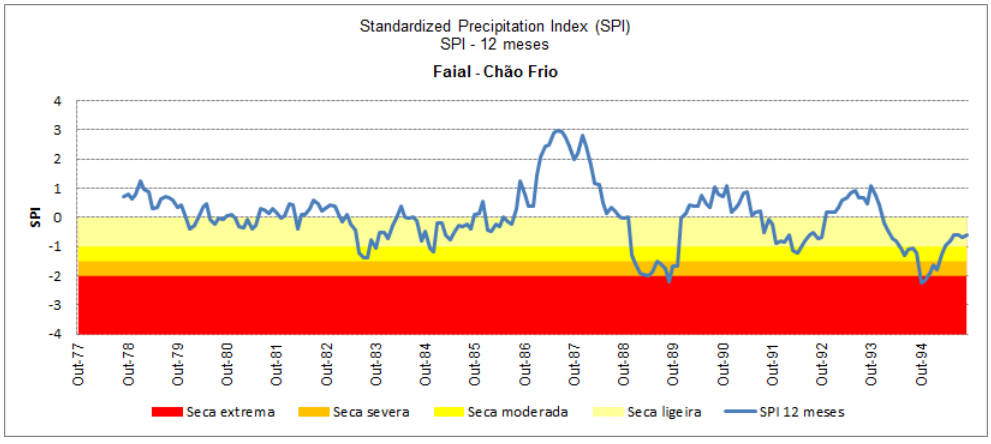


Figura 2.9.26 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Chão Frio.

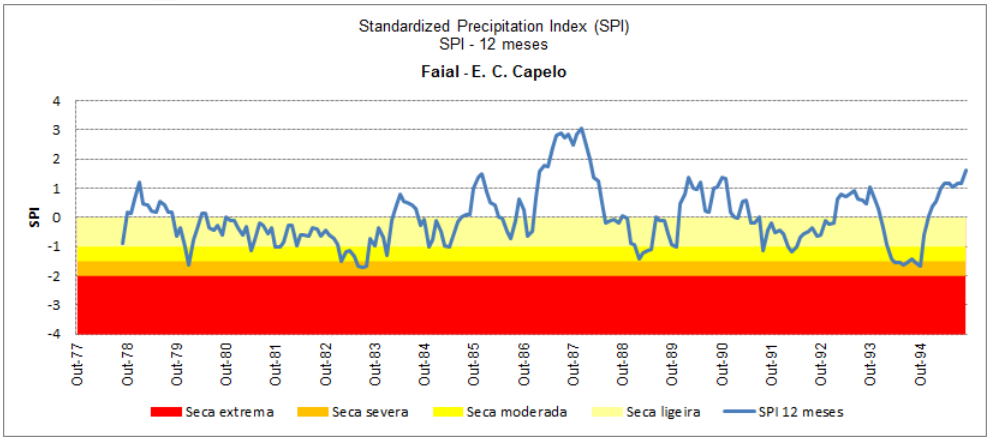


Figura 2.9.27 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos E.C. Capelo.

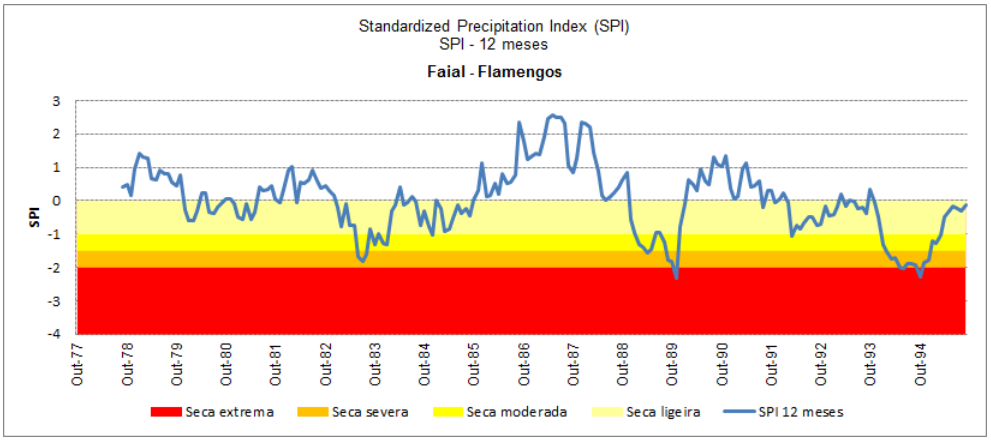


Figura 2.9.28 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Flamengos.

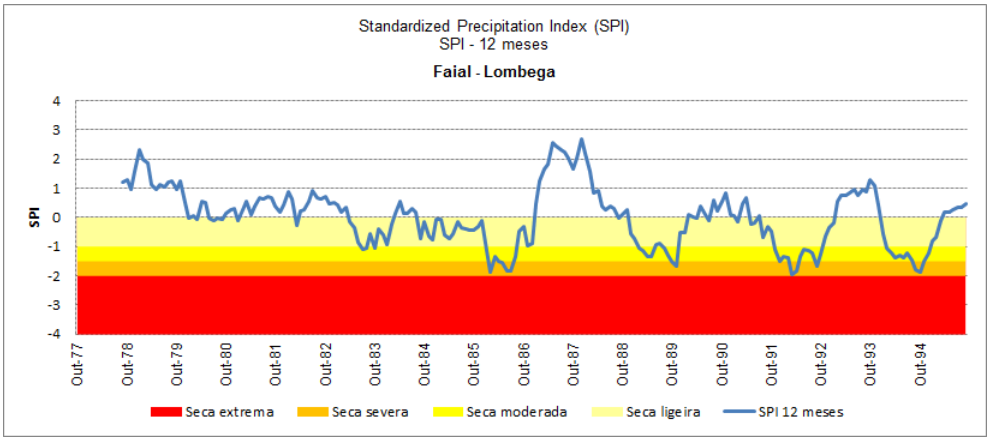


Figura 2.9.29 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos Lombega.

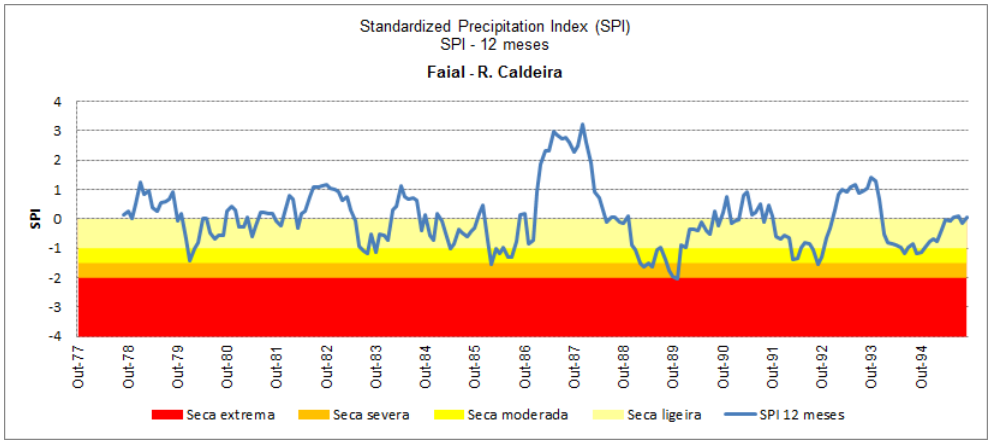


Figura 2.9.30 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Postos R. Caldeira.

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 % meses em seca moderada a extrema	SPI 6 % meses em seca moderada a extrema	SPI 12 % meses em seca moderada a extrema
Cabouco	15,9%	17,1%	19,0%
Cascalho Cedro	15,9%	16,6%	15,1%
Chão Frio	15,4%	16,1%	15,6%
E.C.Capelo	16,8%	14,2%	15,6%
Flamengos	15,4%	15,2%	15,1%
Lombega	17,8%	18,5%	20,5%
R.Caldeira	16,8%	16,6%	14,1%

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 é a representada pelo posto de Lombega, representativo de cerca de 20km^2, 11,7% 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 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 consequente 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, consequentemente, 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 Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (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^2)	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	<1018	1018 - 1268	1268 - 1519	1519 - 1769	> 1769
	I.E.	1	2	3	4	5

Os declives foram calculados com recurso a uma ferramenta do ArgGis, para uma malha de 10X10 m, a partir das cartas do Instituto Geográfico do Exército (IGEOE), à escala 1:25 000, tendo sido consideradas cinco classes (0 - 1,7º; 1,7º – 6,6º; 6,6º – 15,2º; 15,2º – 26,2º; ≥ 26,2º), em que os índices de erosão mais elevados correspondem aos maiores declives. Para a elaboração do mapa de litologias recorreu-se à carta vulcanológica da ilha do Faial (Serralheiro et al., 1989), e agruparam-se os materiais aflorantes segundo critérios litológicos, considerando apenas três classes: (1 – aluviões, areias de praia, cones de dejeção, cascalheiras de praia, depósitos de vertente, escorregamentos de gravidade, aterros, piroclastos submarinos de natureza basáltica (s.l.), depósitos de escoadas piroclásticas, lahars, sedimentos lagunares e pedra-pomes; 2 – piroclastos subaéreos de natureza basáltica (s.l.) e brechas de natureza essencialmente traquítica; 3 – chaminés, filões e escoadas lávicas de natureza basáltica (s.l.) e chaminés e domos traquíticos) 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 Faial (Figura 2.9.31).

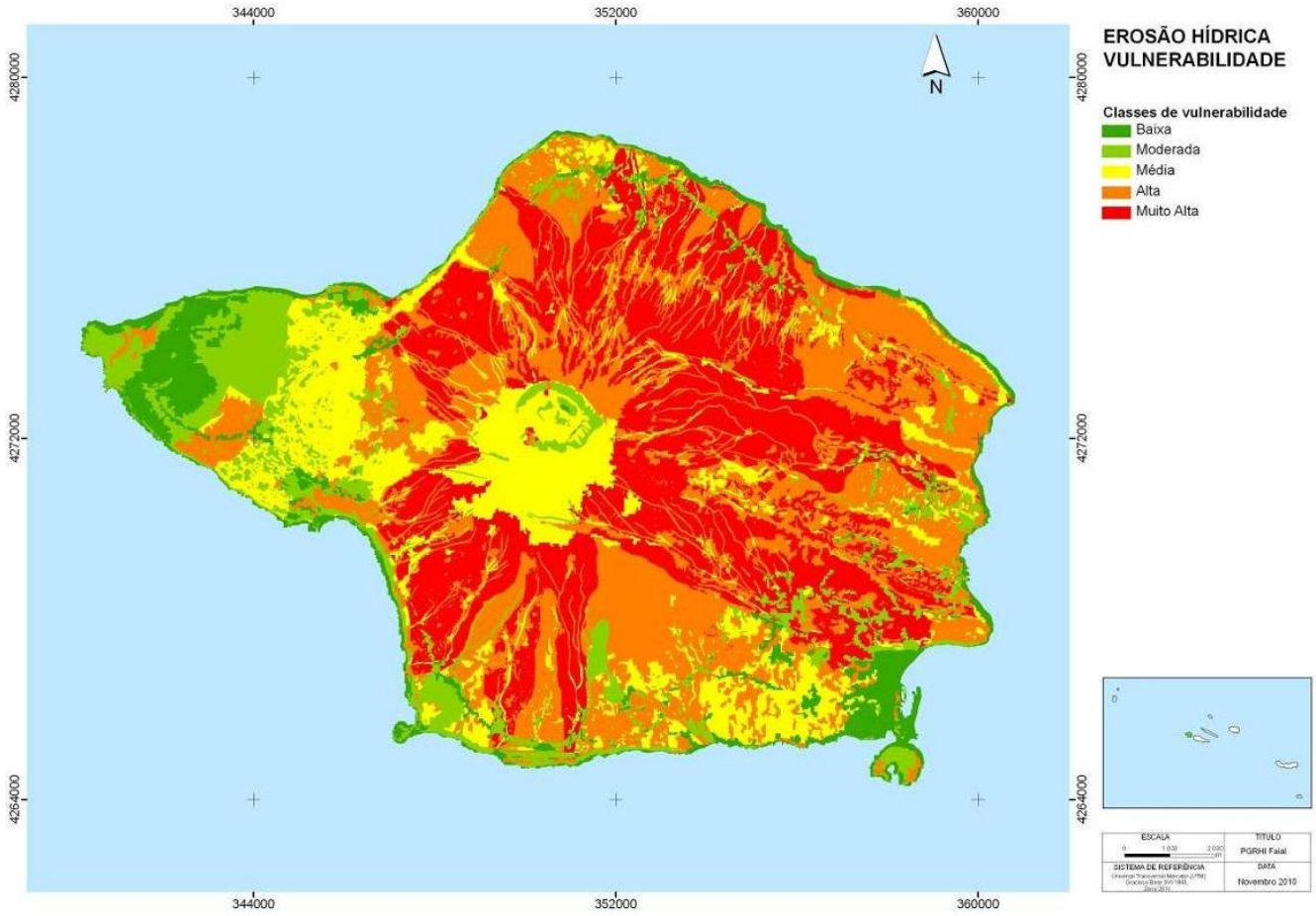


Figura 2.9.31 | Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha do Faial.

Como se pode observar na figura a vulnerabilidade à erosão é moderada em quase todo o setor ocidental da península do Capelo e plataforma da Horta, média na zona dos Flamengos, na parte oriental da península do Capelo Flamengos e na Caldeira e Lomba do Meio, e alta a muito alta em todas as vertentes do vulcão central e nas designadas lombas (as partes mais altas do *graben* de Pedro Miguel).

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.

No domínio da orla costeira a ilha é caracterizada por um litoral que alterna zonas alcantiladas e zonas onde os declives são mais suaves. O litoral da unidade geomorfológica Vulcão Central apresenta nas vertentes viradas a NW e SW uma costa rochosa, de arribas abruptas, pouco recortada e bordejada por calhau que, a espaços, se apresenta rolado. Atinge alturas entre os quase 300m (Figura 2.9.32), e os 50 metros na costa dos Cedros e o Morro do Castelo Branco (Figura 2.9.33). A costa entre o Porto do Salão e a Ponta da Ribeirinha é muito abrupta (Figura 2.9.34), com alturas entre os 50

e os 200 metros e orlada por uma faixa de calhau. O litoral entre a Ponta da Ribeirinha e a vertente NE da Espalamaca (Figura 2.9.34) é o mais recortado da ilha. As alturas da arriba são variáveis e exprimem nitidamente a ação das falhas do *graben*.

Fonte: Coutinho et al (2009)

Figura 2.9.32 | Vista de um setor da costa NW da ilha do Faial, entre a Fajã e os Cedros, onde a arriba atinge cerca de 300 m de altitude.

Figura 2.9.33 | Vista do domo de Castelo Branco (em primeiro plano) e aspeto da costa do vulcão central e da península do Capelo.

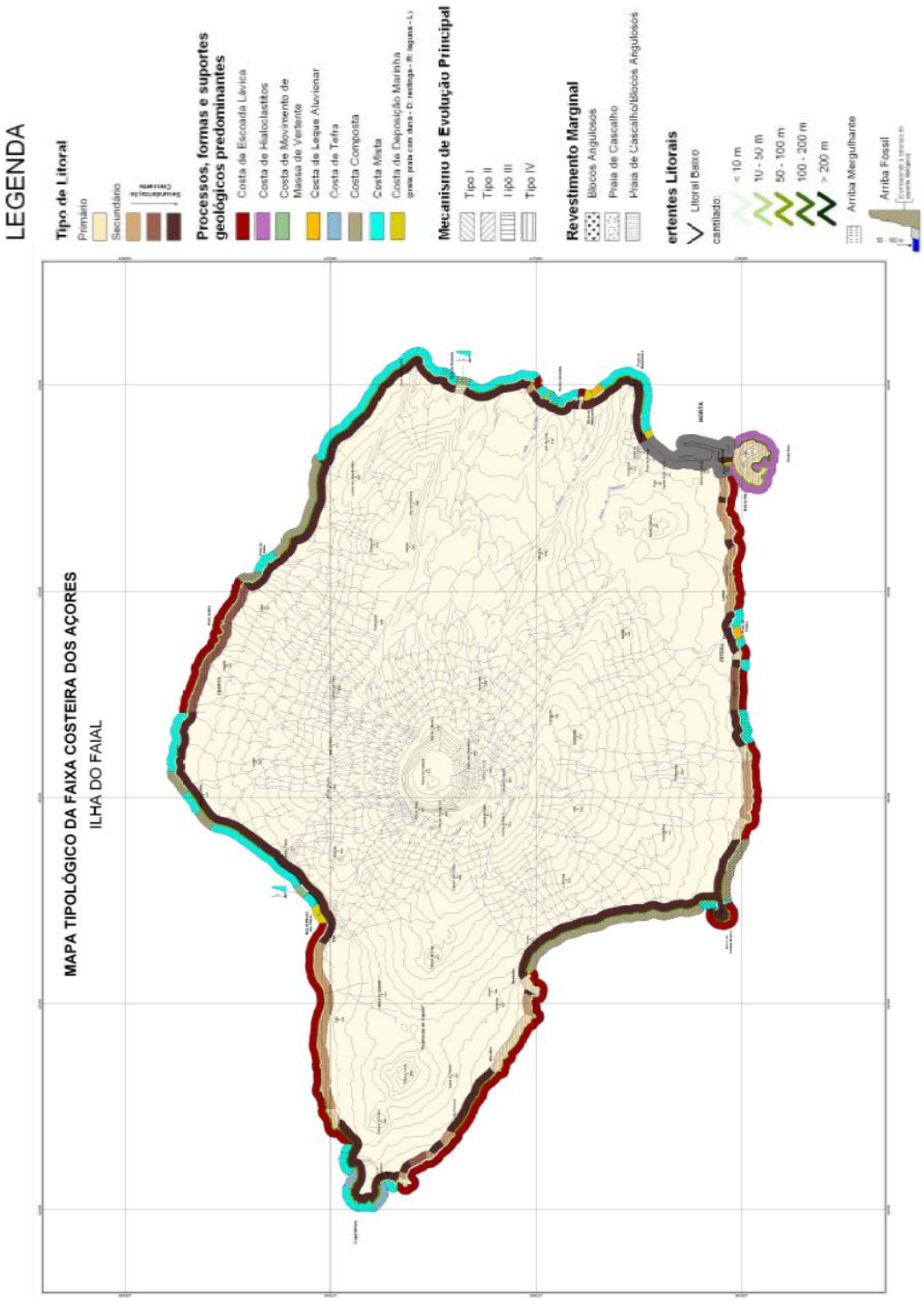
Figura 2.9.34 | Vista casto do Faial entre a Ponta da Espalamaca e a Ribeirinha.

Além da ação modeladora da erosão marinha, cujos mecanismos foram descritos por Borges (2003), há a assinalar o controlo tectónico em algumas zonas da costa do Faial.

Em termos de recarga do litoral há que considerar o importante contributo proveniente do desmonte das arribas, sobretudo as da costa leste e do vulcão dos Capelinhos (Figura 2.9.35). A caracterização da linha de costa é utilizada como forma de sistematizar uma realidade complexa em classes mais simples e homogéneas. A tipologia da faixa costeira da ilha do Faial (Figura 2.9.36) foi realizada por Borges (2003).

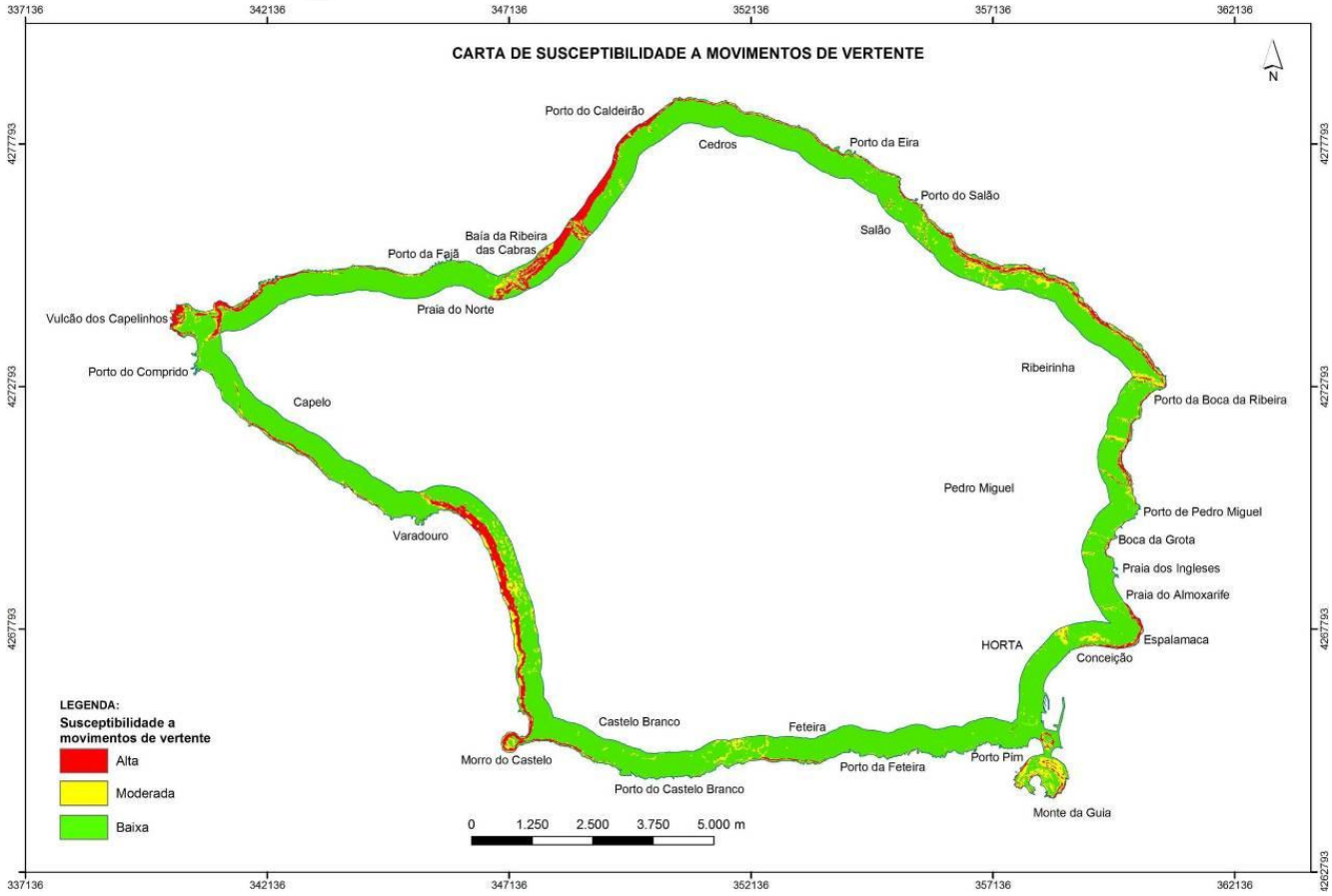
Durante os trabalhos conducentes à elaboração do POOC da ilha do Faial, foi produzida uma carta de suscetibilidade a movimentos de vertente que põe em evidência a diferença o comportamento dos diferentes troços da costa (figura 2.9.37). No caso da ilha do Faial, para além da suscetibilidade aos movimentos de vertente, há que ter em conta as características friáveis dos produtos vulcânicos que constituem extensos setores da costa que muito contribuem para a recarga do litoral, como foi possível verificar aquando do sismo de 9 de julho de 1998.

Figura 2.9.35 | A vista do vulcão dos Capelinhos em 1958 (fotogtrafia a preto e branco da autoria do Dr. Decq Motta) e fotografia de 2004. Tendo como referência o farol é bem visível a ação erosiva do mar e do vento.



Fonte: Borges (2003)

Figura 2.9.36 | Mapa tipológico da faixa costeira da ilha do Faial.



Fonte: Coutinho et. Al. (2009)

Figura 2.9.37 | Carta de suscetibilidade a movimentos de vertente da ilha do Faial.

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 39º27'.2N; Longitude 31º07'.2N);
- Angra do Heroísmo (Latitude 38º39'.0N; Longitude 27º13'.4N);
- Horta (Latitude 38º32'.0N; Longitude 28º37'.3N);
- Ponta Delgada (Latitude 37º44'.1N; Longitude 25º40'.3N);

- Vila do Porto (Latitude 36º56'.7N; Longitude 25º08'.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 sobreelevação 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 Faial existe um marégrafo em funcionamento no porto da Horta. Os elementos que se seguem foram recolhidos no site do Instituto Hidrográfico. 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 1,1m e nas águas mortas de 0,5m. A maré enche de Oeste e Sudoeste e na vazante propaga-se para Este e Nordeste. O estudo da frequência dos níveis de preia-mar e baixa-mar, efetuados a partir da informação contida nas Tabelas de Maré, mostra que no Faial, 10,1% das preia-mares excedem 1,6 m e 4,6% das baixa-mares descem a cotas inferiores a 0,4m.

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 1,90ZH. 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)	39º 05’ 21N – 27º57’ 73W	Operacional
Flores	Flores (Sul)	39º21’ 86N – 31º10’ 00W	07/07/2009
Faial/Pico	No canal	38º35’ 26N – 28º32’ 26W	30/10/2008
Terceira	Praia da Vitória	38º45’ 00N – 27º00’ 58W	Operacional
São Miguel	Ponta Delgada	37º43’ 53N – 25º43’ 28W	20/11/2008
Santa Maria	Santa Maria (Sul)	36º55’ 21N – 25º10’ 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 (fecth) 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 sinópticos 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).

O porto da Horta é abrigado da ondulação de todos os quadrantes, exceto quando ocorrem temporais de SE, em que o mar entra no porto depois de se refletir na costa e com ondulação forte de N (Instituto Hidrográfico, 1981). Os grandes temporais só ocorrem estatisticamente a intervalos de 2 a 4 anos, sobretudo quando derivam da passagem de ciclones tropicais pelo S da ilha do Faial, ocasiões em que as entradas ou saídas de embarcações poderão ser impraticáveis para navios de maior porte (POOC Faial, 2009).

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 | Movimento 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, discrições 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 detríticas, 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^2. Por outro lado, sismos de magnitudes superiores, como o ocorrido a 9 de julho de 1998 no Faial (5,6MD), poderão gerar movimentos de vertente numa área na ordem da centena ou até milhar de km^2.

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 detríticas 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^3 (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^3 (Marques, 2004), a qual provocou a morte de 5.000 pessoas e a destruição de Vila Franca do Campo, então capital de São Miguel (Frutuoso, 1522 - 1591†).

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

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

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 35º, exposições a SE, S, e SW, morfologias côncavas, as áreas de contribuição superiores a 3 000m^2, 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 35º, 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 espácio-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 Faial estão inventariados 17 nascentes 9 furos para abastecimento público. Na figura 2.9.38 é apresentada a localização dos furos e nascentes para abastecimento público, inseridas no mapa de declives da ilha.

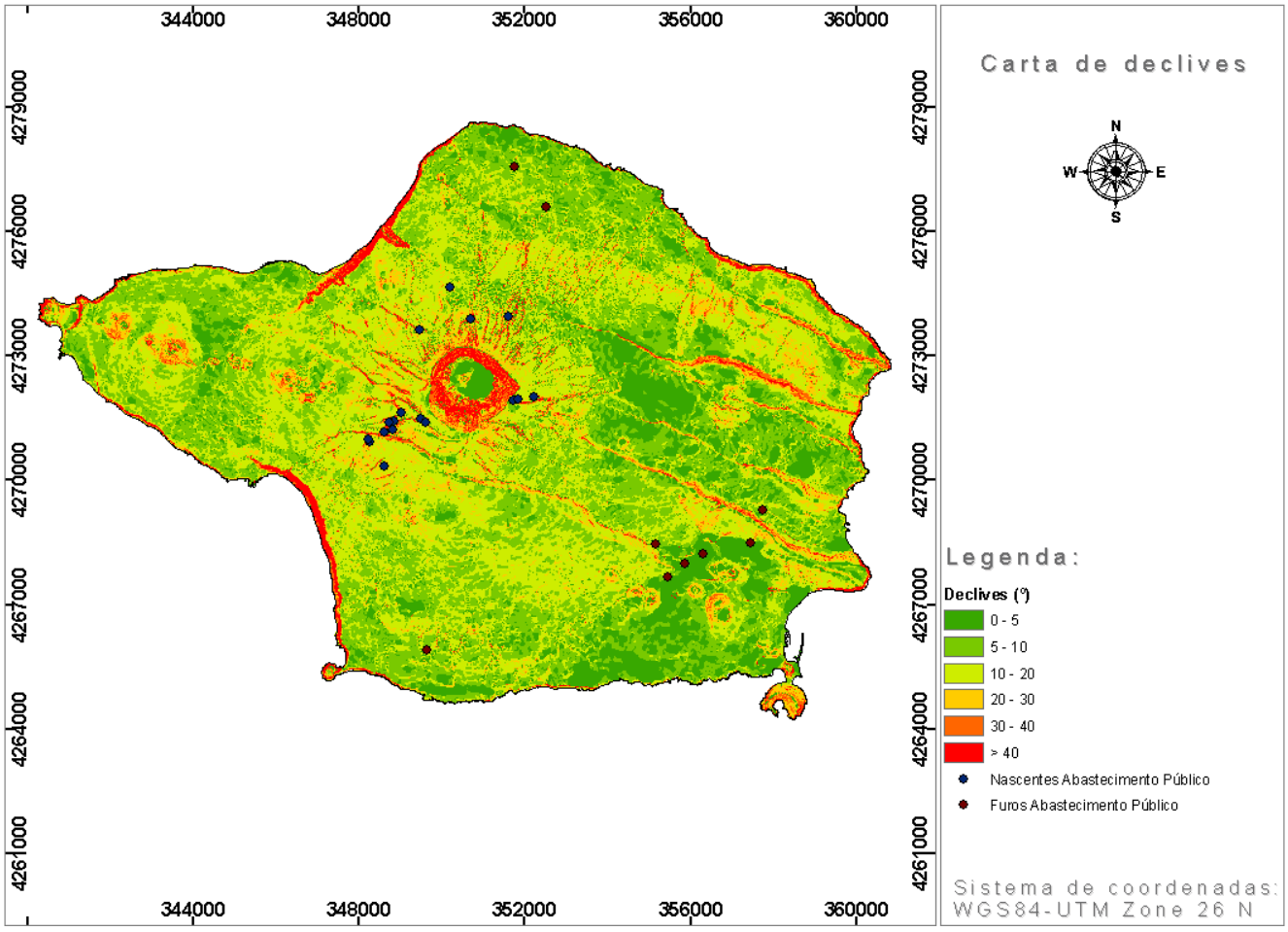


Figura 2.9.38 | Mapa de declives da ilha do Faial e localização das nascentes e furos para abastecimento público.

A distribuição espacial das nascentes da ilha do Faial incide, essencialmente, no Sistema Aquífero da Caldeira e no Sistema Aquífero Pedra-pomes da Caldeira, definidos por Cruz (2001). As nascentes/captações que caracterizam estes dois Sistemas de Aquíferos encontram-se, principalmente, nos flancos da caldeira, nos taludes de linhas de água e em escarpas de falhas, na dependência de depósitos de natureza pomítica (*s.l.*) com espessuras consideráveis.

O predomínio de uma morfologia acidentada, caracterizada por apresentar vales encaixados com declives elevados e constituídos por depósitos piroclásticos não consolidados, tornam a área muito suscetível à ocorrência de deslizamentos translacionais e a escoadas detríticas, desencadeados por eventos sísmicos e/ou episódios de precipitação intensa.

As nascentes que se localizam nos restantes Sistemas de Aquíferos, definidos por Cruz (2001), em virtude do seu enquadramento morfológico, litológico e tectónico, apresentam potenciais indicadores que permitem particularizar algumas condicionantes e mecanismos que exercem uma influência negativa na estabilidade dos maciços, nomeadamente a presença de fissurações, alterações das rochas e a presença de vegetação e água nas fendas.

De um modo geral, os eventos sísmicos e as condições meteorológicos extremas são determinantes no despoletar de movimentos de vertente, tornando as nascentes/captações de água elementos vulneráveis à atuação deste perigo geológico na ilha do Faial. A título exemplificativo, aquando da crise sísmica do dia 9 de julho de 1998, foi desencadeado inúmeros movimentos de vertente, os quais se localizaram predominantemente nas arribas litorais, nas paredes internas do vulcão central, em escarpas de falhas e na vertente NW do vulcão da Caldeira, sobranceira ao lugar da ribeira Funda (Madeira *et al.,* 1998). Para além dos danos causados no parque habitacional e na rede viária, houve importantes destruições ao nível das captações e no sistema de abastecimento, não só pela destruição durante o evento sísmico, mas devido à de uma imponente escoada detrítica que ocorreu na zona do Alto do Chão (Coutinho, 2000), resultante da rotura que ocorreu nas vertentes das linhas de água existentes e nas proximidades do bordo da caldeira (Figura 2.9.39). A escoada foi responsável pela destruição de várias nascentes de água, cuja mistura de água e materiais mobilizados adquiriram um elevado poder de transporte e erosão ao longo da linha de água (Figura 2.9.40).

Em janeiro de 2007, um episódio de precipitação intensa provocou o assoreamento da ribeira do Risco devido à instabilização de vertentes e transporte de quantidades significativas de carga sólida. No setor a montante da bacia hidrográfica da ribeira do Risco foi possível identificar inúmeras cicatrizes de movimentos de vertente superficiais, do tipo deslizamento, bem como os efeitos da erosão diferencial provocada nas margens das linhas de água (Marques *et al.,* 2007). Os processos de instabilidade hidro-geomorfológica causaram em algumas situações, a destruição do sistema de canalização de água provenientes das captações de água existentes a montante (Figura 2.9.41).

Figura 2.9.39 | Escoada detrítica que ocorreu na zona do Alto do Chão desencadeada pelo sismo de 9 de julho de 1998 que se desenvolveu nas linhas de água e nas proximidades do bordo da caldeira.

Figura 2.9.40 | Destruição de uma captação de água no decurso do desenvolvimento da escoada detrítica que se desenvolveu durante a ocorrência do sismo de maior magnitude do dia 9 de julho de 1998.

Fonte: Fotografias SRA – Faial

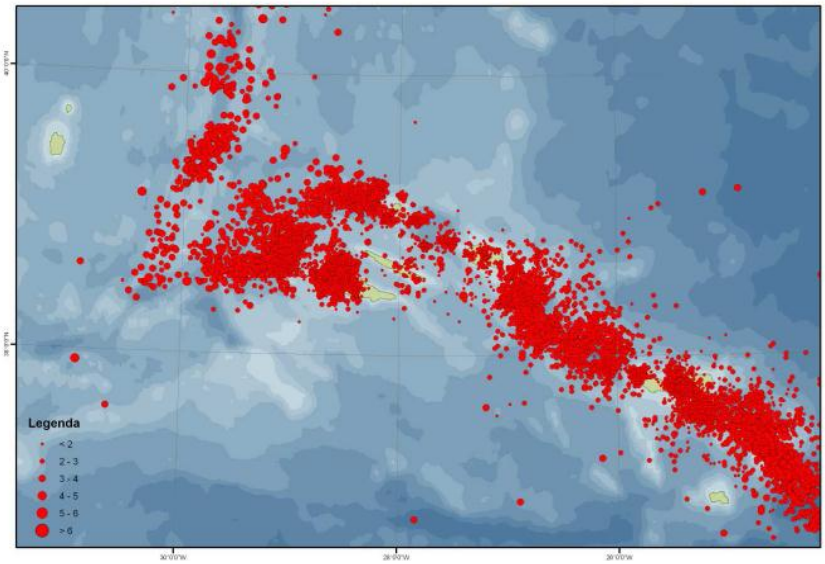
Figura 2.9.41 | Aspeto geral de cicatrizes de movimentos de vertentes nos taludes da ribeira do Risco e Destruição do sistema de distribuição de água ao longo da ribeira do Risco causada pelos processos hidro-geomorfológicos.

No que respeita aos furos de água para abastecimento, globalmente, estes encontram-se em zonas com expressões topográficas caracterizadas por morfologias aplanadas (Cedros, Flamengos e Castelo Branco), traduzindo-se em elementos não vulneráveis à atuação de movimentos de vertente. Porém, há a ressalvar a localização dos furos instalados na freguesia dos Flamengos, visto que a montante se localiza o reservatório de água que abastece a bacia leiteira de Castelo Branco, localizado próximo da falha da Lomba da Cruz. Uma possível rotura do reservatório em consequência da reativação do sistema de falhas e/ou aquando de sismos de magnitude elevada com origem em áreas circundantes, certamente colocarão em risco as infraestruturas a jusante, em particular os furos para abastecimento público.

2.9.7 | Sísmos

As expressões morfológicas de assinatura tectónica de caráter 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 2.9.42).



Fonte: CIVISA (2009)

Figura 2.9.42 | 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 Terceira estão descritas no Quadro 2.9.16.

Quadro 2.9.16 | Principiais sismos sentidos na ilha do Faial

Data	Intensidade	Ilha mais afetada	Zona mais afetada	Magnitude	Consequências
1926-08-31	X	Faial	Horta		20 mortes, 200 feridos. Grandes destruições.
1958-05-13	IX-X	Faial	Praia do Norte		Grandes destruições
1998-07-09	VIII	Faial	Ribeirinha	5,8 Md	8 mortes e mais de uma centena de feridos. Grandes destruições no Faial e Pico.

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*.

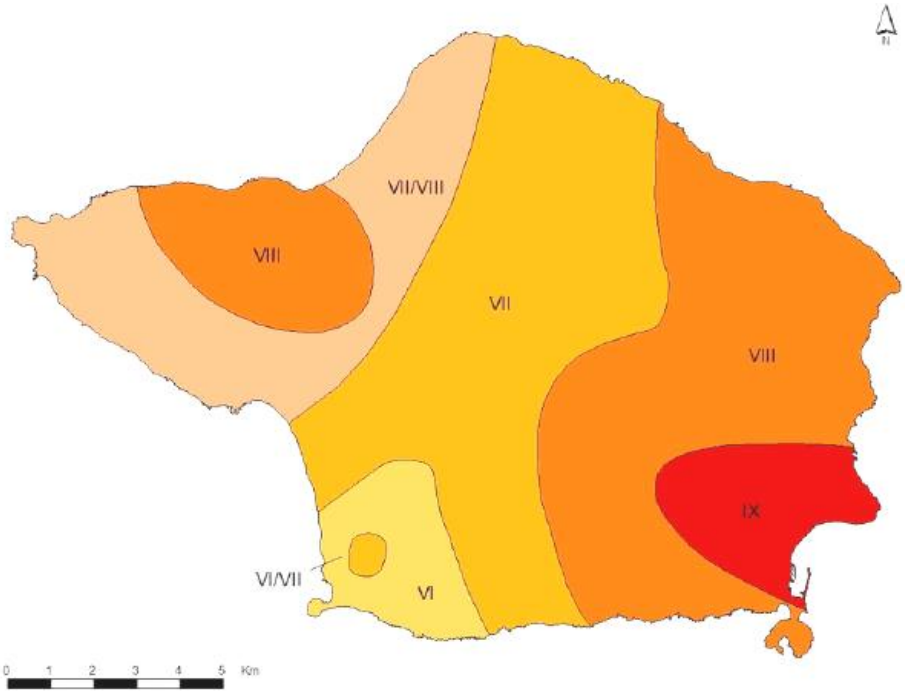
A ilha do Faial é caracterizada por uma atividade sísmica elevada em termos de frequência e moderada em termos de magnitude. No século XX há a considerar a ocorrência de, pelo menos, dez sismos de intensidade VI, um de grau VI/VII, um de grau VII, um de grau VII/VIII, um de grau VIII, um de grau VIII/IX e um de grau X (?), o que confere um total de dezasseis sismos de intensidade igual ou superior a VI na Escala de Mercalli Modificada. Neste conjunto, destacam-se os eventos de 31 de agosto de 1926 e de 9 de julho de 1998 (sentidos com intensidade de grau VIII) e o de 11 de novembro de 1973 (sentido com intensidade de grau VII/VIII). Merece, ainda, especial destaque a crise sísmica associada à erupção dos Capelinhos (1957/58), cujo evento mais destrutivo, ocorrido a 13 de maio de 1958, atingiu o grau VIII/IX (Coutinho *et al.*, 2000).

Tendo em consideração o período de tempo sobre o qual há informação macrossísmica relativa a esta estrutura, o qual é manifestamente reduzido sob o ponto de vista geológico, há que ter em conta a possibilidade de poderem ser

produzidos eventos de elevada magnitude no interior da ilha e nas regiões adjacentes, associados ou não a atividade vulcânica. A análise da sismicidade histórica e instrumental permite definir algumas zonas sismogénicas, onde se geraram sismos que atingiram significativamente a ilha do Faial. Sublinham-se neste contexto as zonas do Canal Faial-Pico (sismo de 1926), a NE do Faial (sismo de 1998), a ilha do Pico (sismo de 1973), bem como as regiões a N e a W do Faial (Coutinho *et al.*, 2000).

Outras estruturas potencialmente sismogénicas desenvolvem-se a SW da ilha, sendo de sublinhar que, embora presentemente evidenciem baixa atividade sísmica, tal não pode ser considerado, por si só, um indicador de falta de perigosidade (Coutinho *et al.*, 2000).

Na figura 17 apresenta-se a carta de intensidades sísmicas máximas verificadas na ilha do Faial, tendo por base a reanálise dos registos históricos, à luz da Escala Macrossísmica Europeia de 1998 (EMS-1998).



Fonte: Silva (2005)

Figura 2.9.43 | Carta de intensidades máximas históricas (EMS-1998) para a ilha do Faial.

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, São Jorge, Terceira e São Miguel.

Da análise da localização e sequência cronológica das várias erupções históricas observadas no arquipélago merece destaque a proporção de erupções submarinas e litorais, que ascende a 48% do total das erupções registadas, sendo

este valor provavelmente subestimado, pois nem todas as erupções submarinas se manifestam à superfície do oceano e, mesmo de entre estas, nem todas terão sido observadas.

.A atividade vulcânica histórica no arquipélago dos Açores conta cerca de 28 erupções, entre episódios subaéreos e submarinos, abrangendo um largo espectro de estilos eruptivos e magnitudes, o que evidencia o elevado perigo vulcânico a que estas ilhas se encontram sujeitas. As erupções históricas nos Açores localizam-se, grosso modo, ao longo de uma larga faixa de orientação geral WNW-ESE, o designado Rift da Terceira *(s.l.),* tendo-se registado erupções nas ilhas de São Miguel, Terceira, São Jorge, Pico e Faial. Muito provavelmente, o número de erupções ocorridas nos últimos cinco séculos é muito superior, uma vez que nem todas as erupções submarinas apresentam

A análise das estruturas vulcânicas e dos diferentes produtos eruptivos que constituem a ilha do Faial demonstram que esta pode ser afetada por erupções efusivas e/ou explosivas, de natureza basáltica (*s.l.*) ou traquítica (*s.l.*), de caráter magmático e/ou hidro-magmática, abrangendo uma grande diversidade de estilos eruptivos e magnitudes.

Na ilha do Faial ocorreram 3 erupções vulcânicas históricas, 2 das quais ao longo do alinhamento de edifícios vulcânicos monogenéticos entre o Vulcão Central e a extremidade W da ilha (a Península do Capelo), onde se localizaram as erupções do Cabeço do Fogo (1672) e dos Capelinhos (1957-58). A última erupção corresponde a um episódio freático (ou freato-magmático) no interior da caldeira do Vulcão Central (1958), desencadeado por uma importante crise sísmica associada à erupção dos Capelinhos (Machado, 1959; Lobão, 1998).

A Península do Capelo corresponde claramente à região mais propícia à ocorrência de futuras erupções efusivas e/ou moderadamente explosivas de natureza basáltica *(s.l.)*, do tipo havaiano ou estromboliano se localizadas em terra, ou surtseano se geradas em ambiente submarino pouco profundo. Possível, mas menos frequente na história recente da ilha, são erupções basálticas (*s.l.*) ao nível de fraturas radiais ao Vulcão Central.

No que diz respeito ao vulcanismo de natureza traquítica (*s.l.*), admite-se que a atividade vulcânica ocorrerá no Vulcão Central, uma vez que este foi palco de, pelo menos, 14 erupções nos últimos 16 000 anos (Pacheco, 2001). As erupções explosivas magmáticas (do tipo subpliniano, pliniano ou ultrapliniano) ou hidromagmáticas (freáticas ou freato-magmáticas) poderão ocorrer essencialmente no interior da caldeira do Vulcão Central.

No caso de extrusão de lavas traquíticas (*s.l.*), estas poderão ocorrer quer no interior da caldeira, quer nas vertentes do maciço, como o demonstra o domo do Morro do Castelo.

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 caráter 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.

À semelhança das restantes ilhas dos Açores, o Faial também pode ser afetada por *tsunamis*, que poderão ter origem local, regional ou atlântica. Ao longo da história dos Açores existem vários elementos documentais que evidenciam a ocorrência de *tsunamis* na ilha do Faial. Os dados históricos demonstram que o terramoto de Lisboa de 1755 desencadeou um *tsunami* registado nesta ilha. Mais recentemente, outros eventos de menor magnitude também atingiram o Faial, nomeadamente os exemplos históricos de 1931, 1969 e 1975 (Andrade et al., 2006).

Considerando os *tsunamis* gerados em resultado de atividade sísmica, ou mesmo vulcânica, e dada a localização das principais zonas ativas sob o ponto de vista geoestrutural, é de admitir que os setores W e SE da costa da ilha do Faial sejam aqueles que se encontram mais expostos à ação de eventos desta natureza. Neste sentido, a carta de suscetibilidade a *tsunamis* da ilha do Faial (Figura 2.9.44) mostra que as principais áreas de inundação situam-se na Horta (da Praia da Conceição ao Porto Pim, incluindo a zona do porto), na zona da Praia do Almoxarife, na Feteira (zona do Porto da Feteira), no troço de costa entre a Feteira e o Porto Pim, e em Castelo Branco (zona a sul do aeroporto). Merece igualmente destaque a suscetibilidade evidenciada no Varadouro, Porto do Comprido e Praia da Fajã.

Em virtude do posicionamento em altitude das nascentes e furos para abastecimento público, estas não constituem elementos vulneráveis à ação destes eventos.

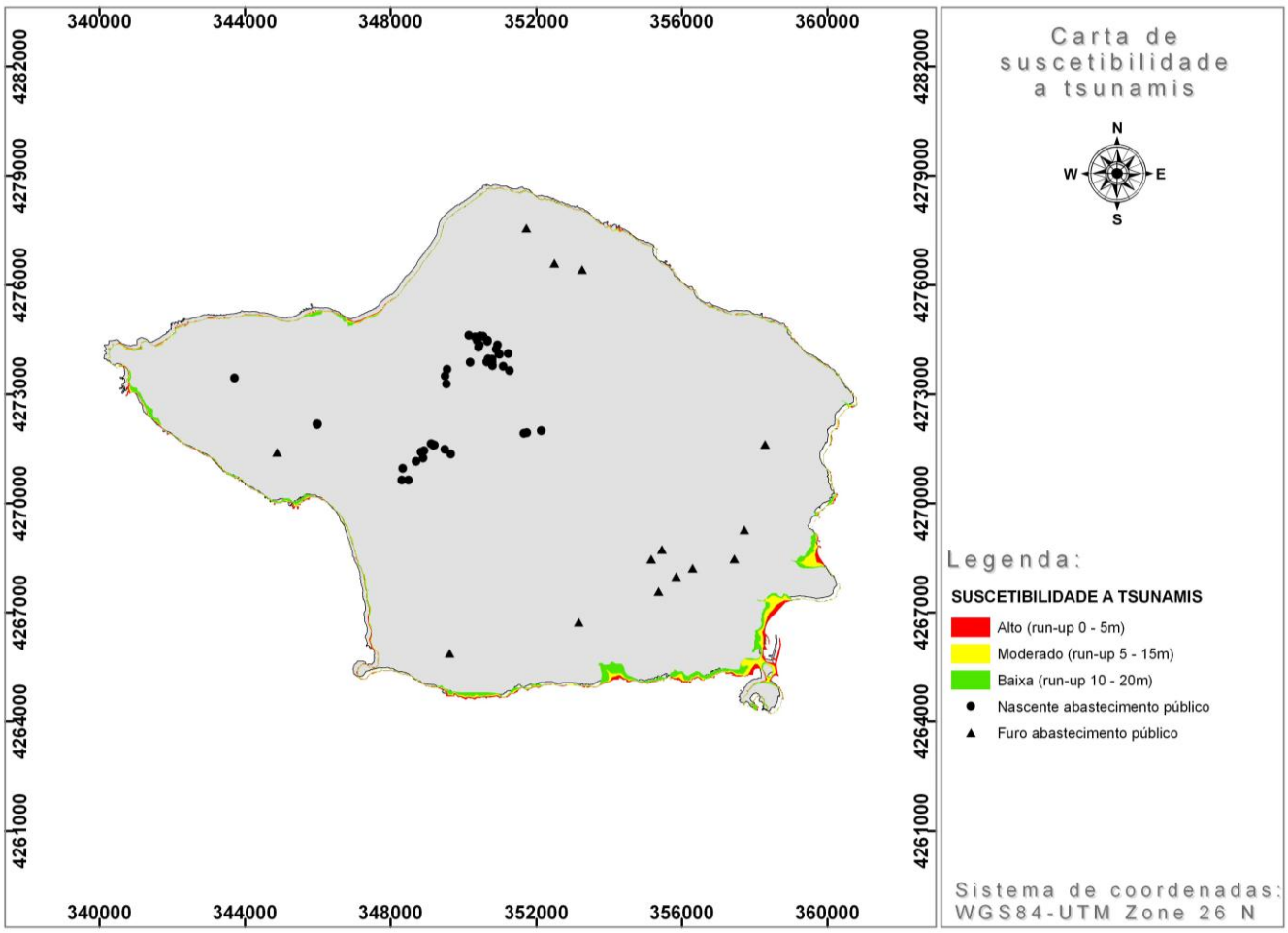


Figura 2.9.44 | Carta de suscetibilidade a *tsunamis* – Carta produzida a partir da altimetria do IGeoE, na escala 1:25.000. O *run-up* máximo de cada classe considerada corresponde à cota máxima da área inundada.

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. E 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. Neste capítulo não serão desenvolvidos esses planos de segurança por falta de informação.

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

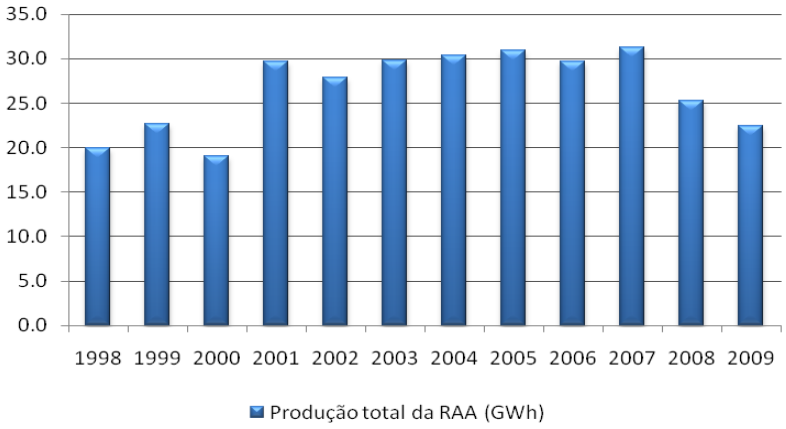
O Grupo Central consta de quatro centrais, três na ilha Terceira, Central hídrica de Nasce d' Água, de São João de Deus e da Cidade. As centrais da Terceira não têm um valor muito significativo na geração de eletricidade, não passando dos 2,6% no ano de 2010. A restante central localiza-se no Faial, na freguesia de Capelo e é denominada de Central Hídrica do Varadouro.

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

As centrais da RAA pertencem à empresa Empresa de Eletricidade e Gaz (EEG), do Grupo Eletricidade dos Açores (EDA).

Já em 2010 a EDA anunciou um novo investimento nas energias renováveis, a ser aplicado pela EEG. Um dos projetos é a construção de uma central hídrica na Fajã de São João, na ilha de São Jorge, esta central será construída na foz da ribeira com 1MWh. O outro projeto é a construção de uma nova central hídrica na ilha das Flores, que será construída até 2014, a Central Hídrica d Além Fazenda também deverá sofrer remodelações, assim como a sua automatização.

Na Figura 2.9.45 pode-se visualizar a produção total da energia gerada pelas centrais da RAA desde 1998, esta produção inclui as centrais de São Miguel. O total da produção de energia elétrica produzida pelas centrais da RAA tem sido feito de uma forma muito constante, tendo uma exceção em 2009. O ano de melhor produção foi 2007 com 31,3 GWh.



Fonte: EDA

Figura 2.9.45 | Energia produzida pelas centrais hídricas da RAA.

Quadro 2.9.17 | Quadro resumo das centrais hídricas do Grupo Central e Ocidental

Nome	Localização	Coordenadas		Data da instalação/Renovação	Potência instalada (KVA)	Proprietário
		Latitude	Longitude			
Fábrica Nova	S. Miguel	37,737	-25,46	1966	760	EDA
Ribeira da Praia	S. Miguel	37,715	-25,46	1903/1904	1 000	EDA
Salto do Cabrito	S. Miguel	37,795	-25,49	1927/2006	800	EDA
Tambores	S. Miguel	37,771	-25,29	1908/1952/1984	118	EDA
Canário	S. Miguel	37,764	-25,28	1929/1985	500	EDA
Túneis	S. Miguel	37,748	-25,30	1951	2 073	EDA
Foz da Ribeira	S. Miguel	37,736	-25,29	1990	1 030	EDA
Nascente d' Água	Terceira	38,683	-27,21	-	900	EDA
São João de Deus	Terceira	38,667	-27,22	-	560	EDA
Cidade	Terceira	38,661	-27,21	-	330	EDA
Varadouro	Faial	38,575	-28,78	1967	400	EDA
Além Fazenda	Flores	39,472	-31,16	1966/1983/2003	I a III:370 / IV:740	EDA

No concelho da Horta, da ilha do Faial existe a única central hídrica desta ilha. A Central Hídrica do Vardouro localiza-se no lugar do Varadouro da freguesia de Capelo. Na Figura 2.9.46 pode-se verificar a sua localização exata.

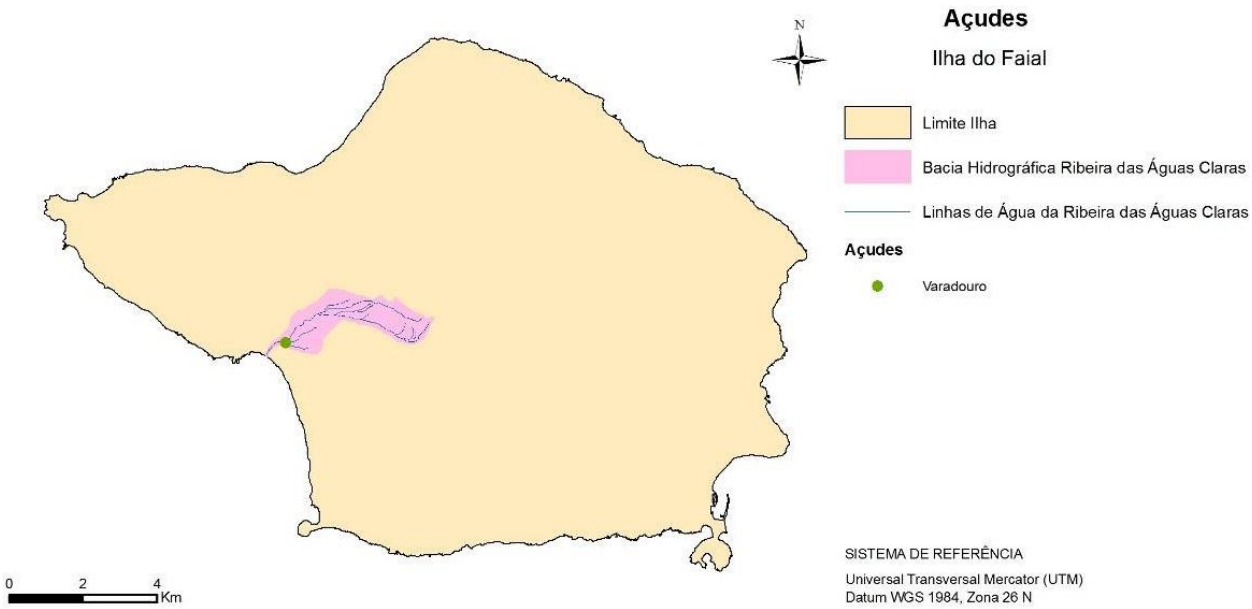
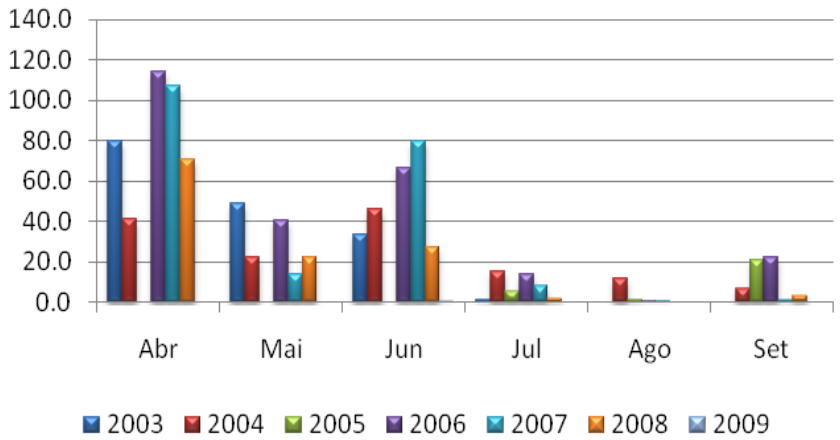


Figura 2.9.46 | Localização do açude da Central Hídrica do Varadouro e respetiva bacia.

A Central Hídrica do Varadouro foi construída em 1967 por decisão dos Serviços Municipalizados da Horta. Esta central utiliza água recolhida a uma cota de 600m na borda da caldeira. Atualmente, o canal tem uma extensão de 4 500m, metade foi destruída aquando o sismo de 1998. O tanque de armazenamento/regularização tem a capacidade de 1000m^3, a conduta tem um desenvolvimento de 2 700m e uma queda bruta de 600m.

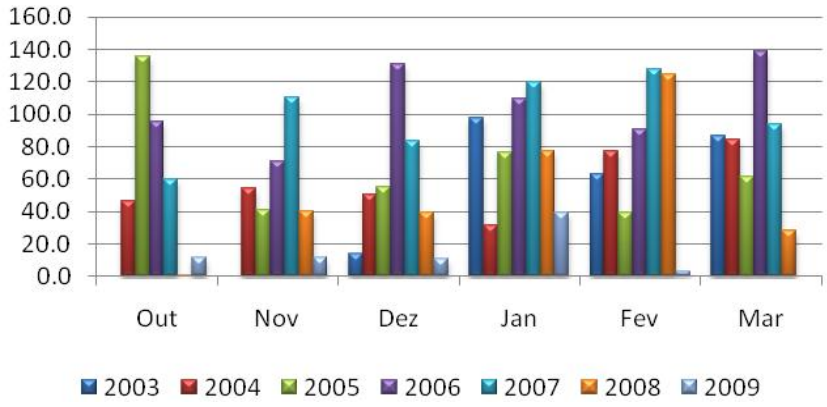
A produção da Central Hídrica do Varadouro ronda os 1% da energia elétrica gerada no Faial. A produção da energia hídrica está dependente das condições climatológicas, havendo meses de maior e menor produção. Este capítulo estuda os meses de menor e maior produção desta energia, segundo as estações de verão (de abril a setembro) e de inverno (de outubro a março).

Os meses de maior produção podem gerar um risco mais elevado, podendo existir cheias, ou mudanças de pressão da água repentinas, dependendo da precipitação e de outros fatores climatológicos. No entanto em meses de menor produção, meses secos, o risco pode estar associado, e.g., a chuvas torrenciais, alterando bruscamente as condições hídricas.



Fonte: Dados EDA

Figura 2.9.47 | Produção (MWh) da Central do Varadouro na estação de verão.



Fonte: Dados EDA

Figura 2.9.48 | Produção (MWh) da Central do Varadouro na estação de inverno.

Na Figura 2.9.47 estão representados os meses da estação de verão. Nesta estação os meses com maior produtividade foram os meses de abril e de junho, com um pico de produção de 114,3 MWh em abril de 2006.

A produção de energia elétrica não é muito rentável na estação de verão, por serem meses secos, de valores de precipitação muito baixos. A não recarga da água através das águas das chuvas diminui o fluxo de água existente nesta altura. Exemplos desta afirmação são os meses de julho, agosto e setembro, com valores muito baixos de produção, e os anos de 2005 e 2009 em que a produção foi nula em alguns dos meses.

A Central do Varadouro tem uma produção muito mais expressiva na estação de inverno do que na estação de verão, devido às condições climatológicas desta época. Tal facto verifica-se através da Figura 2.9.48.

Os valores de produção são muito homogéneos na estação de inverno, não existindo nenhum mês em destaque. O valor mais elevado de produção ocorreu no mês de março de 2006 com um valor de 139,0MWh, enquanto que o valor mais baixo é de 3,3MWh e ocorreu em fevereiro no ano de 2009, ano este que foi muito fraco a nível de produção.

2.9.11 | Poluição acidental

O risco associado à poluição acidental pode ser caracterizado segundo fontes de poluição tópicas e difusas. Considera-se poluição tópica 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 tópica

No estudo da RH9 foram identificadas várias fontes de poluição tópica 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 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:
  - Indústrias 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.

São identificadas no Quadro 2.9.18 as atividades desenvolvidas nas áreas das massas de água superficiais, subterrâneas e costeiras, para a ilha do Faial, que contribuem ou possam contribuir como fontes de poluição tópica.

Quadro 2.9.18 | Fontes de poluição tópica na ilha do Faial

Fontes de Poluição Tópica	Concelho, Local	Tipologia
Unidade de preparação e conservação de carne - IAMA	Horta, ribeira dos Flamengos	Águas superficiais
Descarga de efluentes domésticos	Horta, Baia de Porto Pim	Águas costeiras
ETAR - Hospital	Horta	Águas costeiras
Cooperativas de lacticínios	Horta	Águas costeiras
Fábrica de lacticínios Martins & Rebelo	Horta	Águas costeiras

Fontes de Poluição Tópica	Concelho, Local	Tipologia
Lafal - Lactícinios do Faial	Horta	Águas costeiras
Explorações agropecuárias	Horta	Águas costeiras
Matadouro	Horta	Águas costeiras
Copefa - Conservas do Faial	Horta	Águas costeiras
Fábrica da Cofaco	Horta, Angustias	Águas costeiras
Aterro sanitário	Horta, Fajã da Praia do Norte	Águas costeiras
Indústria extrativa	Horta	Águas costeiras
Pressão associada à pressão turística	Horta	Águas costeiras
Substâncias Perigosas	Horta	Águas costeiras
Armazenagem de combustíveis - SAAGA (Butano)	Horta, Monte das Moças	Águas costeiras
Armazenagem de combustíveis - Petrogal	Horta, Monte queimado	Águas costeiras
Efluentes domésticas	Horta	Águas subterrâneas
Efluentes industriais	Horta	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 Faial em específico são identificadas no Quadro 2.9.19 algumas atividades que poderão contribuir como fontes de poluição difusa sobre determinadas massas de água.

Quadro 2.9.19 | Fontes de poluição difusa na ilha do Faial

Atividade	Concelho, Local	Tipologia
Fossas sépticas individuais	Horta, ribeira dos Flamengos	Águas superficiais
Pecuária	Horta, ribeira dos Flamengos	Águas superficiais
Agricultura e exploração florestal	Horta, ribeira dos Flamengos	Águas superficiais
Pecuária	Horta	Águas costeiras
Agricultura e exploração florestal	Horta	Águas costeiras
Pecuária	Horta	Águas subterrâneas
Agricultura e exploração florestal	Horta	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 águas 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 águas 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 águas 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 Faial e segundo a definição apresentada na DQA (Parlamento & UE, 2000) estão presentes massas de água relevantes das seguintes categorias:

- Ribeiras;
- 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.

3.1.1.1.1 | Ribeiras

A primeira proposta de tipificação das ribeiras dos Açores foi elaborada no âmbito do PRA em 2001 (DROTH & 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^2), de média altitude (entre os 200 e 800m) e de natureza siliciosa, localizadas em São Miguel e Flores. Em 2006, no âmbito do Relatório Síntese da Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores (SRAM & INAG, 2006), foi proposta uma nova tipologia para as ribeiras dos Açores assente no sistema B (fatores obrigatórios: latitude, longitude, altitude, dimensão (baseado na área de drenagem) e geologia; fator facultativo: o caudal fluvial – escoamento). Para o fator altitude foi considerada uma única classe de variável contínua, enquanto para o fator geologia foi considerado que todas as ribeiras estão inseridas em bacias de natureza siliciosa (os solos vulcânicos integram na sua composição compostos siliciosos). Para o fator dimensão optou-se por utilizar as classes de dimensão do sistema A, de acordo com as quais todas as ribeiras designadas na RH9 são de pequena dimensão (área de drenagem entre 10 e 100Km^2). 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^2)	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 3.1.1), onde poderá estar mascarado pelo aumento da pressão antrópica com a diminuição da altitude, como também quando consideramos apenas as ribeiras com impacte antrópico pouco significativo (Figura 3.1.2). Este resultado não é surpreendente pois é conhecida a relação entre a distribuição das diatomáceas e dos macroinvertebrados com a altitude (e.g. Van Dam, Mertens, Sikeldam, 1994; Dugeon, 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 macroinvertebredos em ribeiras de regiões tropicais. Numa recente caracterização em larga escala, abrangendo 1 197 locais e 1 397 amostras, de diferentes tipos de biótopos de diatomáceas em diversos países da Europa e a sua relação com diversas variáveis ambientais, confirmou-se que a altitude é um dos principais fatores na explicação da variabilidade das comunidades de diatomáceas bentónicas (Fisher *et al*, 2010). De acordo com os autores deste estudo, o efeito da altitude está provavelmente relacionado com carateres hidrológicos, tais como, a sazonalidade do caudal e a velocidade e tipo de corrente, separando troços de rios de baixa altitude e elevada ordem dos troços localizados a altitude elevada e de baixa ordem.

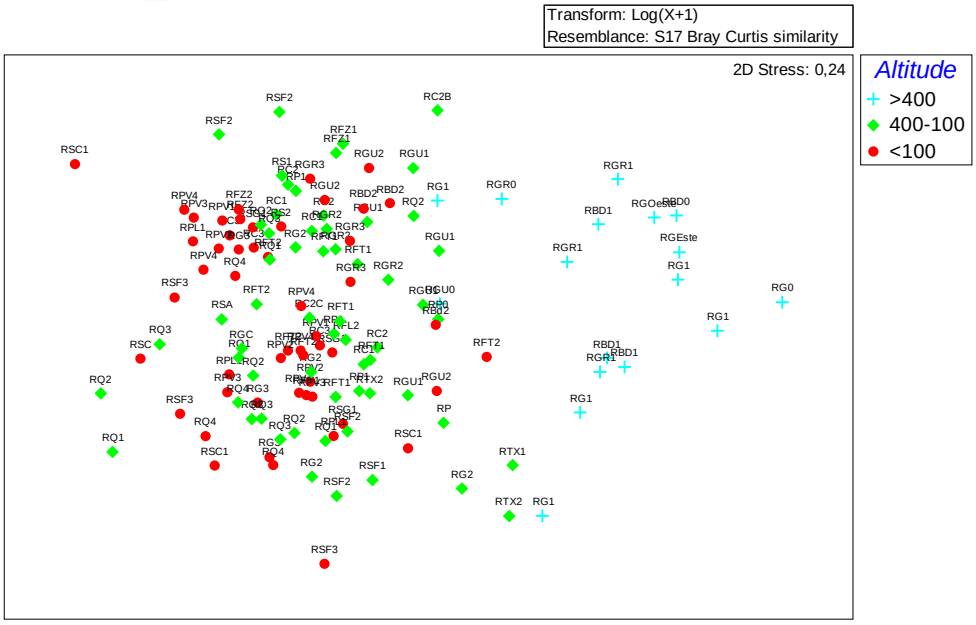


Figura 3.1.1 | Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas de todas ribeiras integrantes da rede de monitorização da Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1).

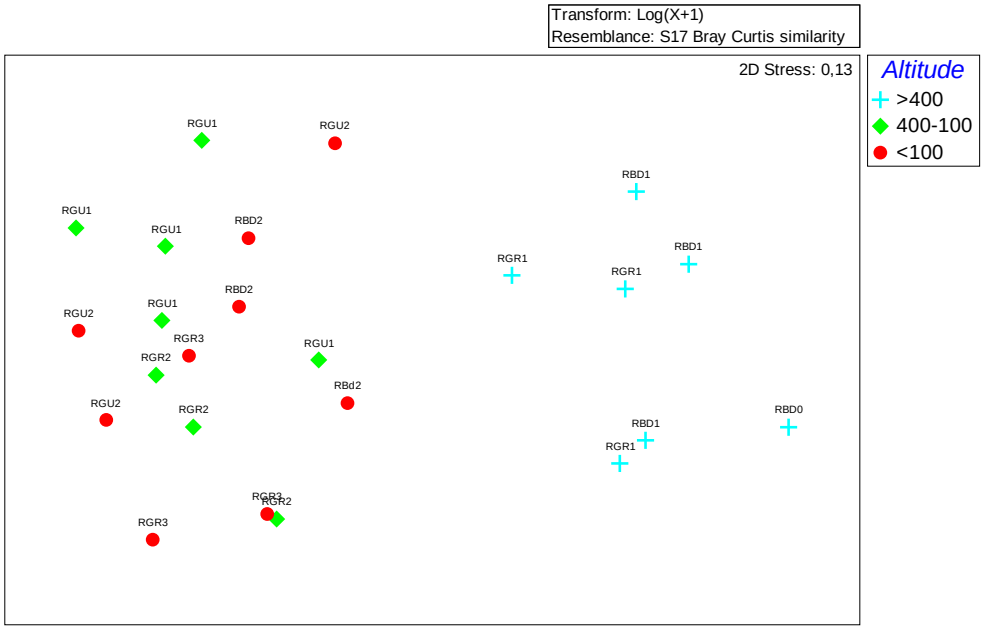


Figura 3.1.2 | Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas das ribeiras consideradas de referência na Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1).

Independentemente de eventuais variações entre ilhas, os resultados da caracterização das ribeiras dos Açores sugerem a necessidade de separação de, pelo menos, dois tipos altitudinais que reflitam de forma mais coerente e homogénea 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^2 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 lagos. 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 no 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

	Fatores Obrigatórios					Fator facultativo
Designação do tipo	Altitude (m)	Latitude (º)	Longitude (º)	Dimensão (km^2)	Geologia	Categoria do caudal fluvial
B-R-C/P/S/P	Contínua (C) 0-1105	36º45' a 39º43'	24º32' a 31º17'	Pequena (P)	Silicioso (S)	Permanente (P)

De acordo com os critérios acima descritos identificou-se uma massa de águas na categoria rios para a ilha do Faial que corresponde ao tipo B-R-C/P/S/P, ribeira dos Flamengos (Figura 3.1.3).

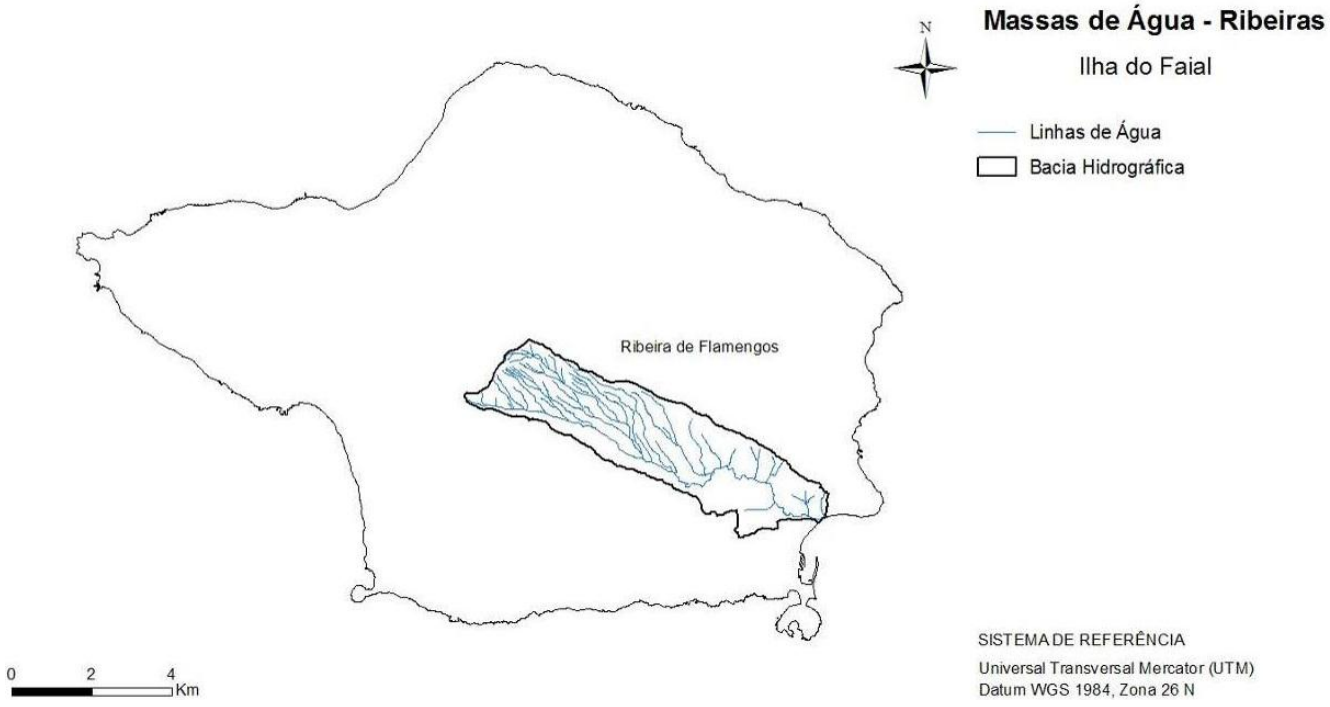


Figura 3.1.3 | Massa de água designada na categoria rios na ilha do Faial.

3.1.1.1.2 | Lagoas

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

Uma segunda proposta foi elaborada por Gonçalves *et al*, (2006b), onde os autores, após uma classificação morfo-climática, definiram três tipos de lagoas para o Arquipélago dos Açores. Nesta tipologia, os principais fatores de separação assentaram na profundidade e na dimensão da massa de águas 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	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)	Baixa: B < 200 Média: 200 < M < 900 Grande: G > 900
	Dimensão	Área do plano de água (km^2)	Micro: 0,01 < MI < 0,5 Muito pequena: 0,5 < MP < 5 Pequena: 5 < P < 10 Média: 10 < M < 100 Grande: G > 100
	Geologia	Tipo de solo	Rochas ácidas (traquitos *s.l.*) Rochas básicas (basaltos *s.l.*)
Fatores facultativos	Profundidade média	Profundidade média das águas (m)	Pouco Profunda: PP <3 Profunda: 3 < P < 15 Muito Profunda: MP > 15
	Forma	Coeficiente de circularidade – K_0	Alongada k_0 < 0.5 Elíptica k0 $_0$.>0.5 - <0.8 Circular k_0 >0.8
	Tempo de residência	Tempo (anos)	Curto < 0.3 Médio >0.3-<1 Longo > 1
	Características de mistura	Mistura	Holomítico Monomítico
Outros fatores	Enquadramento geomorfológico		Caldeira de subsidência Maar Cratera em cone de pedra pomos Cratera em cone de escórias Anel de tufos Depressão tectónica Depressão topográfica
	Índice de permanência		Muito pequeno<0.1 Pequeno >0.1 - <0.5 Médio >0.5 - <1 Grande >1
	Índice de desenvolvimento das margens		Pequeno <1.2 Médio <1.2 – <1.5 Grande >1.5
	Área da bacia hidrográfica	Área (Km2)	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%

	Fatores	Variável	Classes
	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^2), o intervalo entre 0,5 e 5 Km^2 para as de muito pequena dimensão, entre 5 e 10 Km^2 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, consequentemente sem estratificação, e com um índice de permanência muito baixo (≤ 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 correspondente ao conjunto dos dois primeiros tipos. A junção destes dois tipos de lagoas havia já sido discutida na classificação abiótica (Gonçalves *et al*, 2006b) tendo sido então confirmada pela análise das componentes fitoplâncton e de diatomáceas bentónicas.

São assim definidos dois tipos de lagoas nos Açores: lagoas profundas (B-L-M/MI-MP/S/P) e lagoas pouco profundas (B-L-M/MI/S/PP). O tipo B-L-M/MI-MP/S/P 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 AL_PP caracteriza-se por lagoas de baixa profundidade, consequentemente sem estratificação, de muito pequena dimensão, com um índice de permanência muito baixo (≤ 0,1)

e localizadas a média a elevada altitude. Nestas lagoas a zona limnética está praticamente ausente, predominando, por isso, as comunidades bentónicas litorais.

Todas as lagoas identificadas na ilha do Faial possuem dimensões inferiores a 0,01Km^2. Assim, na ilha do Faial não existe nenhuma massa de águas da categoria lagos que se inclua nas tipologias definidas.

3.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição

Segundo a DQA, designam-se por águas costeiras "as águas de superfície localizadas entre terra e uma linha cujos pontos se encontram a uma distância de uma milha náutica (1 852m), na direção do mar, a partir do ponto mais próximo da linha de base à 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 descriminar-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 (º)	36º 45' - 39º 43'
		Longitude	Longitude (º)	24º 32' - 31º 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

Categorias	Descritores	Fatores	Variáveis/critérios	Classes
	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 (ºC)	A definir com base nos dados da rede de monitorização
Águas costeiras	Obrigatórios	Latitude	Latitude (º)	36º 45' - 39º 43'
		Longitude	Longitude (º)	24º 32' - 31º 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 (ºC)	A definir com base nos dados da rede de monitorização

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

Estas três categorias são propostas, tendo por base o trabalho de Azevedo, 2005, de acordo com a variação da profundidade média, Quadro 3.1.5.

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 Faial.

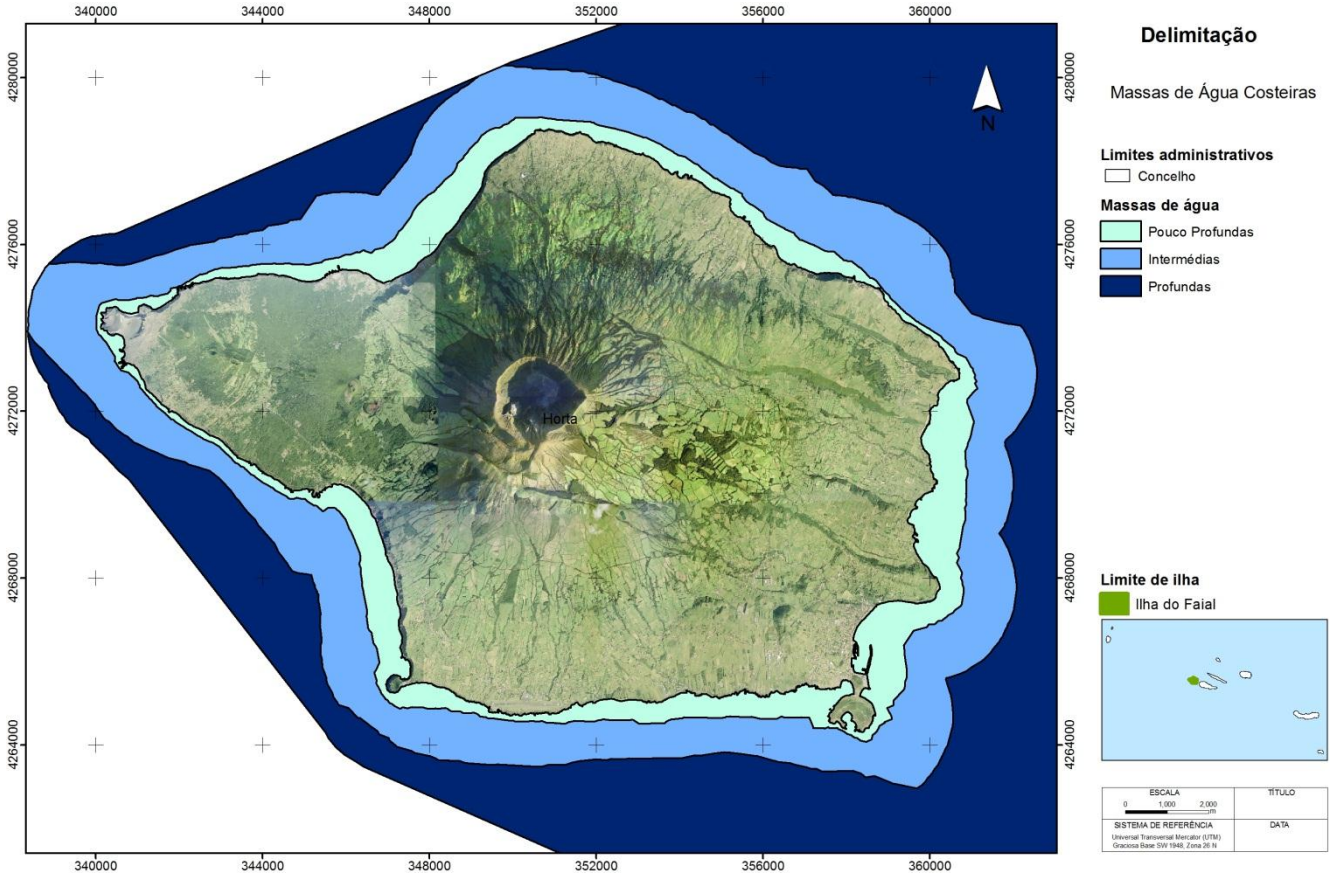


Figura 3.1.4 | Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha do Faial.

Assim, 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 Faial

Designação do tipo	Código	Fatores Obrigatórios		
		Ecorregião	Profundidade	Sanilidade (%)
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	Atlântico Norte	Pouco Profunda	Euhalina
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	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 Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (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 Faial.

Refira-se ainda que para a identificação definitiva de uma massa de águass 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.

No entanto, no caso das massas de água costeiras, devem ser propostas/consideradas para que sejam classificadas como "Massas de Água Fortemente Modificadas", zonas que apresentem uma alteração significativa ao nível da: hidromorfologia, da área intertidal, da função, da artificialização das margens, do regime de agitação e correntes dominantes locais. Nestas características inserem-se as todas as áreas portuárias comerciais e de recreio áreas que necessitam de uma reflexão da atual classificação, devido às intervenções que têm vindo a ser efetuadas. Deste modo será proposto em programa de medidas a definição dos parâmetros e consequente redelimitação das massas de água fortemente modificadas.

3.1.1.1.5 | Massas de água artificiais (AA)

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

À data do referido relatório foram identificadas para a RH9 três lagoas artificiais cujas características são apresentadas no Quadro 3.1.7, situando-se uma delas n o Faial – lagoa artificial do Faial, que não será identificada pois, pelo sistema A de classificação da categoria de massa de água natural equivalente, ou seja, lagos, não possui dimensão relevante.

Quadro 3.1.7 | Principais características das massas de água artificiais identificadas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

Massa de água artificial	Categoria (massa de águas natural semelhante)	Fatores Obrigatórios				
		Altitude (m)	Latitude (º)	Longitude (º)	Dimensão (km^2)	Profundidade
Lagoa artificial Altares/Raminho	Lagos	Média	36º45' a 39º43'	24º32' a 31º17'	0,0763	*
Lagoa artificial do Faial	Lagos	Média	36º45' a 39º43'	24º32' a 31º17'	0,0072	*
Lagoa artificial do Corvo	Lagos	Média	36º45' a 39º43'	24º32' a 31º17'	0,0032	*

Contudo, o aperfeiçoamento e evolução das metodologias ao longo dos últimos anos levou à constatação de que, de facto, a adaptação que foi efetuada aos fatores obrigatórios para identificação e delimitação dessas massas de água era demasiado profunda, e não se revelou adequada a identificação dessas massas de água no âmbito do artigo 5.º da

DQA, uma vez que seria necessário alterar significativamente as dimensões mínimas obrigatórias para que estas fossem consideradas.

Neste contexto, foi assumido que estas massas de água, designadamente a lagoa artificial do Faial, não devem ser incluídas nos PGRHI e, subsequentemente, no PGRH – Açores.

3.1.1.2 | Distribuição dos tipos

No Quadro 3.1.8 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 Faial.

Quadro 3.1.8 | Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha do Faial

Categoria	Designação do Tipo	Código	Número de Massas de Água
Ribeiras	B-R-C/P/S/P		1
Lagoas	AL_P		0
	AL_PP		0
Águas de transição	-		-
Águas costeiras	A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	1
	A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	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 impacte antrópico mas que outros apresentam alterações significativas nesses comunidades. Seguidamente, apresentam-se os locais considerados referência para cada categoria e tipo de massa de águas.

3.1.1.3.1 | Ribeiras

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

Miguel) – Montante; ribeira da Praia (São Miguel); ribeira da Badanela (Flores) – Montante; ribeira Grande (Flores) - Montante].

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

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

Através do cruzamento da informação resultante da análise preliminar e superficial das pressões e impactes nas massas interiores de superfície fornecida pela DROTRH (Memorando n.º IDROTRH/2007/352, de 07 de março de 2007) e da validação biológica consideraram-se três locais de referência para as ribeiras dos Açores, conforme indicado no Quadro 3.1.9.

Quadro 3.1.9 | Locais de referência para os dois tipos de lagoas existentes na RH9

Tipo	B-R-C/P/S/P
Ribeiras	Ribeira Grande (São Miguel) – Montante
	Ribeira da Badanela (Flores) – Montante
	Ribeira Grande (Flores) - Montante

Genericamente, as de massas de água deste tipo (B-R-C/P/S/P) em condições de referência caracterizam-se por possuírem água pouco mineralizada, com pH ácido, bem oxigenada e com baixas concentrações de nutrientes onde predominam espécies de diatomáceas indicadoras de boa qualidade da água como *Eunotia exigua*, *Pinnularia subcapitata*, *Achnanthes lanceolata*, *Tabellaria floculosa* e *Brachysira vitrea*, entre outras. Os valores das métricas que servirão de referência à classificação do estado das massas de água deste tipo, vulgarmente referidas como condições de referência, são indicados no capítulo 5 (Quadros 5.1.2 e 5.1.4), onde se descreve o sistema de classificação proposto para a avaliação do estado das massas de água da RH9.

A ilha do Faial não apresenta qualquer local de referência para as ribeiras do tipo B-R-C/P/S/P da RH9.

3.1.1.3.2 | Lagoas

Conforme referido anteriormente no ponto 3.1.1.1.2 - Lagoas, não foi identificada nenhuma massa de águas para a categoria lagos que se inclua na tipologia definida para a RH9, não podendo assim haver locais de referência para a ilha do Faial.

3.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Na ilha do Faial, 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 subterrânea

3.2.1 | Delimitação das massas de água

Como referido no ponto 2.3.4 do presente relatório, na ilha do Faial foram delimitadas oito massas de água. 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.

As massas de água delimitadas são as seguintes:

- Massa de água Caldeira

Com uma área aflorante da ordem de 59,9km^2, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 34,5% da superfície do Faial, correspondendo a uma extensa área nos setores central, setentrional e oriental da ilha, e confronta com todas as restantes massas delimitadas. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Horta.

- Massa de água Cedros – Castelo Branco

Com uma área aflorante da ordem de 12,4km^2, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 7,2% da superfície do Faial, correspondendo a cinco manchas, distribuídas junto das costas W e S da ilha, assim como na zona central, e confronta com as massas Caldeira, Pedra-pomes da Caldeira e Capelo. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Horta.

- Massa de água Flamengos - Horta

Com uma área aflorante da ordem de 3,9km^2, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 2,4% da superfície do Faial, correspondendo a um pequeno setor na extremidade SE da ilha, e confronta a N e a W com as massas Caldeira e Pedra-pomes da Caldeira. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Horta.

- Massa de água Lomba – Alto da Cruz

Com uma área aflorante da ordem de 3,3km^2, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 2% da superfície do Faial, correspondendo a duas pequenas manchas na costa E da ilha, e confronta com as massas Pedro Miguel, Caldeira e Pedra-pomes da Caldeira. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Horta.

- Massa de água Pedro Miguel

Com uma área aflorante da ordem de 1,15km^2, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 0,7% da superfície do Faial, correspondendo a duas pequenas manchas na costa E da ilha, e confronta a S e a W com as massas Caldeira e Lomba – Alto da Cruz, e para N cm a massa Ribeirinha. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Horta.

- Massa de água Capelo

Com uma área aflorante da ordem de 27,1km^2, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 15,9% da superfície do Faial, correspondendo ao setor mais ocidental da ilha, e confronta a E com as massas Caldeira, Pedra-pomes da Caldeira e Cedros – Castelo Branco. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Horta.

- Massa de água Pedra-pomes da Caldeira

Com uma área aflorante da ordem de 56,7km^2, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 32,6% da superfície do Faial, correspondendo a importantes zonas a N e a S da ilha, e confronta com todas as restantes massas delimitadas. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Horta.

- Massa de água Ribeirinha

Com uma área aflorante da ordem de 8,1km^2, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 4,7% da superfície do Faial, correspondendo a setor na extremidade NE da ilha, e confronta a W com as massas Caldeira e Pedra-pomes da Caldeira, e para S com a massa Pedro Miguel. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Horta.

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 Faial foi efetuada com base nos trabalhos de Zbyszewski *et al.* (1959), Mourisseau (1987), Serralheiro *et al*. (1989), Madeira (1998), Coutinho (2001), Pacheco (2001), Cruz (2001, 2004) e França *et al*. (2005).

3.2.2.1.1 | Massa de água Caldeira

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude, predominantemente porosos, admitindo-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde à denominada Formação da Caldeira, que ocupa uma vasta área da superfície da ilha do Faial e engloba uma série de depósitos associados ao vulcanismo explosivo no atual vulcão central, nomeadamente os que apresentam características de fluxo. Estes materiais, que estão bem representados no interior do Graben de Pedro Miguel, na vertente N do vulcão central atual e junto do bordo da caldeira, ter-se-ão formado na sequência do colapso de colunas eruptivas plinianas. Considerando as escalas estratigráficas propostas por Serralheiro *et al*. (1989), Madeira (1998) e Coutinho (2000), a massa de água compreende as seguintes litologias:

Membros I - depósito pomítico rico em líticos, que inclui leitos grosseiros de queda e unidades de fluxo do tipo mudflow, surges e escoadas piroclásticas, rico em xenólitos sieníticos. As unidades de fluxo apresentam pedra-pomes bandada e madeira e carvão abundante.

3.2.2.1.2 | Massa de água Cedros – Castelo Branco

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos basais e de altitude, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos 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 dos Cedros, que agrega todos os materiais vulcânicos emitidos no atual vulcão central, mas que não estão associados à génese da caldeira. Considerando as escalas estratigráficas propostas por Serralheiro *et al*. (1989), Madeira (1998) e Coutinho (2000), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas basálticas a benmoreíticas, geralmente espessas (possança superior a 2m), porfíriticas e vacuolares;
- Depósitos piroclásticos de escórias associados aos aparelhos secundários instalados nos flancos do vulcão central atual;
- Domos traquíticos do Castelo Branco e do Altar.

3.2.2.1.3 | Massa de água Flamengos - Horta

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos basais e de altitude, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde à denominada Formação do Almoxarife, associado ao vulcanismo fissural da região leste da ilha, e que domina a extremidade SE da ilha do Faial. Considerando as escalas estratigráficas propostas por Serralheiro *et al*. (1989) e Madeira (1998), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas de natureza basáltica a benmoreítica, do tipo *pahoehoe;*
- Depósitos piroclásticos indiferenciados ou associados a centros eruptivos (cabeço da Lapa, cone da Conceição, cones da Quinta de São Lourenço, alinhamento Monte Carneiro – Monte Queimado);
- Cones de piroclastos subaéreos sob depósitos de enxurrada ou pedra-pomes;
- Cone de tufos hialoclastíticos.

3.2.2.1.4 | Massa de água Lomba – Alto da Cruz

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude, porosos ou fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos 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 da Ribeirinha, associado a um antigo vulcão compósito, que domina a extremidade NE da ilha do Faial. Considerando as escalas estratigráficas propostas por Serralheiro *et al*. (1989) e Madeira (1998), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas de natureza basáltica a benmoreítica, do tipo *aa* e espessuras raramente superiores a 2m, que se encontram muito alteradas;
- Depósitos piroclásticos indiferenciados, ou associados a centros eruptivos como a Rocha Vermelha), mas no geral pouco representados;
- Nível de pedra-pomes (arriba litoral entre a foz da grota da Relvinha e a Rocha Vermelha).

3.2.2.1.5 | Massa de água Pedro Miguel

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos basal, formado por aquíferos predominantemente fissurados, condicionados pela tectónica local.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde à denominada Formação do Almoxarife, associado ao vulcanismo fissural da região leste da ilha, e que domina a extremidade SE da ilha do Faial. Considerando as escalas estratigráficas propostas por Serralheiro *et al*. (1989) e Madeira (1998), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas de natureza basáltica a benmoreítica, do tipo *pahoehoe;*
- Depósitos piroclásticos indiferenciados.

3.2.2.1.6 | Massa de água Capelo

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos basais e de altitude, fissurados ou porosos, admitindo-se a existência de aquíferos 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 do Capelo e os produtos vulcânicos decorrentes das erupções históricas (1672-73; 1957-58), e que compreende o vulcanismo fissural da região W da ilha do Faial. Considerando as escalas estratigráficas propostas por Serralheiro *et al*. (1989) e Madeira (1998), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas de natureza basáltica a benmoreítica, predominantemente do tipo *aa;*
- Depósitos piroclásticos indiferenciados, ou associados a cones de escórias (centros eruptivos do Cabeço dos Trinta, Cabeços do Pacheco, Cabeço Verde, Cabeço do Fogo, Cabeço do Garcia, Cabeço dos Caldeirões, Cabeço da Cré, Cabeço do Manuel gato, Picarito, Cabeço do Capelo, Cabeço do Caldeirão, Cabeço do Canto, cone das Caldeirinhas, Costado da Nau);
- Cones de tufos hialoclastíticos.

3.2.2.1.7 | Massa de água Pedra-pomes da Caldeira

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude, porosos, admitindo-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde à denominada Formação da Caldeira, que ocupa uma vasta área da superfície da ilha do Faial e engloba uma série de depósitos associados ao vulcanismo explosivo no atual

vulcão central, nomeadamente os que apresentam características de queda. Considerando as escalas estratigráficas propostas por Serralheiro *et al*. (1989), Madeira (1998) e Coutinho (2000), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Membros A e B – depósitos pomíticos de queda, moderadamente ricos em líticos;
- Membros C – depósito pomítico de queda, pobre em líticos e cristais solstos na matriz;
- Membro D – Depósito de pedra-pomes de queda, com abundantes cristais de feldspato soltos que atingem frequentemente 8 mm de comprimento;
- Membro E – depósito pomítico de queda, semelhante ao anterior, mas bem estratificado;
- Membro F – depósito de pequena dimensão de cinzas, geralmente sem clastos visíveis de pedra-pomes ou de líticos;
- Membro G – pequeno depósito de queda;
- Membro H – depósito pomítico de queda, grosseiro e mal calibrado, muito rico em líticos para o topo;
- Membro J – depósito pomítico de queda, muito localizado e de pequena dimensão.

3.2.2.1.8 | Massa de água Ribeirinha

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude, porosos ou fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos 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 da Ribeirinha, associado a um antigo vulcão compósito, que domina a extremidade NE da ilha do Faial. Considerando as escalas estratigráficas propostas por Serralheiro *et al*. (1989) e Madeira (1998), a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas de natureza basáltica a benmoreítica, do tipo *aa* e espessuras raramente superiores a 2 m, que se encontram muito alteradas;
- Depósitos piroclásticos indiferenciados, ou associados a centros eruptivos como a Ponta da Ribeirinha, o cone do Arrendamento, Cabeço da Rocha Alta), mas no geral pouco representados.

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 Faial são, no geral, elevados, totalizando 74,1hm^3/ano. As massas de água subterrâneas com recursos mais elevados são as designadas por Pedra-pomes da Caldeira e da Caldeira, a que correspondem respetivamente valores iguais a 23,2hm^3/ano e a 22,9hm^3/ano (Figura 3.2.1 a 3.2.8).

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 Faial são respetivamente iguais a: 9 hm^3/ano (Capelo), 13,8hm^3/ano (Caldeira), 5,2hm^3/ano (Cedros – Castelo Branco), 0,47hm^3/ano (Flamengos - Horta), 0,43hm^3/ano (Lomba – Alto da Cruz), 13,9hm^3/ano (Pedra-pomes da Caldeira), 0,07hm^3/ano (Pedro Miguel) e 1,6hm^3/ano (Ribeirinha) (Figuras 3.2.1 a 3.2.8).

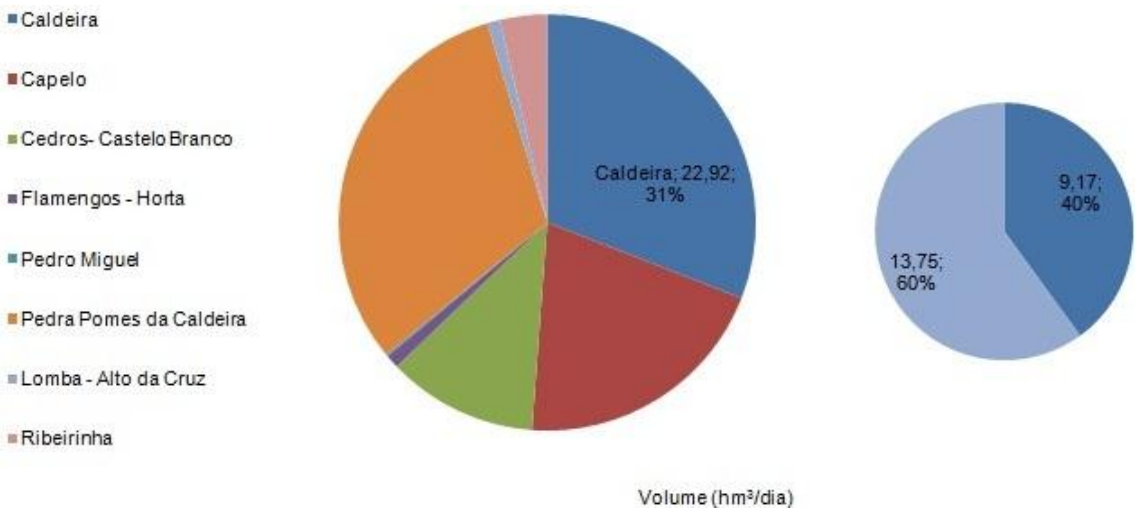


Figura 3.2.1 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Caldeira no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

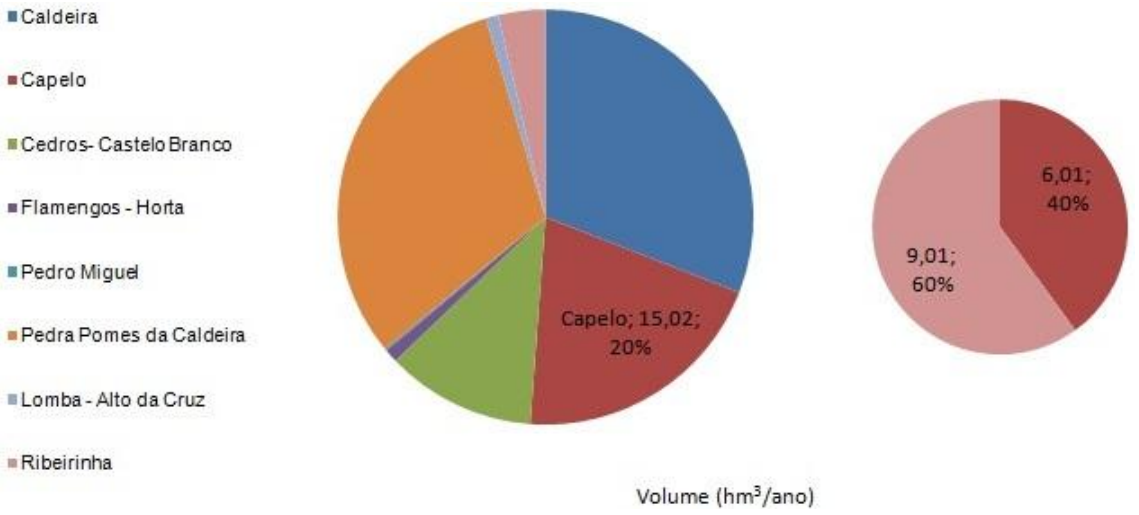


Figura 3.2.2 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Capelo no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

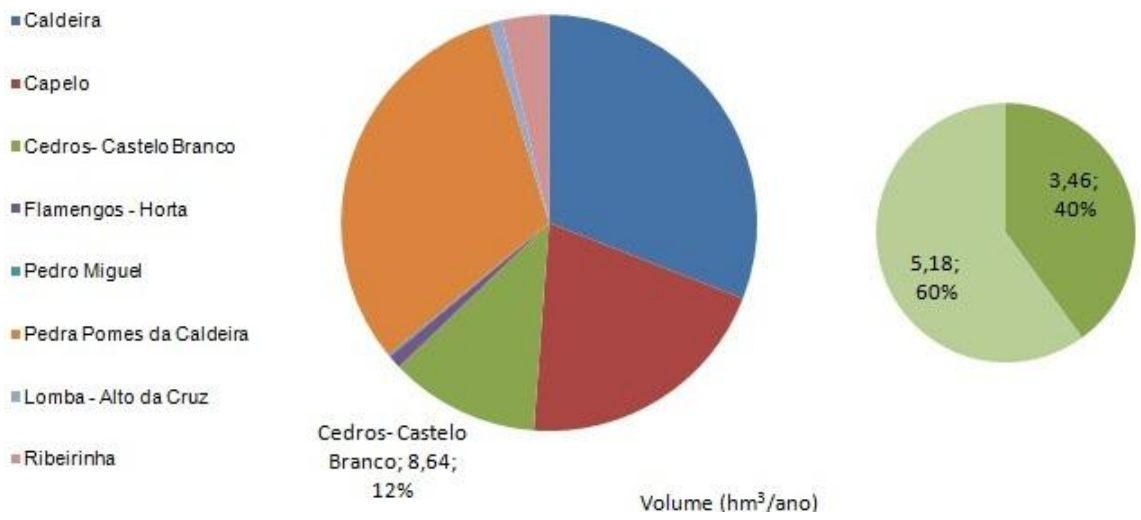


Figura 3.2.3 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Cedros – Castelo Branco no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

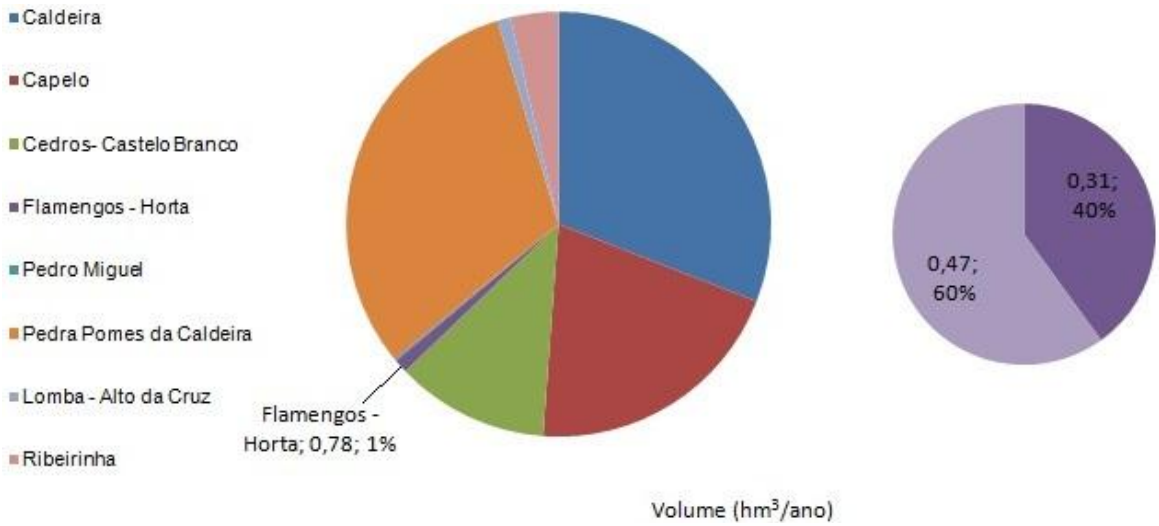


Figura 3.2.4 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Flamengos - Horta no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

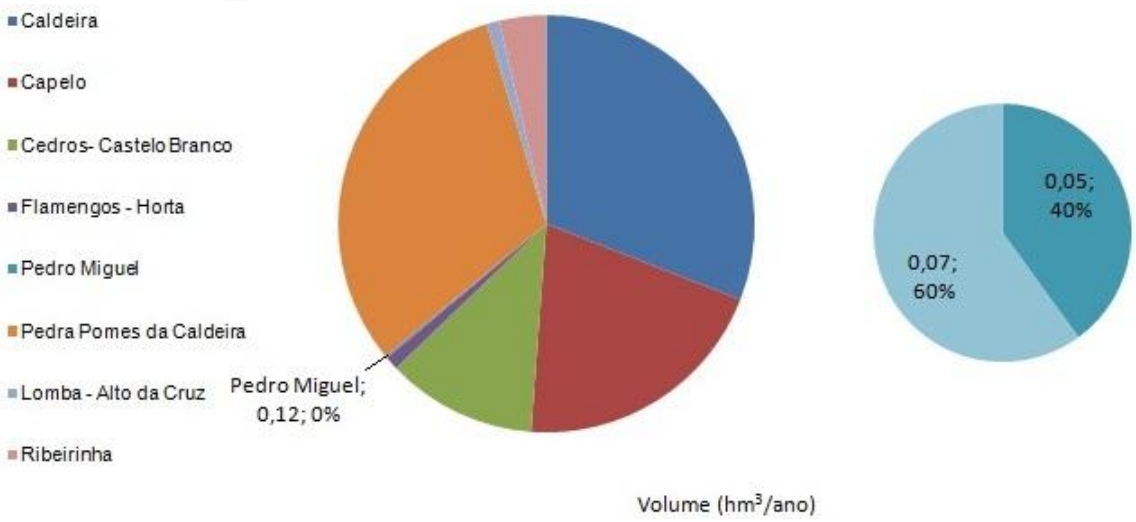


Figura 3.2.5 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Pedro Miguel no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

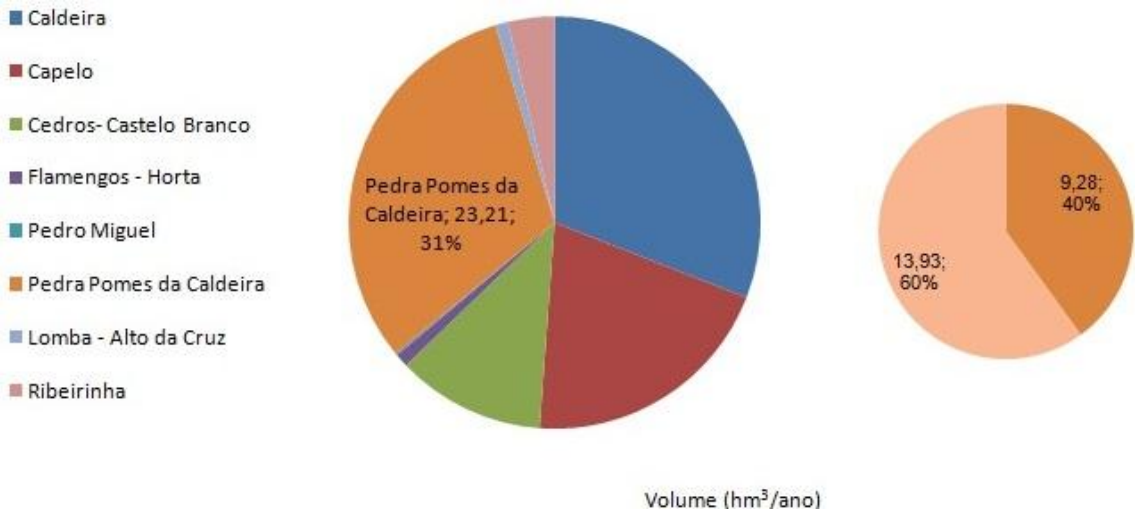


Figura 3.2.6 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Pedra-pomes da Caldeira no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

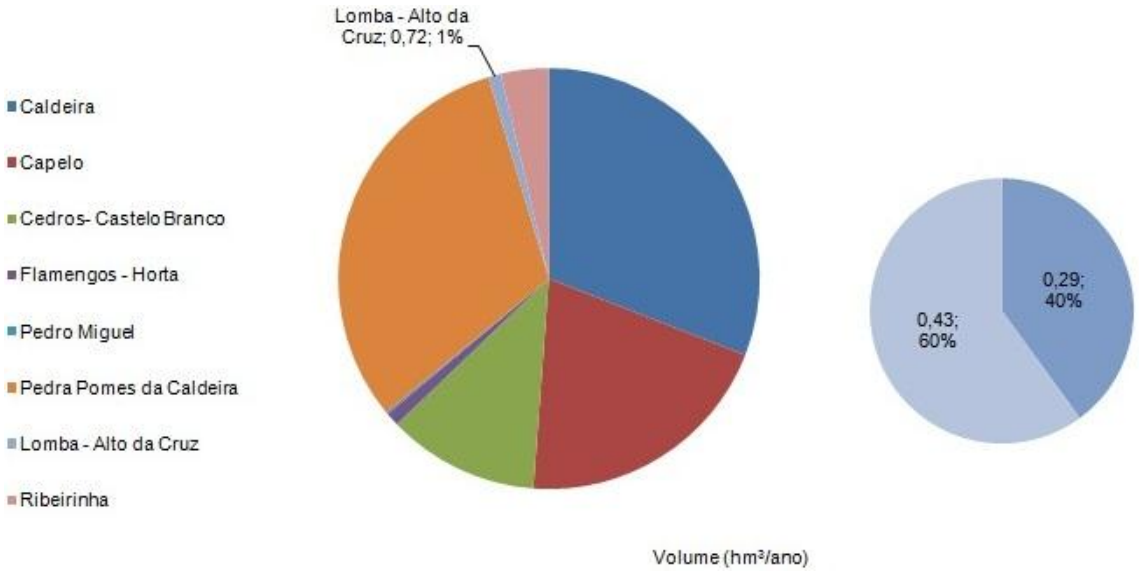


Figura 3.2.7 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Lomba – Alto da Cruz no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

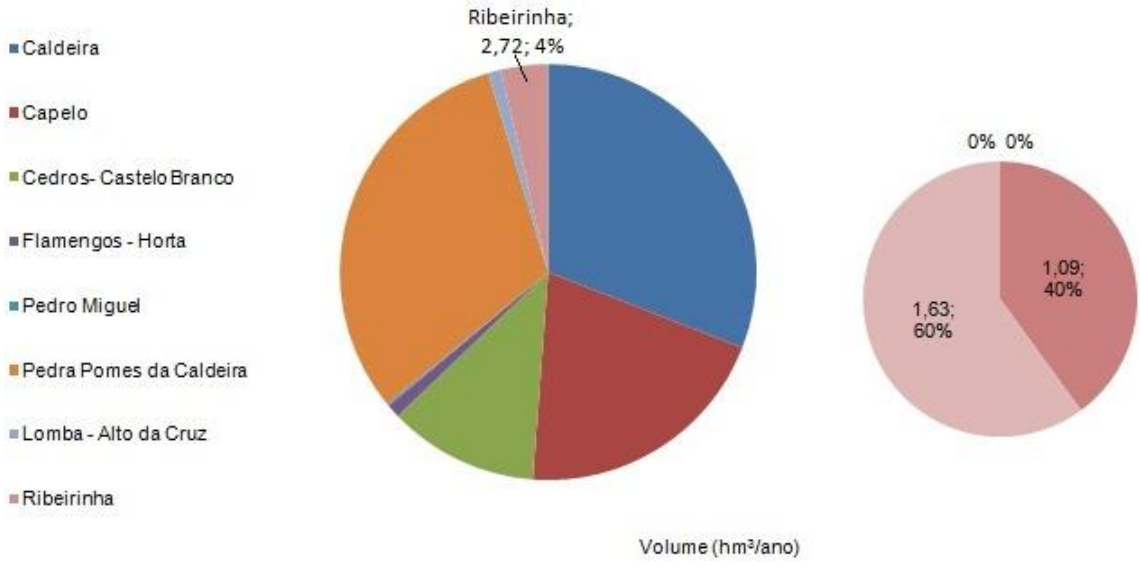


Figura 3.2.8 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Ribeirinha no contexto geral da ilha do Faial (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

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., 1959; Serralheiro et al., 1989);
- 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)	<1050	1	Reduzida
	1050 – 1800	2	Baixa
	1800 – 2500	3	Moderada
	2500 – 3300	4	Alta
	> 3300	5	Muito alta
Ocupação do solo	Industrial Urbano Áreas descobertas	1	Reduzida
	Agrícola	3	Moderada
	Pastagem	4	Alta
	Lagoas Floresta Vegetação Natural	5	Muito alta

Fatores	Classes	Índice de potencial de recarga	Potencial recarga
Geologia	Litologias de permeabilidade reduzida	1	Reduzida
	Litologias de permeabilidade baixa	2	Baixa
	Litologias de permeabilidade mediana	3	Moderada
	Litologias de permeabilidade alta	4	Alta
	Litologias de permeabilidade muito alta	5	Muito alta
Densidade de drenagem (km^{-1})	>18	1	Reduzida
	12 - 18	2	Baixa
	8 - 12	3	Moderada
	2.5 - 8	4	Alta
	<2.5	5	Muito alta
Declives (%)	<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 – Ipr ≤ 8;
- Recarga reduzida – 8<Ipr≤12;
- Recarga moderada – 12<Ipr≤16;
- Recarga elevada – 16<Ipr≤20;
- Recarga muito elevada – Ipr<20.

Na Figura 3.2.9 apresenta-se o conjunto de operações efetuadas no decurso do cruzamento da informação constante nos cinco mapas temáticos.

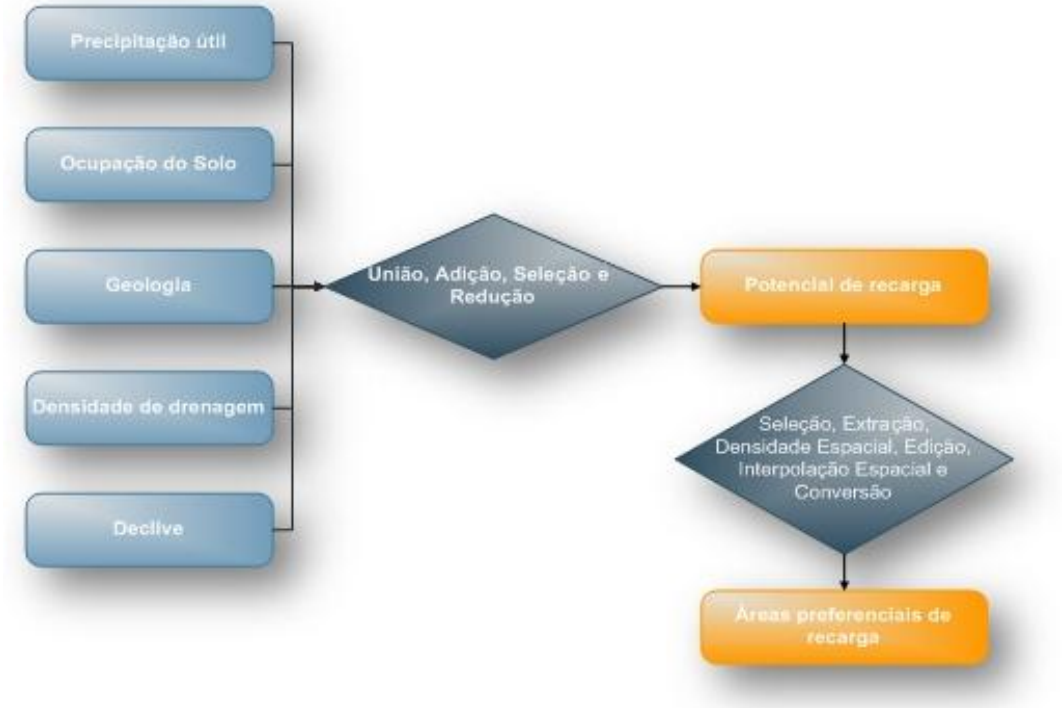


Figura 3.2.9 | Análise espacial utilizada no cruzamento dos mapas temáticos.

Na Figura 3.2.10 representa-se a distribuição das zonas preferenciais de recarga na ilha do Faial, classificadas em função das categorias acima mencionadas. A análise do cartograma permite evidenciar que na ilha predominam as classes de recarga moderada a elevada, embora se observem regiões representativas de todas as classes. A classe de recarga elevada predomina no troço superior do atual vulcão central, assim como na extremidade W da ilha, em particular na região em que afloram os materiais emitidos no decurso da erupção histórica de 1672-73. Por seu turno, a classe de recarga reduzida está particularmente bem representada na zona costeira, assim como no extremo E do Faial, o que é expectável quer face à metodologia aplicada, quer mesmo face às condições físicas daquela região.

Considerando o âmbito territorial das massas de água subterrâneas, constata-se que na massa Capelo a recarga distribui-se pelas classes reduzida a muito elevada, predominando a classe elevada, o que explica o facto de corresponder à mais elevada taxa de recarga na ilha (47,5%).

Na área dominada pela massa de água Cedros – Castelo Branco as classes de recarga compreendem todas as classes definidas. A taxa de recarga média nesta massa é igual a 36,6%, o que se explica por, apesar da área aflorante ser muito baixa, a classe de recarga predominante no interior da caldeira do vulcão central ser a elevada.

Nalgumas zonas de maior altitude nos flancos do vulcão central, dominadas pelas massas de água Caldeira e Pedra-pomes da Caldeira, a classe de recarga dominante é a elevada. Contudo, a maior parte da superfície aflorante destas massas, corresponde às classes moderada a reduzida, o que é compatível com as taxas de recarga estimadas, respetivamente iguais a 18,1% e 27,5%.

Nas áreas de influência das restantes massas de água, as classes dominantes são a moderada a reduzida. Estes resultados enquadram-se na gama de valores de taxa de recarga estimados, que variam entre 12,4% (Pedro Miguel), 22,5% (Flamengos – Horta), 24,3% (Lomba – Alto da Cruz) e 28,6% (Ribeirinha).

A ocupação do solo nas áreas classificadas como de recarga elevada a muito elevada corresponde predominantemente a vegetação natural e a floresta, o que sugere que as ações antropogénicas são pouco significativas nestas zonas (Figura 3.2.11).

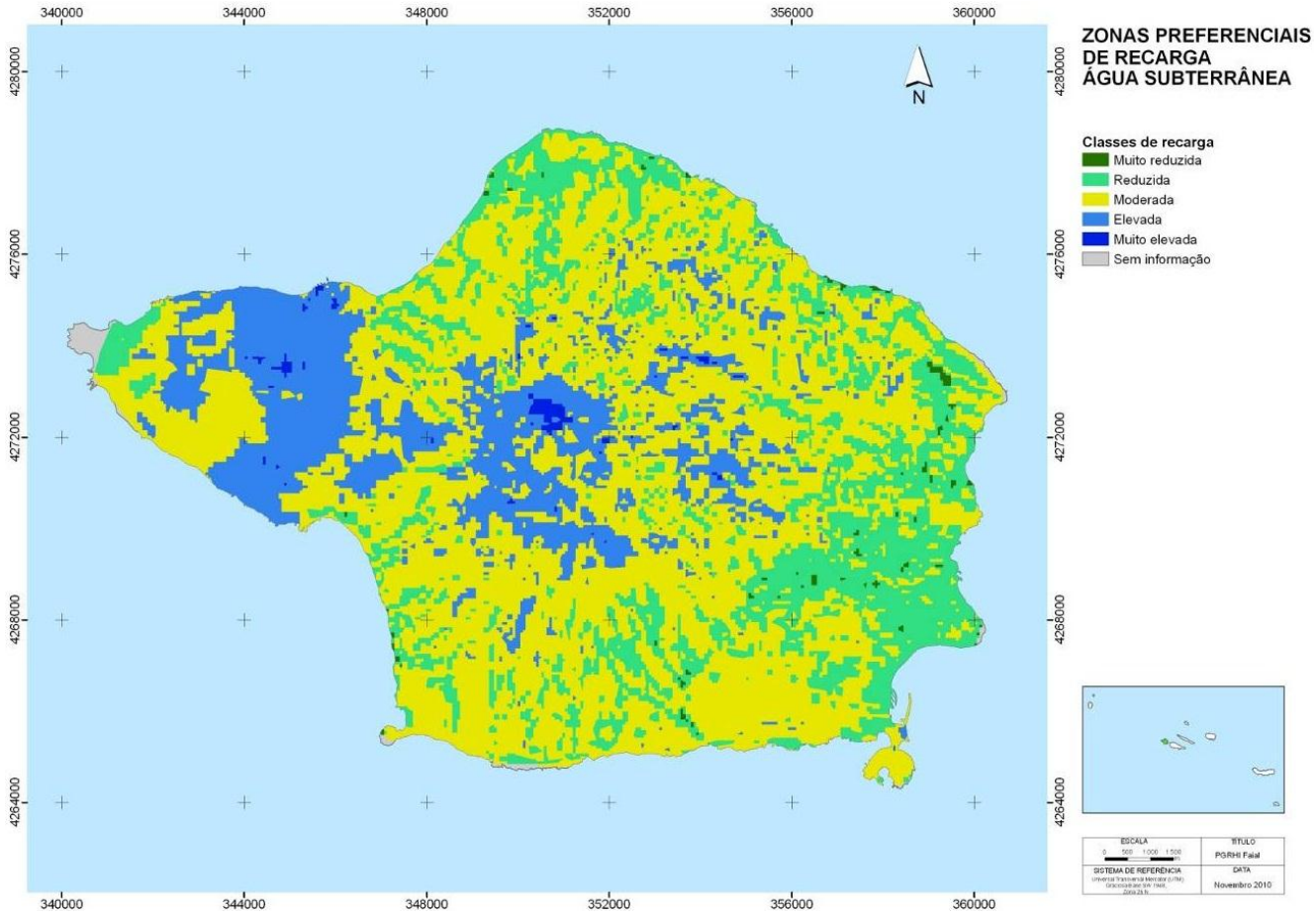


Figura 3.2.10 | Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha do Faial.

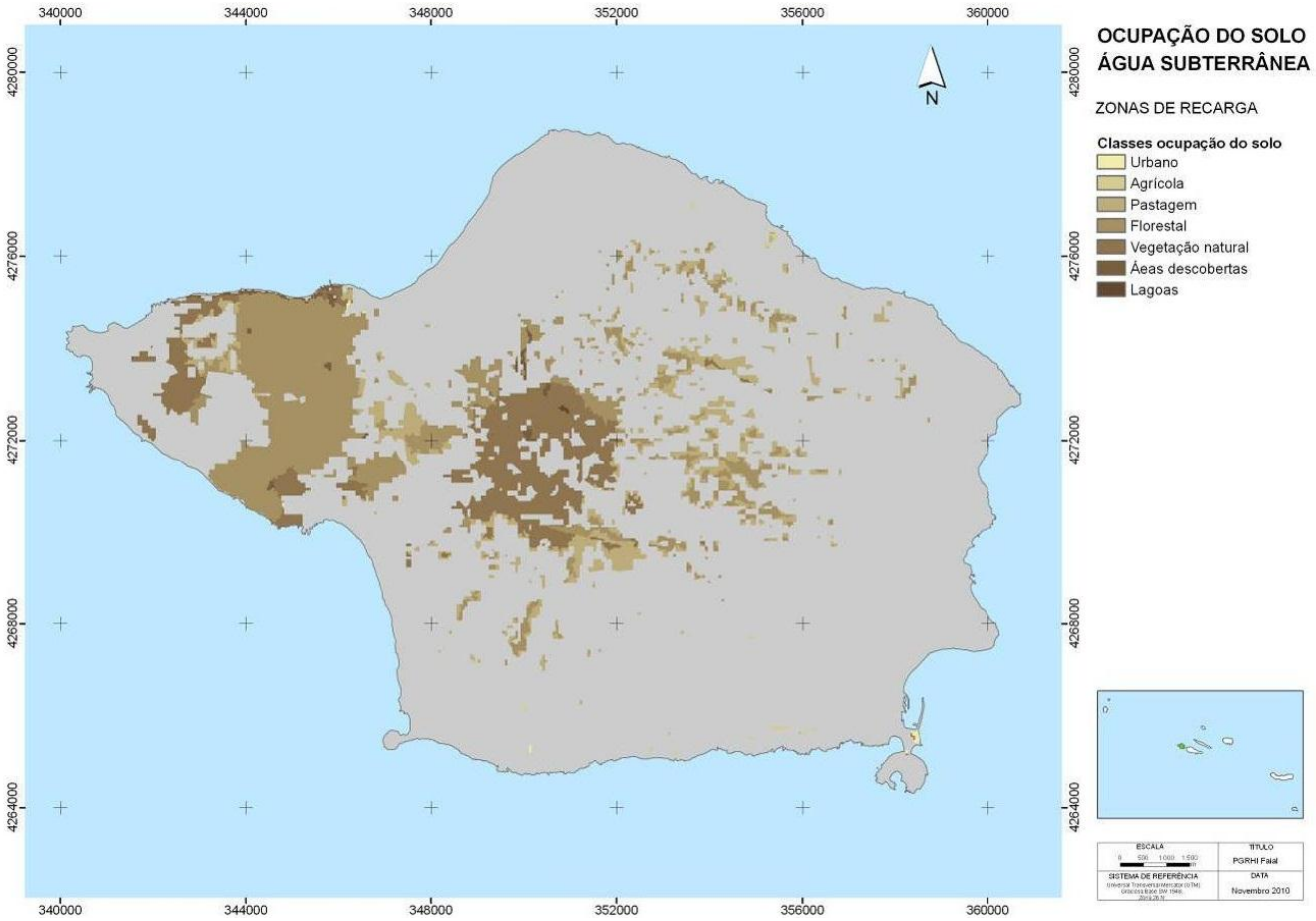


Figura 3.2.11 | Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.

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 DQA, como definidos na Lei da Água, devem ser alvo de uma caracterização aprofundada, que deve incluir informações relevantes sobre o impacte 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 n.º 58/2005, de 29 de dezembro).

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

- As características geológicas da massa de 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 Não em Risco (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 das massas de água subterrâneas (pontos 2.3.4 e 4.1.2) e a recarga média anual a longo prazo (ponto 2.3.5).

Relativamente à caracterização dos solos e depósitos superficiais na área de drenagem que alimenta a massa de 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 caráter 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 Faial, não existem massas de água subterrâneas em risco, pelo que não se revela necessário proceder como indicado anteriormente.

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 10 m^3 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 Faial, a água que se destina ao consumo humano provém de captações em massas de água subterrâneas (nascentes e furos). Assim, considerando a legislação em vigor, não existem zonas destinadas à captação de águas superficiais para consumo humano nesta ilha.

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 XIIII 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 Faial encontram-se demarcadas as seguintes Reservas Integrais da Apanha de Lapas (Figura 3.3.1): Costa envolvente do Vulcão dos Capelinhos, Costa envolvente do Morro de Castelo Branco, Feteira até ao Molhe do Porto da Horta (incluindo a Paisagem Protegida do Monte da Guia) e Costa envolvente da Ponta dos Cedros à Ponta do Salão.

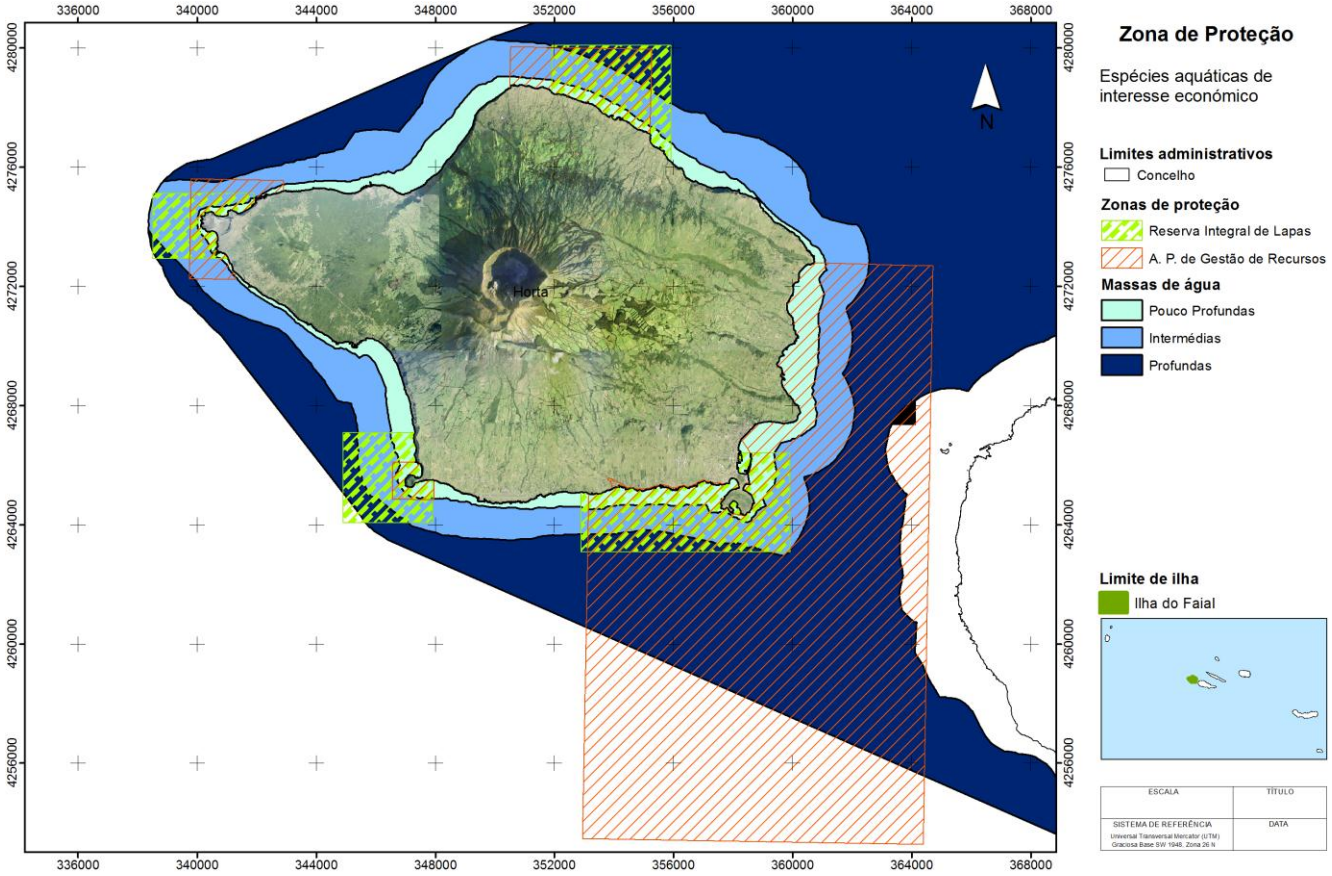


Figura 3.3.1 | Reservas Integrais da Apanha de Lapas na ilha do Faial.

Estas zonas de reserva foram integradas no Parque Natural da ilha do Faial (PNI do Faial) (Decreto Legislativo Regional n.º 46/2008/A, de 7 de novembro), tendo sido atribuída a classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza de Áreas Protegidas de Gestão de Recursos (Canal Faial-Pico/Setor Faial, Castelo Branco, Capelinhos e Cedros).

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 XIIII (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 balnear (Decreto Lei n.º 236/98, de 1 de agosto), a DRA realiza análises sistemáticas 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.

Em 2010, foram designadas 53 águas balneares no Arquipélago dos Açores, cinco das quais na ilha do Faial: Almoxarife, Conceição, Fajã, Porto Pim e Varadouro (Quadro 3.3.1).

Quadro 3.3.1| Águas balneares na ilha do Faial (2010)

Ilha	Concelho	Designação	Classificação da qualidade
Faial	Horta	Almoxarife	Excelente
		Conceição	Excelente
		Fajã	Excelente
		Porto Pim	Excelente
		Varadouro	Excelente

Fonte: Direção Regional do Ambiente (2010); Portaria n.º 148/2010, de 25 de fevereiro de 2010

No decorrer da respetiva época balnear 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 balnear monitorizada na ilha do Faial 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 Concelho, 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 nitrados superior a 50 mg/l, se não forem tomadas as medidas previstas no Artigo 7.º (Programas de Ação);*
- *Águas subterrâneas que contenham ou apresentem risco de conter uma concentração superior a 50 mg/l se não forem tomadas as medidas previstas no Artigo 7.º (Programas de Ação);*
- *Lagoas, outras massas de água doce, estuários e águas costeiras que se revelem eutróficos ou se possam tornar eutróficos 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.

Refira-se, contudo, que na ilha do Faial não foi designada qualquer massa de água superficial com estatuto de zona vulnerável.

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 (50 ml/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 subsequentes alterações) e a Diretiva n.º 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio (e subsequentes alterações). Trata-se de uma rede ecológica europeia cujos objetivos visam assegurar a biodiversidade, através da conservação ou do restabelecimento dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagem num estado de conservação favorável, da proteção, gestão e controlo das espécies bem como da regulamentação da sua exploração.

O Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro, procedeu à transposição para o direito nacional das Diretivas Aves e Habitats, estabelecendo os princípios e os instrumentos que

deverão conter as medidas de gestão e salvaguarda necessárias à garantia de conservação dos habitats naturais e das espécies da fauna e da flora selvagens.

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

A Rede Natura 2000 compreende as áreas classificadas como Zonas de Proteção Especial (ZPE) e SIC, entretanto classificados na RAA como 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 (45 464 ha), das quais 23 são ZEC (33 639 ha) e 15 são ZPE (11 825 ha), abrangendo áreas marinhas e terrestres.

Na ilha do Faial existem cinco ZEC e uma ZPE, que totalizam aproximadamente 4661 ha, dos quais 4043 ha correspondem a área terrestre e 618 ha a área marinha (Figura 3.3.2 e Quadro 3.3.2): ZEC Caldeira e Capelinhos, Monte da Guia, Ponta do Varadouro, Morro de Castelo Branco e Baixa do Sul; ZPE Caldeira e Capelinhos.

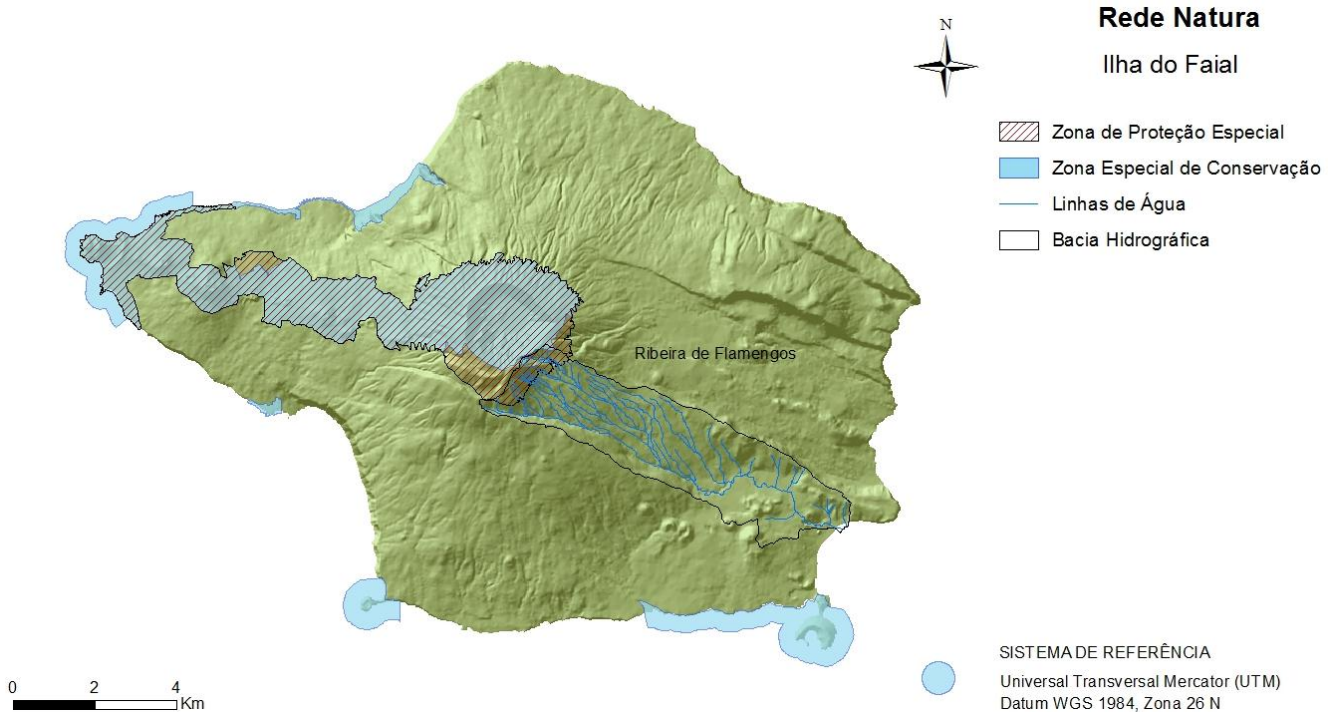


Figura 3.3.2 | Rede Natura 2000 na ilha do Faial.

Quadro 3.3.2 | Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha do Faial

Ilha	ZEC/ZPE	Código	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km^2	(%)	(ha)	Km^2	(%)	(ha)	Km^2
Faial	ZEC	PTFAI0004	Caldeira e Capelinhos	1856,4	18,6	88,9	229,9	2,3	11,0	2086,3	20,9

Ilha	ZEC/ZPE	Código	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km^2	(%)	(ha)	Km^2	(%)	(ha)	Km^2
		PTFAI0005	Monte da Guia	99,0	1,0	25,8	284,2	2,8	74,2	383,2	3,8
		PTFAI0006	Ponta do Varadouro	17,6	0,2	100,0	0,0	0,0	0,0	17,6	0,2
		PTFAI0007	Morro de Castelo Branco	23,5	0,2	18,6	103,0	1,0	81,4	126,4	1,3
	ZPE	PTZPE0023	Caldeira e Capelinhos	2046,5	20,5	99,9	0,7	0,4	0,1	2047,1	20,9

Refira-se que apenas a parte superior da bacia hidrográfica da ribeira dos Flamengos, massa de água designada na categoria de ribeiras na RH9, se encontra abrangida pela Rede Natura 2000, designadamente pela ZPE da Caldeira e Capelinhos.

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 Faial (PNI do Faial), através do Decreto Legislativo Regional n.º 46/2008/A, de 7 de novembro.

O PNI do Faial 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 as duas reservas florestais naturais parciais do Cabeço do Fogo e do Vulcão dos Capelinhos, 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, 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 do Faial abrange as Áreas Importantes para as Aves – *Important Bird Área* (IBA) e as zonas húmidas de importância internacional, designadas ao abrigo da Convenção de Ramsar, designadamente as seguintes: Capelinhos, Baía do Varadouro, Ribeirinha, Lomba Grande e Cabeço do Fogo (IBA); Caldeira do Faial (Lista Ramsar).

Nestes termos, o PNI do Faial integra 13 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). A Figura 3.3.3 e o Quadro 3.3.3 identificam as áreas que integram o PNI do Faial, que totaliza cerca de 21928 ha, dos quais 3009 ha correspondem a área terrestre e 18909 ha a área marinha: Reservas Naturais (Caldeirinhas, Caldeira do Faial e Morro de Castelo Branco); Áreas Protegidas para a Gestão de *Habitats* ou Espécies (Cabeço do Fogo, Capelinhos, Costa Noroeste e

Varadouro, Varadouro – Castelo Branco e Lomba Grande); Áreas de Paisagem Protegida (Monte da Guia e Zona Central); Áreas Protegidas de Gestão de Recursos (Canal Faial-Pico/Setor Faial, Castelo Branco, Capelinhos e Cedros).

Refira-se que apenas a parte superior da bacia hidrográfica da ribeira dos Flamengos, massa de água designada na categoria de ribeiras na RH9, se encontra abrangida pelo PNI do Faial, designadamente pela Área de Paisagem Protegida da Zona Central.

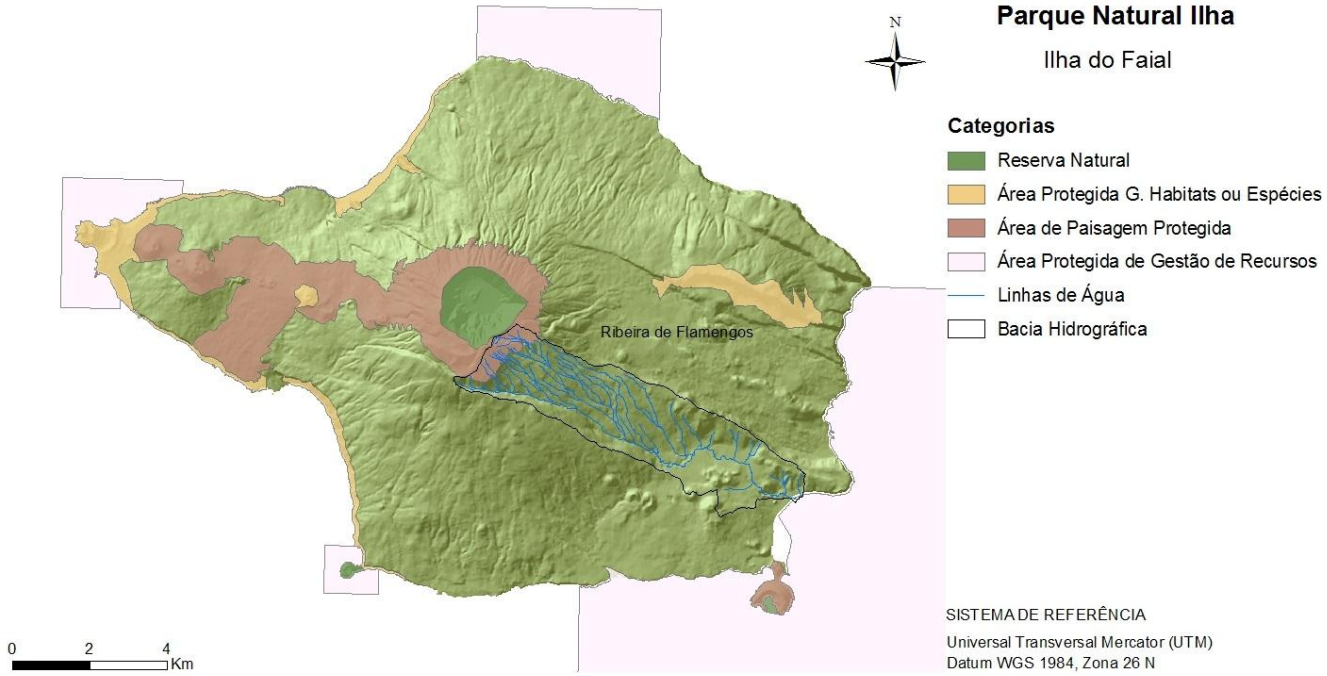


Figura 3.3.3 | Parque Natural da Ilha do Faial.

Quadro 3.3.3 | Áreas que integram o Parque Natural da Ilha do Faial

Ilha	Área Protegida	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
			(ha)	Km²	(%)	(ha)	Km²	(%)	(ha)	Km²
Faial	Reserva Natural	Caldeirinhas	_	_	_	10,0	0,1	100,0	10,0	0,1
		Caldeira do Faial	313,0	3,1	100,0	_	_	_	313,0	3,1
		Morro de Castelo Branco	15,7	0,2	100,0	_	_	_	15,7	0,2
	Área Protegida para a Gestão de *Habitats* ou Espécies	Cabeço do Fogo	27,2	0,3	100,0	_	_	_	27,2	0,3
		Capelinhos, Costa Noroeste e Varadouro	406,6	4,1	100,0	_	_	_	406,6	4,1
		Varadouro – Castelo Branco	98,9	1,0	100,0	_	_	_	98,9	1,0
		Lomba Grande	274,6	2,7	100,0	_	_	_	274,6	2,7
	Área de Paisagem Protegida	Monte da Guia	73,6	0,7	100,0	_	_	_	73,6	0,7
		Zona Central	1 799,3	18,0	100,0	_	_	_	1 799,3	18,0
	Área Protegida	Canal Faial-Pico/Setor Faial	_	_	_	17 385,9	173,9	100,0	17 385,9	173,9

Ilha	Área Protegida	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
			(ha)	Km^2	(%)	(ha)	Km^2	(%)	(ha)	Km^2
	de Gestão de Recursos	Castelo Branco	_	_	_	132,9	1,3	100,0	132,9	1,3
		Capelinhos	_	_	_	499,5	5,0	100,0	499,5	5,0
		Cedros	_	_	_	890,7	8,9	100,0	890,7	8,9

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^3 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^3/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 Faial todas as massas de água subterrâneas são destinadas à produção de água para consumo humano com exceção das massas Ribeirinha, Lomba – Alto da Cruz e Pedro Miguel (Quadro 3.3.10). Como referido no ponto 3.4.2. do presente relatório, na ilha do Faial foram inventariadas um total de 19 captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m^3/dia, que correspondem a 11 nascentes (19% do total da ilha) e 7 furos (50% do total), distribuídos predominantemente no primeiro caso na massas de água Caldeira, e no segundo caso nas massas de água Flamengos – Horta e Cedros – Castelo Branco, a maior parte das quais destinadas à produção de água para uso humano.

O somatório da extração média anual nas captações é igual a 2,86hm^3/ano (Quadro 3.3.4). As massas de água Flamengos – Horta, Caldeira e Cedros – Castelo Branco são aquelas em que se verificam as maiores extrações nas captações com um caudal médio maior que 10 m^3/ano, totalizando volumes respetivamente iguais a 1,37hm^3/ano e 1,11hm^3/ano e 0,31hm^3/ano, valores muito superiores aos registados nas outras massas, que variam entre 0 e 0,08 hm^3/ano (Pedra-pomes da Caldeira).

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 Faial encontra-se reportada no Quadro 3.3.5 (Coutinho *et al*., 2007). Dos elementos supramencionados, pode concluir-se que dos três furos de água captados para uso humano na massa de água Cedros – Castelo Branco apenas 2 possuem zonas de proteção já definidas.

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 efetuada.

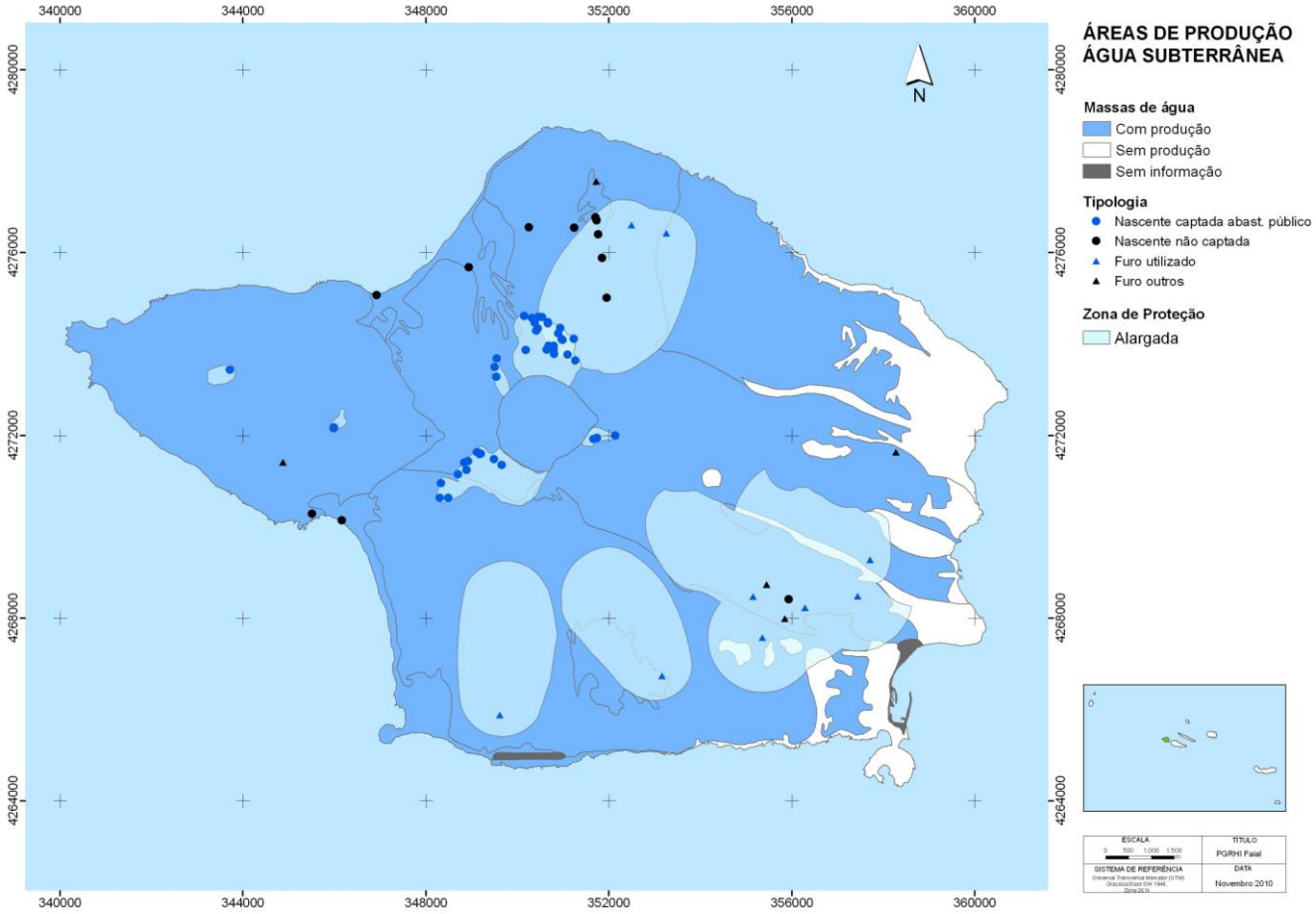


Figura 3.3.4 | Massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação. No cartograma representa-se igualmente as áreas de proteção alargada das nascentes captadas e furos para uso humano.

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^3/ano)	Descarga total (hm^3/ano)	Fração da descarga total (%)
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos			
Caldeira	44	0	38	0	0,74	1,14	65,26
Capelo	5	1	4	0	0,00	0,00	100,00
Cedros - Castelo Branco	5	4	0	3	0,31	1,50	20,67
Flamengos - Horta	0	7	0	5	1,37	1,37	100,00
Pedro Miguel	0	1	0	0	0,00	0,00	0,00
Pedra Pomes da Caldeira	3	1	3	1	0,08	0,08	100,00

Quadro 3.3.4 | Caracterização das áreas de proteção dos pontos de água captados para consumo humano

Massa de Água	Nº Total de Captações		Nº Total com PP	
	Nº Nascentes Captadas	Nº Furos Captados	Nº Nascentes com PP	Nº Furos com PP
Caldeira	38	0	38	0
Capelo	4	0	4	1
Cedros - Castelo Branco	0	3	0	2
Flamengos - Horta	0	5	6	6
Pedro Miguel	0	0	0	0
Pedra-pomes da Caldeira	3	1	3	1

Fonte: De acordo com o Decreto-Lei n.º382/99, 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 caráter 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 PMOT, sem prejuízo das adaptações necessárias, com um regime transitório até à publicação da Reserva Ecológica Regional (RER).

Em qualquer caso, em virtude do seu caráter genérico no que concerne às zonas de infiltração, ressalvava-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 tópicas 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 tópicas 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 ribeira dos Flamengos

3.4.1.1.1.1 | Poluição tópica

Cargas domésticas

Os parâmetros de qualidade considerados, associados aos efluentes urbanos a analisar são os que se seguem: CBO_5 (carência bioquímica de oxigénio aos cinco dias e a 20°C), CQO (carência química em oxigénio), SST (Sólidos Suspensos Totais), Azoto (N) total e Fósforo (P) total.

Tomando por referência os dados do INSAAR (INAG, 2008) respetivos à campanha de 2008, especificamente a sua componente de informação geográfica, é possível constatar a inexistência de qualquer infraestrutura de saneamento de águas residuais domésticas na bacia da ribeira dos Flamengos. A ausência de tais infraestruturas, bem como da caracterização do efluente produzido e do seu local de descarga, inviabiliza a determinação das cargas geradas de forma tópica. Pelo tanto, a carga respetiva a efluente domésticos na bacia dos Flamengos foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Cargas domésticas”.

Cargas industriais

De acordo com o PRA-RAA (DROTRH, 2008), as cargas industriais mais significativas para a RAA são a indústria de lacticínios, matadouros e unidades de preparação e conservação de carne. Em relação a estes dois setores de atividade industrial, e para ilha do Faial, foram identificadas duas instalações:

- Indústria de lacticínios – Cooperativa Agrícola de Lacticínios do Faial, localizado em Cedros;
- Unidade de preparação e conservação de carne – Instituto de Alimentação e Mercados Agrícolas (IAMA), localizado na zona industrial de Sta. Bárbara, Flamengos.

Das duas instalações acima referenciadas, apenas a Unidade de preparação e conservação de carne se aferiu estar localizada na bacia dos Flamengos, conforme apresentado na Figura 3.4.1.

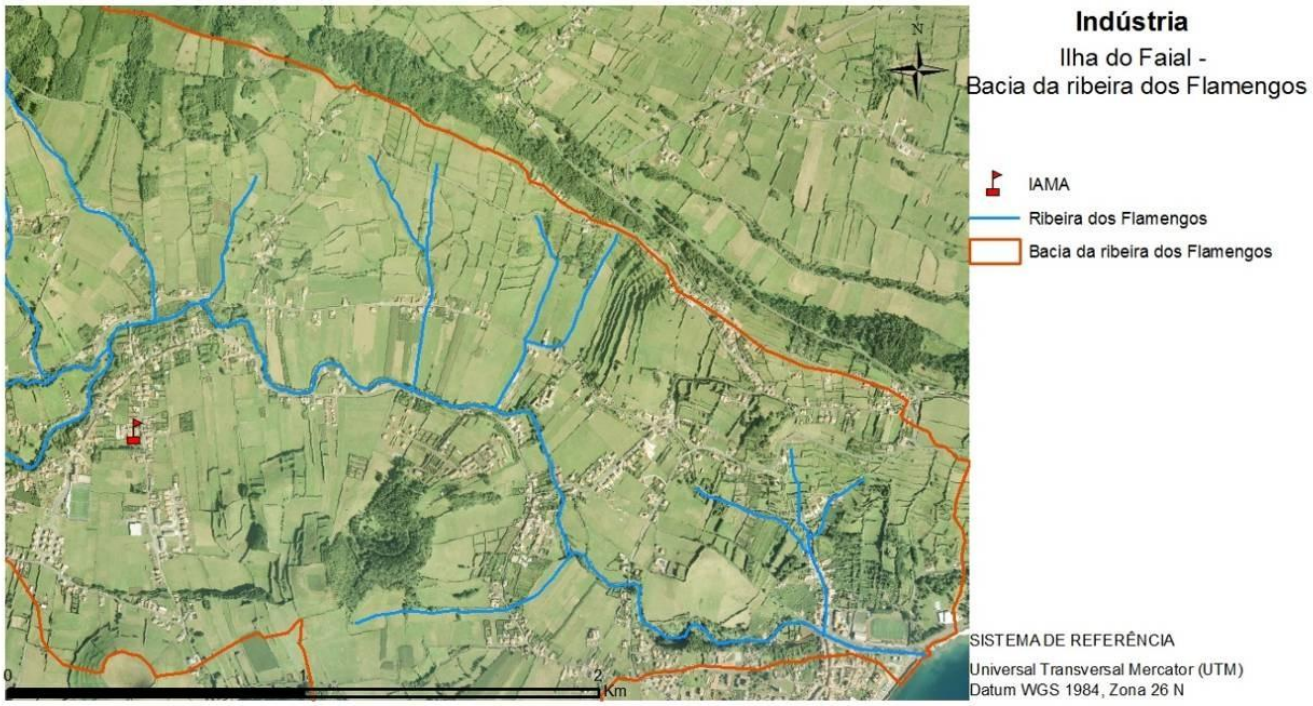


Figura 3.4.1 | Localização da agroindústria na bacia da ribeira dos Flamengos.

Verifica-se que estes resíduos industriais apresentam altos valores de CBO_5, SST, material flotável e gorduras, devido à presença de sangue, pedaços de carne, gorduras, entranhas e vísceras. Quando é adotado a unidade de graxaria, obtém-se uma redução significativa na produção de resíduos como na recuperação do sangue, das gorduras e do conteúdo das panças, reduzindo-se substancialmente as cargas poluidoras. Para o tratamento dos efluentes líquidos são utilizados usualmente reatores biológicos, precedidos de processos físico-químicos de remoção de sólidos grosseiros e gorduras.

Normalmente, a finalidade do processamento e/ou destino dos resíduos ou dos subprodutos do abate é função de características locais ou regionais, como a existência ou a situação de mercado para os vários produtos resultantes e de logística adequada entre as operações. Por exemplo, o sangue pode ser vendido para processamento, visando a separação e uso, ou comercialização de seus componentes (plasma, albumina, fibrina, etc), mas também pode ser enviado para graxarias, para produção de farinha de sangue, usada normalmente na preparação de rações animais. De qualquer forma, processamentos e destinos adequados devem ser dadas a todos os subprodutos e resíduos do abate, em atendimento às leis e normas vigentes, sanitárias e ambientais.

As unidades setoriais podem ser divididas de acordo com a abrangência dos processos que realizam, da seguinte forma:

- Matadouros - realizam o abate dos animais, produzindo carcaças (carne com ossos) e vísceras comestíveis;

- Frigoríficos - podem ser divididos em dois tipos: os que abatem os animais, separam a carne, as vísceras e industrializam-nas, gerando derivados e subprodutos e aqueles que não abatem os animais – compram a carne em carcaças ou cortes, bem como vísceras, dos matadouros ou de outros frigoríficos para o seu processamento e produção dos seus derivados e subprodutos, somente industrializam a carne;

- Graxarias - processam subprodutos e/ou resíduos dos matadouros ou frigoríficos e de casas de comercialização de carnes (açougues), como sangue, ossos, cascos, chifres, gorduras, aparas de carne, animais ou as suas partes condenadas pela inspeção sanitária e vísceras não comestíveis.

Na impossibilidade de caracterizar o processo de produção específico à instalação da IAMA, e da existência ou não de um processo de tratamento de efluentes, é genericamente considerada a caracterização de efluente tida no PRA. No Quadro 3.4.1 encontra-se caracterizado o efluente destas instalações. A caracterização feita para este efluente industrial foi elaborada de acordo com os parâmetros: CBO_5 (carência bioquímica de oxigénio aos cinco dias e a 20°), SST (Sólidos Suspensos Totais), Gorduras, Azoto (N) total e Fósforo (P) total.

Quadro 3.4.1 | Valores de concentração utilizados para os parâmetros de poluentes considerados

Parâmetro	Concentração (g/l)
CBO_5	1,8
SST	6
N total	0,14
P total	0,015

Fonte: Plano Regional dos Açores

No presente trabalho, e de acordo com o indicado no PRA-RAA (DROTRH, 2008), assumiu-se que 1 tonelada de carcaça origina 8m^3 de água residual. Para efeito da obtenção dos valores de abate e produção de carne assumiram-se os valores apresentados pelo SREA para a ilha do Faial, aferidos como Kg de carcaça total. Assume-se, no presente trabalho, que a produção associada à ilha se centraliza nas instalações desta unidade, pelo que, a carga associada a esta rejeição se entende alocada à bacia dos Flamengos na sua totalidade.

Como acima referido, e dado o desconhecimento da existência de Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (ETARI) associada às instalações da IAMA, foram considerados dois cenários de carga. Um cenário conservativo, de cargas brutas, onde se assumiu não existir qualquer tratamento de efluentes, e um cenário de cumprimento legal, em que se admite que a eficiência dos tratamentos existentes é a necessária para se respeitarem as normas gerais de descarga de águas residuais de matadouros e processamento de carnes, tal como fixadas pela Portaria n.º 809/90 de 10 de setembro.

Assim, são apresentados no Quadro 3.4.2 os valores de cargas associados aos dois cenários referidos.

Quadro 3.4.2 | Valores de cargas dos poluentes considerados para a indústria de abate e produção de carne na bacia dos Flamengos

Cenário	Parâmetro				
	CBO_5 (ton/ano)	SST (ton/ano)	Gorduras (ton/ano)	N total (ton/ano)	P total (ton/ano)
Sem tratamento	11,25	37,51	-	0,88	0,09
Com tratamento	1,29	1,29	0,23	-	-

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia da Ribeira dos Flamengos foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção "Poluição difusa – Pecuária".

Síntese da poluição tópica

De acordo com a análise efetuada, os valores totais de carga tópica para a bacia dos Flamengos correspondem aos valores encontrados para o setor industrial, sumariados no Quadro 3.4.2.

3.4.1.1.1.2 | Poluição difusa

Cargas domésticas

Tal como referido anteriormente, a ausência de infraestruturas de saneamento de águas residuais domésticas na bacia dos Flamengos, levou à consideração de um cenário onde a população residente e flutuante da bacia se encontra atendida por FSI.

Assim, e para efeitos da metodologia empregue, foi determinada a população para a bacia dos Flamengos, considerando a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) para o concelho da Horta, tendo sido encontrados e delimitados os aglomerados populacionais compreendidos na bacia em análise. A BGRI trata-se de um instrumento de apoio ao trabalho estatístico, sendo um sistema de referenciação geográfica apoiado em cartografia topográfica sob a forma analógica, resultado da divisão da área de todas as freguesias do país em pequenas áreas homogéneas de construção rigorosamente apoiada e delimitada numa cartografia de base constituída por secções estatísticas e subsecções estatísticas. A Secção Estatística é uma área contínua de uma única freguesia com cerca de 300 alojamentos destinados à habitação. Uma Subsecção Estatística é a mais pequena área homogénea de construção ou não, existente dentro da secção estatística, correspondendo ao quarteirão nas áreas urbanas, e ao lugar ou parte do lugar nas áreas rurais.

A população assim determinada para a bacia dos Flamengos foi projetada para o ano de referência do plano, 2009, de acordo com a relação matemática presentemente utilizada pelo INE e de acordo com a taxa de crescimento específica, fornecida pela mesma entidade, para o concelho da Horta. Na Figura 3.4.2 representa-se a distribuição da população na bacia dos Flamengos, valores de população respeitantes ao ano de 2001. No Quadro 3.4.3 encontram-se tabelados os valores de população residente e flutuante para o concelho da Horta e para a bacia dos Flamengos, para o ano de 2009, de acordo com as estimativas do INE.

Quadro 3.4.3 | Valores de população residente e flutuante para o concelho da Horta e para a bacia dos Flamengos

Local	Pop. Residente 2009 (hab)	Pop. Flutuante 2009 (hab)	Pop. Total 2009 (hab)
Concelho da Horta	15 691	512	16 203
Bacia dos Flamengos	2 589	83	2 672

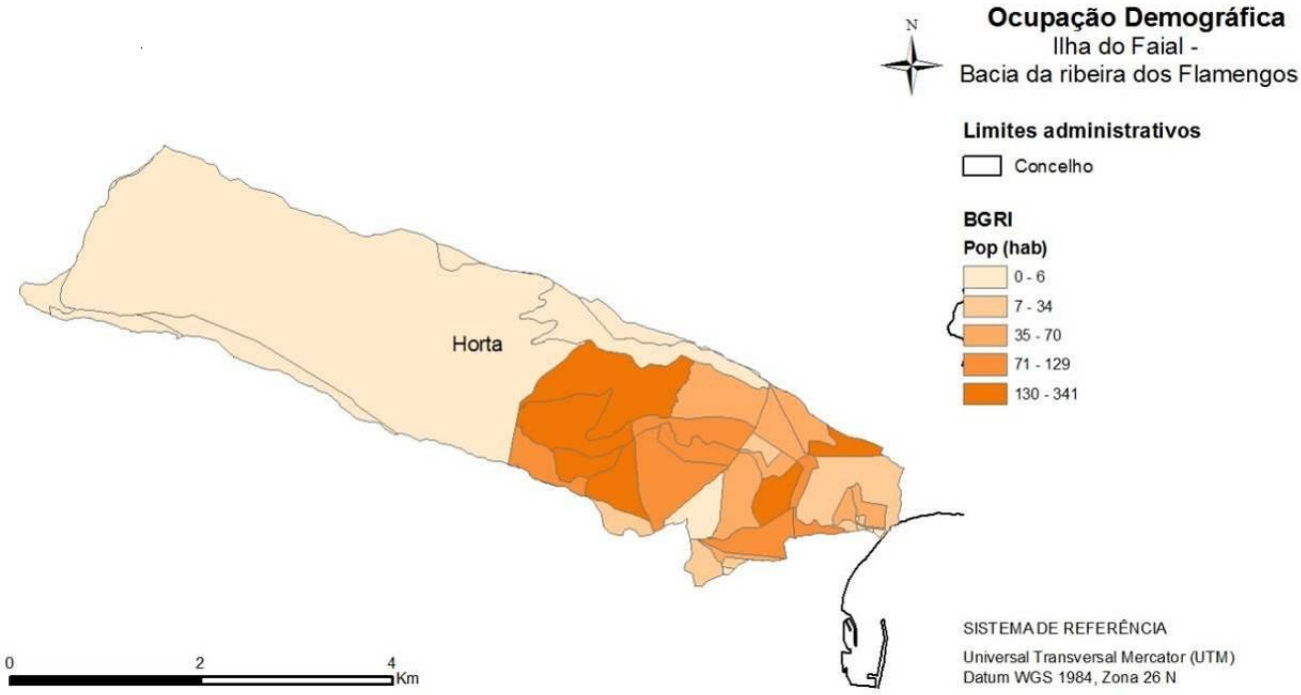


Figura 3.4.2 | Ocupação demográfica da bacia da ribeira dos Flamengos.

Conforme representado na Figura 3.4.2, verifica-se uma maior concentração populacional na sub-secção de jusante da bacia. O que necessariamente conduz a uma maior expressão desta tipologia de carga poluente para próximo da sua secção terminal.

Os valores de população encontrados permitem estimar valores de carga associados, de acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.4, por habitante equivalente.

Quadro 3.4.4 | Valores de capitação doméstica dos poluentes considerados

Parâmetro	Capitação (g/hab.dia)
CBO_5	60[(1)]
CQO	120[(2)]
SST	90[(2)]
N total	10[(1)]
P total	3[(1)]

Fonte: [(1)] Plano Regional da Água; [(2)] Metcalf & Eddy

Tal como referido, foi assumido que a população compreendida na bacia dos Flamengos se encontra atendida por FSI, para esta tipologia de infraestrutura de recolha de águas residuais foram admitidas as eficiências de tratamento constantes do Quadro 3.4.5. Faz-se ainda representar no mesmo quadro os valores relativos à carga doméstica, tratada pelas FSI, adstrita à bacia dos Flamengos.

Quadro 3.4.5 | Eficiência de tratamento de FSI e carga doméstica dos poluentes considerados para a bacia dos Flamengos

Parâmetro	Eficiência de tratamento FSI (%)	Carga doméstica (ton/ano)
CBO_5	40	34,07

Parâmetro	Eficiência de tratamento FSI (%)	Carga doméstica (ton/ano)
CQO	40	68,09
SST	50	42,57
N total	5	9,06
P total	2	2,86

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia dos Flamengos, consideraram-se como dados de base os valores apresentados no Recenseamento Agrícola 2009 (RA09) .

Foi adicionalmente aferido um valor de coeficiente de pastagem, procurando traduzir a representatividade das áreas de pastagem contidas na bacia dos Flamengos. Este coeficiente assume a simplificação de que a distribuição da densidade de cabeças normais por hectare de pastagem é homogénea para cada concelho. Dados os valores encontrados para o encabeçamento bovino,, entende-se estatipologia animal como preponderantemente representativa da totalidade da carga compreendida na bacia. Assim, o encabeçamento pecuário na bacia da Ribeira dos Flamengos é de 1 208 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 3.4.6, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

Quadro 3.4.6 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da Ribeira dos Flamengos

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (t/ano)
CBO_5	405 g/animal.dia (1)	178,57
CQO	458 g/animal.dia (1)	201,94
SST	5000 g/animal.dia (1)	2 204,60
N total	105 kg/animal.ano (2)	126,84
P total	35 kg/animal.ano (2)	42,28

Fonte: (1) Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; (2) Código de Boas Práticas Agrícolas

Agricultura e exploração florestal

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 dos Flamengos.

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 dos Flamengos.

Como base de informação foi utilizada a carta digital de ocupação de solos da RAA. Desta carta foram consideradas apenas três classes de ocupação de solo: área florestal, área agrícola heterogénea, e zonas com vegetação arbustiva ou herbácea.

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 3.4.7 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 dos Flamengos.

Quadro 3.4.7 | 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) [1]	Taxa de exportação de Fósforo (Kg/ha/ano) [2]
Área florestal	2,00	0,50
Área agrícola heterogénea	10,00	0,20
Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea	2,70	0,30

Fonte: [1] Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; [2] Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.

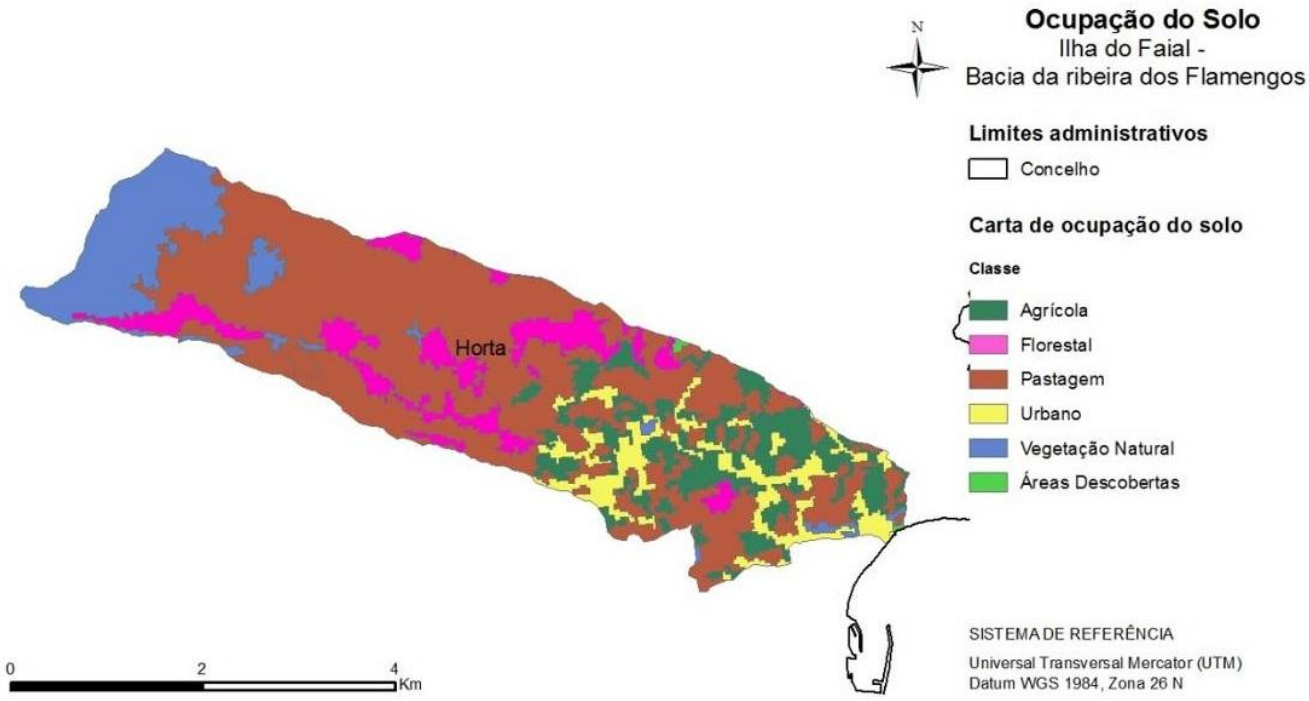


Figura 3.4.3 | Ocupação do solo na bacia da ribeira dos Flamengos.

No Quadro 3.4.8 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para cada uma das fontes consideradas.

Quadro 3.4.8 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia dos Flamengos

Classe de ocupação do solo	N total (ton/ano)	P total (ton/ano)
Área florestal	0,34	0,08
Área agrícola heterogénea	2,02	0,04
Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea	0,56	0,06
Total	**2,91**	**0,19**

Síntese da poluição difusa

No Quadro 3.4.9 apresentam-se as cargas totais estimadas em função do setor de atividade analisado para a sua componente difusa.

Quadro 3.4.9 | Cargas difusas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da Ribeira dos Flamengos

Parâmetro	Carga doméstica (t/ano)	Pecuária (t/ano)	Agricultura e exploração florestal (t/ano)	Total (t/ano)
CBO_5	34,1	178,6	-	212,7
CQO	68,1	201,9	-	270,0
SST	42,6	2 204,6	-	2 247,2
N total	9,1	126,8	2,9	138,8
P total	2,9	42,3	0,2	45,4

Síntese da Poluição total

No Quadro 3.4.10 apresentam-se as cargas totais determinadas em função das atividades económicas analisadas, quer de forma tópica, quer difusa. De referir que, para as cargas industriais relativas a efluentes provenientes de matadouros e processamento de carne, foi assumido o cenário conservativo equacionado no respetivo capítulo.

Quadro 3.4.10 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia dos Flamengos

Parâmetro	Carga doméstica (t/ano)	Pecuária (t/ano)	Indústria (t/ano)	Agricultura e exploração florestal (t/ano)	Total (t/ano)
CBO_5	34,1	178,6	11,3	-	224,0
CQO	68,1	201,9	-	-	270,0
SST	42,6	2 204,6	37,5	-	2 284,7
N total	9,1	126,8	0,9	2,9	139,68
P total	2,9	42,3	0,1	0,2	45,49

Na Figura 3.4.4 procura-se sistematizar a informação apresentada no Quadro 3.4.10.

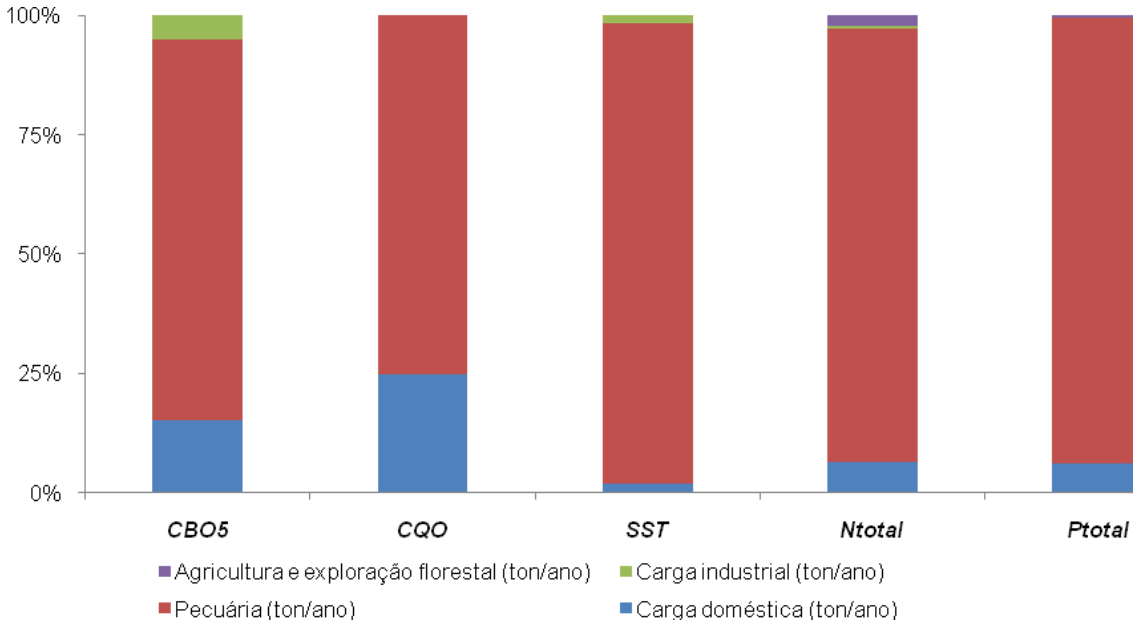


Figura 3.4.4 | Cargas totais por fonte poluente para a bacia dos Flamengos.

Da análise da Figura 3.4.4 constata-se que as cargas brutas de origem pecuária apresentam preponderância sobre qualquer outro dos setores analisados para a bacia dos Flamengos. Contudo, ressalva-se a não contabilização da carga de CQO para o setor industrial. Assim como a relativa importância dos valores de carga doméstica, atendendo ao efetivo populacional relativamente baixo compreendido na bacia.

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 águas em apreço não existe, à data, qualquer registo relativo a captações de água superficiais.

3.4.1.1.1.4 | Alteração hidrológica

Na ausência de registos hidrométricos relativos à ribeira dos Flamengos, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

No entanto, e pese a ausência de consumos associados a esta massa de águas, consumptivos ou não, previsivelmente as alterações existentes ficar-se-ão a dever à crescente impermeabilização decorrente da expansão urbana registada na sua subsecção mais de jusante, parcialmente inclusa no perímetro urbano da cidade da Horta. É contudo impossível apontar uma tendência de variação, que não intra ou interanual, dada a ausência de registos.

De salientar ainda a ausência de qualquer infraestrutura de regularização, ou de barreira, que pudesse *à priori* indiciar uma alteração ao regime de escoamento natural.

Pelo exposto, parecem não existir sinais concludentes de que presentemente a massa de águas em apreço esteja sujeita a uma pressão significativa de natureza hidrológica.

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;
- Regularizações fluviais;
- 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 de linha de água entubados;
- Troços em que o leito da linha de água foi substancialmente alterado;
- Troços em que as margens naturais foram substituídas por muros.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista uma cobertura da linha de água, um revestimento do fundo, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a 500m.

É percetível, por fotointerpretação, a existência de um troço com uma extensão de aproximadamente 500m, localizado próximo à secção da foz da bacia dos Flamengos, para o qual se encontram regularizados ambos o leito e margens da ribeira. Na Figura 3.4.5 faz-se representar este troço, circunscrito a vermelho, que, atendendo ao conjunto de critérios enumerados, se considera ser uma pressão significativa.

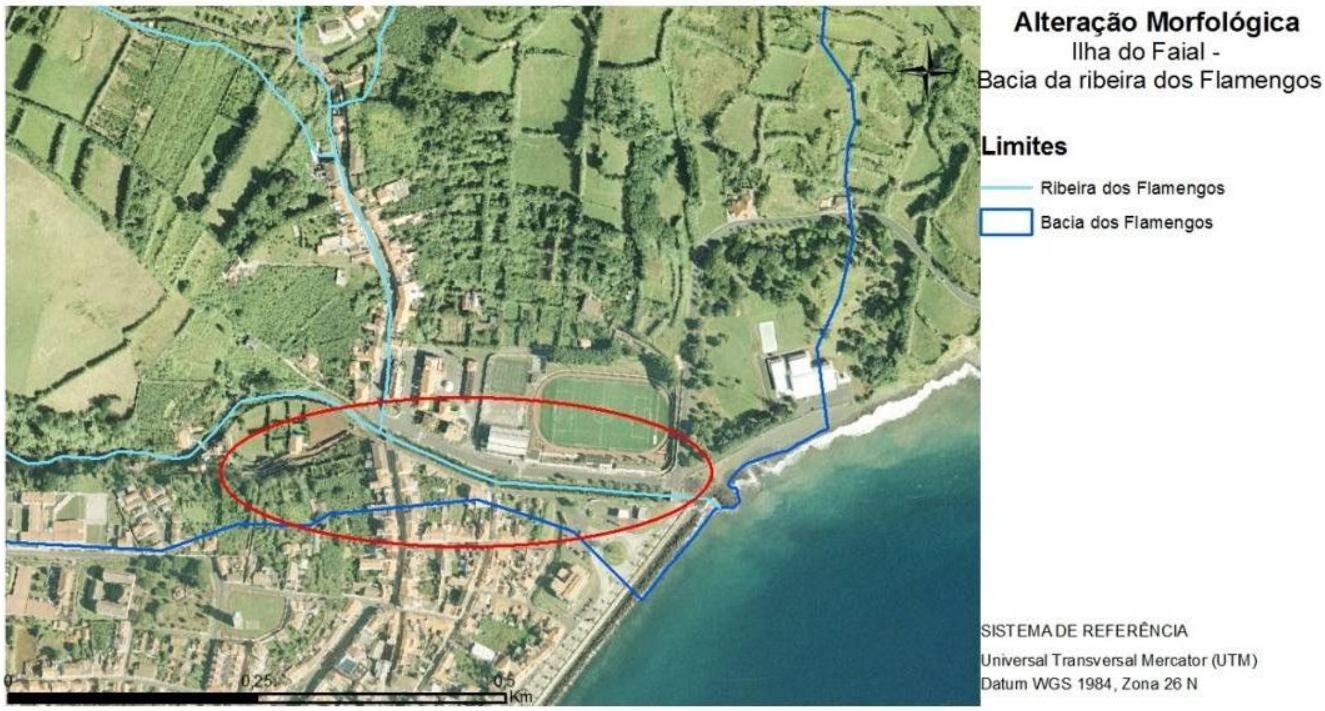


Figura 3.4.5 | Troço dos 500m finais da ribeira dos Flamengos com leito e margens regularizadas.

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 ecossistemáticas 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 Faial distribui-se de forma assimétrica, sendo que a bacia da ribeira dos Flamengos e a bacia urbana da cidade da Horta (Figura 3.4.6 e Figura 3.4.7), com uma população superior a 5000 habitantes. De acordo com a Figura 3.4.7 observa-se também que as bacias hidrográficas vizinhas (do centro urbano e da ribeira dos Flamengos) apresentam classe de número de habitantes entre os 1000-1500 e os 500-1000 habitantes. Estas regiões terão particular interesse na determinação de cargas de origem doméstica, expondo uma probabilidade mais elevada no que respeita à pressão exercida.

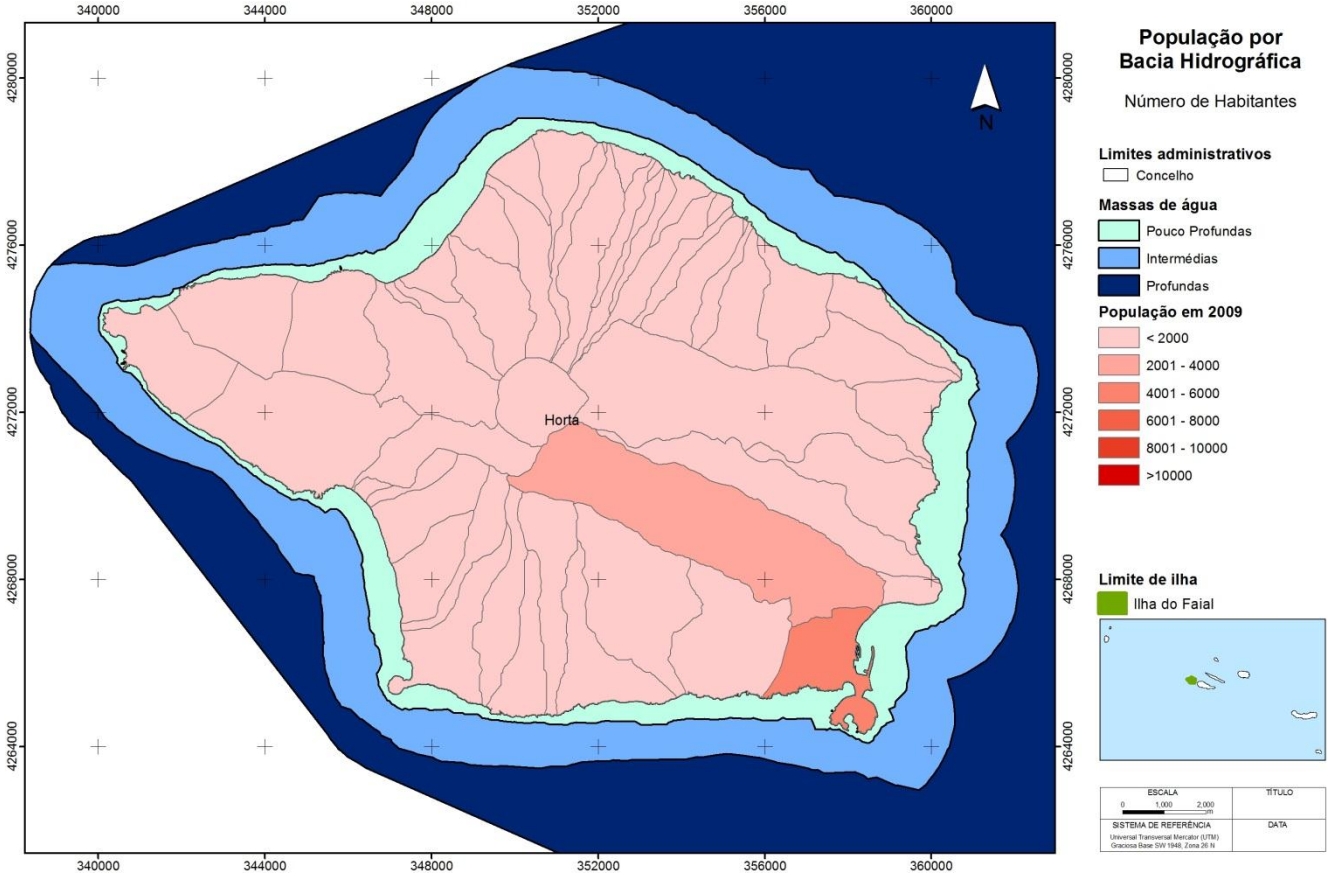


Figura 3.4.6 | Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha do Faial.

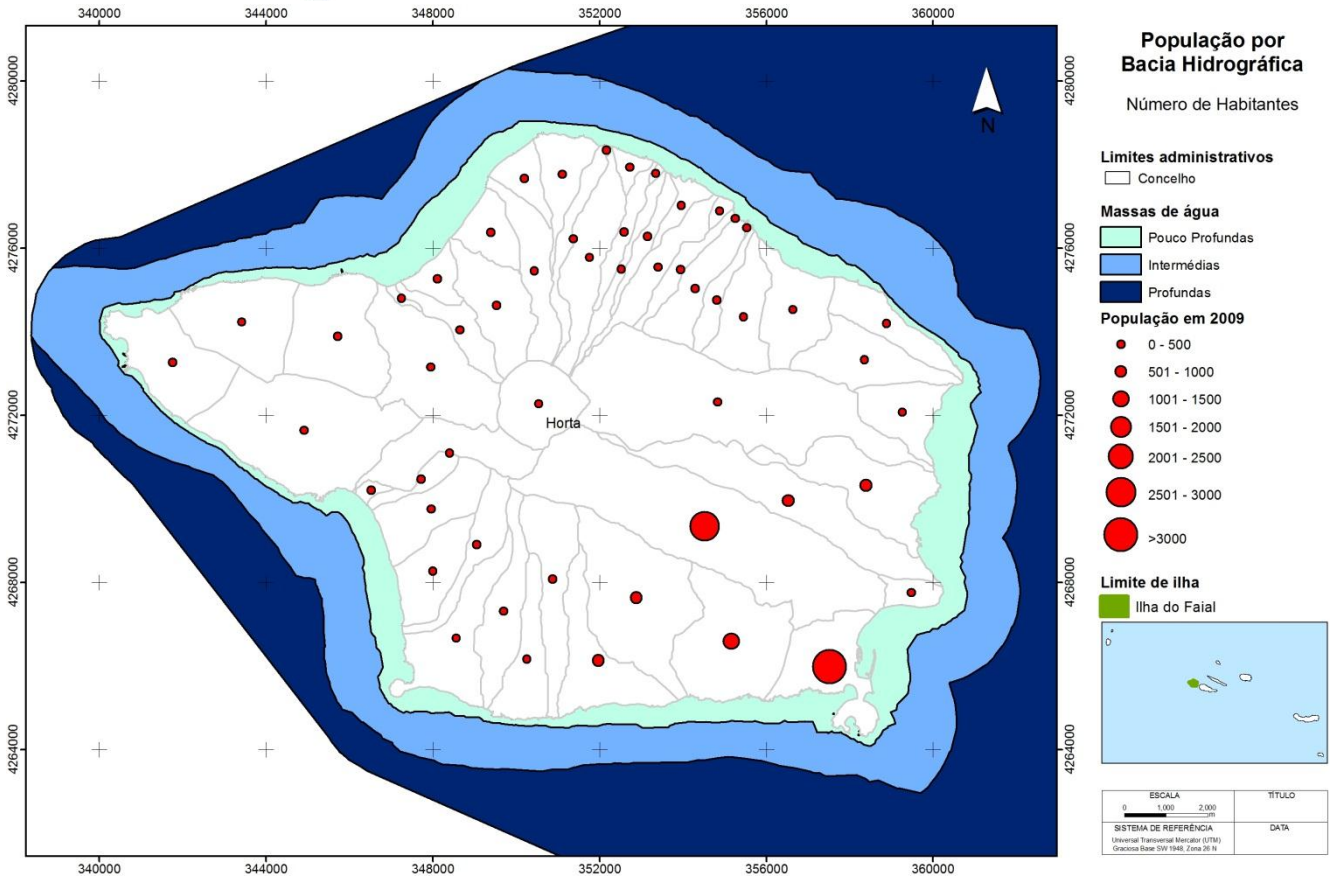


Figura 3.4.7 | Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha do Faial.

Atualmente, esta ilha apresenta uma densidade populacional da ordem dos 91hab/km^2, verificando-se que a densidade populacional tem vindo a aumentar no período entre 2001-2009. Os espaços urbanos distribuem-se, na sua maioria, pela orla costeira, acompanhando os principais eixos rodoviários, tendo uma maior representação na sede de concelho desta ilha.

Indústria

A ilha do Faial, a atividade industrial centrada na indústria transformadora apresenta um peso relativamente reduzido na economia da RAA, correspondendo a 2% do volume de negócios nas empresas deste setor de atividade na Região e 3% do valor acrescentado bruto.

Na ilha do Faial, para o ano de 2008, existiam 100 empresas das indústrias transformadoras, verificando-se em anos recentes um crescimento moderado quer em termos de emprego quer em termos de VAB, (SRAM, 2008) (Quadro 2.5.18).

Para além da indústria tradicional, considera-se a indústria do turismo, visto que é uma atividade emergente, na RAA. Na ilha do Faial o número de estabelecimentos hoteleiros tem vindo a manter-se constante, atingindo em 2009 os 6 estabelecimentos hoteleiros. No que refere ao número de dormidas e hóspedes verifica-se que, de acordo com os dados do INE, o número de dormidas e hóspedes regista um ligeiro decréscimo, acompanhando a tendência verificada na Região (Quadro 2.5.21 e Quadro 2.5.22).

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 Faial apresenta um efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos) de cerca de 17 500 animais, correspondentes a 1786 explorações. Deste modo, é de esperar que este efetivo contribua significativamente para as cargas orgânicas que terão como destino final as águas costeiras. Recordando à análise do uso do solo efetuada no ponto 2.6.2, as pastagens apresentam a maior expressão de todo o Arquipélago, 51,8% (89,4km^2) da superfície da ilha, em particular as encostas do maciço da Caldeira, estendendo-se até cerca dos 350m de altitude. Esta predominância da pastagem deve-se à intensificação das explorações agropecuárias, conduzindo ao declínio dos espaços florestais e de vegetação natural, traduzida na Figura 3.4.8 pelo número de cabeças de gado bovino.

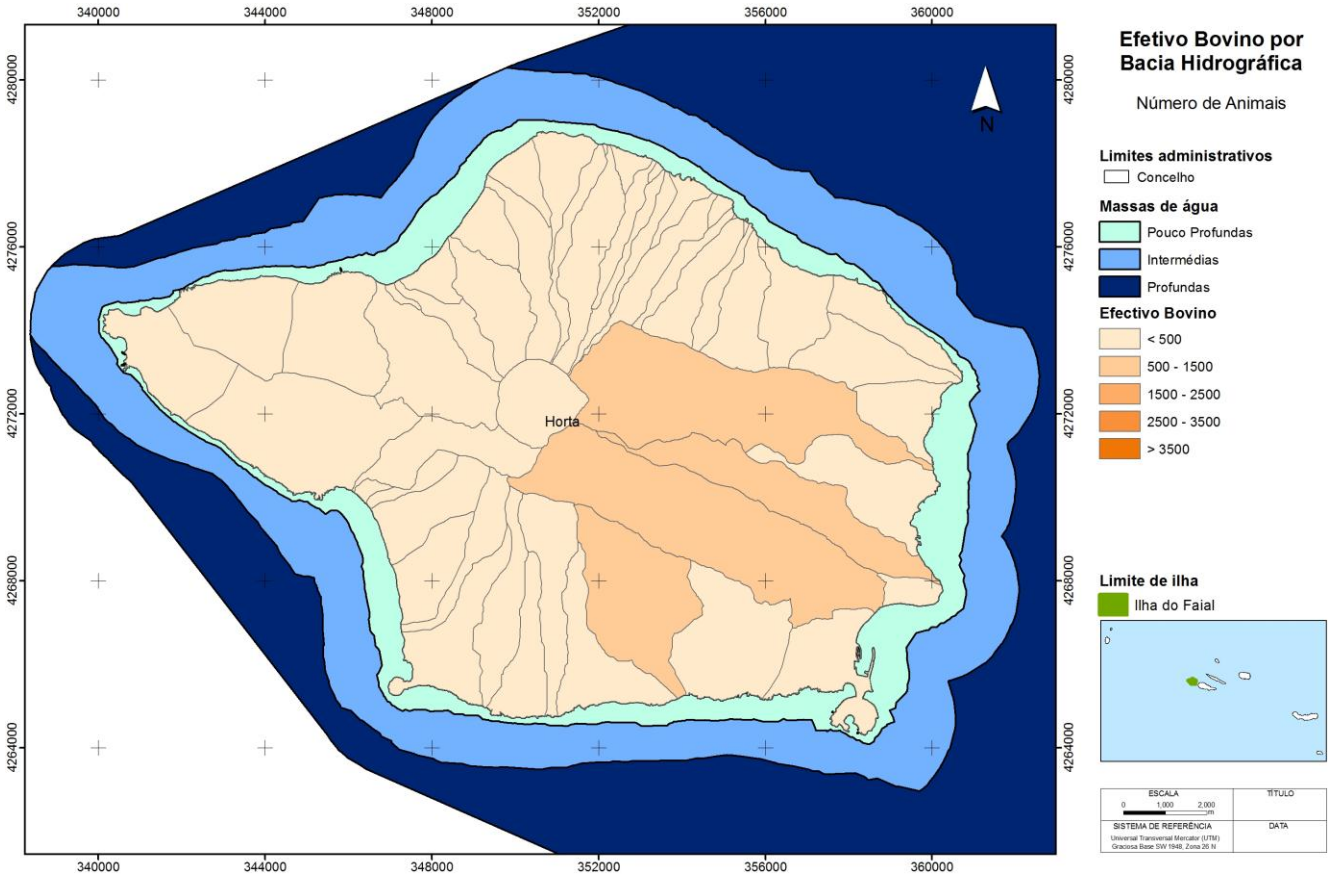


Figura 3.4.8 | Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha do Faial.

Analisando a Figura 3.4.9, verifica-se que as bacias hidrográficas do Faial que apresentam um número de animais mais significativo localizam-se na ribeira dos Flamengos e bacias hidrográficas a noroeste desta (classe com mais de 1000 animais). Deste modo, será tida em consideração o contributo que a carga poluente destas bacias hidrográficas na qualidade das massas águas costeiras.

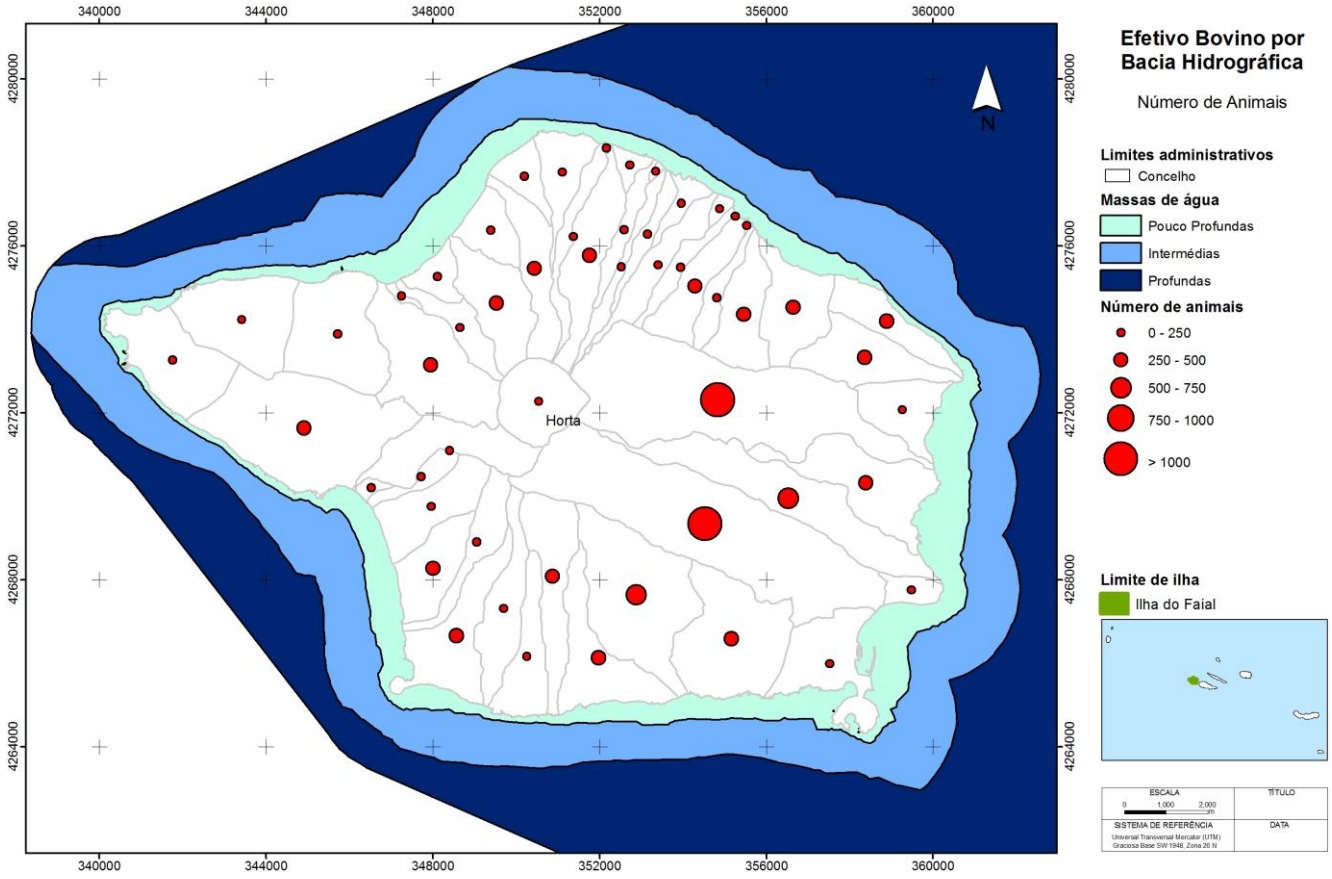


Figura 3.4.9 | Número de animais por bacia hidrográfica na ilha do Faial.

Agricultura e Floresta

Os espaços agrícolas, que representam cerca de 12,7% da ocupação do solo (22km^2), encontram-se associados aos núcleos urbanos, mas com maior incidência na costa Sul (Castelo Branco e Feteira) (Figura 2.6.3). As explorações de culturas permanentes com maior importância no contexto da ilha do Faial são os citrinos (com 48 hectares) e o cultivo de frutos sub-tropicais (com 31 hectares), (Quadro 2.5.12).

Na ilha do Faial, existem 946 explorações que praticam culturas temporárias e que ocupam uma extensão de 978 hectares, sendo que as culturas temporárias mais comuns na ilha do Faial são as forrageiras, leguminosas secas para grão, batata e cereais para grão (Quadro 2.5.14). Este número de produção de forragem deve-se à especialização das explorações da ilha do Faial em bovinicultura de carne.

Relativamente à floresta, podem ser distinguidas dois tipos: a de vegetação natural, hoje uma representação pouco significativa cerca de 9,3% (16,1km^2), e a mancha florestal, com cerca de 17,9% (30,9km^2), dispersando-se ao longo de cursos de água, nomeadamente na zona Norte, *Graben* de Pedro Miguel e no Capelo.

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 Faial (no porto de Santa Cruz da Horta), traduziu-se, no ano de 2010, em volumes da ordem das 1518 toneladas, aos quais correspondem valores brutos na ordem de 5 199 257 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 da marinas e núcleos de recreio náutico. No caso da ilha em análise, a marina da Horta apresenta uma dinâmica de embarcações significativa, traduzida pelo número de entradas e saída de embarcações de recreio e tripulações por ano. De acordo com dados da SREA, 2010, no ano de 2009, registaram-se 1335 entradas de embarcações e cerca de 5150 pessoas.

Outros usos

No que concerne a outros usos, 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 3.4.11, baseada no IMPRESS (2002) e na experiência adquirida. As pressões foram divididas em quatro grupos: (i) Poluição em que são consideradas as fontes tópicas 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 tópica 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 3.4.11 | Lista de pressões consideradas

Pressão			
Poluição	**Alterações morfológicas**	**Alteração do regime hidrológico**	**Biologia e Usos**
Fontes tópicas . Descargas Urbanas - Emissários sem tratamento - Emissários com tratamento - Descarga com tratamento - Descargas com tratamento . Descargas Industriais . Transportes Marítimos . Extração de inertes - Sedimentos - Materiais basálticos . Lixiviados de Aterros Sanitários **Fontes difusas** . Descargas Industriais - Agroalimentares - Construção - Combustíveis - Lixiviados . Agricultura e Floresta . Pecuária	Construção e ampliação de: - Obras de defesas - Marinas - Portos de pesca e Comercias - Estruturas de defesa (esporões, quebra-mares, obras de defesa aderente) - Dragagens	Alteração da dinâmica costeira: - Obras de defesa aderente - Esporões - Quebra-mares	. Exploração de recursos: - Pesca - Aquacultura . Mudanças na biodiversidade: - Introdução de espécies - Introdução de doenças . Recreio Praias Piscinas naturais

3.4.1.2.3 | Poluição Tópica

As fontes de poluição tópicas 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 ETAR. Também as linhas de água que transportam efluentes urbanos, industriais e agrícolas podem ser consideradas como fontes de poluição tópica para as massas de água costeiras.

Com base nos vários documentos consultados, disponibilizados pela DRAOT, identificaram-se as seguintes pressões:

- Efluentes Urbanos;
- Efluentes Industriais;
- Aterros Sanitários;

- Extração de Inertes;
- Transportes Marítimos.

3.4.1.2.3.1 | Efluentes urbanos – Pontos de descarga

Acompanhando o desenvolvimento económico que se tem verificado na Região, a implementação de infraestruturas de saneamento básico associadas às águas residuais têm registado alguns progressos, embora ainda não se tenha atingido uma situação satisfatória e uniforme em todas as ilhas (PROTA, 2007).

Segundo as normas comunitárias (Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio, transposta para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de junho) todos os municípios com mais de 15 000 habitantes deveriam tratar as suas águas residuais até ao ano 2000 enquanto aqueles cuja população se situa entre os 2000 e 15000 habitantes poderiam ver este prazo prorrogado até 2005. Nos Açores esta situação está longe da realidade (PRA, 2001).

Contudo, os atuais sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais na ilha do Faial não configuram ainda uma situação satisfatória, sendo ainda os níveis de atendimento baixos, considerando o descrito no ponto 2.8.2. A maioria da população encontra-se ligada a FSI, sendo que o serviço público de saneamento de águas residuais da Horta é formado apenas por um sistema constituído por 5 FSC, e concentradas na cidade da Horta (conforme descrito no ponto 2.8.2). Nestes termos, conclui-se que cerca de 90% da população do Faial recorre a FSI para a drenagem de águas residuais (POOC-Faial 2009).

Deste modo, apenas uma reduzida percentagem da população apresenta tratamento de águas residuais, e em que o tratamento é, por vezes, insuficiente face ao tipo de meio recetor, introduzindo cargas no meio recetor, neste caso particular as águas costeiras.

As descargas têm origem essencialmente associada aos usos domésticos e a estabelecimentos de comércio e serviços. Por outro lado, as atividades agropecuárias não se encontram, por norma, ligadas aos sistemas públicos de saneamento (contabilizados na categoria “Outros”).

De facto, 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 (REOT, 2003).

Analisando espacialmente a população e as infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais (Figura 3.4.10), observa-se que os infrastruturas existentes na ilha do Faial localizam-se na cidade da Horta, não existindo pontos de descarga direta para as massas de água costeiras.

Contudo, nas restantes zonas urbanas distribuídas pela ilha do Faial, as descargas de efluentes urbanos são efetuadas diretamente no meio hídrico ou no solo, sem qualquer tipo de tratamento ou sujeitas a tratamento inadequado, constituem um risco potencial para a qualidade dos recursos hídricos regionais (PROTA, 2007), nomeadamente na qualidade das águas costeiras.

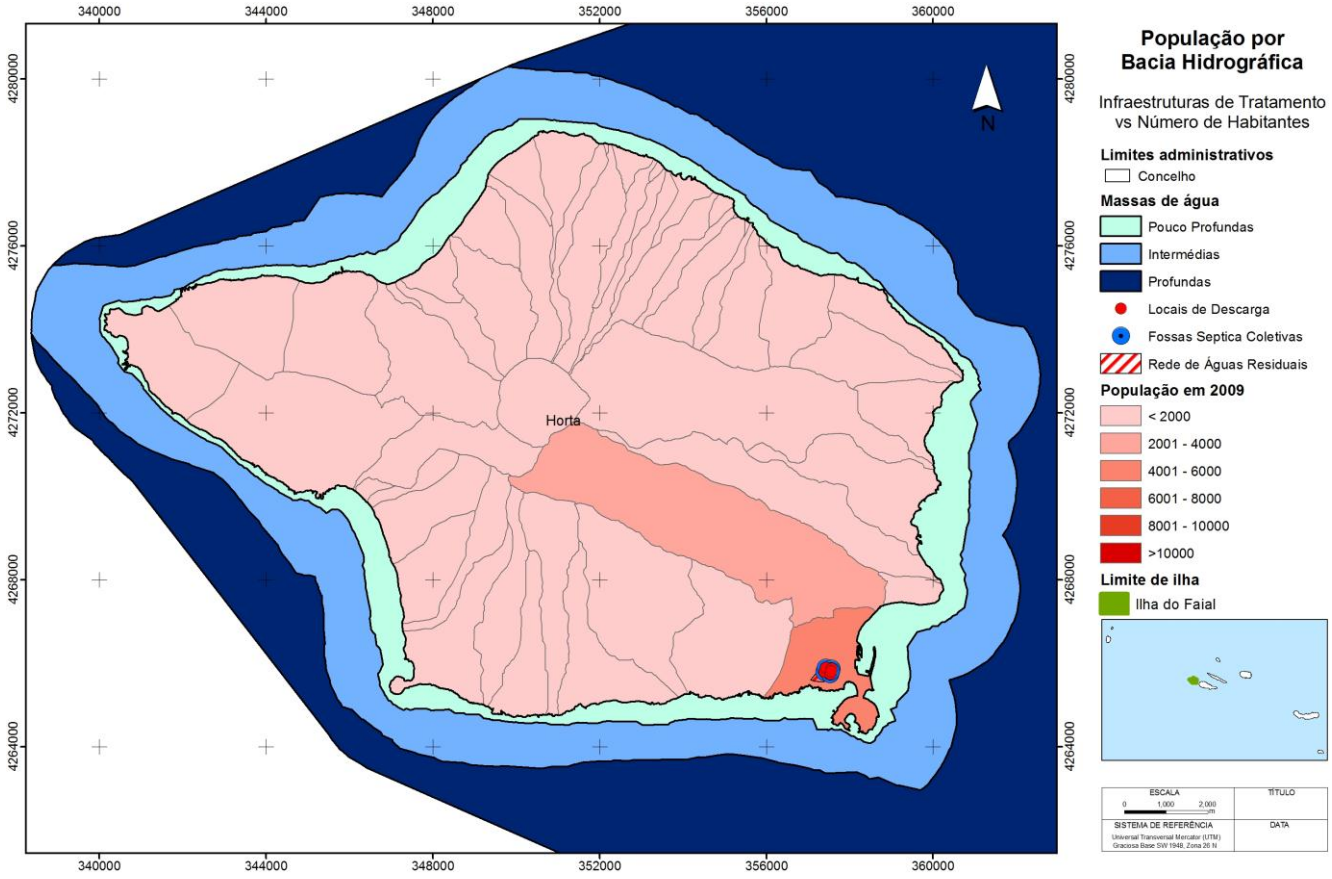


Figura 3.4.10 | Análise espacial população vs infrastruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais.

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).

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

O setor industrial que contribui mais significativamente para a geração de cargas poluentes na Região é a indústria agropecuária nomeadamente as indústrias de lacticínios (responsável por cerca de 88% do total das cargas geradas), os matadouros, as unidades de preparação e conservação de carne, a indústria transformadora da pesca e conservas e a indústria cervejeira e de refrigerantes. No caso particular do Faial há a destacar:

- Todas as cooperativas de lacticínios;
- Fábrica de lacticínios Martins & Rebelo;
- Lafal – Lacticínios do Faial;

- Todas as explorações agro – pecuárias;
- Matadouro da Horta;
- Copefa – Conservas do Faial.

De acordo com os estudos de base do POOC Faial, 2009, no que respeita às fontes de poluição tópica industrial, destaca-se a Fábrica da Cofaco instalada no Pasteleiro, freguesia das Angustias. Esta unidade fabril de transformação de pescado (conservas de atum) encontra-se localizada junto à entrada da baía de Porto Pim, estando inserida no tecido urbano periférico à cidade da Horta. Os impactes mais significativos colocam-se ao nível da libertação de odores desagradáveis e resultantes do lançamento de efluentes para o mar (Figura 3.4.11) (POOC Faial, 2009).

Fonte: Equipa Técnica. (a) Vista da Fábrica da Cofaco; (b) Pormenor do esgoto.

Figura 3.4.11 | a) Vista da Fabrica da Cofago; b) Pormenor do esgoto.

A construção desta unidade remonta a 1956, tendo sido ampliada em 1990. Segundo o "Estudo sobre Tratamento de Águas Residuais das Unidades Industriais destinadas à transformação de Pescado e Fabrico de Conservas de Peixe (SRAM/CESUR, 2006), os sistemas de tratamento de águas residuais, preconizados e construídos aquando da ampliação da fábrica, não estão em funcionamento (POOC Faial, 2009).

As análises realizadas aos caudais descarregados para o mar revelaram que o efluente apresentava concentrações, para os diversos parâmetros analisados, superiores aos valores limites de emissão estipulados pelo Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto (Quadros 3.4.12 e 3.4.13), que estabelece normas, critérios e objetivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos (POOC Faial, 2009).

Quadro 3.4.12 | Valores limite de emissão

Parâmetros	Valor limite de emissão (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto) ETAR municipal
CQO (mg L^{-1})	150
CBO5 (mg L^{-1})	40
SST (mg L^{-1})	60
Óleos e gorduras (mg L^{-1})	15

Fonte: Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto

Quadro 3.4.13 | Resultados das análises laboratoriais aos efluentes residuais da Fabrica da Cofago - Faial

Parâmetros	Data: 21-03-2006	Data: 29-03-2006
CQO (mg L^{-1})	270	2 700
CBO5 (mg L^{-1})	140	830
SST (mg L^{-1})	120	680
Óleos e gorduras (mg L^{-1})	18	140

Fonte: SRA/CESUR

O estudo em apreço preconiza a construção de uma ETARI com pré-tratamento, tratamento primário e tratamento secundário para que o efluente descarregado para o mar cumpra os critérios estipulados na legislação em vigor, estimando que seja necessário um investimento de 564 000€ (POOC Faial, 2009).

3.4.1.2.3.3 | Instalações com Regime de Prevenção e Controlo Integrado de Poluição (PCIP)

Não existem instalações abrangidas pelo Diploma PCIP na ilha do Faial

3.4.1.2.3.4 | Resíduos

Na ilha do Faial os resíduos recolhidos são depositados num vazadouro controlado (lixeira municipal), localizado na Fajã da Praia do Norte (Figura 3.4.12). Apesar de vedado e de dispor de áreas específicas para a deposição ordenada dos diferentes tipos de resíduos, o funcionamento desta infraestrutura é manifestamente precário e insuficiente, não cumprindo os requisitos necessários para a designação de aterro sanitário (POOC Faial, 2009).

Fonte: Estudos POOC Faial (2009)

Figura 3.4.12 | Vista geral do vazadouro controlado municipal (Fajã da Praia do Norte).

De acordo com os estudos de base do POOC Faial, a CMH pretende lançar o concurso para a sua construção no decorrer de 2011. O projeto prevê a implementação e a construção de uma nova célula de deposição de resíduos sólidos, uma unidade de compostagem, uma unidade de tratamento de águas lixiviantes, entre outras.

Por sua vez, a CMH inaugurou em 2006 a Estação de Triagem e Enfardamento de Embalagens da Horta, localizada na zona industrial de Santa Bárbara.

3.4.1.2.3.5 | Indústria extrativa

No que compete à indústria extrativa na ilha do Faial (exploração de massas minerais), encontram-se identificadas na área de intervenção do POOC 9 pedreiras não licenciadas. Com exceção da pedreira do Aterro Municipal, situada a poente da Fajã (freguesia da Praia do Norte), com dimensões significativas (25,5ha) e uma central de britagem, 8 estão há muito abandonadas (estudos de base do POOC Faial, 2009).

Estas pedreiras poderão ter impactes significativos nas massas de água costeiras devido à sua proximidade à faixa litoral, à sua exploração ilegal, e ao facto de se tornarem locais de abandono de resíduos e depósito de sucata.

Quatro das nove unidades de extração estão localizadas em espaços protegidos, nomeadamente em território da Rede Natura 2000 e do PNI do Faial. Apenas a pedreira do Aterro Municipal está reconhecida no PDM da Horta.

Na figura 3.4.13, apresentam-se os locais cadastrados pela SRAM, com o fim de exploração de inertes, verifica-se que o maior número das explorações se localiza nas bacias hidrográficas a noroeste da ilha. De assinalar, no caso específico da extração de areias na ilha do Faial, que as áreas licenciadas de maior dimensão localizam-se a oeste da linha de costa da ilha do Faial.

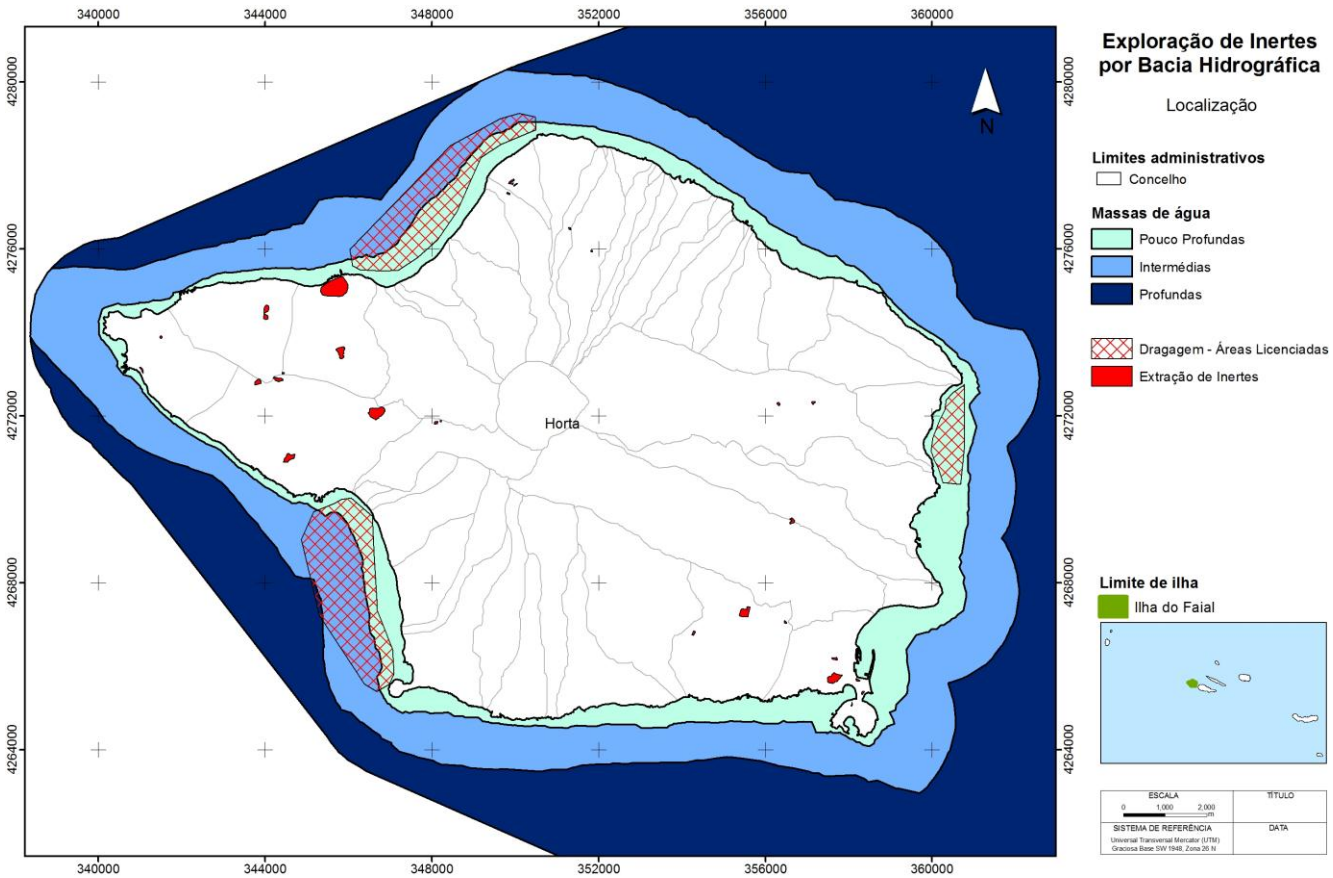


Figura 3.4.13 | Localização das explorações de inertes cadastradas e áreas de dragagem licenciadas.

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 Faial, existindo no ano 2009, 6 estabelecimentos hoteleiros. No que refere ao número de dormidas e hóspedes verifica-se que, de acordo com os dados do INE, o número de dormidas e hóspedes regista um ligeiro decréscimo, acompanhando a tendência verificada na Região.

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;
- ZPE;
- 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 Faial 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 entando esta pressão não é considerada significativa na ilha do Faial.

3.4.1.2.3.8 | 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 acidental, 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 acidental 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 São 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 São 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 acidental de recursos hídricos observa-se que a situação mais perigosa e de maior risco se deve a descargas acidentais de hidrocarbonetos junto à orla costeira, ou no porto, com navios de transporte de hidrocarbonetos. A situação descrita poderá ter diferentes magnitudes, marcadamente catastróficas, acidentais ou incidentais. No ano 2000, foram descarregados acidentalmente na orla costeira cerca de 160 m^3 de hidrocarbonetos (SRA, 2001).

O armazenamento de hidrocarbonetos faz-se em todas as ilhas dos Açores e estes armazéns de hidrocarbonetos são na sua grande maioria localizados em zonas litorais, o que para além do risco inerente às operações de carga/descarga dos hidrocarbonetos, existe a agravante da sua localização.

No Quadro 3.4.14 apresentam-se as instalações de armazenagem de combustíveis, mais importantes na ilha do Faial, e os volumes das substâncias armazenadas.

Quadro 3.4.14 | Instalações de armazenagem de combustíveis

Ilha	Empresa	Localização	Substâncias armazenadas	Volume por tanque (m^3)
Faial	SAAGA	Monte das Moças, Horta	Butano	3x250
	Petrogal	Monte queimado Horta	Gasóleo	2x1000
			Gasolina	400; 2x200
			JP1	2x50
			Petróleo	50

Na contaminação acidental de recursos hídricos, observa-se que, a situação mais perigosa e de maior risco deve-se a descargas acidentais de hidrocarbonetos junto à orla costeira, ou no porto, com navios de transporte de hidrocarbonetos. A situação descrita poderá ter diferentes magnitudes, marcadamente catastróficas, acidentais ou incidentais. No ano 2000, foram descarregados acidentalmente na orla costeira cerca de 160m^3 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

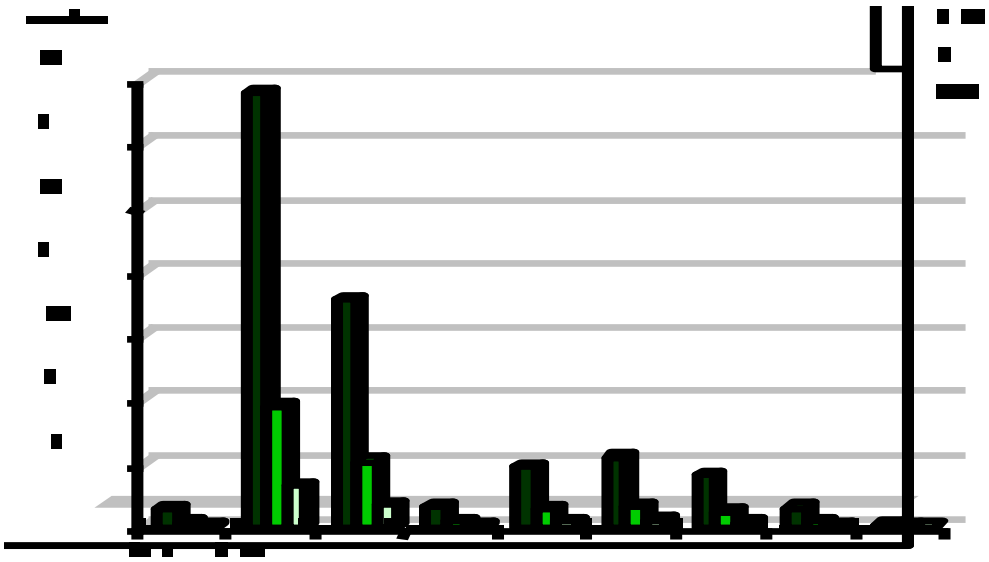
A poluição difusa é caracterizada por ocorrer sobre áreas extensas, transportada por escorrimento superficial ou dispersão aérea, entrando no meio recetor de forma difusa e intermitente. Pode ser considerada uma das principais causas de degradação ambiental na Região, constituindo a atividade agropecuária, 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, subterrar 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). A distribuição da ocupação do solo é reveladora da representatividade das pastagens no conjunto da superfície das ilhas, em especial nos terrenos de baixa e de média altitude. Os compostos orgânicos e os fertilizantes são arrastados pelas escorrências, chegando aos ambientes aquáticos através dos cursos de água, das estradas e das redes de águas pluviais conduzindo à contaminação física e microbiológicas das massas de água. 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 (POOC-Faial, 2009).

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 3.4.8 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 uma expressividade pouco significativa das cargas poluentes geradas pela atividade pecuária na ilha do Faial.

As cargas decorrentes da aplicação de fertilizantes devem também ser consideradas. Os fertilizantes, aplicados em excesso relativamente à capacidade de absorção das plantas e do solo, muitas vezes em épocas do ano não aconselhadas, constituem um risco de contaminação dos recursos hídricos, atingindo inevitavelmente as zonas costeiras. Segundo o PRA (2001), é também na ilha da Terceira que se verificam as maiores pressões decorrentes da utilização de fertilizantes azotados, destacando-se ainda a primeira quanto ao uso de fertilizantes fosfatados.

Dada a grande importância que a poluição difusa tem, pela presença vincada de grandes áreas de pastagem em quase todas as ilhas, potenciadoras de impactes negativos que se fazem sentir nas ribeiras e lagoas, torna-se imprescindível referir a eutrofização. Embora possa ocorrer em zonas costeiras, o forte hidrodinamismo marinho reduz significativamente a sua ocorrência. Contudo, em zonas abrigadas, a probabilidade de eutrofização torna-se maior.

No que se refere às águas superficiais, o principal tipo de poluição detetado é de origem biológica. Este tipo de contaminação na Região está normalmente associado à acumulação de grandes quantidades de dejetos animais nas zonas de pastagem (que são posteriormente lixiviados para os cursos de água pelo escoamento superficial), à deposição direta de excrementos durante a travessia dos leitos por parte dos animais e a bacias de linhas de água que são utilizadas como bebedouro ou local de ordenha. Em termos de quantificação de cargas de origem animal geradas na Região, as estimativas disponíveis apontam para valores de cerca de $71{,}1\times10^3$ t·ano-1 CBO5, $20{,}5\times10^3$ t·ano-1 N e $7{,}1\times10^3$ t·ano-1 P2O5 [1] (PROTA, 2008).

Quadro 3.4.15 | Cargas de origem biológica na ilha do Faial

Agricultura + florestal (ton/ano)		Carga Pecuária (Ton/ano)				
Ntotal	Ptotal	CBO5	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
16,0	1,3	1 815,7	2 069,6	22 227,0	1 286,3	430,9
Agricultura + florestal (kg/dia km^2)		**Carga Pecuária (kg/dia km^2)**				
Ntotal	Ptotal	CBO_5	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
0,3	0,02	28,7	32,8	351,9	20,4	6,8

A Figura 3.4.14 apresenta a espacialização das cargas de origem biológica associadas à pressão difusa para a ilha do Faial, relativas ao Azoto Total (agricultura, floresta, pecuária, doméstica, industrial).

Analisando a Figura 3.4.14, verifica-se que, de acordo com as cargas de azoto total, estabelecidos de acordo com Borja *et al.,* 2005, a contribuição das bacias hidrográficas não ultrapassa o limiar dos 100kg N/dia km^2. Analisando em termos de carga de Ntotal média, verifica-se que a carga produzida é de cerca de 21,5kg N/dia km^2 e de cerca de 46,6kg N/dia km de linha de costa.

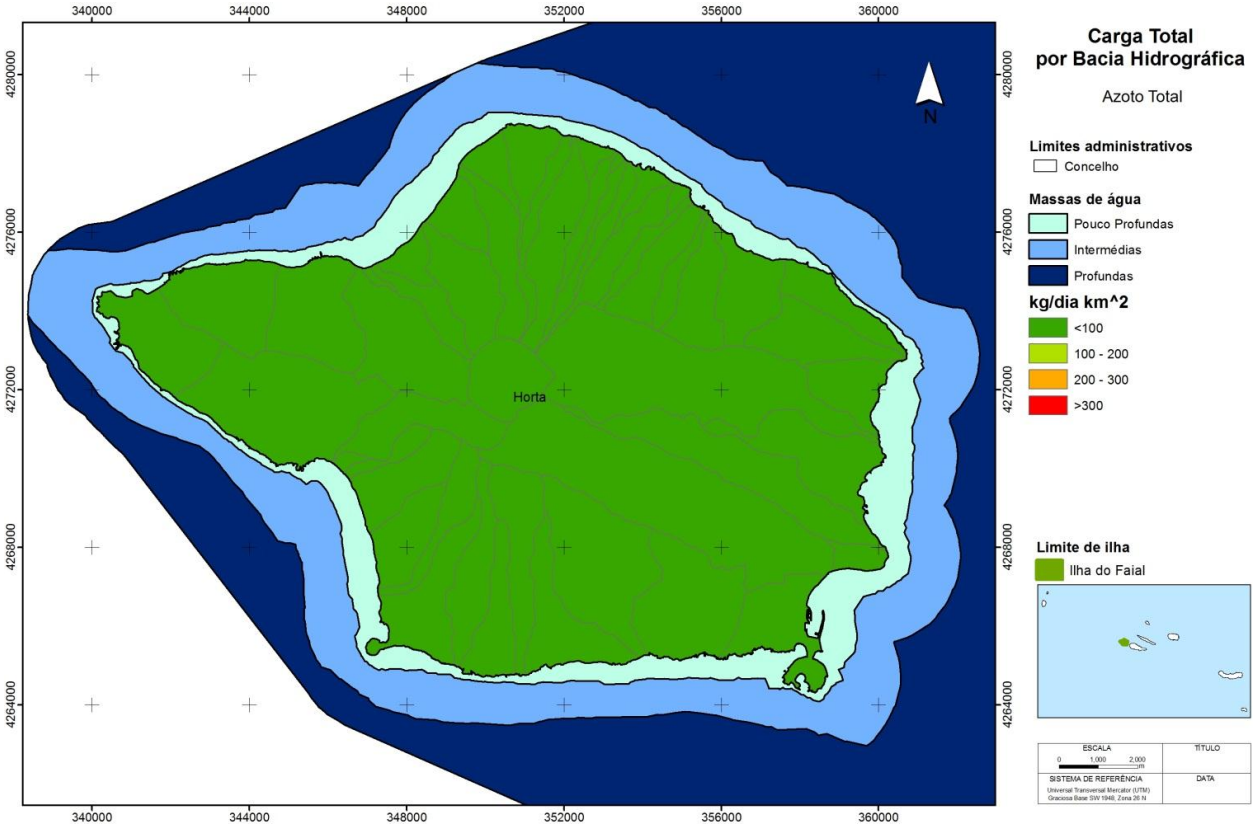


Figura 3.4.15 | Cargas de origem biológica para a ilha do Faial – Azoto total.

Considerando apenas o escoamento superficial de acordo com o balanço hidrológico, cerca de 30% do escoamento superficial total, como meio de transporte da carga poluente para as linhas de água, verifica-se que em todas as bacias hidrográficas as cargas poluentes de N total apresentam valores ainda mais reduzidos. Em termos de carga de Ntotal média, obtêm-se valores de cerca de 6,5kg N/dia km^2 e 14,0kg N/dia km.

No entanto, analisando a distribuição das cargas por bacia, apesar de não ultrapassa o limiar dos 100kg N/dia km^2, verifica-se que as que contribuem com uma carga mais significativa encontram-se nos extremos a Norte e a Sul da região central da ilha do Faial (Figura 3.4.16).

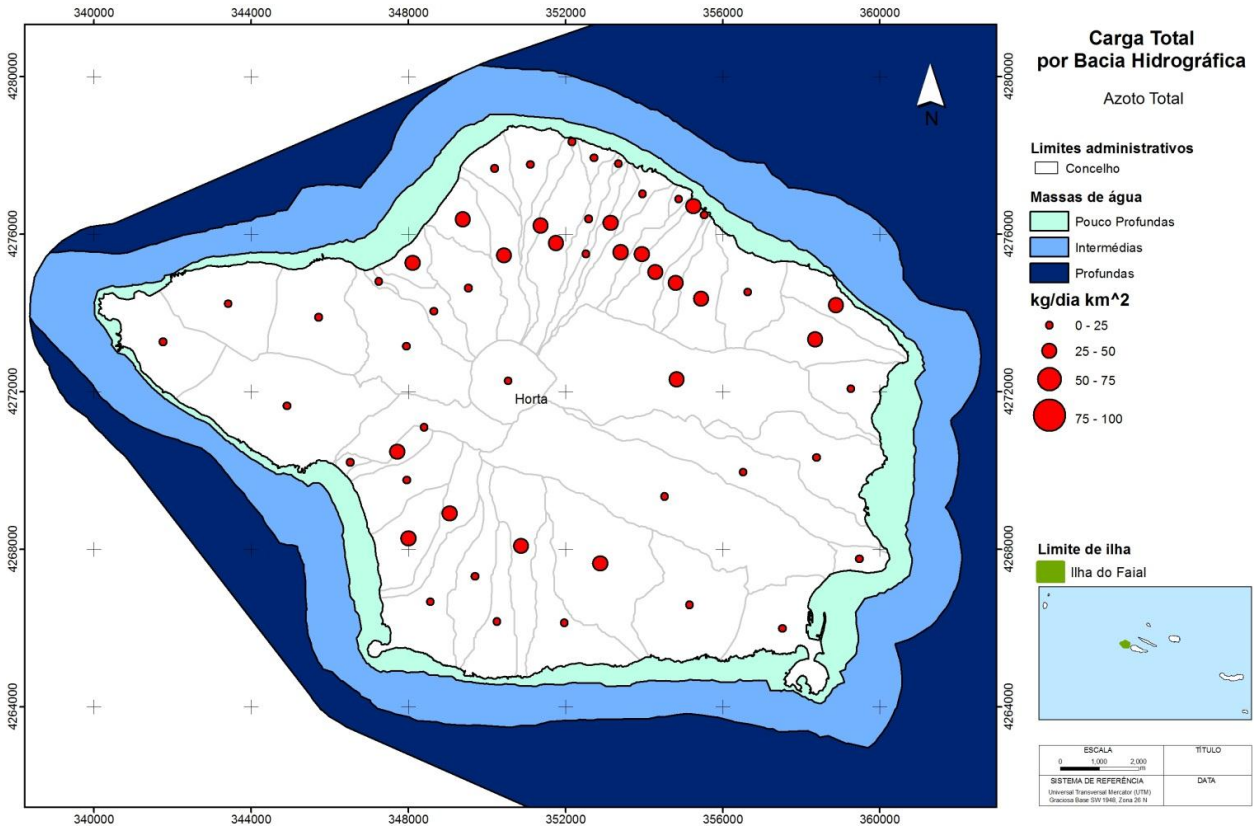


Figura 3.4.16 | Contribuição de cargas de origem biológica por bacia hidrográgica para a ilha do Faial – Azoto total.

3.4.1.2.4.2 | Outras pressões (escorrências 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 à 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 escorrências 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 (obras aderentes e esporões); piscinas em ZB; e infraestruturas portuárias.

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.

Em torno da ilha do Faial as áreas autorizadas para a dragagem de areia encontram-se localizadas entre o Varadouro e a Ponta de Castelo Branco, entre a Ponta dos Cedros e a Baia da Areia da Quinta e entre a Baía do Negrito e a Ribeirinha. No período 2007-2008 estavam licenciadas quatro empresas, tendo como obrigação contratual, ao abrigo das respetivas licenças, abastecer também as ilhas de São Jorge e Pico. Como se pode constatar, o volume total autorizado atinge os 20 000m^3 para as quatro empresas com titularidade para operar na ilha do Faial, repartidos em 5000m^3 para cada uma delas.

Contudo, o volume de areia extraído corresponde, sensivelmente, a metade do autorizado, situando-se nos 8 847m^3 em 2007-2008, valor inferior ao registado no período 2006-2007 (12 955m^3). Recentemente, a empresa Manuel Machado foi autorizada a extrair 1 500m^3 de areia na Ribeirinha. A fotografia apresentada na Figura 3.4.10 identifica uma operação de dragagem de areia na costa virada a nascente (Ribeirinha), obtida em 14 de julho de 2009.

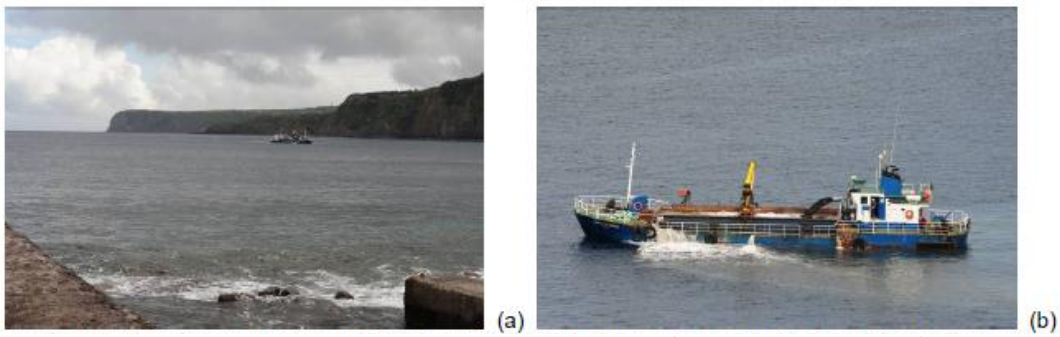


Figura 3.4.17 | Extração de areias na costa da ilha do Faial: a) imagem relativa à extração de areia, junto à costa na zona da Ribeirinha; b) pormenor da operação.

No Quadro 3.4.16 apresentam-se os volumes totais das licenças, atribuídas a empresas de dragagem da Região.

Quadro 3.4.16 | Volumes licenciados na RAA (m^3/ano)

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2009
Terceira	20 000 [1]	60 000 [2]	30 000 [1]	30 000 [1]	30 000 [1]	30 000 [1]	97 500
Pico	-	75 000 [3]	7 500 [3]	7 500 [3]	-	-	28 000
Graciosa	-	2 500 [1]	2 500 [1]	4 000 [2]	-	-	6 900
Flores/Corvo	-	-	-	1 600 [1]	-	-	5 250
São Jorge	-	-	-	-	-	-	10 500
Faial	-	-	-	-	-	-	20 000

Nota: [1]Volume licenciado para a única empresa; [2]Volume licenciado a um total de duas empresas; [3]Volume licenciado a um total de três empresas.
Fonte: SRAM

As dragagens dentro dos portos levantam questões específicas devido à probabilidade de contaminação da água por ressuspensão de sedimentos contaminados. Embora não existam dados sobre a qualidade ou grau de contaminação dos sedimentos dos Açores, dentro e fora dos portos, é provável que nestes os sedimentos se encontrem mais contaminados.

Torna-se desta forma 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 3.4.18 estão localizadas as obras de defesa costeira, maioritariamente na zona costeira envolvente à cidade da Horta, contribuindo decisivamente para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal. Analisando a Figura 3.4.10, 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 sede de concelho do Faial.

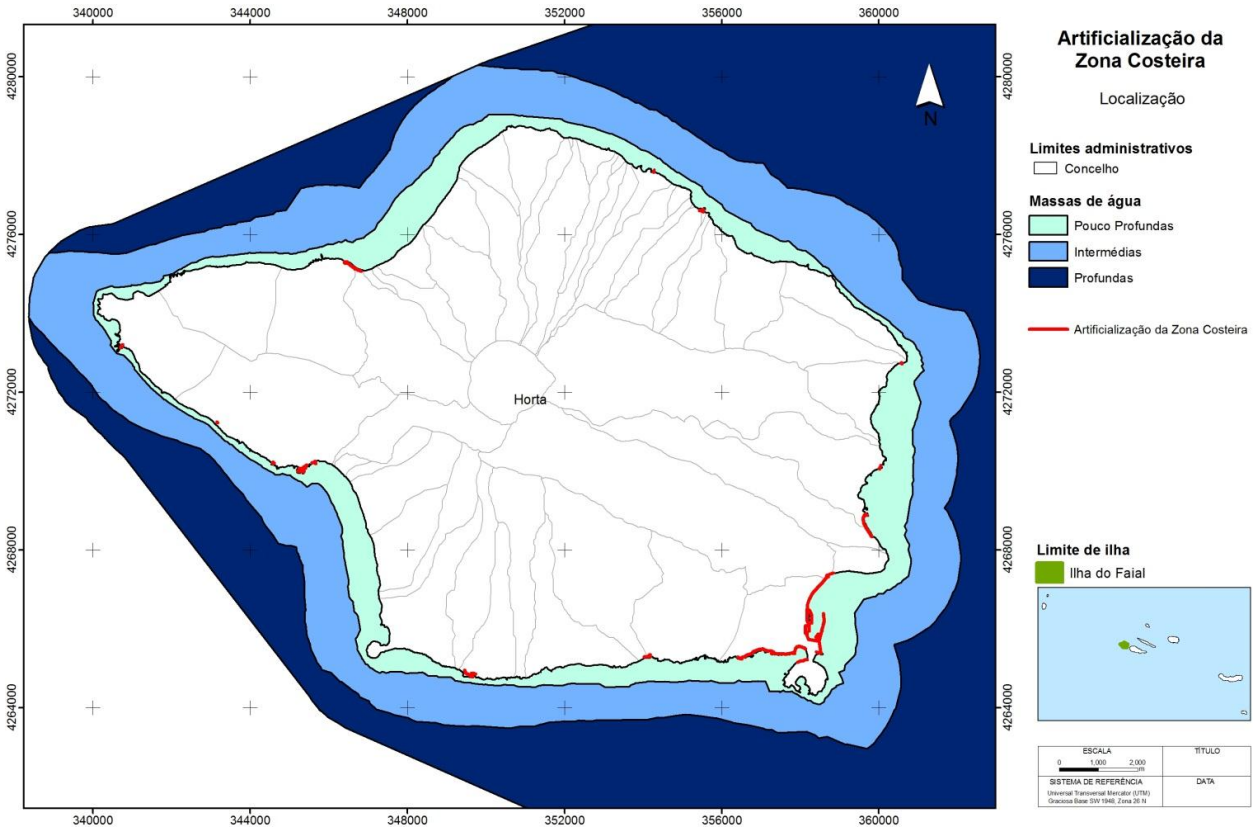


Figura 3.4.18 | Localização das obras de defesa costeira e portuária que contribuem para a artificialização da zona costeira.

Na ilha do Faial são de assinalar as seguintes obras:

- Proteção costeira do Castelo de São Sebastião, orla marítima do Pasteleiro;
- Construção de muro de proteção contíguo ao cone de escórias da praia de Porto Pim;
- Proteção marítima do acesso à fábrica Velha da Baleia – Porto;
- A frente marítima da cidade da Horta está protegida com um muro longitudinal em alvenaria de pedra, com defletor da energia das ondas. Nos extremos, esta obra está confinada por estruturas do porto da Horta – Horta;
- A Norte da cidade da Horta decorre a execução da obra de expansão do porto e a Sul, o muro e o quebramar destacado rematam com a marina do porto. Nesta frente marítima, decorrem trabalhos de dragagens relacionados com as obras de expansão do porto – Horta;
- Muro da frente marítima da Cidade da Horta protegido por um quebramar destacado (afastado cerca de 1,5 m do muro) executado em enrocamento de pedra;
- A área de Porto Pim apresenta muros de retenção marginal em alvenaria de pedra. A frente urbana é caracterizada por arruamentos estreitos marginados por um muro atingido pelas águas calmas da baía – Porto Pim;
- No Monte da Guia, a praia é acessível por rampa, protegida por enrocamento em pedra- Monte da Guia;
- A estrada marginal ao portinho do Alcaide é sustentada por um muro de retenção em alvenaria de pedra, com rochas e pedras naturais a proteger a base – Alcaide;
- Na frente do edifício das termas desativadas, a estrada é marginal ao mar, protegida por muro em alvenaria de pedra, com rocha natural na base – Varadouro;
- Na Fajã, entre a praia e o portinho, existe um muro em alvenaria de pedra - Fajã;
- A praia é limitada por um muro em alvenaria de pedra ao longo da marginal – Praia da Conceição.

Infraestruturas portuárias

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 3.4.11, verifica-se que as grandes obras portuárias se localizam na cidade da Horta, onde está localizado um quebramar de grandes dimensões com cerca de 850 comprimento.

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 Faial estão classificados: os portos da Horta na classe A; Varadouro e Castelo Branco na classe D e classificado como "portinho" as restantes infraestruturas.

No Quadro 3.4.17 encontram-se listados os portos (3) e portinhos (14) e marinas (1) da ilha e a respetiva classificação dos portos.

Quadro 3.4.17 | Listagem de portos, portinhos e marinas da ilha do Faial

Portos		Portinhos	Marinas
Nome	Classe		
Varadouro	D	Comprido	Horta
Castelo Branco	D	Capelo	
Horta	A	Lapa	
		Feteira	
		Alcaide	
		Porto Pim	
		Praia Almoxarife	
		Pedro Miguel	
		Redonda	
		Ribeirinha	
		Salão	
		Eira	
		Praia Norte	

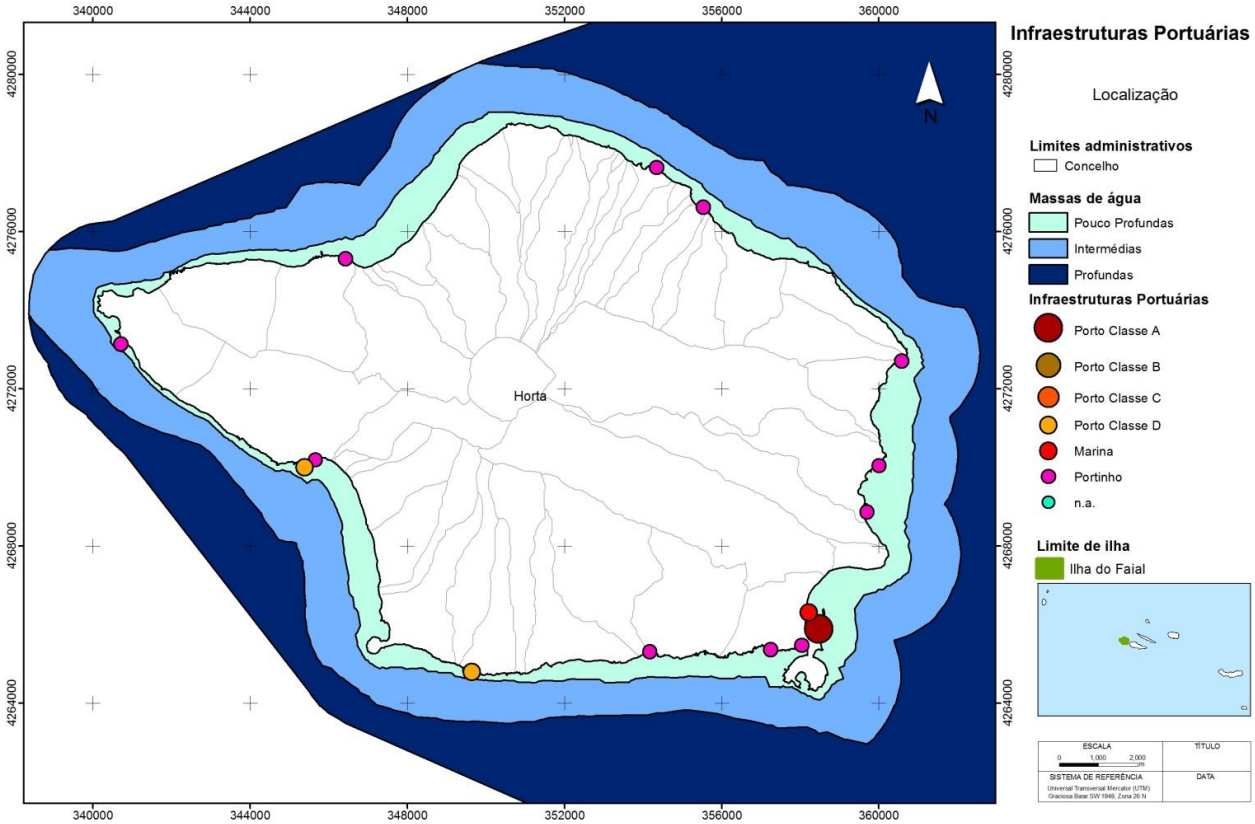


Figura 3.4.19 | Localização das infraestruturas portuárias.

Analisando a Figura 3.4.19, verifica-se que as infraestruturas portuárias com maior impacte estão associadas a núcleos urbanos, incrementando a pressão sobre as massas de água costeiras, sendo necessária uma atenção redobrada.

O início da construção do porto da Horta data de 1890. Atualmente é constituído por um quebramar exterior com cerca de 850m de extensão, acostável em parte do seu intradorso, constituindo 3 cais distintos, destinados à marinha de comércio:

- Cais Alfa, com 160m de extensão e fundos à cota -7,5m (ZH);
- Cais Beta Norte, com 150m de extensão e fundos à cota -6,0m (ZH);
- Cais Beta Sul, com 120m de extensão e fundos à cota -4,5/-5,5m (ZH).

Este molhe foi construído com um prisma de enrocamento na base e cantaria em blocos de alvenaria hidráulica. Entre 1995 e 1999 sofreu as obras de reabilitação e reforço mais recentes e, atualmente, é constituído por blocos de betão, com manto regularizado e tetrapodos de 25 toneladas. Na cabeça do molhe, com fundos à cota -17m (ZH), o manto resistente é constituído por cubos Antifer de 40 toneladas. O coroamento do quebramar está à cota +3,1m (ZH).

Na zona Sul do porto desenvolve-se o setor das pescas, com um cais com cerca de 350 metros e fundos à cota -4,0m (ZH). A Oeste, com cerca de 100m de extensão e fundos à cota -4,0m (ZH), localiza-se o cais reservado para o tráfego de passageiros interilhas.

No interior do porto localiza-se ainda uma marina, com capacidade para 220 embarcações, dividida em duas bacias (bacia Sul e bacia Norte). A estrutura que confere proteção à marina é um cais de acostagem em blocos pré-fabricados de betão, protegido por enrocamento no lado mais exposto. A marina tem capacidade para receber navios até 60m de comprimento e 4,5m de calado máximo.

Os fundos do porto são em areia, com alguns afloramentos rochosos. Não há variação significativa da morfologia dos fundos, pelo que a atividade de dragagens não é frequente.

Na zona mais a Sul, o porto possui ainda um parque de contentores, com uma área de terrapleno de cerca de 14000m^2.

Em termos de equipamentos, o porto possui:

- Diversos empilhadores, com capacidades que variam desde 2,5 toneladas até 45 toneladas;
- Quindastes com capacidade para 50 toneladas e para 18 toneladas;
- Uma grua automóvel;
- Um rebocador com capacidade de tração, a ponto fixo, de 30 toneladas.

Na sequência da introdução das ligações marítimas de passageiros entre todas as ilhas dos Açores por navios ferries e do constante aumento das escalas de navios de cruzeiro, tornou-se necessário melhorar as condições de operacionalidade e de ordenamento do atual porto da Horta.

Deste modo, decorrem obras de construção de uma nova bacia portuária, situada na parte Norte da baía, junto à foz da ribeira da Conceição, para satisfazer prioritariamente o tráfego de passageiros interilhas. Estas obras englobam:

- Molhe-cais de proteção das novas instalações portuárias, sensivelmente paralelo à marginal da cidade, com cerca de 390m de comprimento, dispondo de um cais acostável, no lado interior, com um comprimento útil de 300 metros, destinado às operações de ferries interilhas e também de navios de cruzeiros até 6 metros de calado. Este molhe ficará implantado em fundos de natureza sedimentar, compreendidos entre os -7,0m (ZH) e os -10,5m (ZH). O perfil transversal será constituído por enrocamento de dimensão variável no núcleo e mantos interiores e por tetrapodos de 10m^3 no talude exterior. No coroamento, apresentará um muro-cortina em betão armado, com uma plataforma de 6,5m de largura à cota +7,0m (ZH) e com uma galeria no lado interior, para abrigo dos passageiros. O lado interior do quebramar apresentará o cais acostável, constituído por blocos de betão simples, pré-fabricados, fundados à cota -6,5m (ZH). A plataforma do cais será de 18 metros de largura;

- Ponte-cais acostável pelos dois lados, com um comprimento de 90 metros, 10 metros de largura e fundos à cota -5m (ZH), para servir as embarcações de passageiros do Triângulo. Esta obra enraizará na retenção Sul e a orientação é paralela ao molhe-cais. A estrutura será constituída por pilares de aduelas pré-fabricadas, ligados por tabuleiro formado por duas vigas longitudinais e lajes pré-fabricadas;

- Terrapleno com uma área de cerca de 20 000m^2, para instalações de apoio ao terminal. Esta área fará a ligação entre a marginal e o molhe-cais, sendo executadas retenções marginais em enrocamento com dimensões selecionadas, a Norte e a Sul, para delimitação do terrapleno. Na retenção Norte, na extremidade adjacente à foz da ribeira, será ainda construído um muro de suporte em betão armado, para suporte de uma escada de acesso à marginal. De modo a assegurar a abertura da foz da ribeira, será construído um esporão com 180 metros de comprimento, enraizado no lado Norte da foz, com enrocamento em pedra e tetrapodos de 4m^3 na zona mais exposta à agitação;

- Bacia de manobras e acostagem, com fundos de serviço mínimos de -6,0m (ZH), compreendendo um círculo de rotação de 200m de raio e uma área adjacente ao cais com 130 metros de largura. Estimam-se cerca de 40 000m^3 de materiais a dragar.

Porto Pim – Portinho

Este portinho situa-se na zona antiga da cidade da Horta. A envolvente tem muros em alvenaria de pedra, que sustentam a estrada marginal e uma frente edificada. Os muros são atingidos pelas águas calmas da baía. O portinho dispõe de uma rampa em alvenaria de pedra, junto à porta da muralha. Em termos funcionais é uma infraestrutura pouco utilizado por embarcações miúdas para varar, tratando-se de uma zona geralmente frequentada por banhistas.

Alcaide – Portinho

O portinho está protegido por uma estrutura de betão sobre rocha, com cerca de 20 m de extensão e com a frente algo degradada. Trata-se de uma infraestrutura pouco utilizada para varar embarcações miúdas, sendo usado para acesso de praticantes de caça submarina e de pesca lúdica de pedra.

Nesta zona desagua um esgoto da fábrica da Cofaco, o que constitui um aspeto ambientalmente crítico a considerar.

Feteira – Portinho

O portinho da Feteira é utilizado por embarcações miúdas para varar, sendo também usado por banhistas e para pesca lúdica de pedra.

No lado W do portinho existe um quebramar com cerca de 50m de comprimento, com cubos Antifer na cabeça (com data de 1987) e enrocamento no corpo e enraizamento. Esta infraestrutura dispõe de uma rampa com aproximadamente 30m de largura e lugar para estacionamento. O espaço dispõe de um guincho elétrico que, segundo informações recolhidas no local, os utilizadores do portinho pretendem montar proximamente.

O cais é em betão (cerca de 3m de largura), protegido com enrocamento no extradorso, apresentando-se em bom estado de conservação, dispondo de 3 cabeços de amarração e 2 escadas de marinheiro para acesso à água e às embarcações. Segundo um dos utilizadores locais, este porto é o de mais difícil acesso, devido às condições de agitação marítima.

Do lado Este do portinho, localiza-se uma pequena baía, com pedra e afloramentos rochosos naturais.

Castelo Branco – Classe D

O Porto de Castelo Branco localiza-se nas proximidades do Aeroporto da Horta. Os acessos a esta infraestrutura e à ZB adjacente estão a ser melhorados e englobam também uma série de infraestruturas, nomeadamente um parque de campismo e um parque infantil.

Trata-se de um porto utilizado por embarcações de pesca profissional, de recreio, miúdas e cabinadas de pequeno porte, sendo também fruído por banhistas e para a pesca lúdica de pedra.

O acesso ao cais faz-se por uma rampa com cerca de 10 m de largura, existindo do lado Este da infraestrutura uma outra rampa para varar barcos. O cais possui uma grua para varar embarcações e 4 cabeços de amarração. O final da rampa de acesso permite estacionamento e zona para os barcos.

A proteção da agitação é salvaguardada por um muro defletor em betão armado, com rocha natural no extradorso, que resulta de uma intervenção recente, apresentando-se em bom estado de conservação.

Por último, importa referir que as casas de aprestos localizadas nas proximidades do porto foram paulatinamente transformadas em moradias de veraneio.

Varadouro – Rampa de Varagem

Esta zona de costa estende-se desde um pequeno portinho (rampa de varagem) até ao porto de classe D e a uma zona de banhos, sendo muito apreciada no passado pela existência de uma unidade termal (atualmente desativada), com qualidades terapêuticas.

As infraestruturas portuárias dispõem-se, assim, entre dois espaços, localizando-se na extremidade mais a Este uma pequena praia de areia grossa, onde existe uma rampa para varar barcos, em betão, com cerca de 10m de largura. Atualmente, esta rampa não é utilizada para apoio à movimentação de embarcações, sendo essencialmente usada por praticantes de caça submarina e na pesca lúdica de pedra.

A supracitada praia não dispõe de vigilância, sendo no entanto utilizada por banhistas e por praticantes de caça submarina.

Varadouro (Porto da Lapa) – Classe D

O Porto do Varadouro é utilizado por embarcações miúdas e cabinadas de pequeno porte de pesca profissional e de recreio, bem como espaço de acolhimento da pesca lúdica de pedra.

O porto foi intervencionado e reabilitado em 2006, possuindo uma rampa de acesso e área de apoio, que inclui estacionamento em betão e um edifício. A infraestrutura é definida por um muro-cais em betão, com cota de coroamento elevada, sendo visível na sua extremidade uma parte em alvenaria de pedra.

Neste cais há uma grua para varar embarcações e 3 cabeços de amarração, existindo duas escadas de acesso à água.

Porto do Comprido (Capelo) – Portinho

O portinho do Comprido regista uma localização remota e longe de habitações, dispondo de uma rampa de acesso a carros e barcos, em alvenaria de pedra, com cerca de 6 m de largura. Junto ao mar, esta rampa divide-se em dois e do lado Norte, ainda existe uma zona abrigada por afloramentos rochosos, com uma escada de marinheiro de acesso ao mar. O extremo final da rampa, do lado Sul, é protegido por pequeno muro em alvenaria de pedra.

O portinho é utilizado para varar embarcações miúdas. Apesar de não ter vigilância, é fruído por banhistas e a sua zona envolvente é muito utilizada para a pesca lúdica de pedra e para a caça submarina.

Praia do Norte (Fajã) – Portinho

Neste espaço destaca-se a praia que, apesar de não ser vigiada, é utilizada por banhistas. Esta praia apresenta algum enrocamento de proteção junto do muro marginal e de estacionamento, contíguo aos acessos.

Por outro lado, existe um portinho que atualmente não é utilizado por embarcações, sendo usado amiudadamente por praticantes da pesca lúdica de pedra e para caça submarina. A enseada em rocha confere uma proteção natural.

A rampa de varagem é em betão e, tal como a rampa de acesso ao portinho, apresenta-se em mau estado, dispondo de cerca de 2m de largura. Ao cimo, antes de se iniciar a rampa, há um parque de estacionamento e acessos em saibro, com uma fonte e um local de merendas para apoio.

Eira – Portinho

O portinho da Eira é utilizado por embarcações miúdas ou de pequeno porte, para embarque ou desembarque de pessoas em boas condições de mar. Este espaço é utilizado por banhistas, praticantes de pesca lúdica de pedra e caça submarina, apesar de não ter vigilância.

Na zona de acesso existe estacionamento, campo de futebol e balneários sendo a partir deste local que o acesso é limitado a peões, através de longa e íngreme escadaria em betão, intervencionada em 2007. A meio da descida está implantada uma zona de apoio a merendas.

O portinho tem uma pequena rampa de acesso à água, escavada na rocha, existindo também uma escada de marinheiro e um ponto com dois cabeços de amarração.

Salão – Portinho

O portinho do Salão é utilizado por embarcações miúdas ou de pequeno porte, para embarque ou desembarque de pessoas em boas condições de mar. Embora não disponha de vigilância, o espaço é utilizado por banhistas, praticantes de pesca lúdica de pedra e caça submarina.

Dispõe de um espaço reservado a estacionamento e um parque infantil. Existe um edifício anteriormente ocupado por um restaurante, em ruína desde o sismo de 9 de julho de 1998. O acesso ao portinho está limitado aos peões e apresenta-se muito degradado desde o sismo. O acesso corresponde a uma parte inicial em rampa, seguido de uma escadaria, com zona central, também em rampa, para movimento das embarcações.

Toda a infraestrutura é de acesso bastante difícil, dispondo de argolas e tocos de madeira que facilitam o manusear das embarcações. Existe também um ponto de apoio com um guincho e um motor. A meio da descida de acesso há uma zona coberta e um largo que permite o arrumo das embarcações. A rampa do portinho tem apoios para facilitar a movimentação dos barcos.

Ribeirinha – Portinho

O portinho da Ribeirinha dispõe de fácil acesso, sendo todavia afetado pelo atravessamento de uma ribeira, que escoa água sobre a estrada em situações de maior precipitação.

A infraestrutura é utilizada por banhistas, por praticantes de pesca lúdica de pedra e caça submarina, embora não tenha vigilância, dispondo de espaço afeto a estacionamento e de um edifício de apoio com instalações sanitárias e zona de merendas (e antigos fornos de telha).

O portinho tem uma rampa com cerca de 5 metros de largura, em mau estado de conservação e com um desnível (degrau) por assentamento da rocha. A entrada do porto está obstruída por pedras que terão sido deslocadas das áreas vizinhas em situação de maior agitação, já que toda a costa próxima apresenta estas pedras roladas na base das encostas.

A rampa é limitada por um muro em betão com cerca de 2 m de largura a Sul (tem duas argolas para amarração, mas uma está degradada). O muro a Norte é mais alto, com 3 argolas para amarração e uma escada para acesso à água (parte deste muro é em pedra).

Pedro Miguel – Portinho

O Portinho de Pedro Miguel apresenta um acesso alcatroado, mas algo degradado, sendo servido por uma zona de merendas e de estacionamento.

O portinho é utilizado para varar embarcações miúdas, dispondo de uma rampa com cerca de 4 metros de largura, protegida por muro em alvenaria de pedra (cerca de 1,5 metros de largura) e uma escada de marinheiro. Na rampa de acesso existe uma zona que permite a paragem de barcos.

Praia de Almoxarife – Portinho

No extremo Norte da Praia de Almoxarife há afloramentos rochosos e um muro de alvenaria de pedra que os liga. Na frente do muro existem afloramentos rochosos naturais que conferem alguma proteção. O muro serve de acostagem a embarcações e tem largura variável, com um mínimo de cerca de 1,5m e a máxima largura na frente do muro.

Este muro dispõe de uma escada de marinheiro, uma escada de acesso à água e também de um ponto de amarração.

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 cagarras 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 biomasa 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 Faial corresponde a peixes marinhos, dos quais se destacam os recursos pélagicos (tunídeos e chicharro) e principalmente 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 á percentagem restante para perfazer os 100% (SREA, 2011) (Quadro 3.4.18).

Quadro 3.4.18 | Quantidade de pesca na ilha do Faial

Anos								
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Quantidade Pesca (Kg)								
Demersal								
49 393	294 191	278 210	361 646	307 234	470 189	575 464	588 866	479 434

Anos								
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Quantidade Pesca (Kg)								
Pelágica								
8 181	104 715	951 188	220 731	1 294 619	1 745 975	477 651	137 898	1 024 226
Molusco								
1 997	4 634	4 232	3 136	6 823	23 351	42 143	14 129	14 449
Crustáceo								
-	6	298	105	155	141	345	22	66
Outras espécies								
75	217	1 150	810	199	2 200	-	-	-

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 existam 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 açorianos têm um estatuto de conservação. Destas, quatro estão comercialmente ameaçados e quatro são raras. Destas *Ephinephelus 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).

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 semifechadas, 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.

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 Faial, 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 impacte 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 3.4.19)

Quadro 3.4.19 | 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_5		Sensibilidade		
		Baixa	Moderado	Alto
Ausente		Sem P	Sem P	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		
		Baixa	Moderado	Alto
Ausente	<100 kg N/dia km^2	Sem P	Sem P	Baixa P
Baixa	100-200 kg N/dia km^2	Baixa P	Baixa P	Moderada P
Moderada	200-300 kg N/dia km^2	Baixa P	Moderada P	Moderada P
Alta	>300 kg N/dia km^2	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 3.4.20 e Quadro 3.4.24).

Quadro 3.4.20 | 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 n.º 1450/2007, de 12 de novembro (Quadro 3.4.21), 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 3.4.22).

Quadro 3.4.21 | 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
Metais					
Arsénio	<20	20-50	50-100	100-500	>500
Cádmio	<1	1-3	3-5	5-10	>100
Crómio	<50	50-100	100-400	400-1 000	>1 000
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	500-1 000	>1 000
Níquel	<30	30-75	75-125	125-250	>250
Zinco	<100	100-600	600-1 500	1 500-5 000	>5 000
Compostos orgânicos					
PCB (soma)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
PAH (soma)	<300	300-2 000	2 000-6 000	6 000-20 000	>20 000
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 3.4.25). 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 3.4.25).

- 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 3.4.22).

- Pressões biológicas – avaliação do volume de pescas, bem como a introdução de espécies exóticas (Quadro 3.4.22).

Quadro 3.4.22 | 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

Nível de pressão			Ausente	Baixo	Moderado	Elevado
Regime hidrológico	Dragagem de sedimentos *($10^4 m^3$/ano)*	Costeira	<5	6-10	11-25	>25
		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
	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
Biologia	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 3.4.23). O levantamento e a quantificação foram elaborados com base em documentos bibliográficos, dados/informação geográfica e ortofotomapas.

Quadro 3.4.23 | Levantamento das pressões consideradas relevantes e sua quantificação

Pressão							
Poluição		**Alterações morfológicas**		**Alteração do regime hidrológico**		**Biologia e Usos**	
Descargas Urbanas		**Infraestruturas Portuárias**		**Alteração da dinâmica costeira**		**Exploração de recursos**	
Sem tratamento	0	Marinas	1	Obras de defesa aderente	12	nº empresas	49
Com tratamento	5	Portos de pesca	3	Esporões		**Mudanças na biodiversidade**	
Fontes difusas		Comercias	1	Quebra-mares (>400 m)	1	Introdução de espécies	0
Descargas Industriais		Portinhos	13	Quebra-mares (<400 m)	3	Introdução de doenças	0
Combustíveis	2	**Estruturas de defesa**		Outros	15	**Recreio**	
Indústria transformadora (nº de empresas)	100	Obras de defesa aderente	12			Áreas balneares	17
Construção		Esporões	0				

Pressão							
Poluição		**Alterações morfológicas**		**Alteração do regime hidrológico**		**Biologia e Usos**	
Fontes difusas		Quebra-mares (>400 m)	1				
Agricultura e Floresta		Quebra-mares (<400 m)	3				
Fontes difusas	52	**Dragagens**					
Pecuária		Sedimentos 10^4 m^3/ano	2				
Fontes difusas (nº de bacias)	53						
Indústria Extrativa							
Sedimentos	30						
Bagacina							
Materiais basálticos							
Outros materiais							
Lixiviados de Aterros Sanitários	1						
Transportes Marítimos							
Embarcações comerciais (nº de entradas anuais)	321						

Deste levantamento foram apuradas/estimadas cerca de 697 pressões relevantes exercidas sobre as águas costeiras da ilha do Faial. A distribuição de pressões foi realizada tendo em consideração a área e o perímetro da ilha do Faial, 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 a área da costeira da cidade da Horta, em termos de valores máximos, assume uma particular relevância, no que respeita as 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, a pecuária, que é responsável por mais de 90% da carga orgânica produzida.

No Quadro 3.4.24 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 3.4.24 | 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			Faial
Forças Motrizes	População (n/km^2)		91
	Industria	(km^2)	0,1
		(n)	100
	Portos		17
	Pescas (t/ano)		1 518
	Agricultura	(km^2)	22
		(n)	1 266
	Pecuária (Pastagem)	(km^2)	89,4
		(n)	1 786
Pressões	Total (n)		697
	(n/km^2)		4,0
	(n/km)		8,6

Das pressões enumeradas, foi identificado um conjunto de pressões relevantes, apresentadas e quantificadas no Quadro 3.4.25.

Quadro 3.4.25 | Quantificação das pressões relevantes para a ilha do Faial

Pressões Relevantes			Faial
Nutrientes	Carga total média (km^2)	Kg N/dia.km^2	21,5
	Carga total média (km)	Kg N/dia.km	46,6
Poluição	Água (%)*		0
	Sedimentos *(%)*		n.a.
Dragagem de sedimentos (10^{4}m^3/ano)		Portos	n.a.
		Outros	0,83
Defesa Costeira *(%)*			6
Artificialização da linha de costa *(%)*			13
Ancoradouros *(n)*		Portos	350
		Outros	n.a.
Espécies Exóticas *(n)*			n.a.

*De acordo com o relatório de monitorização "Caracterização das massas de água costeiras da ilha do Faial"

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^2), resultante da soma da carga de todas as bacias hidrográficas, e uma segunda considerando essa mesma carga distribuída pelo perímetro da ilha do Faial, assumindo uma distribuição uniforme da carga para toda a ilha. Analisando a primeira aproximação, de acordo com a

Quadro 3.4.22, verifica-se que a carga poluente apresenta um valor baixo. 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 3.4.22, verifica-se que a pressão exercida pelo azoto total se classifica como uma pressão Ausente (Sem P). Relativamente à segunda aproximação, de acordo com o Quadro 3.4.22, a pressão é também classificada como Ausente (Sem P).

Este facto é suportado também pelo relatório de monitorização (Agroleico, 2011), 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 (Agroleico, 2011), 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 Faial 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 8 324m^3 de sedimentos, não sendo contudo conhecida a sua localização. Deste modo, as dragagens serão consideradas fora das áreas portuárias, por se considerar mais desfavoráveis à preservação da qualidade das águas costeiras, classificando-se a pressão como Baixa. 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 consideras 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 6% da linha de costa da ilha do Faial apresentava obras de defesa costeira, tendo sido a pressão classificada como Baixa. Desta, destacam-se fundamentalmente o quebramar do Porto comercial da Horta com 800m de comprimento e a frente marítima da cidade da Horta, com uma extensão de cerca de 2km.

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 13% 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 50 embarcações. Contudo este valor é apenas indicativo, devendo ser considerado com reserva. Foram ainda contabilizados o número de amarrações da marina da Horta, num total de 300 lugares de amarração, de acordo com informação recolhida. Deste

modo, e de acordo com Quadro 3.4.25, esta pressão é classificada como Moderada. Apesar de terem sido considerados outros locais de ancoragem/amarração, no caso da ilha do Faial, 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 bom 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 impacte ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão moderada (significativa), quando existe alguma probabilidade de produzir um impacte ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão baixa (não significativa), quando existe uma elevada probabilidade de não ser produzido um impacte ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão ausente (não significativa), quando não é produzido impacte sobre a massa de água.

No sentido de estabelecer a significância da pressão, recorrendo aos intervalos propostos nos Quadro 3.4.22 e Quadro 3.4.25 classificou-se cada uma das 9 pressões relevantes (Quadro 3.4.26).

Quadro 3.4.26 | 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^2)	A
Nutrientes Carga Ntotal média (km)	A
Poluição Água (%)	A
Poluição Sedimentos *(%)*	A
Dragagem de sedimentos (10^4m^3/ano) - Portos	A
Dragagem de sedimentos (10^4m^3/ano) - Outros	B
Defesa Costeira *(%)*	B
Artificialização da linha de costa *(%)*	B
Ancoradouros *(n)* - Portos	M
Ancoradouros *(n)* - Outros	A
Espécies Exóticas *(n)*	A
Pressão Global Média	**A - NS**

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 Faial é classificada como Ausente (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 0-1, 0,91 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 3.4.27, é possível avaliar o risco de as massas de água não atingirem o Bom estado ecológico.

Quadro 3.4.27 | 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 níveis equivalentes de impactos pela aproximação pressão-impacto

<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Pressão</td><td colspan="6">Estado da Massa de Água (ecológico e químico)</td></tr>
<tr><td>Excelente</td><td>Bom</td><td>Moderado</td><td>Pobre</td><td>Mau</td><td>Sem dados</td></tr>
<tr><td colspan="6">Impacto</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Não aparente</td><td>Provável</td><td colspan="2">Verificado</td><td></td></tr>
<tr><td>Elevada</td><td rowspan="2">Significativa</td><td colspan="2" rowspan="2">Risco Baixo</td><td rowspan="3">Risco Moderado</td><td colspan="2" rowspan="2">Risco Elevado</td><td rowspan="2">Risco Moderado</td></tr>
<tr><td>Moderada</td></tr>
<tr><td>Baixa</td><td rowspan="2">Não significativa</td><td colspan="2" rowspan="2">Ausência de Risco</td><td colspan="2" rowspan="2">Risco Elevado</td><td rowspan="2">Risco Baixo</td></tr>
<tr><td>Ausente</td></tr>
</table>

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 Faial 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 tópica

No presente capítulo procede-se à análise das pressões sobre as massas de água subterrâneas associadas à poluição tópica. A caracterização dos impactes decorrentes das fontes de poluição tópica 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 tópicas

Integram-se nesta categoria as descargas de águas residuais urbanas, que eventualmente poderão provocar impactes sobre a qualidade das águas subterrâneas como sugerido por Cruz et al. (2010a), e as cargas relacionadas com as indústrias de lacticínios e de transformação de carnes. Com base na informação existente, 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_5, CQO, N, P e SST. A seleção destes parâmetros para a estimativa das cargas poluentes tópicas 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 impacte sobre a qualidade das águas subterrâneas, nomeadamente os nutrientes azoto e fósforo. Contudo, salienta-se que face ao comportamento do fósforo no meio natural, em que ocorre sobre a forma de espécies de reduzida solubilidade, este elemento acaba por ter um impacte muito pouco significativo sobre a qualidade da água subterrânea relativamente às espécies azotadas.

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

A ocorrência de espécies azotadas na água depende da importância deste elemento na nutrição das plantas e animais, mediante a incorporação natural no solo, quer ainda de outros processos resultantes das atividades humanas. A fixação biológica, simbiótica e não simbiótica, é responsável pela maior parte do azoto incorporado no solo, estimado em $17.2x10^7$ 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*, *Beijerinkia*) 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 prospetar e explorar novos pontos de água, bem como dos custos inerentes ao tratamento da água contaminada (Martinez *et al*., 1990).

Nas Figuras 3.4.20 e 3.4.21 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 Caldeira que ocorrem as maiores cargas poluentes. A respetiva análise permite verificar que a carga mais significativa corresponde ao azoto total, na medida que se observam bacias em que as cargas variam entre 0 e 146,1T/ano (média=23,8T/ano), enquanto relativamente ao fósforo total as cargas variam entre 0 e 49,0T/ano (média=8,0T/ano).

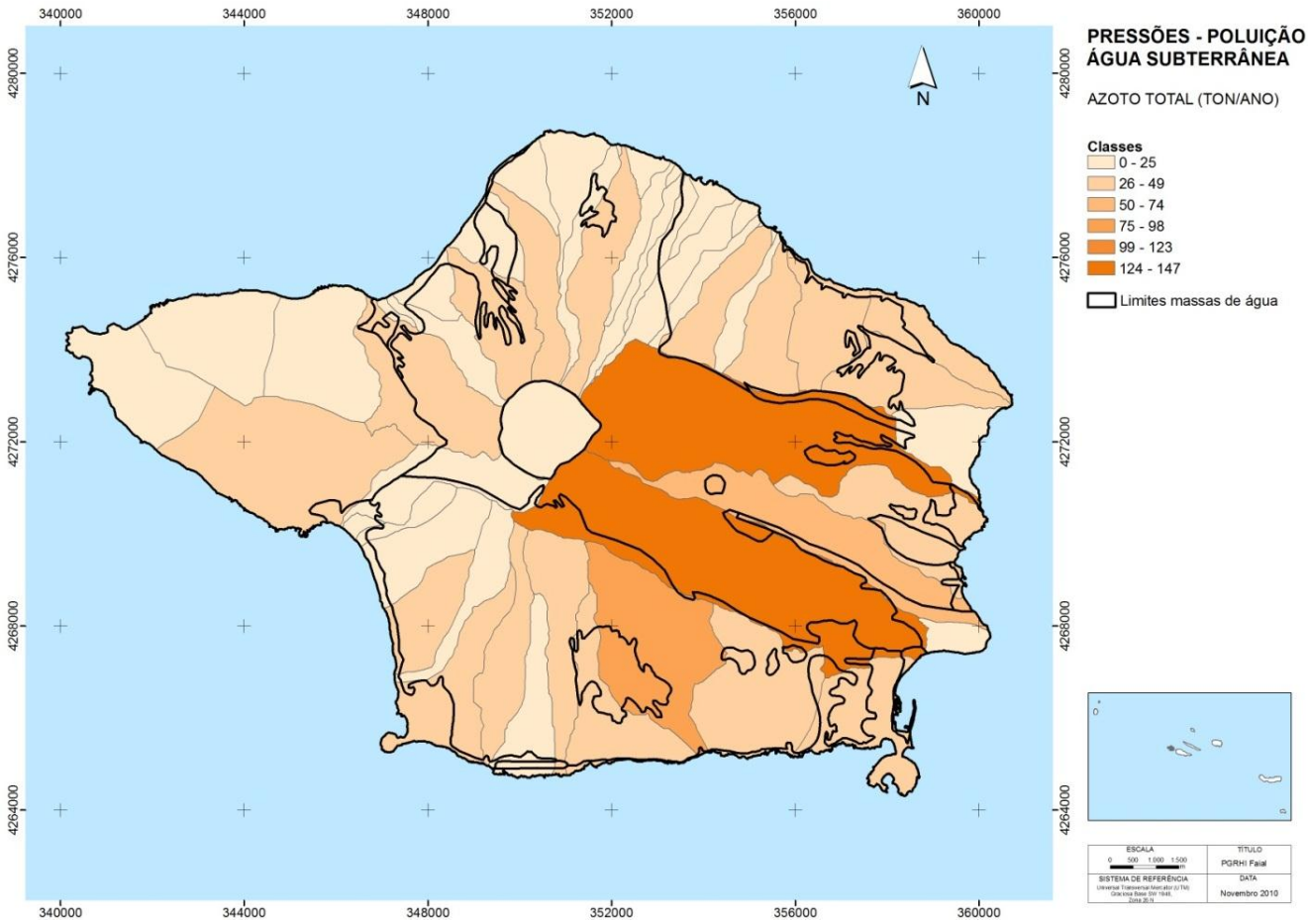


Figura 3.4.20 | Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha do Faial.

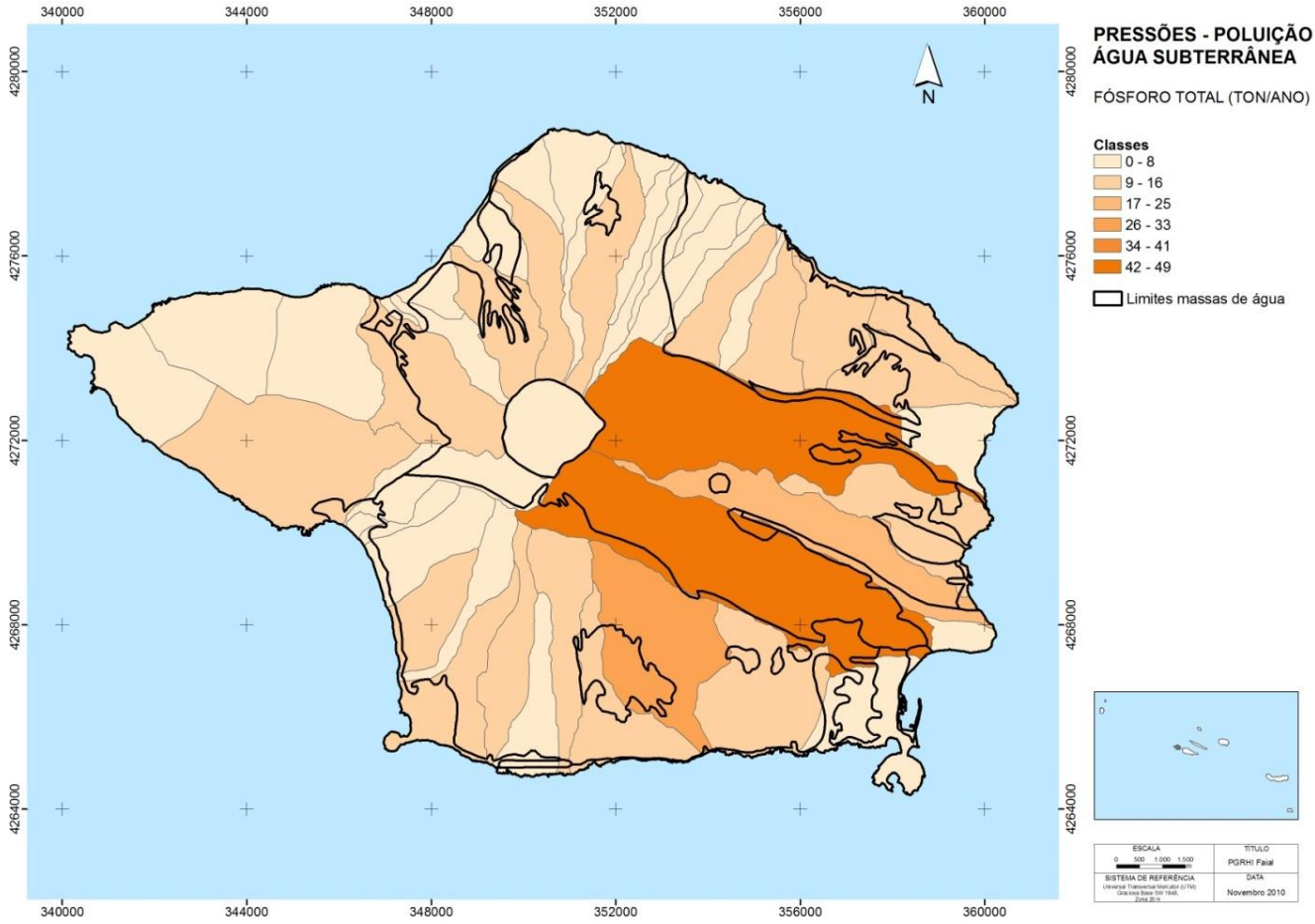


Figura 3.4.21 | Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha do Faial.

Considerando a tipologia dos focos de poluição verifica-se que as cargas poluentes tópicas (domésticas e industriais) são relativamente pouco significativas comparativamente às cargas difusas, com origem na agricultura, florestas e pecuária, em especial considerando esta última atividade como referência (Figuras 3.4.22 e 3.4.23). Com efeito, 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 (Quadro 3.4.28).

Quadro 3.4.28 | 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
Tópica	Doméstica	0,00	18,75	1,02	0,00	5,80	0,32
	Indústria	0,00	1,85	0,05	0,00	0,62	0,01
Difusa	Pecuária	0,00	146,13	23,82	0,00	48,95	7,98
	Agricultura e Floresta	0,00	3,34	0,30	0,00	0,28	0,02

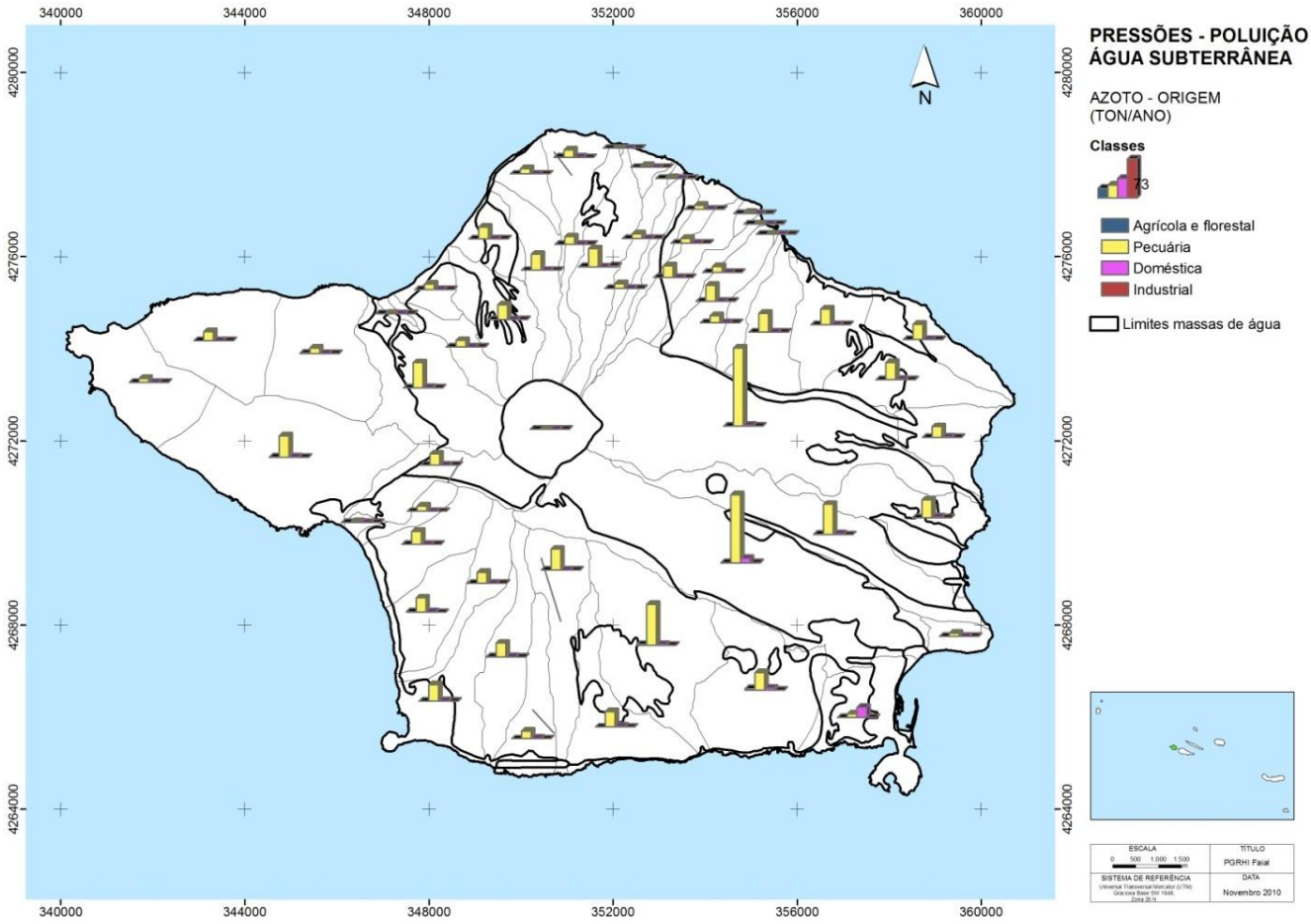


Figura 3.4.22 | Distribuição da carga poluente de azoto de acordo com a origem.

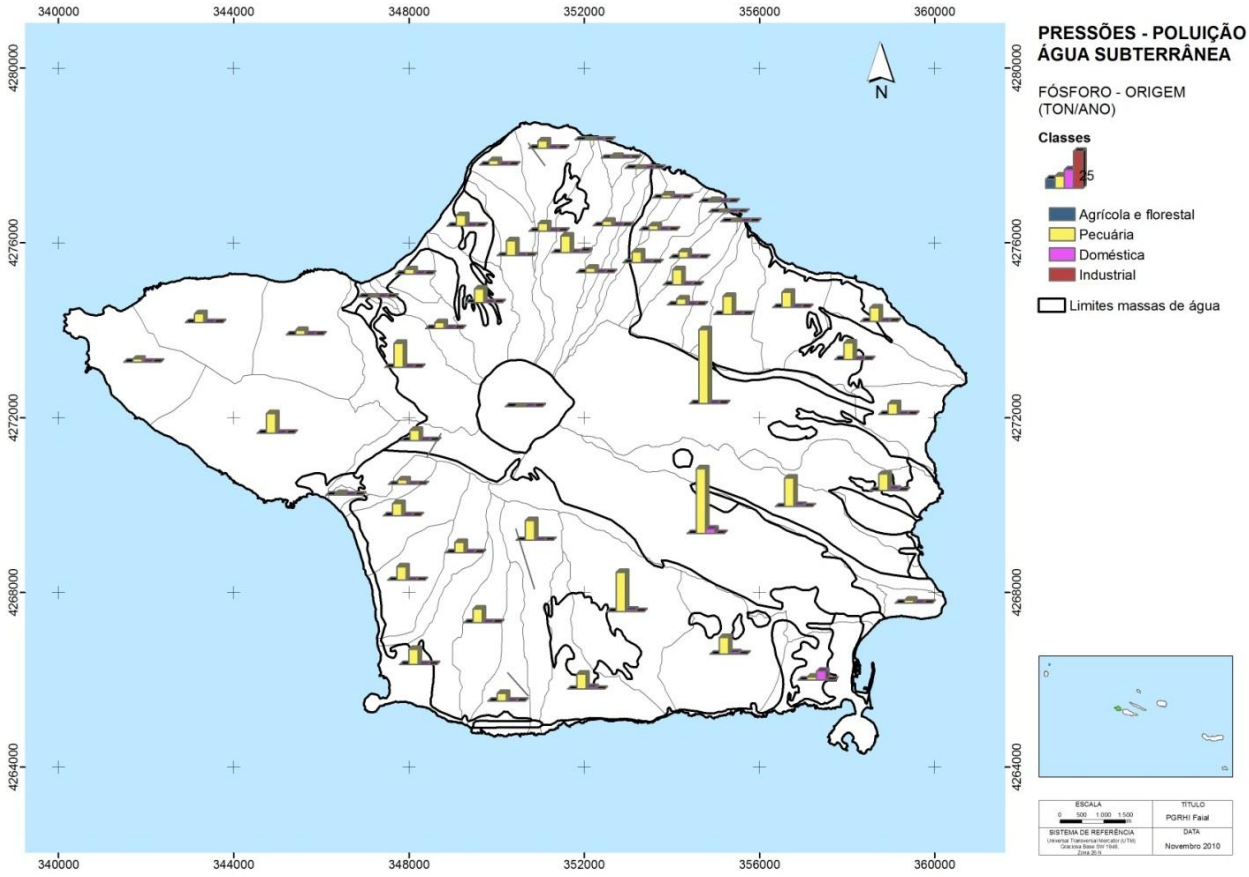


Figura 3.4.23 | Distribuição da carga poluente de fósforo de acordo com a origem.

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 tópicas, 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 tópica, 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 tópica por compostos orgânicos e metais pesados e metaloides devem, ainda, considerar-se os locais de destino final de resíduos sólidos urbanos. Na ilha do Faial está inventariado pelas autoridades ambientais um aterro sanitário, explorado pela autarquia, onde é depositado um volume anual da ordem de 8130 m^3/ano (SRAM, 2007), e três vazadouros não controlados. De acordo com a avaliação efetuada no âmbito do Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores, o aterro municipal é designado como vazadouro controlado, com um risco ambiental considerado como Médio.

3.4.2.1.2 | Avaliação de potenciais impactes associados à poluição tópica

Um dos elementos de suporte da análise relativa ao impacte das pressões tópicas 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 3.4.29). 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 3.4.29 | Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação

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

Parâmetro DRASTIC	Índice DRASTIC										Peso	Min.	Máx.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
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 baixa a moderada vulnerabilidade à poluição. Esta classe domina toda a área central e oriental da ilha do Faial, com exceção, essencialmente, de alguns setores na área costeira E (Figura 3.4.24). Por outro lado, na extremidade ocidental da ilha, predomina a classe de vulnerabilidade elevada.

Considerando a área aflorante das massas de água subterrâneas constata-se que na área dominada pela massa Capelo predomina a classe de elevada vulnerabilidade. A classe de baixa a média vulnerabilidade corresponde à maioria da área aflorante das massas Cedros – Castelo Branco, Caldeira, Pedra-pomes da Caldeira e Pedro Miguel. Por seu turno, à classe de baixa vulnerabilidade corresponde a maior parte da área aflorante das massas de água Ribeirinha, Flamengos – Horta e Lomba – Alto da Cruz.

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

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

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

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

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 tópica doméstica e industrial respetivamente nas Figuras 3.4.25 e 3.4.26.

O cartograma relativo à poluição tópica doméstica, mostra que em praticamente todas as massas de água ocorrem zonas em que o risco associado pode ser classificado como muito reduzido, com exceção da situação vigente no setor SE da ilha, em que zonas integradas nas massas Pedra-pomes da Caldeira, Caldeira e Flamengos – Horta, apresentam um risco designado como reduzido, resultante da zona urbana da cidade da Horta.

No que concerne à poluição tópica derivada da atividade industrial, apenas na massa de água Pedra-pomes da Caldeira foi identificada uma zona de risco, classificado como muito reduzido.

Na Figura 3.4.27 apresenta-se a localização do Aterro municipal do Faial, que se localiza numa área considerada como de moderada a elevada vulnerabilidade à poluição. Sem informação que permita estimar as eventuais emissões com foco nesta infraestrutura, salienta-se, contudo, que face a esta inserção, poderão ocorrer eventuais impactes se não forem implementados os melhores procedimentos de gestão ambiental do Aterro. Por seu turno, dos três vazadouros não controlados um situa-se num enquadramento semelhante ao aterro, o que poderá causar impactes significativos sobre a qualidade da água subterrânea. Por seu turno, as restantes lixeiras localizam-se numa área com uma vulnerabilidade à poluição baixa a moderada, o que sugere uma menor probabilidade de ocorrência de poluição de água subterrânea.

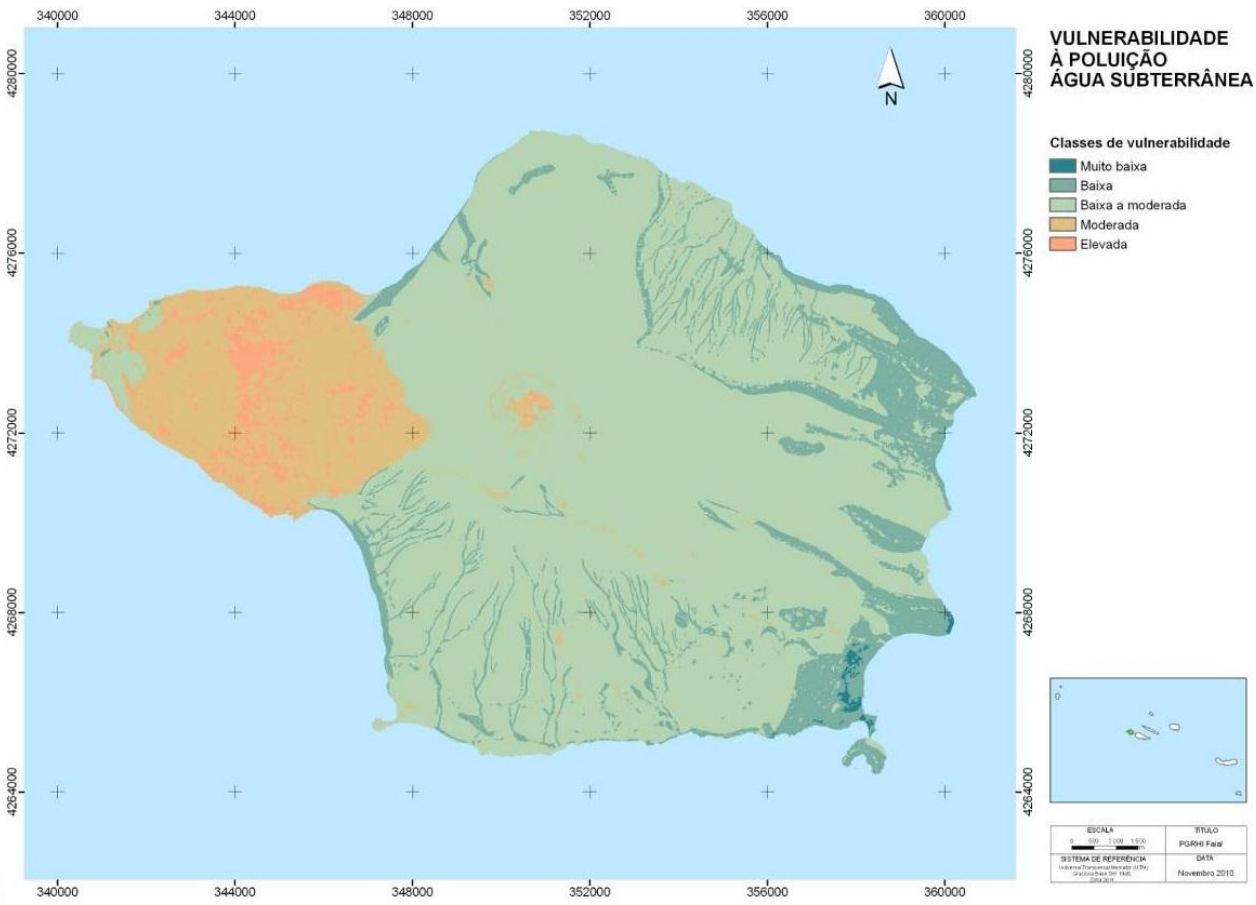


Figura 3.4.24 | Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.

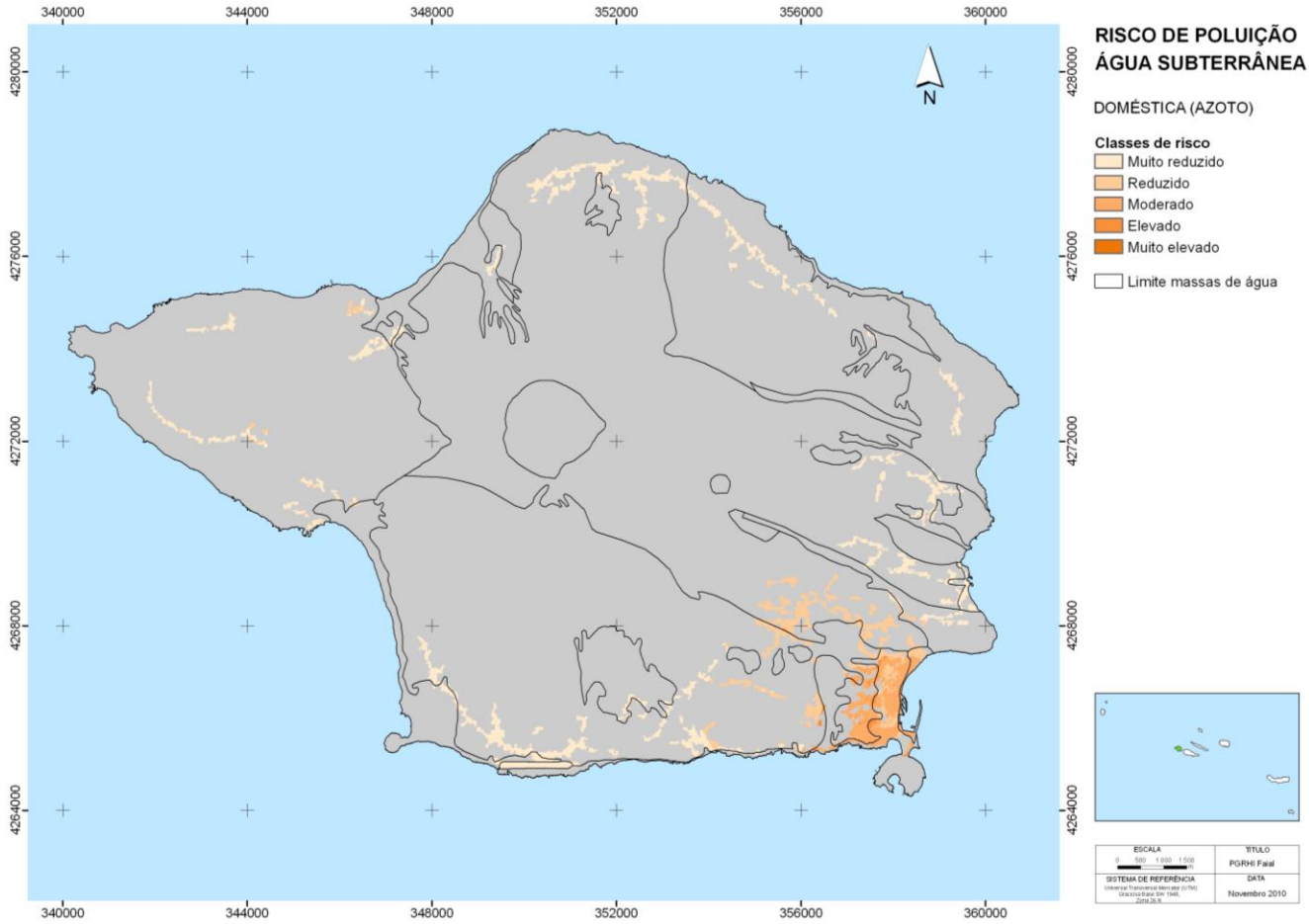


Figura 3.4.25 | Representação cartográfica do risco de poluição tópica doméstica.

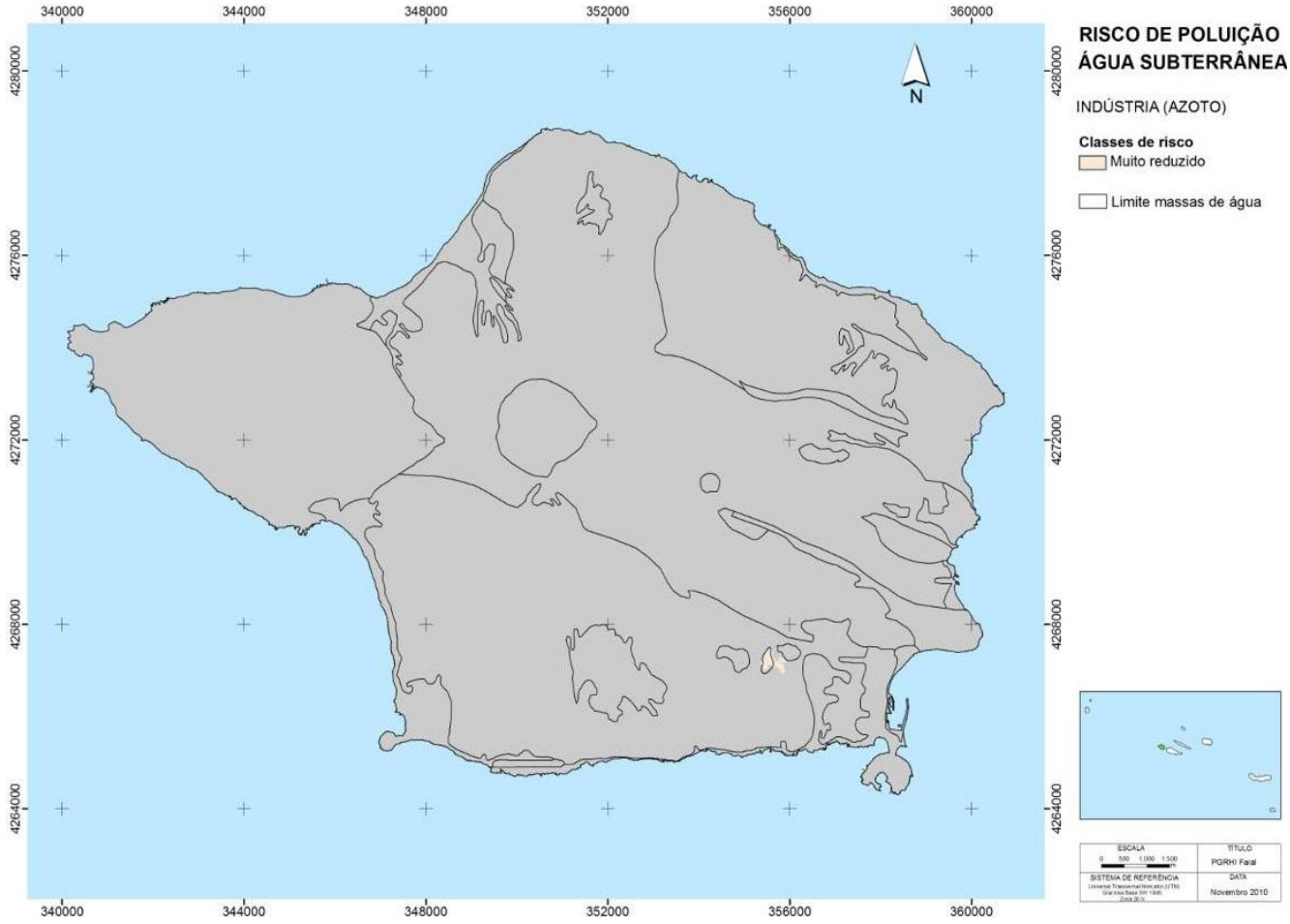


Figura 3.4.26 | Representação cartográfica do risco de poluição tópica industrial.

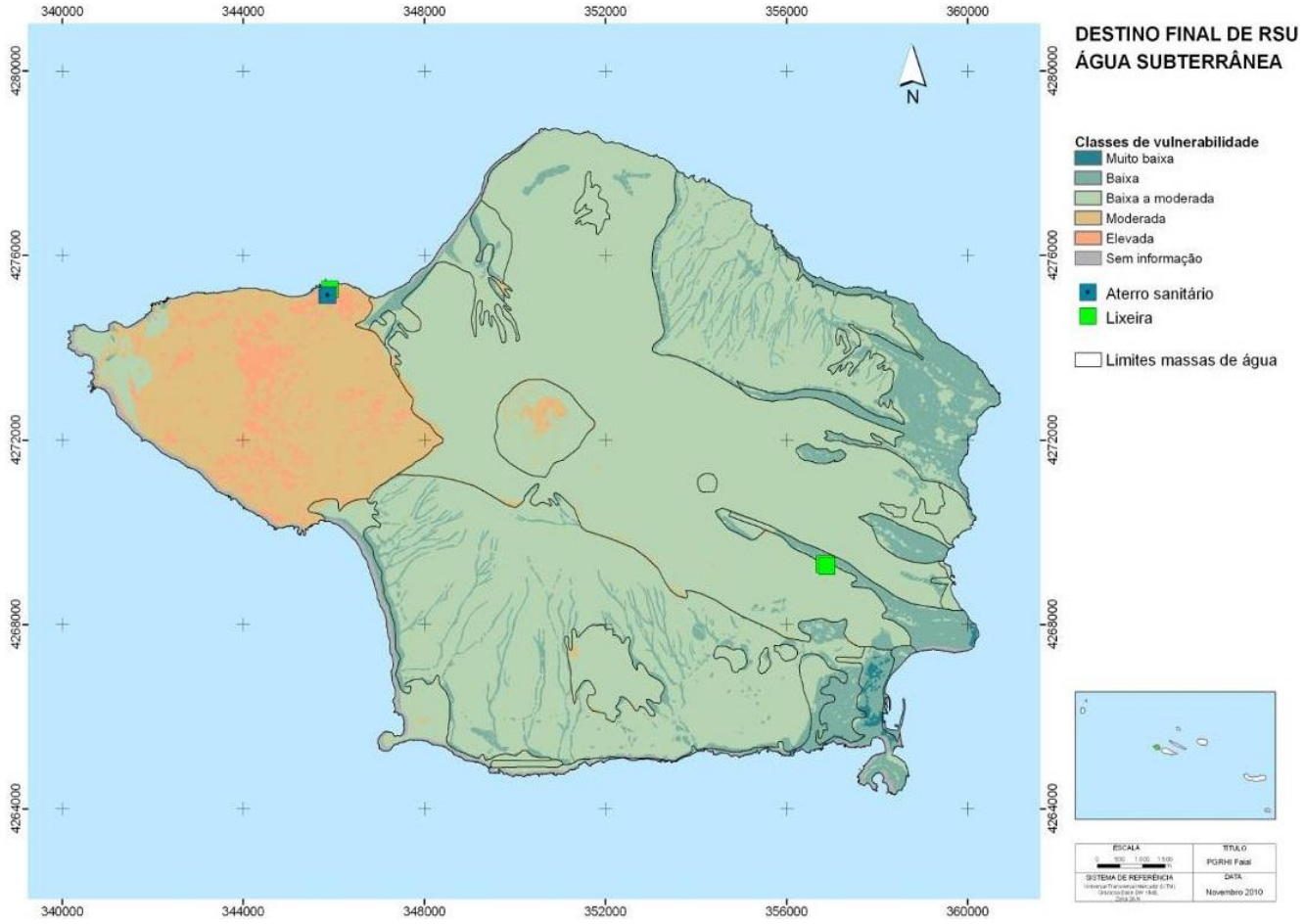


Figura 3.4.27 | Localização dos locais de destino final de RSU em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrânea.

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 CBO5, CQO, N, P e SST. A seleção destes parâmetros para a estimativa das cargas poluentes tópicas 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 impacte sobre a qualidade das águas subterrâneas, nomeadamente os nutrientes azoto e fósforo. Contudo, salienta-se que face ao comportamento do fósforo no meio natural, em que ocorre sobre a forma de espécies de reduzida solubilidade, este elemento acaba por ter um impacte muito pouco significativo sobre a qualidade da água subterrânea relativamente às espécies azotadas.

Nas Figura 3.4.12 e 3.4.13 apresentadas no ponto 3.4.2 verificou-se que as cargas poluentes mais significativas são difusas, com origem na agricultura, florestas e pecuária, em especial considerando esta última atividade como referência. Com efeito, 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.

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

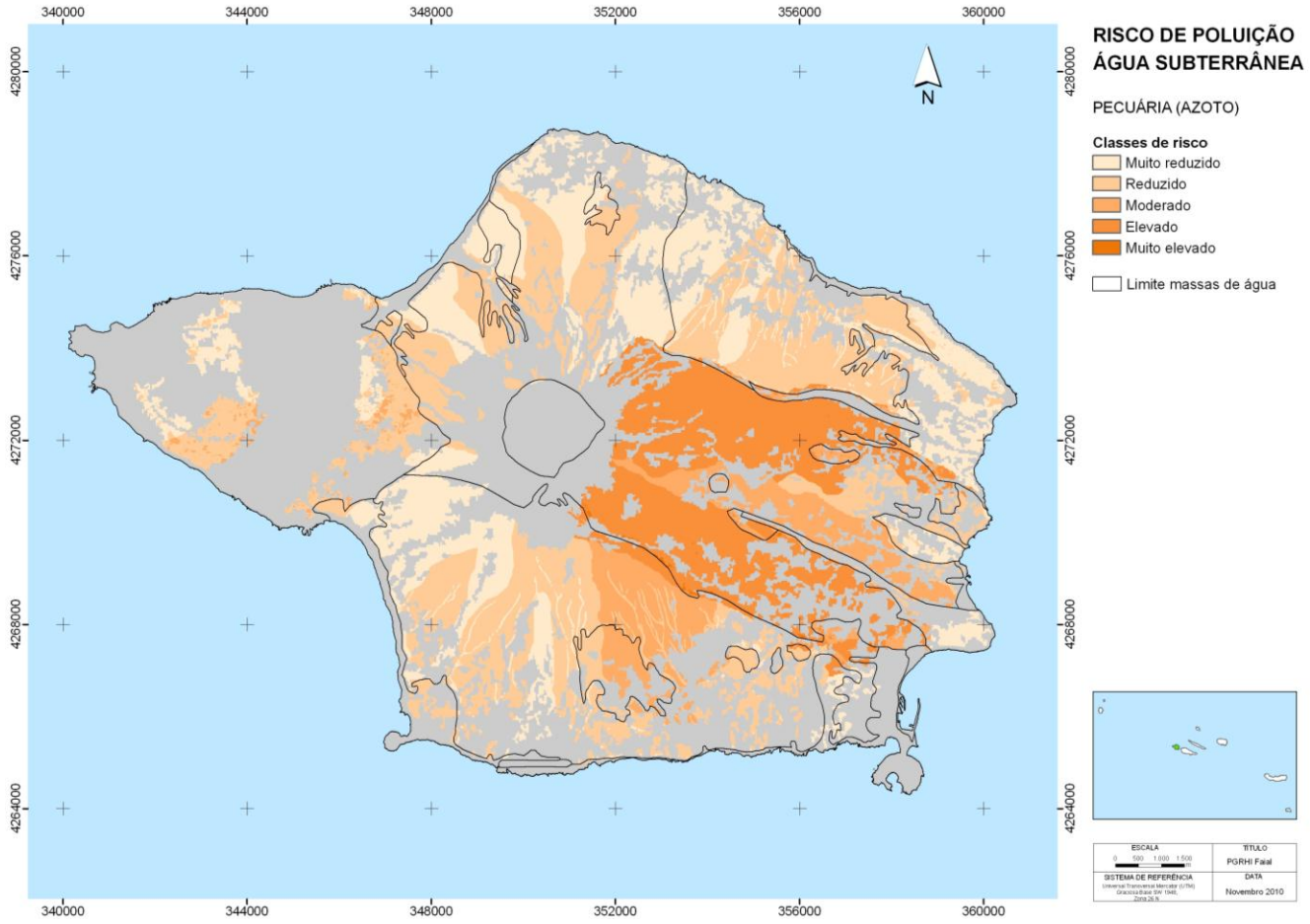
Para avaliar os eventuais impactes decorrentes da poluição difusa procedeu-se de forma similar à adotada para a poluição tópica. Para este efeito, foram elaborados mapas com a distribuição espacial do índice de risco para a poluição difusa associada à pecuária e às atividades agrícola e florestal.

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.

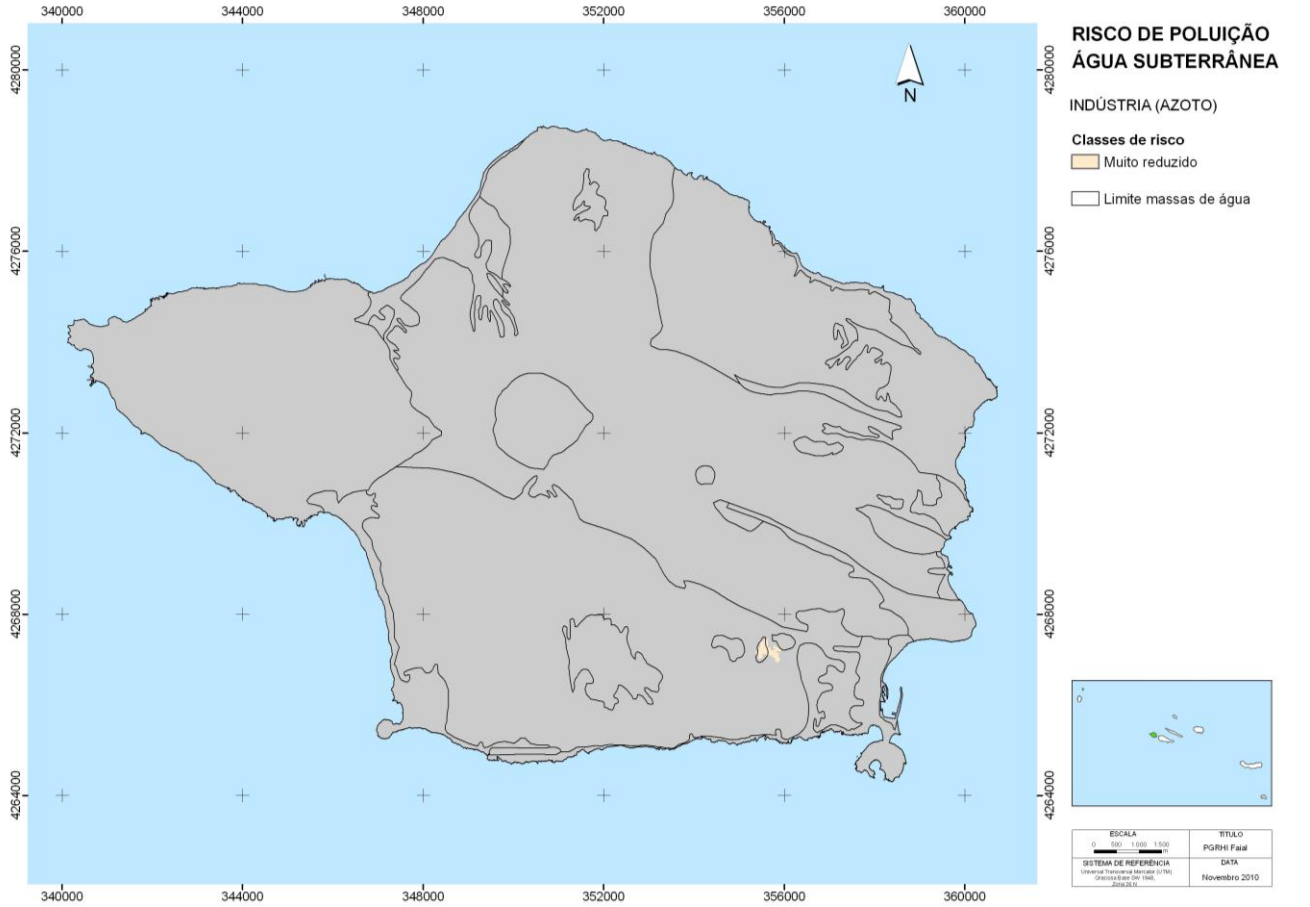
Em resultado da aplicação da metodologia referida, apresentam-se os mapas de risco referentes à poluição difusa respetivamente nas Figuras 3.4.28 e 3.4.29.

O cartograma relativo à poluição difusa associada à atividade pecuária mostra que em todas as massas de água ocorrem zonas em que o risco associado pode ser designado como muito reduzido. Contudo, nas massas Pedras-pomes da Caldeira, Caldeira, Cedros – Castelo Branco e Flamengos Horta ocorrem áreas, algumas com extensão significativa nas duas primeiras, em que a classificação de risco é superior, com valores a variar entre risco reduzido e moderado.

Por outro lado, relativamente à atividade agrícola e florestal, em todas as massas de água ocorrem áreas em que o risco pode ser classificado como muito reduzido. Nas massas Capelo, Cedros – Castelo – Branco e Pedra-pomes da Caldeira ocorrem áreas extensas em que o risco pode ser designado como moderado.



Figuras 3.4.28 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada à atividade pecuária.



Figuras 3.4.29 | 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 hidrogeoquímicos induzidos, de que a ocorrência de trocas iónicas é o exemplo

mais comum. Em resultado da salinização observa-se um impacte sobre a qualidade da água, que inclusivamente pode inibir a sua utilização para diversos fins, como o abastecimento humano.

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

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

A ocorrência de fenómenos de intrusão salina, e a análise dos seus efeitos, tem sido alvo de vários estudos técnicos (Cruz & Silva, 2000; Cruz et al. 2010b, 2010c). No caso vertente da ilha do Faial, 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.

No Figura 3.4.30 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, em dois dos furos existentes na ilha do Faial, é superior ao limite anteriormente referido.

Contudo, o fenómeno de intrusão salina não implica que qualquer uma das massas de água delimitadas seja considerada como de estado químico Medíocre (ponto 5 do presente relatório). Não obstante, importa salientar que a captação de água em aquíferos basais deve implicar um criterioso estudo hidrogeológico e a adoção das melhores práticas quando da perfuração de novos furos.

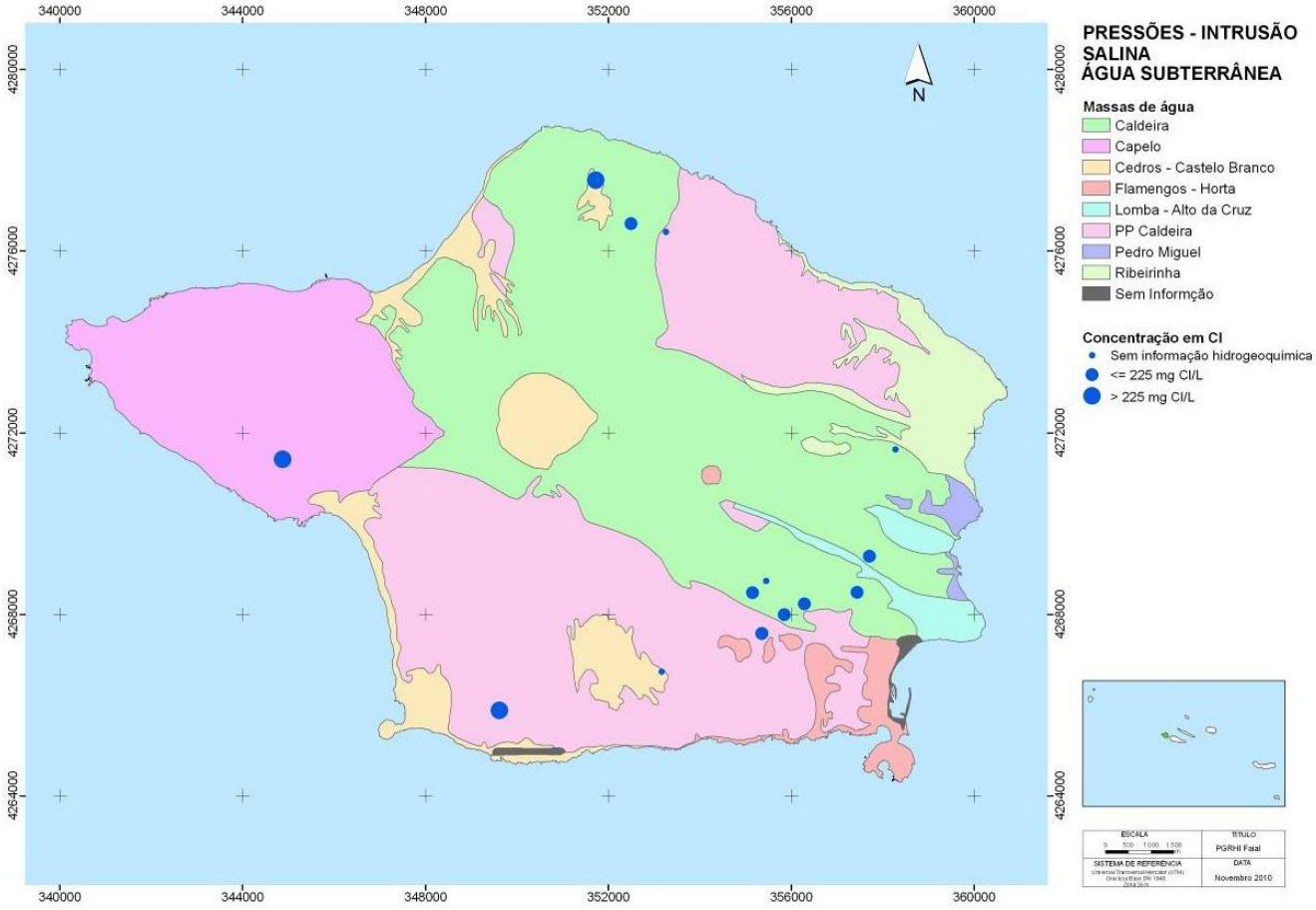


Figura 3.4.30 | Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com a concentração em cloreto.

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 $10m^3$/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 Faial, 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 $10m^3$ 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 Faial, 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 10m^3/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 3.4.31 apresenta-se a localização das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m^3/dia, que correspondem a 11 nascentes (19% do total da ilha) e 7 furos (50% do total), distribuídos predominantemente no primeiro caso nas massas de água Caldeira, e no segundo caso nas massas de água Flamengos – Horta e Cedros – Castelo Branco (Quadro 3.4.30).

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 Região Autónoma dos Açores (PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPETIVA, 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 2,86hm^3/ano, valor que corresponde a 77,5% da extração total anual (3,69hm^3/ano) e a 69,9% da descarga anual média nas massas de água (4,09hm^3/ano), neste último caso considerando também o volume de água emergente nas nascentes não captadas (Quadro 3.4.34). As massas de água Flamengos – Horta, Caldeira e Cedros – Castelo Branco são aquelas em que se verificam as maiores extrações nas captações com um caudal médio maior que 10m^3/ano, totalizando volumes respetivamente iguais a 1,37hm^3/ano, 1,11hm^3/ano e 0,31hm^3/ano, valores muito superiores aos registados nas outras massas, que variam entre 0 e 0,08hm^3/ano (Pedra-pomes da Caldeira).

Da observação da Figura 3.4.32 depreende-se que, genericamente, face aos recursos hídricos subterrâneos, a captação de água subterrânea na ilha do Faial 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.

Apenas relativamente à massa de águas Flamengos – Horta se pode observar que a extração ultrapassa os recursos em água subterrânea. A explicação para esta questão reside no facto do valor de recarga anual a longo prazo estar estimado por defeito uma vez que, por falta de informação hidrogeológica, não considera as transferências hídricas a partir das massas sobrejacentes, aspeto aliás já reconhecido no âmbito da elaboração do PRA (Cruz, 2001). Neste contexto, e até por não existirem evidências de sobre-exploração, considera-se que ocorrem transferências hídricas a

partir das massas sobrejacentes que permitem pelo menos equilibrar o balanço entre a recarga a longo prazo e a extração.

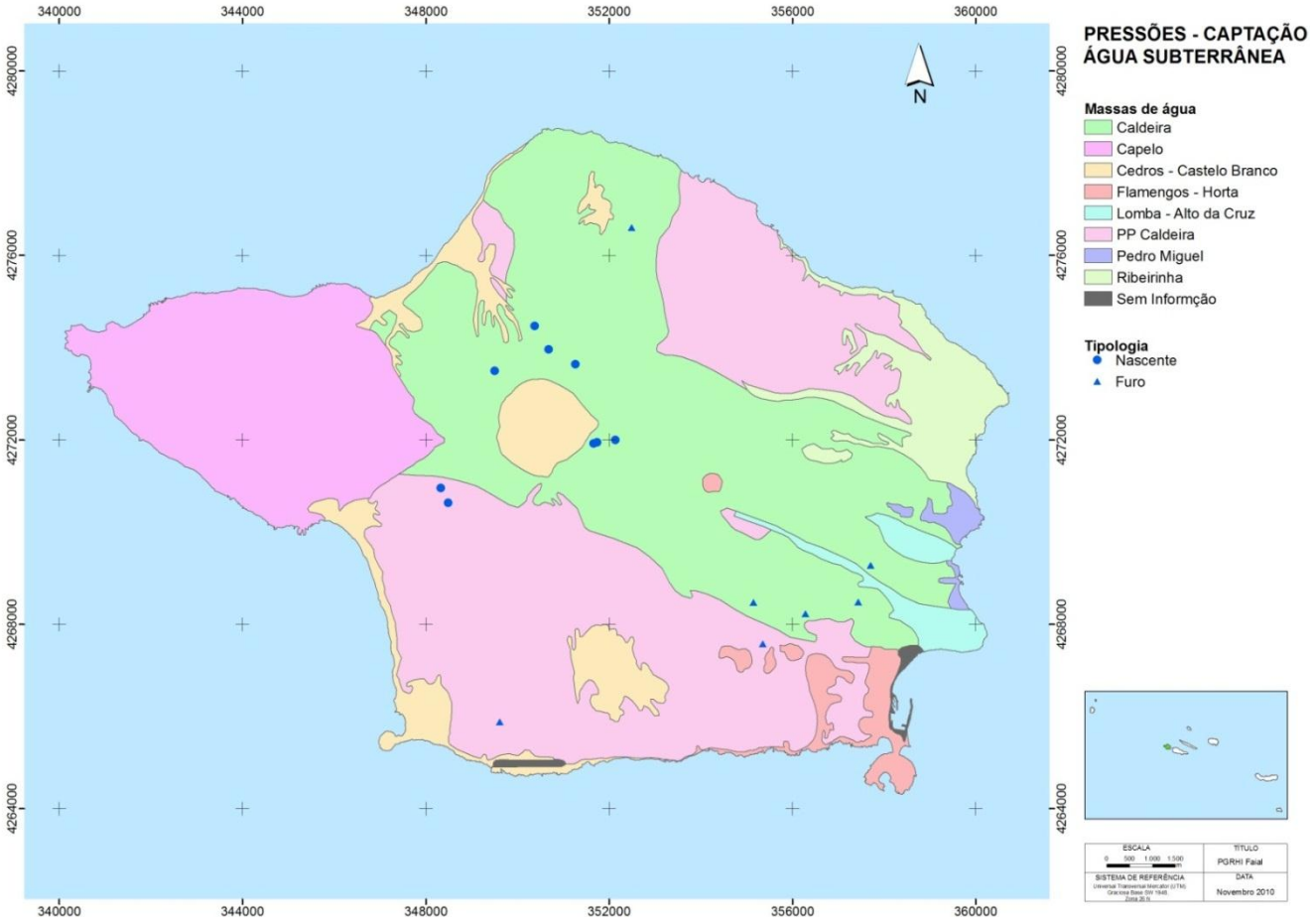


Figura 3.4.31 | Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m^3/dia.

Quadro 3.4.30 | Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de água delimitadas na ilha do Faial

Massa de Água	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados	
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos
Caldeira	44	0	38	0
Capelo	5	1	4	0
Cedros- Castelo Branco	5	4	0	3
Flamengos - Horta	0	7	0	5
Pedro Miguel	0	1	0	0
Pedra-pomes da Caldeira	3	1	3	1

Quadro 3.4.34 | 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^3/dia

Massa de Água	Recursos Subterrâneos	Extração total	Descarga total	Extração (>10 m^3/dia)
Caldeira	22,92	0,74	1,14	0,74
Capelo	15,02	0,002	0,002	0,000
Cedros- Castelo Branco	8,64	0,31	1,50	0,31
Flamengos - Horta	0,78	1,37	1,37	1,37
Pedro Miguel	0,12	0,00	0,00	0,00
Pedra-pomes da Caldeira	23,21	0,08	0,08	0,08

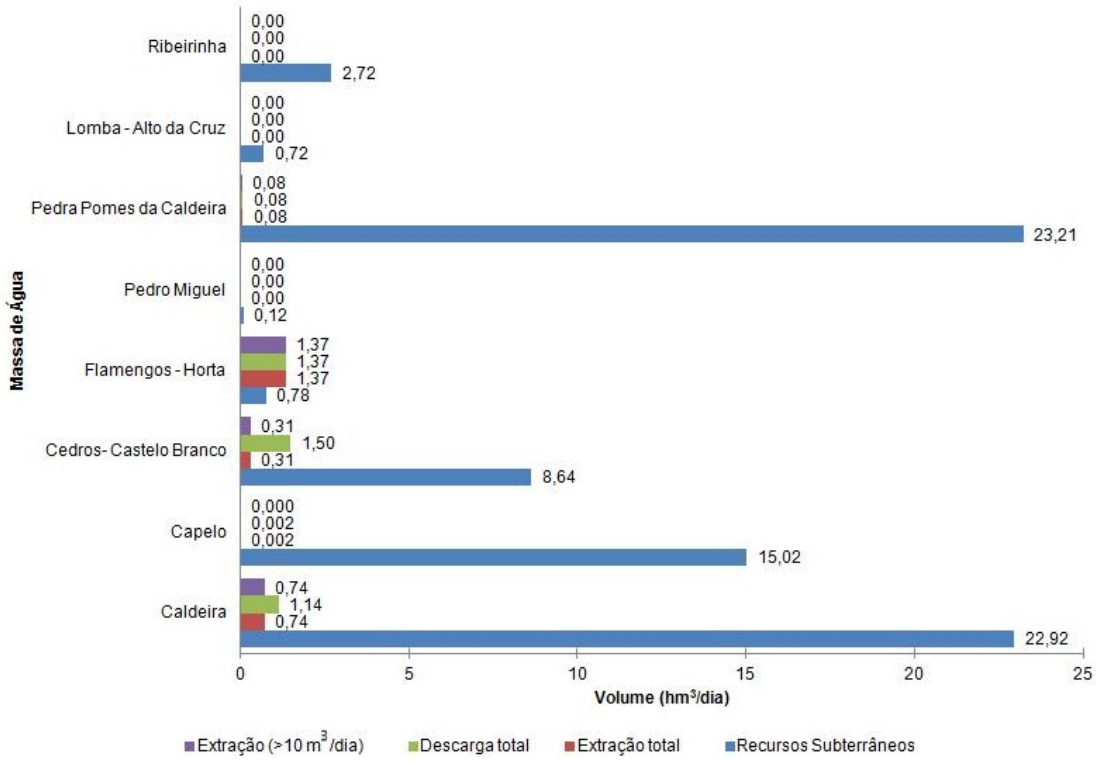


Figura 3.4.32 | Gráfico comparativo do volume médio extraído nos pontos de água com caudal superior a 10m^3/dia, face à descarga natural total, às extrações totais efetuadas e aos recursos hídricos subterrâneos globais.

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 condicionalismos financeiros existentes. Iniciou-se em 2003 nas ilhas de São Miguel e Santa Maria, tendo-se expandido em 2005 às ilhas do Pico, Faial, Flores e Corvo. A partir de 2009, a rede de monitorização estendeu-se a todas as ilhas, realizando-se de forma continua e regular desde então. Contudo, quer a distribuição espacial da rede existente quer 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 impacte, 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.

De acordo com Medeiros *et. al*. (2010), os atuais programas de monitorização implementados na RH9 correspondem à rede de monitorização de vigilância prevista 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

A rede de monitorização implementada na RH9 integra 13 massas de água na categoria rios, a que correspondem 26 locais de amostragem (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 substâncias indicadoras de intrusão salina e contaminação microbiológica, com uma frequência trimestral, semestral ou anual conforme o elemento de qualidade (Quadro 4.1.2).

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

Ilha	Ribeira	Código	Localização	Classificação de risco
Santa Maria	Grande	RGC	Meio	Em risco
	Santo Amaro	RSA	Meio	Em risco
	São Francisco	RSF2	Meio	Em risco
São Miguel	Caldeirões	RC2	Meio	Em risco

Ilha	Ribeira	Código	Localização	Classificação de risco
	Faial de Terra	RFT1	Meio	Em risco
		RFT2	Jusante	Em risco
	Grande	RG0	Montante	-
		RG1	Montante	Não em risco
		RG2	Meio (captação)	Em dúvida
		RG3	Jusante	Em risco
	Guilherme	RGU0	Montante	-
		RGU2	Jusante	Não em risco
	Povoação	RPV4	Jusante	Em risco
	Praia	RP1	Meio (Hidroelétrica)	-
	Quente	RQ2	Meio	Em risco
		RQ3	Meio (Hidroelétrica)	Em risco
		RQ4	Jusante	Em risco
	Teixeira	RTX	Meio	Em dúvida
Faial	Flamengos/Conceição	RFL1	Meio	Em dúvida
Flores	Badanela/Além Fazenda	RBD0	Montante	-
		RBD1	Montante	Em dúvida
		RBD2	Jusante	Em dúvida
	Grande	RGR0	Montante	-
		RGR1	Montante	Em dúvida
		RGR2	Meio	Em dúvida
		RGR3	Jusante	Em dúvida

Fonte: SRAM, INAG 2006

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

Tipo		Elementos de qualidade	Periodicidade
Biológicos		Composição, abundância de diatomáceas bentonicas	Semestral
		Composição e abundância de mracófitos	Anual
		Composição e abundância de macroinvertebrados bentónicos	Semestral
Físico-químicos	Elementos gerais	Temperatura	Trimestral
		Oxigénio dissolvido	Trimestral
		Conductividade	Trimestral
		pH	Trimestral
		Azoto amoniacal	Trimestral
		Nitrito	Trimestral
		Nitrato	Trimestral
		Sulfato	Trimestral
		Fósforo solúvel	Trimestral
		Fósforo inorgânico	Trimestral
		Fósforo total	Trimestral
	Poluentes específicos	Manganês	Trimestral
		Ferro total	Trimestral
		Cobre solúvel	Trimestral
		Zinco	Trimestral
		Cádmio	Trimestral

Tipo		Elementos de qualidade	Periodicidade
		Mercúrio	Trimestral
		Chumbo	Trimestral
		Crómio total	Trimestral
		Arsénio	Trimestral
		Hidrocarbonetos	Trimestral
		CBO_5	Trimestral
		CQO	Trimestral
		Sólidos suspensos totais	Trimestral
Outros parâmetros	Intrusão salina	Cloreto	Semestral
		Sódio	Semestral
	Microbiológicos	Coliformes totais	Semestral
		Coliformes fecais	Semestral
		Salmonela	Anual
		Estreptococos fecais	Anual

Na categoria rios, encontra-se designada na ilha do Faial a ribeira dos Flamengos (Conceição). A Figura 4.1.1 identifica o ponto de amostragem nesta massa de águas.

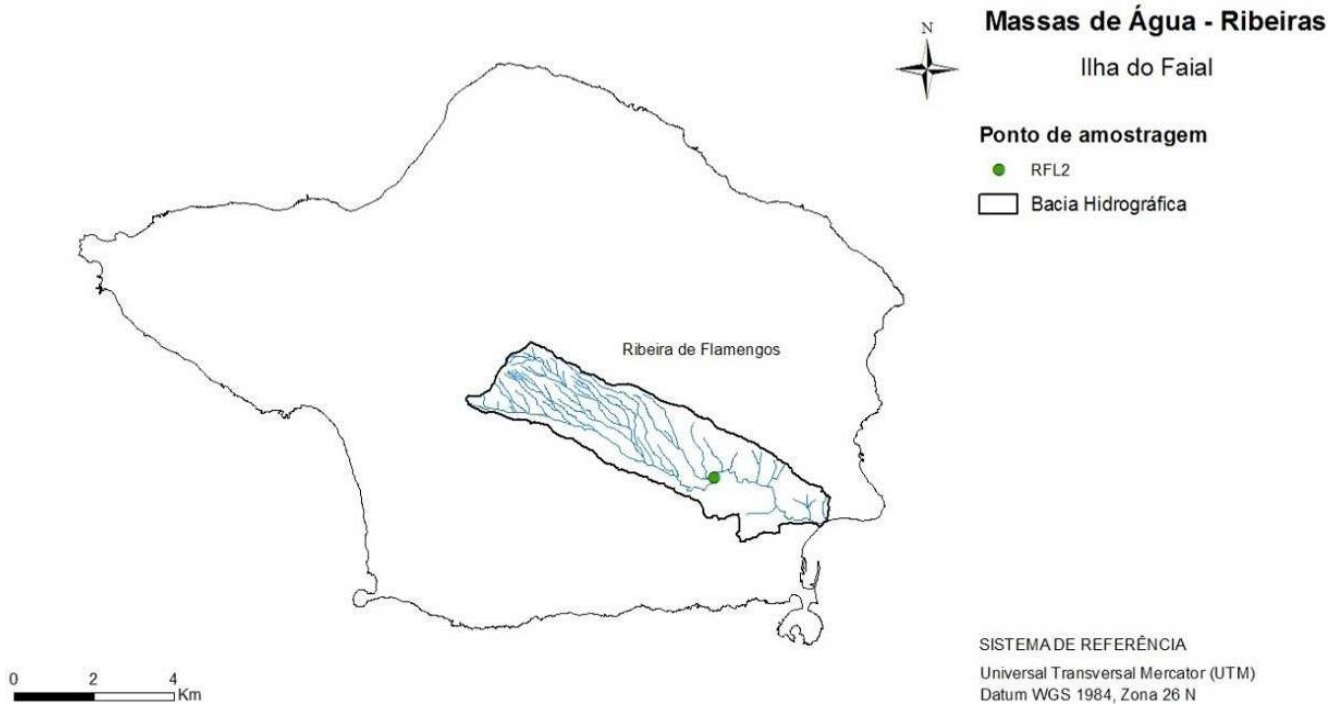


Figura 4.1.1 | Ponto de amostragem na ribeira dos Flamengos (Ilha do Faial).

4.1.1.1.2 | Lagoas

Na categoria lagos não estão designadas massas de água na ilha do Faial, pelo que não existe qualquer rede de monitorização implementada.

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 á 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 1º 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 de São Jorge 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 e transição, ilha do Faial

Estação	Massa de água	Coorenadas (UTM) X	Coorenadas (UTM) Y
Águas Costeiras			
2ª Fase – Agroleico			
FAI – PP	Pouco Profundas	-	-
FAI - AI	Intermédia	-	-
FAI_PIC_SJO - AP	Profundas	-	-
Águas de Transição			
Não existem na ilha do Faial			

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), hidromorfologica (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 costeira e de transição, ilha do Faial

Elementos Biológicos	Parâmetros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Fitoplâncton	Composição	Sim	Não existem na ilha do Faial
	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 hidromorfologica águas costeira e de transição, ilha do Faial

Elementos Hidromorfologicos	Parâmetros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Regime de Marés	Fluxo de água doce	-	Não existem na ilha do Faial
	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 costeira e de transição, ilha do Faial

Elementos Físico-Químicos e Químicos	Parametros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Elementos gerais	Transparência;	Sim	Não existem na ilha do Faial
	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 Faial. Á 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 Faial

Parâmetros	Frequência DQA	Programa de Monitorização															
		2008				2009				2010				2011			
		CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T
Elementos Biológicos																	
Fitoplâncton	6 meses													1	1	1	
Restante flora aquática	3 anos																
Invertebrados bentónicos	3 anos																
Fauna piscícola	3 anos																
Elementos Hidromorfologicos																	
Regime de Marés	6 anos																

Parâmetros	Frequência DQA	Programa de Monitorização															
		2008				2009				2010				2011			
		CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T
Condições Morfológicas	6 anos																
Elementos Físico-Químicos e Químicos																	
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 Faial, 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
Biológicos		
Fitoplâncton	Anual	Não existem na ilha do Faial
Outra flora aquática	Trianual	
Invertebrados bentónicos	Trianual	
Peixes		
Hidromorfológica		
Morfologia	Seis Anos	Não existem na ilha do Faial
Físico-química		
Condições térmicas	Anual	Não existem na ilha do Faial
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 se 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 águass.

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 tópicas, deverão ser selecionados pontos de monitorização suficientes, em cada massa de águass, 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. 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
Biológica		
Fitoplâncton	6 meses	Não existem na ilha do Faial
Outra flora aquática	3 anos	
Macroinvertebrados	3 anos	
Ictiofauna	3 anos	
Hidromorfológica		
Morfologia	6 anos	Não existem na ilha do Faial
Sedimentos	6 meses	
Físico-química		
Condições térmicas	3 meses	Não existem na ilha do Faial
Oxigenação	3 meses	
Salinidade	3 meses	
Estado em nutrientes	3 meses	
Estado de acidificação	n.a.	
Outros poluentes (*)	3 meses	
Substâncias prioritárias	1 mês	

Legenda: (*) - Pesticidas: e.g. Linurão, Bentazona, Imidaclopride, Atrazina, Alacloro, Terbutilazina, Metolacloro, Glufosinato de amónio, Desetilatrazina, Desetilsimazina, Diurão, Metribuzina, Clorpirifos, Dimetoato, Metalaxil, EPTC2,4-D.

Na ilha do Faial não existe uma rede operacional implementada atualmente.

4.1.1.3 | Rede de investigação

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

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

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

O período de monitorização de investigação poderá ser mais intenso em termos de frequência que os restantes programas, de acordo com as necessidades de intervenção para reposição ou cumprimento dos objetivos ambientais, e poderá ser adaptado e ajustado às características específicas 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 foi 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

A rede de monitorização das ribeiras contempla elementos de qualidade biológica e físico-química essenciais à determinação dos estados ecológico e químico em duas ribeiras da ilha das Flores e numa ribeira da ilha do Faial, para além de outras 11 localizadas nas ilhas de São Miguel e Santa Maria. Tal como já havia sido constatado no Plano de Gestão de Recursos Hídricos da ilha de Santa Maria, a designação de um número tão reduzido de massas de água nesta categoria poderá por em causa a sua representatividade em cada ilha e a definição dos tipos de ribeiras existentes na RH9, bem como a definição das suas condições de referência. Efetivamente, como foi alertado nos Capítulos 3 e 5 destes Planos de Gestão de Recursos Hídricos, o reduzido número de ribeiras e de locais de amostragem abrangidos pela respetiva rede de monitorização diminuíram significativamente a robustez da tipologia identificada e das classificações dos diversos estados obtidas. Tal situação poderia ser ultrapassada com a redução do valor mínimo da área de drenagem nos critérios da tipologia adotada para 5km^2. Acresce que esta redução da área mínima de drenagem permitiria dividir as ribeiras em duas massas de água, o que levaria à adoção de uma nova tipologia de ribeiras que contemplasse o gradiente altitudinal existente (ver Cap. 3). Por outro lado, o fator facultativo adotado na atual tipologia necessita de ser concretizado no sentido de clarificar o número de meses de caudal necessário para que a ribeira seja considerada permanente.

No que se refere à monitorização dos poluentes específicos, nomeadamente às substâncias prioritárias listadas no Anexo X do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, e cujas normas de qualidade ambiental (NQA) são definidas na Diretiva 2008/105/CE, e aos outros poluentes específicos (INAG 2009b – anexo B), a maioria deles não está incluída nos elementos de qualidade físico-química monitorizados nas águas das ribeiras dos Açores. Este facto, como se constata no Capitulo 5, limitou significativamente a classificação do estado ecológico e do estado químico das ribeiras abrangidas por estes planos. A este nível, 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.

Por outro lado, os métodos utilizados na quantificação de alguns dos elementos de qualidade físico-química não garantem o cumprimento das NQA devido aos elevados limites de deteção dos mesmos. É exemplo disso a análise da concentração de mercúrio, cujo 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.

A atual rede de monitorização das ribeiras da RH9 não contempla os parâmetros requeridos para a avaliação dos elementos de qualidade hidromorfológica necessários à classificação do estado ecológico. É importante reforçar a necessidade da implementação do sistema de caracterização hidromorfológica destas massas de água, nomeadamente através da implementação do sistema de caracterização e avaliação do habitat ribeirinho (e.g. RHS – River Habitat Survey), tal como aconteceu no âmbito dos trabalhos de implementação da DQA em Portugal Continental. Este método (RHS) foi adotado como ferramenta de caracterização e monitorização de massas de água da categoria Rios para diversas valências descritas no elemento de qualidade hidromorfológica e, acessoriamente, como instrumento de apoio

ao processo de identificação e designação de massas de água fortemente modificadas. Face a estes constrangimentos, optou-se por considerar, nesta fase, que todas as ribeiras apresentam condições hidromorfológicas adequadas ao suporte da vida aquática. Simultaneamente, deve ser operacionalizado um sistema de avaliação do regime hidrológico em todos os locais abrangidos pela rede de monitorização das ribeiras da RH9 que permita obter condições de escoamento, medições de caudais e interação com as águas subterrâneas.

4.1.1.2.2 | Rede de monitorização de lagoas

Não existem massas de água identificadas nesta categoria para a ilha do Faial.

4.1.1.2.3 | 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 deteoriação 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, não foram registadas nas zonas balneares do Faial quaisquer situações de não conformidade com as normas de qualidade estipuladas na legislação, já que, em todos os casos e para a totalidade das amostras recolhidas, os parâmetros respeitam os valores máximos recomendados. Conclui-se que todas as águas balneares monitorizadas na ilha do Faial apresentam boa qualidade (Quadro 4.1.10).

Quadro 4.1.10 | Zonas balneares da ilha do Faial

Ilha	Concelho	Água Balnear	Massa de água
Faial	Horta	Almoxarife	Costeira
		Conceição	Costeira
		Fajã	Costeira
		Porto Pim	Costeira
		Varadouro	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 DQA, aprovada em 1998, requerer a monitorização do estado quantitativo e químico das águas subterrâneas". Neste trabalho era, ainda, referida a necessidade de observar, quando da definição das redes de monitorização nas diversas ilhas que constituem o arquipélago, o disposto na DQA, que na altura ainda não tinha sido transposta para o direito interno.

Com efeito, a DQA dispõe no seu art.º 8º que os Estados-Membros devem garantir a elaboração, até 2006, de programas de monitorização do estado das águas subterrâneas, de forma a permitir uma análise aprofundada dos respetivos estados químico e quantitativo, o que corporiza a crescente importância que estas ações assumem na gestão e planeamento da água. Nomeadamente, são objetivos concretos da monitorização a classificação do estado quantitativo e químico de todas as massas de água subterrânea, ou grupos de massas de água subterrânea, 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 Diretiva das Águas Subterrâneas (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 impacte das pressões determinantes mas, no mínimo, deve ser anual;
  - A seleção dos pontos de monitorização deve assentar, para além das condicionantes colocadas pelos próprios objetivos inerentes, na avaliação do grau de representatividade dos dados de monitorização respeitantes a um dado ponto relativamente à qualidade da massa ou massas subterrâneas correspondentes.

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

- Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano (nos termos do art. 7º);
- Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico;
- Massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas designadas como de águas balneares ao abrigo da Diretiva 76/160/CEE;
- Zonas sensíveis em termos de nutrientes, incluindo as zonas designadas como zonas vulneráveis ao abrigo da Diretiva 91/676/CEE (nitratos) e as zonas designadas como zonas sensíveis ao abrigo da diretiva 91/271/CEE (tratamento de águas residuais urbanas);
- Zonas designadas para a proteção de habitats ou de espécies em que a manutenção ou melhoramento do estado da água seja um dos fatores importantes para a proteção, incluindo os sítios relevantes da Rede Natura 2000, designados ao abrigo da Diretiva n.º 92/43/CEE (habitats) e da Diretiva n.º 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^3/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 n.º 98/83/EC; transposição nacional mediante o Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, com as alterações introduzidas mediante o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto). Contudo, e ao contrário do estabelecido para as massas de água de superfície nas mesmas condições, a DQA não estipula critérios adicionais para a monitorização destas massas de água subterrâneas.

4.1.2.2 | Enquadramento legislativo nacional

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

A transposição da DQA da 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 associado a uma origem antropogénica.

Como disposto na DQA, são estabelecidos dois níveis de ações de monitorização, complementares, nomeadamente a monitorização de vigilância, e como base nos resultados obtidos em cada iteração, i.e. em cada período de vigência do PGRH, um programa de monitorização operacional. Desta forma, os objetivos e natureza de cada uma das redes associadas a estes programas são diversos, como se caracteriza no Quadro 4.1.5.

Quadro 4.1.5 | Caracterização dos programas de monitorização do estado químico das águas subterrâneas de acordo com a legislação em vigor (face à realidade geográfica da RH9 excluem-se as disposições relativas às massas de água transfronteiriças)

Programa	Características			
	Objetivos	Geometria	Parâmetros	Frequência
Vigilância	Completar e validar o processo de avaliação do impacte Fornecer informações destinadas a serem utilizadas na determinação de tendências a longo prazo, resultantes tanto de alterações das condições naturais como da atividade antropogénica.	São selecionados pontos de monitorização em número suficiente para cada uma das seguintes categorias de massas de água: Massas de água consideradas em risco na sequência da caracterização efetuada nos termos dos Anexos I e III.	Serão monitorizados em todas as massas de água subterrâneas selecionadas os seguintes parâmetros fundamentais: teor de oxigénio; pH; condutividade elétrica; nitratos; amónia. Para as massas de água identificadas, nos termos dos 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.	Para cada período de planeamento.
Operacional	Determinar o estado químico de todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas identificadas como estando em risco. Determinar a presença de eventuais tendências a longo prazo, antropogenicamente induzidas, para o aumento da concentração de qualquer poluente.	Efetuada para todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas que, com base tanto no estudo de impacte realizado nos termos do disposto no Anexo III, como na monitorização de vigilância, sejam identificados como estando em risco de não atingirem os objetivos especificados no art. 47º da Lei 58/2005, de 29 de dezembro. A seleção dos pontos de monitorização tem igualmente em conta a avaliação do grau de representatividade dos dados de monitorização.	Indicadores de poluentes responsáveis por a massa ou grupo de massas de água subterrâneas ter sido designada como em risco.	Efetuada nos intervalos entre os períodos de execução dos programas de monitorização de vigilância, com uma frequência suficiente para determinar o impacte das pressões pertinentes, mas, no mínimo, uma vez por ano.

4.1.2.3 | Monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas

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 Faial. Esta lacuna, já identificada no âmbito do PRA (Decreto Legislativo Regional n.º 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 condicionalismos operacionais decorrentes do esforço financeiro associado a esta tarefa, aliado à escassez de recursos humanos vocacionados para esta área nos Açores, foi tomada a opção de desenvolver o projeto por fases, escalonando ao longo do tempo as amostragens a efetuar nas diversas ilhas que compõem a RH9. Desta forma, só a partir de 2007 foi possível universalizar a rede de monitorização de vigilância a todas as ilhas do arquipélago dos Açores (Figura 4.1.2).

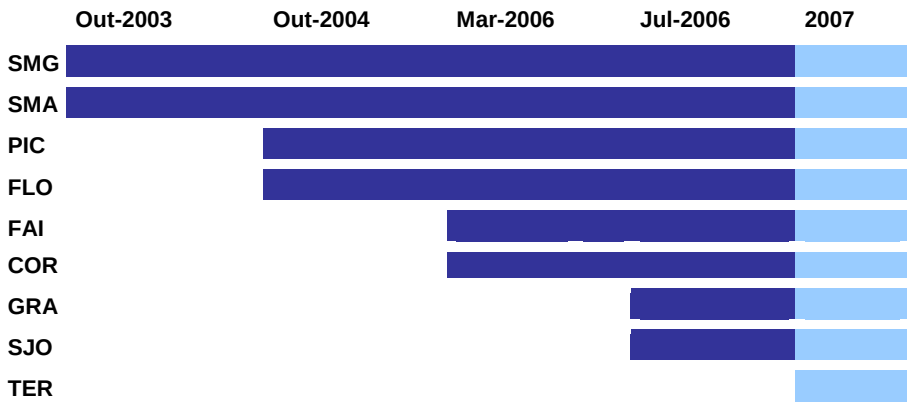


Figura 4.1.2 | Evolução faseada da rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas na RH9.

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 4.1.6). 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 4.1.6).

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 4.1.6 | Composição das redes de monitorização antiga e atual para a observação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH9

	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
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 Faial teve início no ano de 2006, com uma rede que compreendia 5 nascentes e 5 furos (Figura 4.1.3). Por seu turno, a rede nova, instalada em 2009, é composta por 3 nascentes (- 40%) e 2 furos (- 60%) (Figura 4.1.3).

A comparação da geometria das redes demonstra uma redução acentuada do número de pontos de água amostrados (- 40%) e, inclusivamente, a inexistência atual de amostragens nas massas de água designadas por Capelo e Cedros – Castelo Branco, que de acordo com a rede antiga tinham densidades respetivamente iguais a 0,037 e 0,242 pontos/km^2 (Quadros 4.1.7 e 4.1.8).

Na rede atualmente explorada, apenas 3 massas de água são monitorizadas, nomeadamente as designadas Caldeira (0,033 pontos/km^2), Flamengos – Horta (0,519 pontos/km^2) e Pedra-pomes da Caldeira (0,018 pontos/km^2). (Quadros 4.1.7 e 4.1.8).

Quadro 4.1.7 | Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico (Coordenadas UTM Datum Graciosa Base SW 1948, zona 26N)

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água	Rede	
							Antiga	Nova
FAI.2	Águas Claras 10 - G VI	Nascente	348702	4271149	Sim	Caldeira	V	V
FAI.33	Areias I	Nascente	345994	4272175	Sim	Capelo	V	
FAI.38	Castelhano 3 - G II	Nascente	351238	4274111	Sim	Caldeira	V	V
FAI.5	Aguas Claras 13 - G VI	Nascente	348491	4270634	Sim	Pedra-pomes da Caldeira	V	V
FAI.46	Canada Larga 1 (CMH)	Nascente	351714	4276775	Não	Cedros - Castelo Branco	V	
FAI.60	Joana Alves - Cedros (JHF2)	Furo	352501	4276603	Sim	Cedros - Castelo Branco	V	
FAI.67	Castelo Branco (Cancela - JK3)	Furo	349621	4265886	Sim	Cedros - Castelo Branco	V	
FAI.59	R. Capitão -Flamengos (JHF3)	Furo	355161	4268475	Sim	Flamengos - Horta	V	
FAI.63	Lameiro Grande (AC3)	Furo	355362	4267578	Sim	Flamengos - Horta	V	V
FAI.65	Farrobo (Farroco - AC1)	Furo	357440	4268483	Sim	Flamengos - Horta	V	V

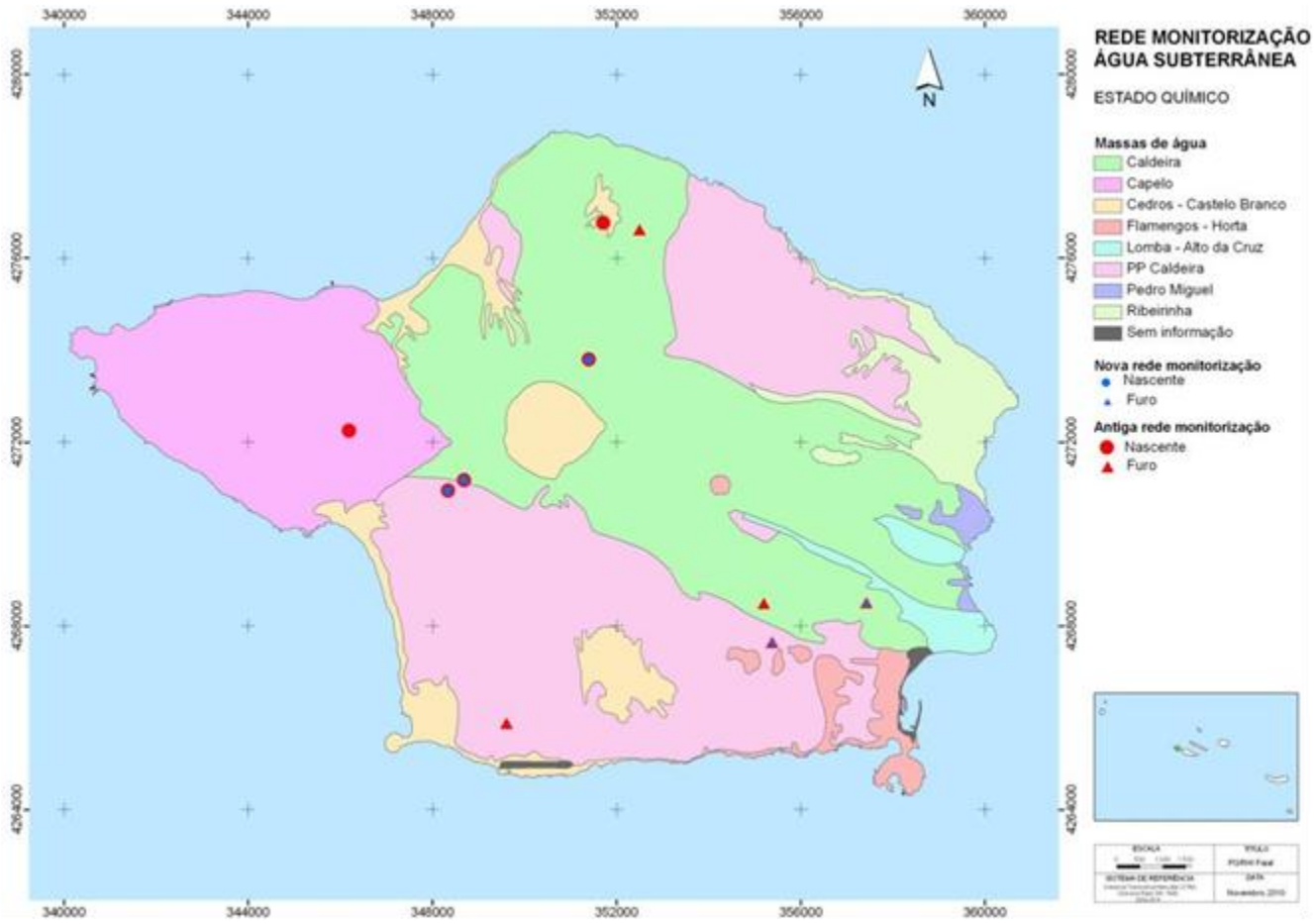


Figura 4.1.3 | Representação cartográfica das redes antiga e nova de monitorização do estado químico.

Quadro 4.1.8 | Densidade das redes antiga e nova de monitorização do estado químico

Massa de Água	Nº Pontos de água monitorizados		Área (Km^2)	Densidade (Ponto/Km^2)	
	Rede antiga	Rede nova		Rede antiga	Rede nova
Caldeira	2	2	59,94	0,033	0,033
Capelo	1	0	27,10	0,037	0,000
Pedra-pomes da Caldeira	1	1	56,70	0,018	0,018
Cedros - Castelo Branco	3	0	12,41	0,242	0,000
Flamengos - Horta	3	2	3,85	0,778	0,519

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 4.1.9 e 4.1.10. 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 ambos os quadros constata-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, electrómetria, 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_3; SO_4; 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 -4,74% (desvio padrão: +10,98%), variando os resultados entre +8,72% e -37,70%.

Quadro 4.1.9 | 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

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
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
Estreptococos fecais	A	A	Filtração por membrana

Quadro 4.1.10 | 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	Condutivimetria
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

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
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 4.1.11).

Quadro 4.1.11 | Normas de qualidade aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março

Poluente	Valor
Nitratos	50 mg NO_3/L
Substâncias ativas de pesticidas, incluindo os respetivos metabolitos e produtos de degradação e reação	0,1 µg/L 0,5 µg/L (total)

Por seu turno, a Parte B do Anexo I do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, dispõe que para a avaliação do estado químico das massas de água subterrâneas devem ser considerados um conjunto de poluentes, listados no Quadro 4.1.12.

Quadro 4.1.12 | Lista de poluentes inerentes à determinação do estado químico das massas de água subterrâneas de acordo com o Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro

Tipologia	Poluente
Substâncias ou iões, ou indicadores, de origem natural ou resultantes de atividades humanas	Cloreto Sulfato Azoto amoniacal Cádmio Chumbo Arsénio Mercúrio
Substâncias sintéticas artificiais	Tricloroetileno Tetracloroetileno
Parâmetro indicativo de intrusões salinas ou outras	Condutividade elétrica

Do cruzamento da informação constante dos Quadros 4.1.11 e 4.1.12 verificar-se 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 Faial, 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 4.1.13 apresentam-se os valores de IR calculados para as massas de água monitorizadas na ilha do Faial. Os valores de IR relativos à rede nova variam entre 53,7% e 73,8%, todos abaixo do limiar aceitável de 80%. Necessariamente que as massas de água não monitorizadas presentemente também não evidenciam a representatividade adequada.

Comparando os valores de IR nas redes antiga e nova de monitorização há massas de água com uma tendência de decréscimo muito acentuada, nomeadamente as massas Capelo e Cedros – Castelo Branco, enquanto no caso da massa de água Flamengos - Horta ocorre um aumento de 63,1% para 73,8%. As restantes massas de água mantêm os seus valores de IR.

Quadro 4.1.13 | Cálculo do índice de representatividade para as redes antiga e nova de monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Faial

Massa de Água	Densidade (Ponto/Km^2)		Índice de Representatividade (%)		
	Rede antiga	Rede nova	Rede antiga	Rede nova	Quadrícula (m)
Caldeira	0,033	0,033	53,7	53,7	200x200
Capelo	0,037	0,000	81,8	---	200x200
Pedra-pomes da Caldeira	0,018	0,018	47,3	47,3	200x200
Cedros - Castelo Branco	0,242	0,000	54,9	---	200x200
Flamengos - Horta	0,778	0,519	63,1	73,8	200x200

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 Faial, 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 53,7% e 73,8%, 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 -4,74%, 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 (Quadro 4.1.14).

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 4.1.12).

Quadro 4.1.14 | 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 DQA, transposta pela Lei da Água, define as zonas protegidas como as áreas que, face às suas especificidades, exigem proteção especial ao abrigo da legislação comunitária no que respeita à proteção das águas de superfície e subterrâneas ou à conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água.

A Lei da Água dispõe que, da mesma forma que a DQA, para as zonas protegidas as ações de monitorização dos estados químico e quantitativo devem ser complementados pelas especificações constantes de legislação no âmbito da qual tenha sido criada cada uma dessas zonas. Esta especificidade visa assegurar o cumprimento dos objetivos estabelecidos para as zonas protegidas, em especial aqueles que justificaram a criação das mesmas.

De acordo com a mesma legislação são consideradas como zonas protegidas as seguintes:

- As zonas designadas por normativo próprio para a captação de água destinada ao consumo humano ou a proteção de espécies aquáticas de interesse económico;
- As massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas designadas como 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 da 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^3 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 na ilha do Faial todas as massas de água subterrâneas são destinadas à produção de água para consumo humano com exceção das massas Ribeirinha, Flamengos – Horta e Pedro Miguel.

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 Faial, 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 4.1.15 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 4.1.15 | Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano

Massa de Água	Ref[a] PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação
Caldeira	FAI.2	Águas Claras 10 - G VI	Nascente	348702	4271149	Sim

Massa de Água	Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação
Capelo	FAI.33	Areias I	Nascente	345994	4272175	Sim
Caldeira	FAI.38	Castelhano 3 - G II	Nascente	351238	4274111	Sim
Pedra-pomes da Caldeira	FAI.5	Aguas Claras 13 - G VI	Nascente	348491	4270634	Sim
Cedros - Castelo Branco	FAI.46	Canada Larga 1 (CMH)	Nascente	351714	4276775	Não
Cedros - Castelo Branco	FAI.60	Joana Alves - Cedros (JHF2)	Furo	352501	4276603	Sim
Cedros - Castelo Branco	FAI.67	Castelo Branco (Cancela - JK3)	Furo	349621	4265886	Sim
Flamengos - Horta	FAI.59	R. Capitão - Flamengos (JHF3)	Furo	355161	4268475	Sim
Flamengos - Horta	FAI.63	Lameiro Grande (AC3)	Furo	355362	4267578	Sim
Flamengos - Horta	FAI.65	Farrobo (Farroco - AC1)	Furo	357440	4268483	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).

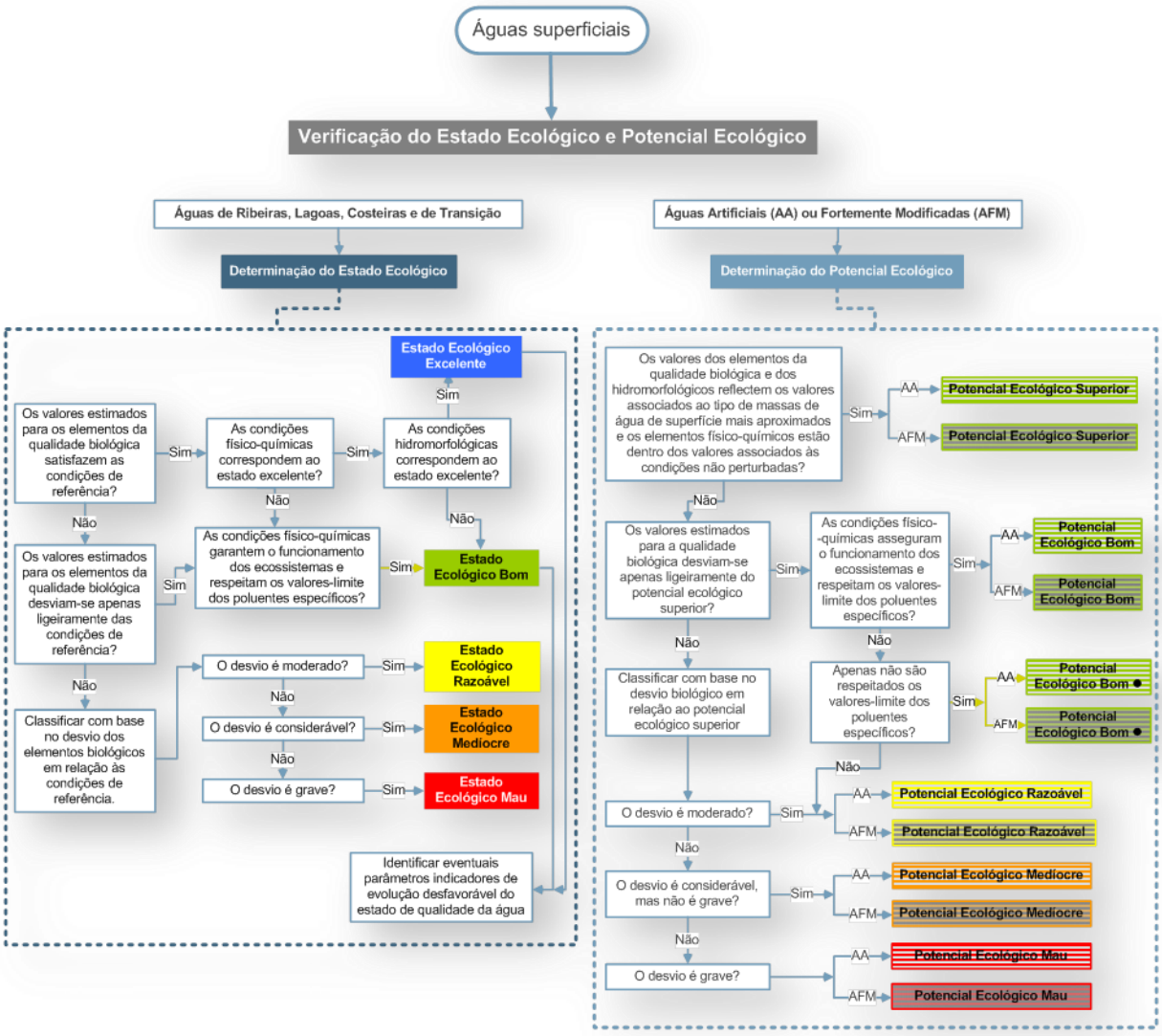
Para efeitos de avaliação do estado ecológico das massas de água superficiais da ilha do Faial foi efetuado um levantamento da informação mais relevante referente a esses ecossistemas incluída em diversas publicações, nomeadamente INOVA (1996;1999;2007), Porteiro (2000), Gonçalves *et al*, (2007) e Gonçalves (2008), bem como a sua sistematização, dando-se prioridade aos elementos de suporte à avaliação da qualidade hidromorfólogica, 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 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, 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

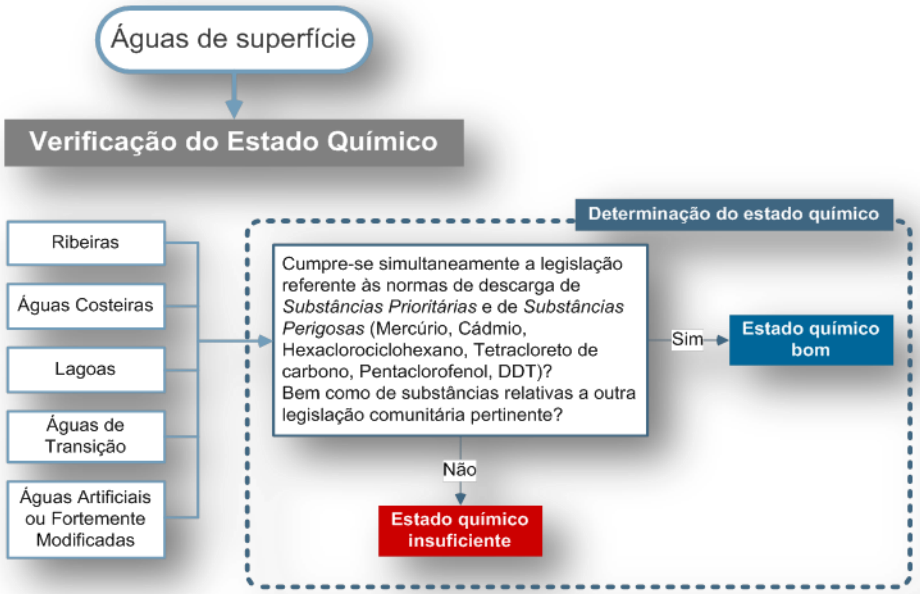
classificação aí proposto, que está em conformidade com o Anexo V da DQA e as orientações dos grupos de trabalho de implementação dessa diretiva (WFD-CIS, 2003a; 2003b; 2005).

O estado de uma massa de águas 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.



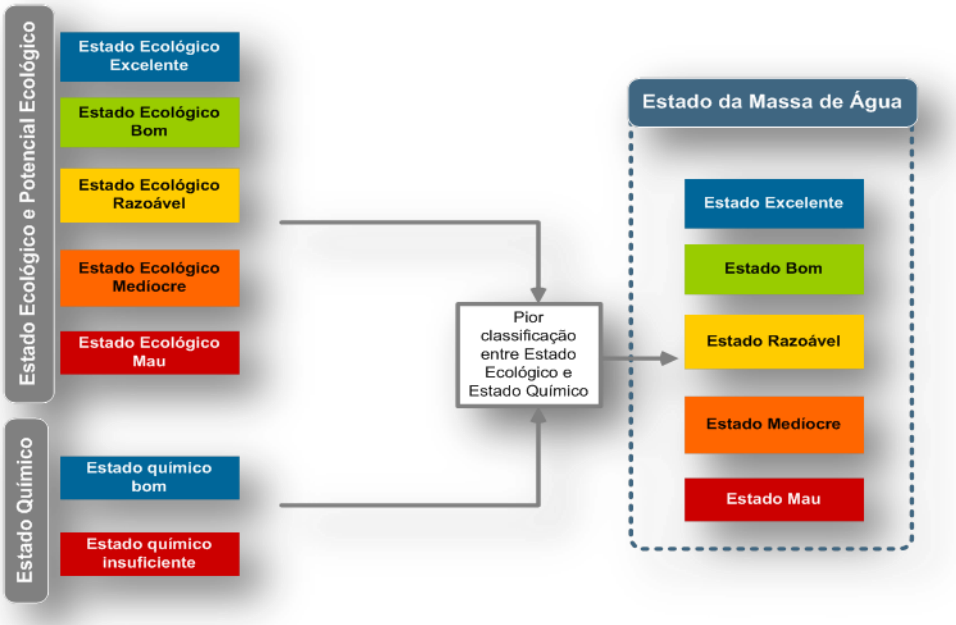
Fonte: adaptado de INAG, 2009

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: 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, a análise do potencial ecológico não será considerada na presente avaliação de estado das massas de água superficiais da ilha do Faial.

5.1.1.2 | Estado ecológico

5.1.1.2.1 | Ribeiras

O estado ecológico é a expressão da qualidade estrutural e funcional dos ecossistemas aquáticos associados às águas de superfície. A sua classificação é feita com base no desvio relativamente às condições das massas de água do mesmo tipo, em condições consideradas de referência. O estado ecológico de referência é, dentro de cada tipo de massa de água, o estado que corresponde à ausência de pressões antropogénicas significativas e sem que se façam sentir os efeitos da industrialização, urbanização ou intensificação da agricultura, podendo ocorrer apenas pequenas alterações nas condições físico-químicas, hidromorfológicas e biológicas.

No âmbito da DQA, a avaliação do estado ecológico é efetuada no sentido da preservação da integridade dos ecossistemas e das suas comunidades biológicas. Para tal, devem ser utilizados elementos indicadores da qualidade biológica dos ecossistemas e elementos de qualidade ambiental necessários ao suporte adequado das comunidades biológicas.

Relativamente aos rios, a DQA identifica como elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico os indicados no Quadro 5.1.1.

Quadro 5.1.1 | Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de rios de acordo com a Diretiva – Quadro da Água

Tipo		Elementos de qualidade
Biológicos		Composição e abundância da flora aquática
		Composição e abundância dos invertebrados bentónicos
		Composição, abundância e estrutura etária da fauna piscícola
Físico-químicos	Elementos gerais	Condições térmicas
		Condições de oxigenação
		Salinidade
		Estado de acidificação
		Condições relativas aos nutrientes
	Poluentes específicos	Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de águas
		Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas na massa de águas
Hidromorfo-lógicos	Regime hidrológico	Caudais e condições de escoamento
		Ligação a massas de água subterrâneas
	Condições morfológicas	Variação da profundidade e largura do rio
		Estrutura e substrato do leito do rio
		Estrutura da zona ripícola

No que se refere aos elementos biológicos, aqueles que poderiam ser utilizados na classificação do estado ecológico das ribeiras da RH9 são o fitoplâncton, o fitobentos e as macrófitas (outra flora aquática) e os invertebrados bentónicos

pois, como já foi afirmado anteriormente, a fauna piscícola foi toda introduzida pelo Homem não podendo, por isso, refletir a qualidade do ecossistema. Contudo, em relação às ribeiras dos Açores, apenas existem estudos consistentes relativamente ao fitobentos (diatomáceas) e aos invertebrados bentónicos (e.g. Gonçalves *et al*, 2006; Gonçalves *et al*, 2007; Gonçalves, 2008). Ambos os componentes são sensíveis às alterações na qualidade dos ecossistemas, mas as métricas que melhor se adaptam às ribeiras do arquipélago são as relacionadas com os fitobentos (Gonçalves *et al*, 2006; Gonçalves *et al*, 2007; Gonçalves, 2008), uma vez que as métricas utilizadas para a componente invertebrados bentónicos foram desenvolvidas para grandes rios continentais e a sua aplicabilidade aos Açores é limitada (Gonçalves, Raposeiro, Costa, 2008; Raposeiro & Costa, 2009). Gonçalves *et al*, (2008) e Raposeiro & Costa (2009) realçam o facto de ser necessário o desenvolvimento de novas métricas que respondam aos gradientes de qualidade que existem na Região. Os mesmos autores verificaram que os índices para fitobentos (IPS; IBD) são mais sensíveis na resposta à contaminação orgânica, enquanto os índices aplicados para os macroinvertebrados dão uma melhor resposta em relação à contaminação por metais pesados. Assim, é importante reforçar a necessidade de desenvolver novas métricas para se poder dar uma melhor resposta às exigências definidas pela DQA.

A DQA considera para o elemento de qualidade fitobentos a composição e a abundância. As métricas para avaliar a qualidade ecológica devem basear-se, portanto, nestes dois parâmetros. Os índices bióticos constituem-se, para este efeito, como ferramentas muito úteis pois assentam na sensibilidade das espécies (composição específica) e na sua abundância. Os estudos desenvolvidos (Gonçalves, Raposeiro,Costa, 2008; Gonçalves *et al*, 2008) mostraram que o Índice de Poluossensibilidade Específica (IPS; Cemagreff, 1982) é aquele que melhor traduz a qualidade do ecossistema e que melhor responde às pressões ambientais existentes.

Tendo em consideração estes resultados, adotou-se o IPS para a avaliação dos elementos de qualidade biológica (componente fitobentos) necessária à determinação do estado ecológico. Refira-se que, este mesmo índice irá ser utilizado para a determinação do estado ecológico da maioria dos tipos de rios de Portugal Continental (INAG, 2009).

Relativamente aos elementos de qualidade físico-química, a DQA estabelece duas categorias: os elementos gerais e os poluentes específicos. No que se refere aos poluentes específicos, nomeadamente às substâncias prioritárias listadas no Anexo X do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, e cujas NQA são definidas na Diretiva 2008/105/CE, e aos outros poluentes específicos (INAG 2009 – anexo B), não existem dados sobre a presença e concentração da maioria deles nas águas das ribeiras dos Açores. Os poucos poluentes específicos que foram pesquisados (e.g. arsénio, crómio, zinco, cobre, mercúrio e chumbo) possuem valores de concentração em todas as ribeiras inferiores às Normas de Qualidade para este tipo de ecossistemas (Diretiva 2008/105/CE; INAG, 2009). Como tal, estes elementos de qualidade físico-química não foram considerados na classificação do estado ecológico das ribeiras dos Açores.

Em relação aos elementos gerais da qualidade físico-química, utilizaram-se os elementos indicados pelo INAG (2009), adaptando-se os valores de referência para os sistemas insulares através da metodologia definida pelo CIS WFD (2003a; 2003b; 2005). Estes elementos, nomeadamente pH, concentração de oxigénio dissolvido, carência bioquímica de oxigénio (CBO_5), azoto amoniacal, nitratos e fósforo total.

Os elementos de qualidade hidromorfológica propostos pela DQA estão relacionados com o regime hidrológico e as condições morfológicas das ribeiras (Quadro 5.1.1). Relativamente às ribeiras dos Açores, não existem dados consistentes e sistematizados sobre os componentes desses elementos que poderiam ser utilizados na avaliação da qualidade hidromorfológica (INAG, 2009). É importante reforçar a necessidade da implementação do sistema de caracterização hidromorfológica destas massas de água, nomeadamente através da implementação do sistema de

caracterização e avaliação do habitat ribeirinho (e.g. RHS – River Habitat Survey), tal como aconteceu no âmbito dos trabalhos de implementação da DQA em Portugal Continental. Este método (RHS) foi adotado como ferramenta de caracterização e monitorização de massas de água da categoria Rios para diversas valências descritas no elemento de qualidade hidromorfológica e, acessoriamente, como instrumento de apoio ao processo de identificação e designação de massas de água fortemente modificadas. Face a estes constrangimentos optou-se por considerar, nesta fase, que todas as ribeiras apresentam condições hidromorfológicas adequadas ao suporte da vida aquática.

Os critérios de classificação do estado ecológico, expressos na relação entre os diferentes elementos de qualidade biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos segundo as definições normativas do Anexo V, item 1.2 da DQA, encontram-se representados na Figura 5.1.1.

Uma vez ponderados os elementos de qualidade, o Estado Ecológico é expresso numa das seguintes classes: Excelente, Bom, Razoável, Medíocre e Mau. Para efeitos de comunicação gráfica, a estas classes correspondem respetivamente as cores azul, verde, amarelo, laranja, e vermelho (item 1.4.2. do Anexo V da DQA).

5.1.1.2.1.1 | Elementos biológicos de qualidade

De acordo com a DQA as condições de referência (que correspondem simultaneamente ao estado ecológico excelente) devem ser definidas com base em elementos hidromorfológicos, físico-químicos e biológicos. Utilizando os elementos de qualidade selecionados e tendo por base os dados existentes para as ribeiras de referência determinaram-se as condições de referência e os valores de fronteira entre as diversas classes de estado ecológico para o elemento de qualidade biológica e para os elementos de qualidade físico-química. As fronteiras entre estados de qualidade biológica foram calculadas em rácios de qualidade ecológica (RQE), de acordo com o definido na DQA, dividindo o valor da métrica em cada classe de estado pelo valor da métrica no estado de referência. Para o cálculo das fronteiras entre os estados de qualidade definidos pelos fitobentos utilizou-se o percentil 95 da distribuição dos dados nos locais de referência para a fronteira Excelente/Bom (Figura 5.1.3). Os valores de referência calculados para o único tipo de ribeiras dos Açores e os valores das fronteiras entre as classes de qualidade, expressos em RQE, para o índice IPS para avaliação da qualidade (Figura 5.1.4) recorrendo às Diatomáceas são apresentados no Quadro 5.1.2.

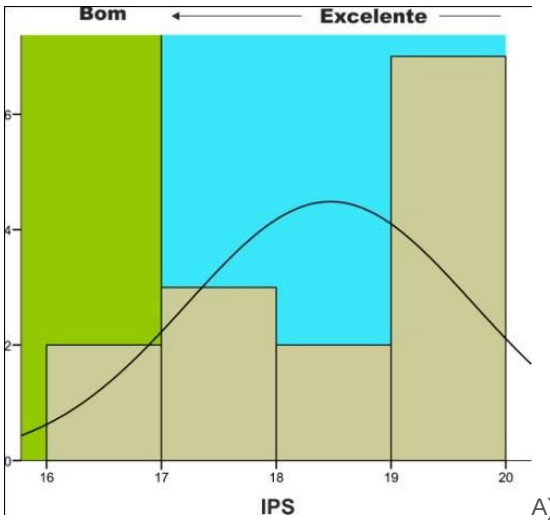


Figura 5.1.4 | Valor de referência para o índice adotado (IPS) para o tipo de ribeira do Faial.

Salienta-se que, devido à ausência de um número adequado de locais nas ribeiras do tipo B-R-C/P/S/P, não foi possível definir o valor as fronteiras entre as classes de qualidade Razoável a Mau. Deste modo apresentamos as classes do Excelente, Bom e Razoável.

Quadro 5.1.2 | Valores de referência e fronteiras para os tipos de ribeira B-R-C/P/S/P

Tipo	Índice adotado	Valor de referência	Exc./Bom (RQE)	Bom/Raz. (RQE)
B-R-C/P/S/P	IPS	19	17	12

Estados de qualidade: Exc.- Excelente; Raz.- Razoável
RQE- Rácio de Qualidade Ecológica

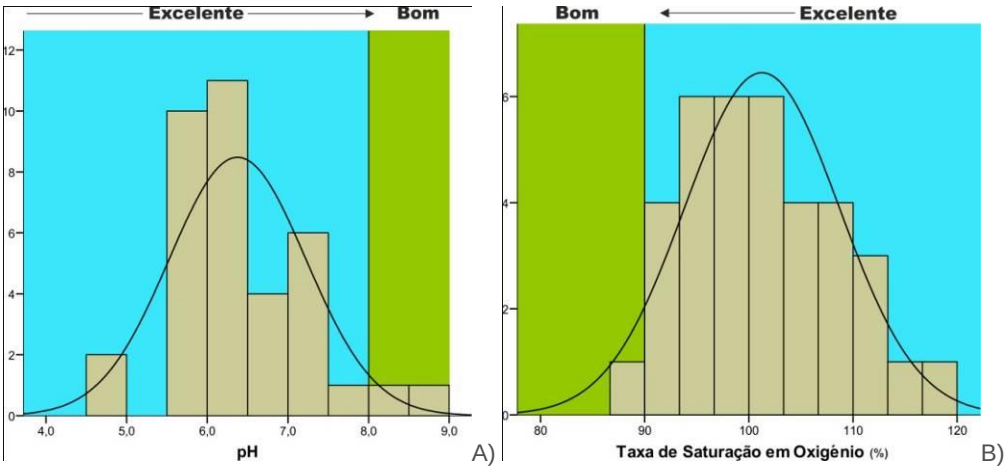
Com base nos critérios definidos atrás, determinou-se o estado dos elementos biológicos de qualidade da ribeira dos Flamengos, na ilha do Faial nos anos de 2006 e 2008 em função dos dados disponíveis (Quadro 5.1.3).

Quadro 5.1.3 | Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade biológica da ribeira dos Flamengos (RFL) nos anos de 2006 e 2008

Local	2006	2008
RFL	Razoável	Bom

5.1.1.2.1.2 | Elementos físico-químicos de qualidade

Com base nos critérios definidos atrás, avaliaram-se os elementos físico-químicos de qualidade da ribeira dos Flamengos entre os anos de 2006 e 2008 (Quadro 5.4). Para o cálculo das fronteiras entre os estados de qualidade baseada nos elementos físico-químicos utilizou-se o percentil 95 da distribuição dos dados nos locais de refe rência para a fronteira Excelente/Bom (Figura 5.1.5). Contudo, a inexistência de dados históricos a nível regional que possibilitem estabelecer relações entre a informação dos elementos biológicos e elementos físico-químicos apenas permite distinguir, nesta fase, valores de fronteira entre as classes Excelente e Bom. Para a fronteira entre o Bom e Razoável é importante garantir as condições mínimas para a sobrevivência das comunidades biológicas sendo os limites estabelecidos com base em bibliografia especializada, nomeadamente nos critérios definidos para o território nacional (INAG, 2009).



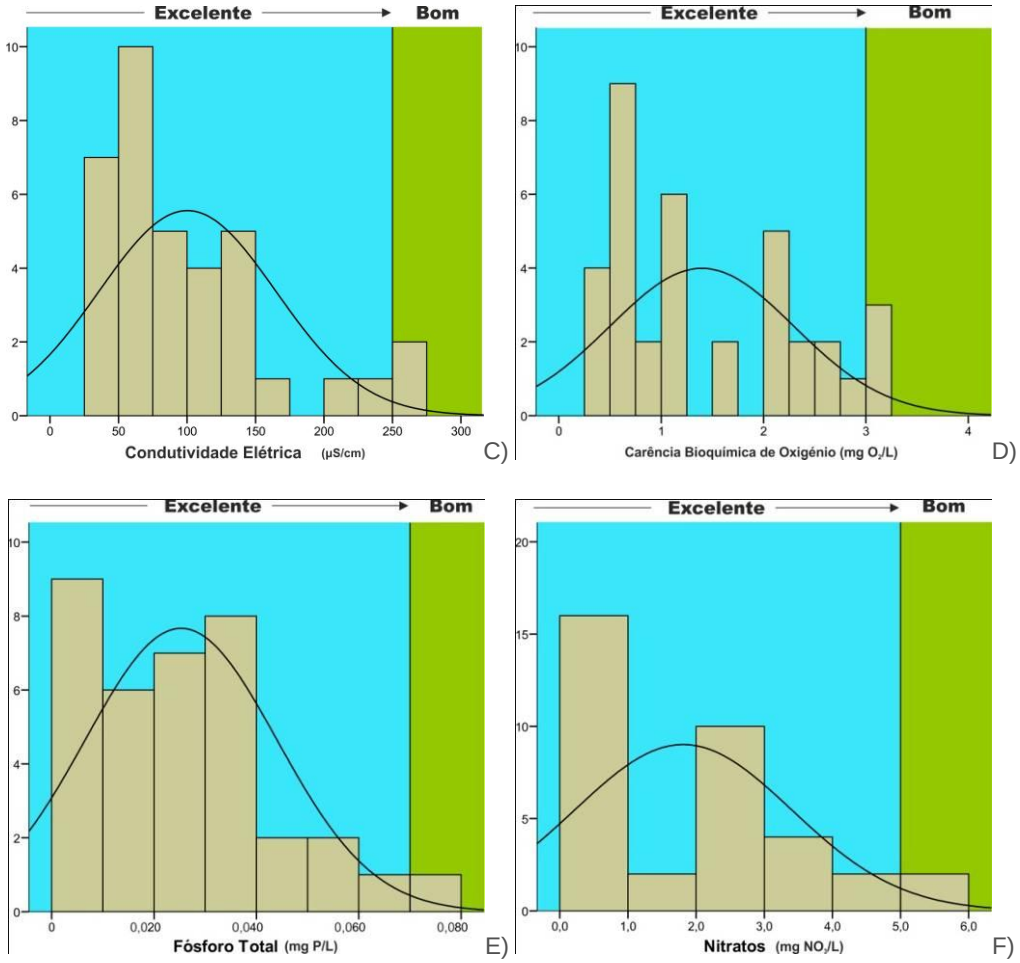


Figura 5.1.5 | Valores de referencia para os elementos físico químicos calculados para o tipo de ribeira do Faial A) pH; B) Taxa de Saturação em Oxigénio; C) Condutividade elétrica; D) Carência Bioquímica de Oxigénio; E) Fósforo total e F) Nitratos.

Os valores de referência calculados para as ribeiras do tipo B-R-C/P/S/P e os valores das fronteiras entre as classes de qualidade com base nos elementos físico químicos são apresentados no Quadro 5.1.4.

Quadro 5.1.4 | Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para o único tipo de rios considerado na Região Hidrográfica Açores

Tipo	Elemento de qualidade	Valor de referência	Exc./Bom	Bom/Raz.
B-R-C/P/S/P	pH	6,2	<8	<9
	Oxigénio dissolvido (%)	101	>90	>80 a 90
	Condutividade Elétrica (m/S)	77	>250	>400
	Carência Bioquímica de Oxigénio (mg O_2/L)	1,1	>3	>6
	Fosfato (mg P/L)	0,022	>0,070	>0,100
	Nitratos (mg NO_3/L)	2,1	>5	>15

Conforme se pode observar pela análise do Quadro 5.1.5, subsistem diversas lacunas de informação mesmo para os elementos de qualidade selecionados. Uma das lacunas mais evidente está relacionada com as condições de oxigenação. Atualmente não é monitorizada a concentração de oxigénio dissolvido, apenas a sua taxa de saturação, o

que não permitiu avaliar este elemento. Outro aspeto que influenciou negativamente a consistência da classificação dos elementos físico-químicos (tal como foi acontece nos elementos biológicos) foi a irregularidade da monitorização destes ecossistemas, verificando-se anos com dois registos e outros com apenas um.

Quadro 5.1.5 | Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade físico – química da ribeira dos Flamengos (RFL) entre os anos de 2006 e 2008

Local	Elementos	2006	2008
RFL	pH	Excelente	Bom
	Taxa de Saturação em Oxigénio	Excelente	Excelente
	Condutividade Elétrica	Bom	Bom
	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO5)	Bom	Bom
	Nitratos	Razoável	Bom
	Fósforo Total	Excelente	Excelente

Aplicando os esquemas conceptuais apresentados nas Figuras 5.1.1 e 5.1.2, determinou-se o estado ecológico da ribeira dos Flamengos nos anos 2006 e 2008. No ano de 2006 o estado ecológico da ribeira dos Flamengos era Razoável, enquanto que em 2008 o seu estado foi classificado como Bom.

5.1.1.2.2 | Lagoas

Na ilha do Faial não existem massas de água relevantes, nos termos da DQA, na categoria lagos.

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 5.1.6.

Quadro 5.1.6 | 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:

Tipo	Elementos Biológicos	Elementos Hidromorfológicos de suporte dos elementos biológicos	Elementos Químicos e Físico-químicos de suporte aos elementos biológicos
			Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de águas;
			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 águas;
			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 Faial, efetuada 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 da campanha. 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 Faial 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 (Racio 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 Faial, a classificação obtida é de Ausente - 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 industria), verifica-se que o nível de significância de pressão apresenta uma classificação global ligeiramente superior (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 Faial apresentam igualmente um estado excelente para os elementos em apreço (Quadro 5.1.7).

Quadro 5.1.7 | Classificação dos elementos biológicas para as massas de água costeira da ilha do Faial

Designação do tipo	Código	Fitoplâncton	Macroalgas	Invertebrados bentónicos	Final
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	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 15,7 e 16,1ºC. Relativamente à transparência as três massas de água

apresentam valores de 12m, 11m e 10m para águas pouco profundas, intermédias e profundas, respetivamente. A salinidade apresenta valores constantes para as três massas de água 37‰. Quanto ao oxigénio dissolvido, verifica-se que este parâmetro diminui da massa de água pouco profunda para a profunda, apresentando valores de 10,0mg/L, e 10,0mg/L (Quadro 5.1.8).

Quadro 5.1.8 | Resultados das análises efetuadas para elementos gerais

Designação do tipo	Código	Temperatura (ºC)	Transparência (m)	O2 Dissol (mg/L)	pH
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	15,7	12	10,2	7,15
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	15,9	11	10,0	7,07
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), não estando definida uma metodologia para a determinação dos valores de referência. No entanto, 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 5.1.9). Deste modo considera-se que a massa de água apresenta boa qualidade, sendo o classificado como bom (Quadro 5.1.10).

Quadro 5.1.9 | Concentração de nutrientes dissolvidos nas massas de água costeira

Designação do tipo	Código	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Azoto total (mg/L)
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	<0,02	<2	<5
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	<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/FAI1	PT09FAICPP1	<0,02	<0,16	<0,07
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	<0,02	<0,16	<0,07
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	<0,02	<0,16	<0,07

Fonte: Agroleico, 2011

Quadro 5.1.10 | Classificação dos físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha do Faial

Designação do tipo	Código	Nitrato+Nitrito	Amónia	Fosfato	%O.D.	Final
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	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 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 hidromorfologica 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 hidromorfologicas, é possível quantificar a pressão média, que para o caso da ilha do Faial é classificada como Baixa (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 1-3, 1,6 respetivamente. Deste modo, é possível avaliar o estado hidromorfologico com excelente para as três massas de água costeiras (Quadro 5.1.11).

Quadro 5.1.11 | Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha do Faial

Designação do tipo	Código	Elementos hidromorfológicos	Final
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	Excelente	Excelente
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	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 Faial 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 5.1.12 e Figura 5.1.6).

Quadro 5.1.12 | Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha do Faial

Designação do tipo	Código	Elementos biológicos	Elementos hirdromorfológicos	Elementos químicos de suporte	Final
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

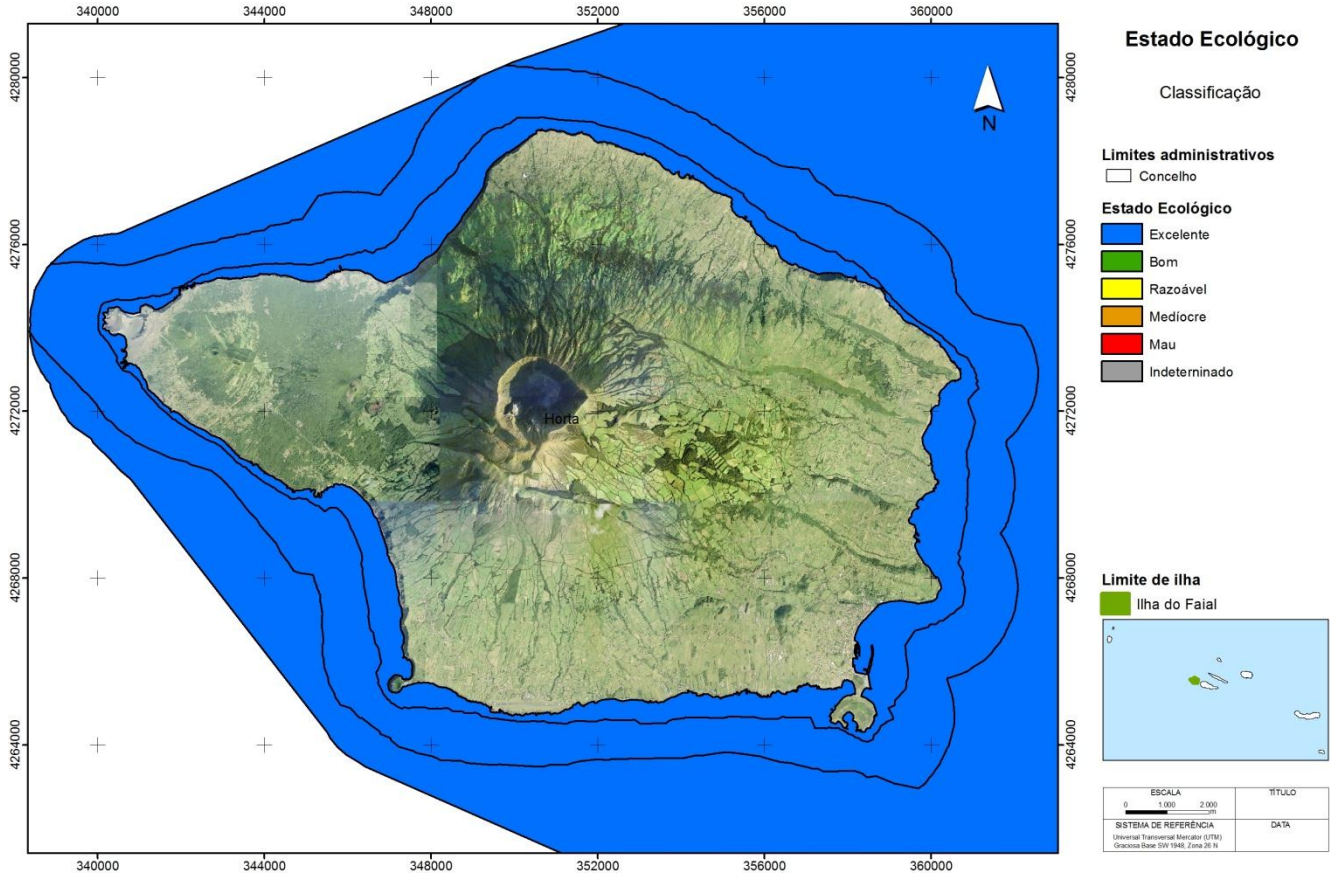


Figura 5.1.6 | Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha do Faial.

5.1.1.2.3.2 | Águas de transição

Para a ilha do Faial não estão designadas massas de água da categoria de águas de transição.

5.1.1.3 | Estado químico

De acordo com INAG (2009), o estado químico está relacionado com a presença de substâncias químicas no ambiente aquático que, em condições naturais não estejam presentes ou estariam presentes em concentrações reduzidas, e que são suscetíveis de causar danos significativos para 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).

5.1.1.3.1 | Ribeiras

Tal como foi referido anteriormente, não existem dados sobre a presença e concentração da maioria das substâncias consideradas prioritárias nas águas das ribeiras dos Açores. As poucas que foram pesquisados (e.g. cádmio, chumbo 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 a ribeira dos Flamengos possui um Bom estado químico.

5.1.1.3.2 | Lagoas

Na ilha do Faial não existem massas de água relevantes, nos termos da DQA, na categoria lagos.

5.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Para a ilha do Faial 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 5.1.13 e Quadro 5.1.14).

Quadro 5.1.13 | Normas de Qualidade Ambiental para substâncias prioritárias (Parte A do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)

Nº	Substância			NQA-MA[1] (µg/l)	NQA-CMA [2] (µg/l)
1	Alacloro			0,3	0,7
2	Antraceno			0,1	0,4
3	Atrazina			0,6	2
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)	Dureza da Água	1	0,2	≤ 0,45
			2		0,45
			3		0,6
			4		0,9
			5		1,5
7	C10-13 Cloroalcanos			0,4	1,4
8	Clorfenvinfos			0,1	0,3
9	Clorpirifos (clorpirifos-etilo)			0,03	0,1
10	1,2-Dicloroetano			10	n.a.
11	Diclorometano			20	n.a.
12	Ftalato di(2-etil-hexilo) (DEHP)			1,3	n.a.
13	Diurão			0,2	1,8
14	Endossulfão			0,005	0,004
15	Fluoranteno			0,1	1
16	Hexaclorobenzeno			0,01	0,05
17	Hexaclorobutadieno			0,1	0,6
18	Hexaclorociclohexano			0,02	0,02
19	Isoproturão			0,3	1
20	Chumbo e compostos de chumbo			7,2	n.a.
21	Mercúrio e compostos de mercúrio			0,05	0,07
22	Naftaleno			1,2	n.a.
23	Níquel e compostos de níquel			20	n.a.
24	Nonilfenol (4-Nonilfenol)			0,3	2
25	Octilfenol (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol)			0,01	n.a.
26	Pentaclorobenzeno			0,007	n.a.
27	Pentaclorofenol			0,4	1
28	Benzo(a)pireno			0,05	0,1

Nº	Substância	NQA-MA[1] (µg/l)	NQA-CMA [2] (µg/l)
	Benzo(b)fluoranteno	Σ=0,03	n.a.
	Benzo(k)fluoranteno		
	Benzo[g,h,i]perileno	Σ=0,002	n.a.
	Indenol[1,2,3-cd]pireno		
29	Simazina	1	4
30	Compostos de tributilestanho (Catião tributilestanho)	0,0002	0,0015
31	Triclorobenzenos (1,2,3-,1,2,4- 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 5.1.14 | Normas de Qualidade Ambiental para outros poluentes (Parte B do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)

Nº	Substância	NQA-MA[1] (µg/l)	NQA-CMA [2] (µg/l)
6a	Tetracloreto 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 5.1.12 e Quadro 5.1.13). 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 as estas substâncias, são reduzidas ou residuais. Deste modo, é apresentada no Quadro 5.1.15 e Figura 5.1.7, para as três massas de água costeiras, a classificação do Estado Químico como bom.

Quadro 5.1.15 | Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes

Designação do tipo	Código	Substâncias prioritárias	Outros poluentes	Final
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	Bom	Bom	Bom
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	Bom	Bom	Bom
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Bom	Bom	Bom
		Bom	Bom	Bom

Fonte: Agroleico, 2011

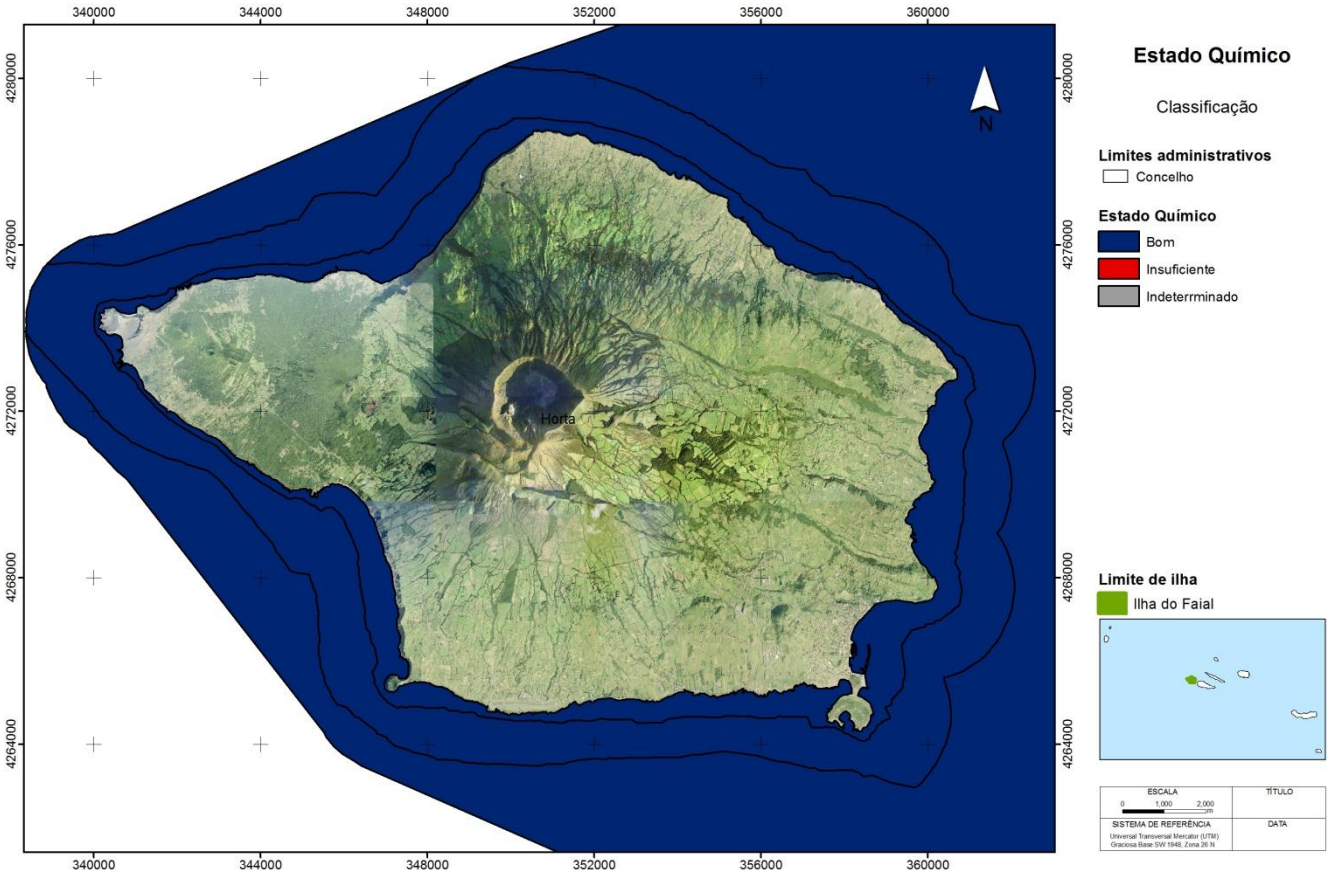


Figura 5.1.7 | Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha do Faial.

5.1.1.4 | Síntese

O Estado de uma massa de águas 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 apresentam-se os estados para as massas de água superficiais existentes na ilha do Faial.

5.1.1.4.1 | Ribeiras

A classificação final do estado da ribeira dos Flamengos na ilha do Faial foi obtida de acordo com os critérios definidos na Figura 5.1.1 e é apresentada no Quadro 5.1.16 e Figura 5.1.8.

Quadro 5.1.16 | Classificação do estado da massa de águas - ribeira dos Flamengos nos anos de 2006 e 2008

Local	2006	2008
RFL	Razoável	Bom

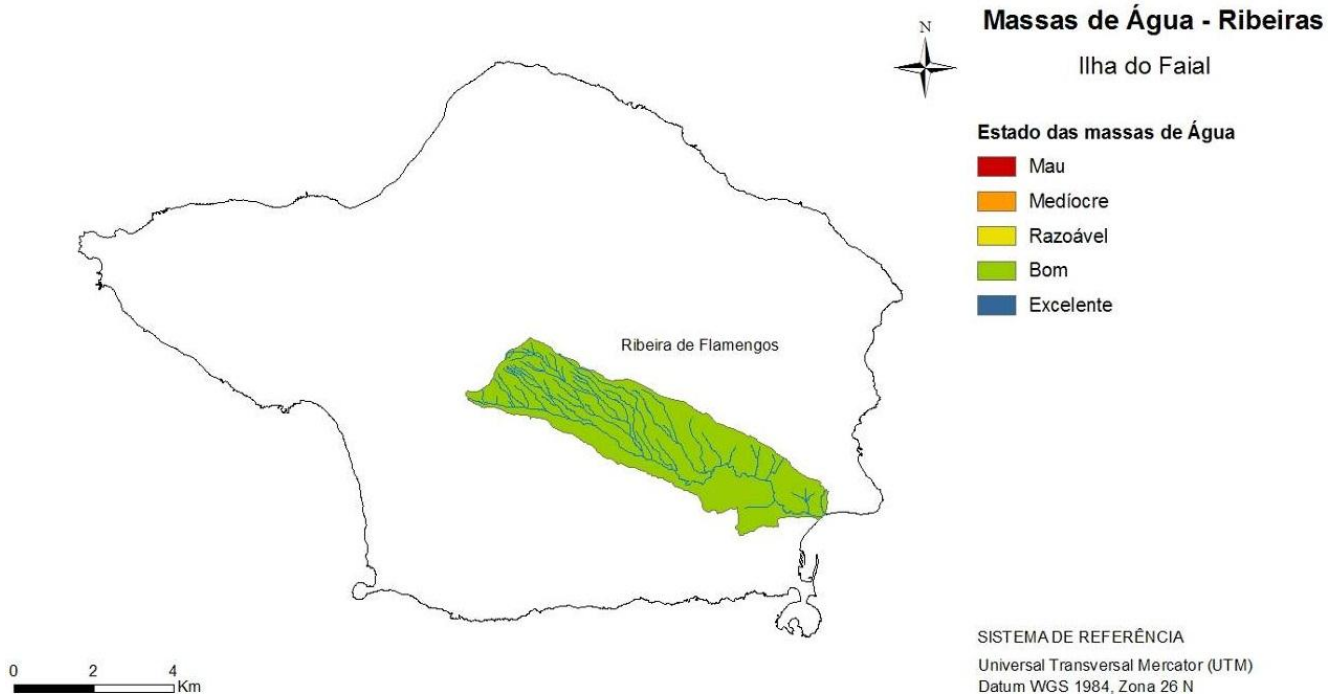


Figura 5.1.8 | Classificação do estado das massas de água da categoria rios designadas na ilha do Faial (2008).

Em conclusão, é possível afirmar que a ribeira abrangida por este plano apresenta uma qualidade variável desde Bom até Razoável. Em síntese, a ribeira dos Flamengos apresentou uma qualidade razoável no ano de 2006, obtendo uma boa qualidade no ano de 2008. Neste sentido, esta massa de águas cumpre os objetivos de qualidade propostos na DQA para o ano de 2008.

5.1.1.4.2 | Lagoas

Na ilha do Faial não existem massas de água relevantes, nos termos da DQA, na categoria lagos.

5.1.1.4.3 | Águas costeiras e de transição

5.1.1.4.3.1 | Águas Costeiras

Até ao momento existem apenas dados relativos a uma campanha de monitorização para as águas costeiras da ilha do Faial, 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 Faial, de acordo com o previsto no Anexo V da DQA, é classificado como excelente (Quadro 5.1.17 e Figura 5.1.9).

Quadro 5.1.17 | Classificação final do estado para às massas de água costeiras da ilha do Faial

Designação do tipo	Código	Estado ecológico	Estado químico	Estado Final
A-C-E/PP/FAI1	PT09FAICPP1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/I/FAI1	PT09FAICI1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Bom	Excelente

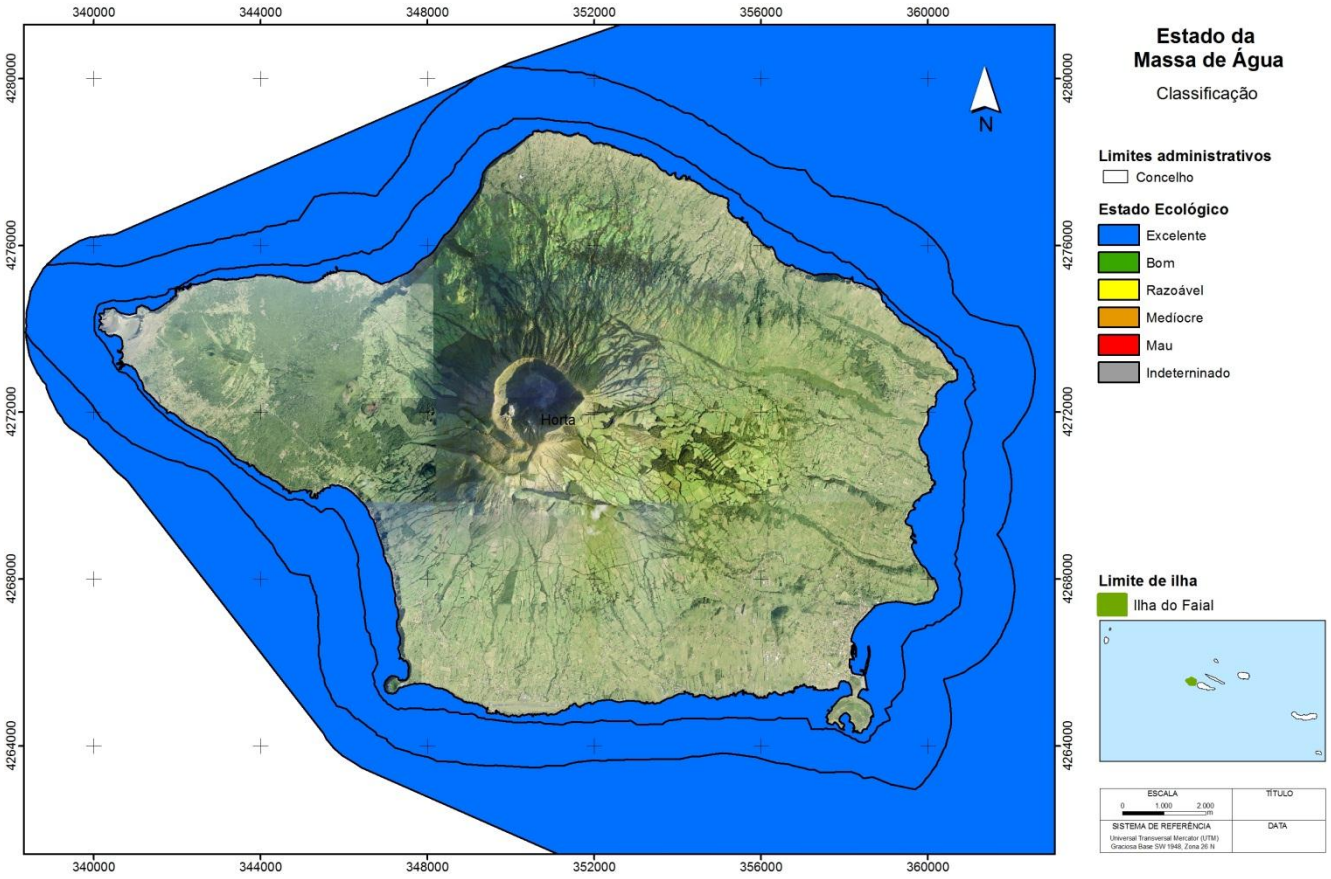


Figura 5.1.9 | Classificação do estado estado das massas de água costeiras da ilha do Faial..

5.1.1.4.3.2 | Águas de Transição

Para a ilha do Faial 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).

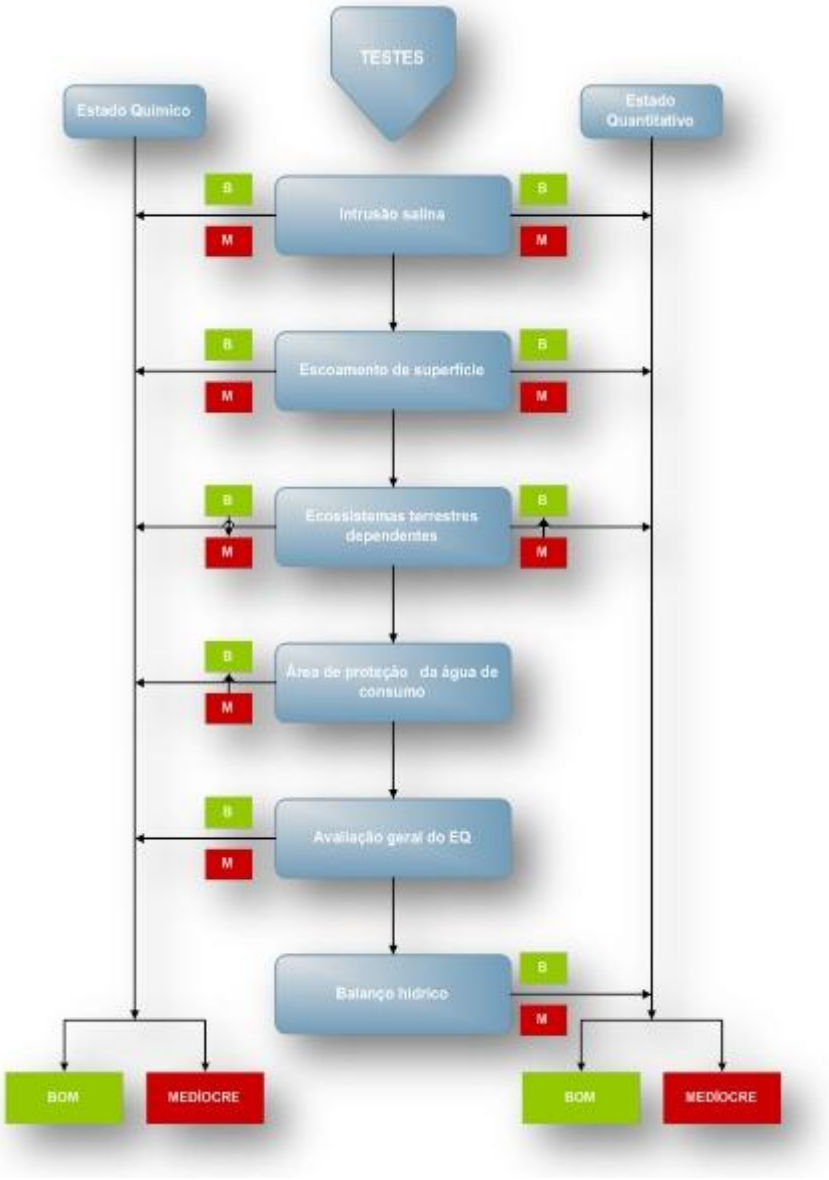
Neste contexto, procedeu-se à aplicação sucessiva de uma série de testes relativos aos estados quantitativo e químico, tendo como resultante desta tarefa a designação de Bom estado ou estado Medíocre (Figura 5.1.10). O pior resultado obtido em cada fileira de testes é adotado como a classificação dos 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*".

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 5.1.10 | Testes relativos à determinação dos estados quantitativo e químico das massas de água subterrâneas.

Por seu turno, a menção às redes de monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas baseia-se nos seguintes documentos:

- Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Documento-Guia n.º 7, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2003);
- Documento-Guia n.º 15, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

5.1.2.1.2 | Estado químico

No contexto, da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, vulgo Lei da Água, que procede à transposição para o direito interno da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, datada de 23 de outubro, designada por DQA, o Bom estado químico das massas ou grupos de massas de água subterrâneas é aquele "*em que as concentrações de poluentes não apresentem: (1) efeitos significativos de intrusões salinas ou outras, (2) cumpram as 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 Faial. 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 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 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 freáticos 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 das 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 5.1.11).

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 5.1.12). 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 5.1.13). Apenas os locais considerados como em risco devem ser considerados na determinação do estado quantitativo quanto a este tema, e esta avaliação pode ser baseada na maior ou menor proximidade a pressões, em comunidades indicadoras ou em informações sobre as condições nos sítios.

- Teste da intrusão salina (ou outra)

Este teste avalia a não ocorrência de fenómenos de intrusão salina, ou de água de qualidade inferior a partir de outra qualquer massa de água. Complementa o teste relativo ao mesmo tema aplicado no

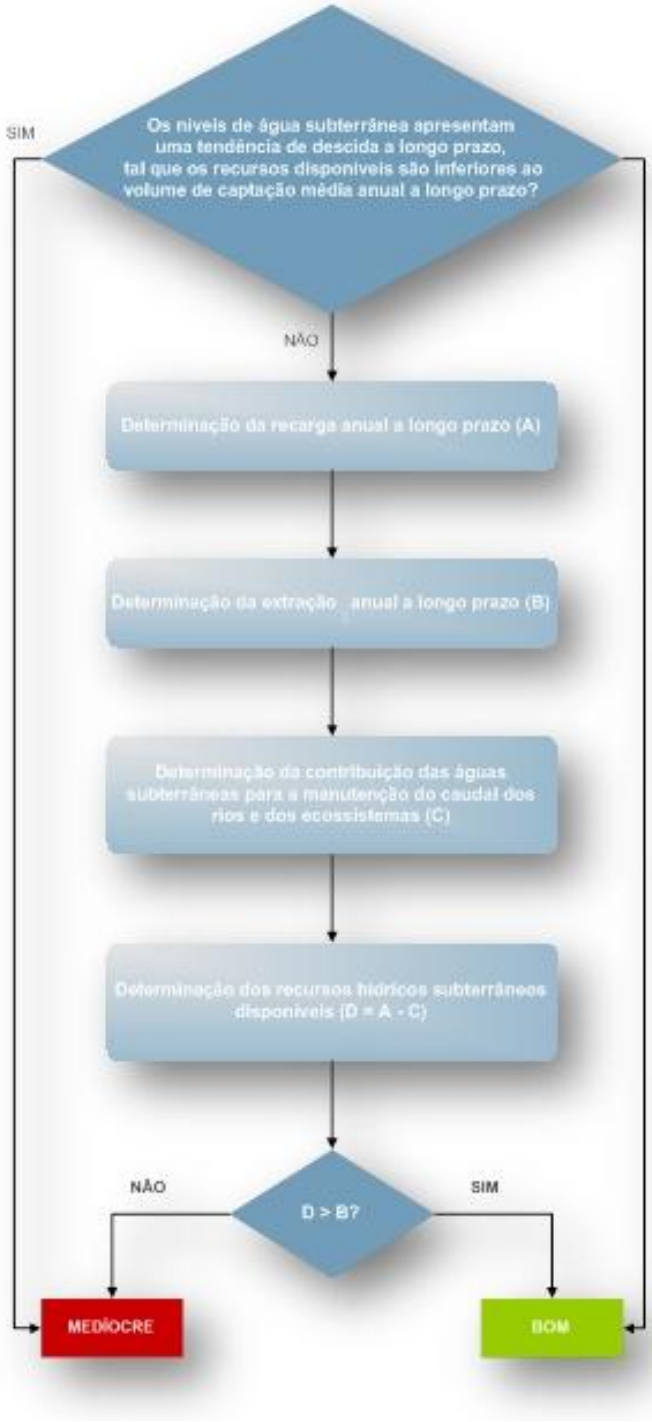
decurso do processo de determinação do estado químico das massas ou grupos de massas de água subterrâneas.

O volume de águas subterrâneas efetivamente disponível numa massa de água pode ser substancialmente inferior aos recursos estimados por imponderáveis de índole geológica e hidrogeológica (CEC, 2009). No PRA considera-se que a fração dos recursos disponível era de 10% do volume estimado, o que se afigura excessivamente 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 que é particularmente importante nos meses mais secos do ano hidrológico. Salienta-se ainda que, ao invés da opção tomada quando da elaboração do PRA, o volume de água emergente nas nascentes não captadas não foi adicionado às extrações, pois é naturalmente descarregado nos cursos de água e, desta forma, o valor a deduzir dos recursos em resultado do escoamento natural acabaria, na prática, por ser ligeiramente superior a 40%.

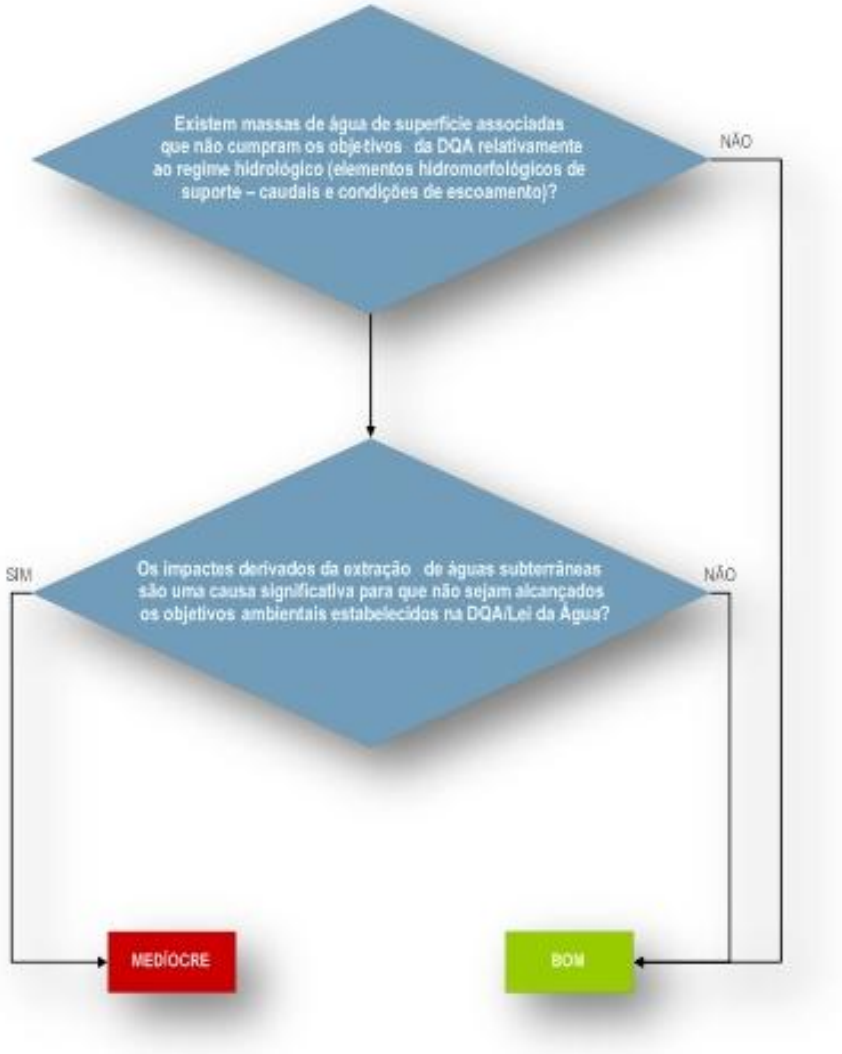
Na falta de informação apropriada, ou assente em séries temporais consolidadas, o escoamento anual médio dos cursos de água nas massas de água associadas foi estimado com base no modelo CIELO, como explicitado no ponto 2,4 do presente relatório. Neste contexto, sempre que existam massas de água de superfície associadas, optou-se por considerar uma contribuição adicional das massas de água subterrâneas da ordem de 30%. Esta contribuição é distribuída, para efeitos de cálculo, por todas as massas de água subterrâneas que podem contribuir para o escoamento superficial na bacia designada. Em qualquer caso, e como referido anteriormente, a fração dos recursos não exploráveis já compensará o volume de água subterrânea descarregado naturalmente nos outros cursos de água.

A identificação de danos sobre eventuais ecossistemas terrestres associados às massas de água subterrâneas, e decorrentes de alterações nos níveis ou no regime destas últimas, foi determinada com base na análise de informação existente sobre as ameaças impostas às áreas integradas na Rede Natura 2000, i.e. sobre as SIC e as ZPE (SRAM, 2005, 2007). Recorreu-se ainda à informação, mesmo que indireta, proporcionada pela identificação de espécies (briófitas, plantas vasculares, moluscos, artrópodes e vertebrados) ameaçadas nos Açores (Cardoso *et al.*, 2008). Quer no primeiro caso, quer no segundo, não foram identificados impactes de correntes de alterações no regime das águas subterrâneas.



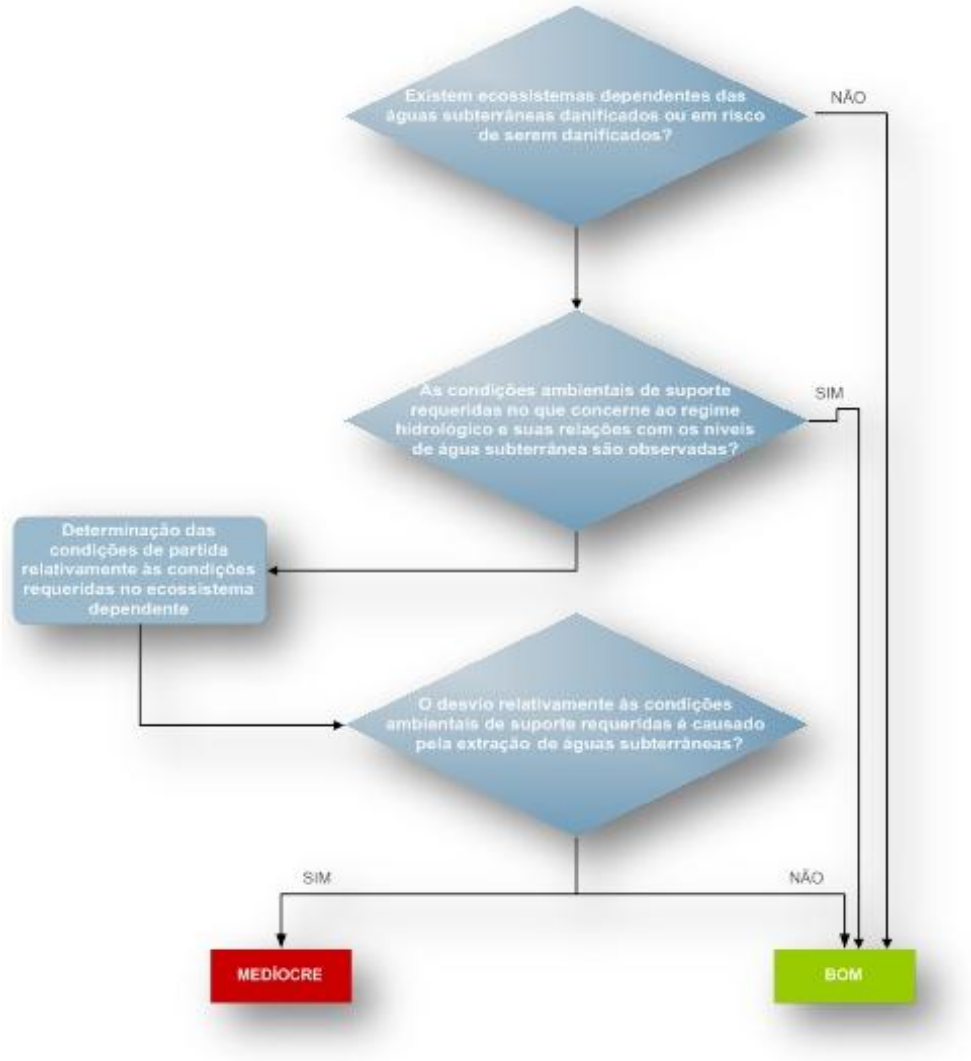
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.11 | Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base no balanço hídrico.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.12 | Teste de determinação do estado quantitativo com base no escoamento de superfície.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.13 | 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 5.1.18 a 5.1.20 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha do Faial se encontram em Bom estado quantitativo (Figura 5.1.14).

Para o preenchimento do Quadro 5.1.18, 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, com exceção do caso da massa de água Caldeira, 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. No caso particular da massa de água Caldeira, considerou-se adicionalmente uma fração de 30% do escoamento anual na massa de água de superfície associada, correspondente à ribeira de Flamengos, e assim a contribuição da água subterrânea é igual a 1,76hm^3/ano.

Da leitura dos resultados expressos no Quadro 5.1.18 relativamente à massa de água Flamengos – Horta verifica-se que esta última não cumpre o critério estabelecido Ext <0,60 * RDisp. Contudo, e como referido no ponto 3.4.2.3 do relatório, considera-se que esta questão resulta do facto do valor de recarga anual a longo prazo estar estimado por defeito uma vez que, por falta de informação hidrogeológica, não considera as transferências hídricas a partir das massas sobrejacentes, aspeto aliás já reconhecido no âmbito da elaboração do PRA (Cruz, 2001; DROTRH – INAG, 2001). Neste contexto, optou-se por atribuir uma classificação de Bom estado a esta massa, para mais quando não existem evidências de sobre-exploração, por exemplo por salinização da água nos furos que captam nesta unidade.

Não foi considerada a existência de massas de água de superfície designadas no âmbito da implementação da DQA, 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 5.1.18 | 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^3/ano)	Extração anual a longo prazo (Ext) (hm^3/ano)	Contribuição das águas subterrâneas para a manutenção do caudal dos rios e dos ecossistemas (hm^3/ano)	Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (RDisp) (hm^3/ano)	
Capelo	n.d.	15,02	0,002	n.a.	15,02	Bom
Caldeira	n.d.	22,92	0,74	1,76	21,16	Bom
Cedros – C. Branco	n.d.	8,64	0,31	n.a.	8,64	Bom
Flamengos – Horta	n.d.	0,78	1,37	n.a.	0,78	Bom
Lomba – Alto da Cruz	n.d.	0,72	0	n.a.	0,72	Bom
Pedra-pomes da Caldeira	n.d.	23,21	0,08	n.a.	23,21	Bom
Pedro Miguel	n.d.	0,12	0	n.a.	0,12	Bom
Ribeirinha	n.d.	2,72	0	n.a.	2,72	Bom

Quadro 5.1.19 | 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 impactes 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
Capelo	Não	Não	Bom
Caldeira	Não	Não	Bom
Cedros – C. Branco	Não	Não	Bom
Flamengos – Horta	Não	Não	Bom
Lomba – Alto da Cruz	Não	Não	Bom
Pedra-pomes da Caldeira	Não	Não	Bom
Pedro Miguel	Não	Não	Bom
Ribeirinha	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.20 | 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
Capelo	Não	Sim	Não	Bom
Caldeira	Não	Sim	Não	Bom
Cedros – C. Branco	Não	Sim	Não	Bom
Flamengos – Horta	Não	Sim	Não	Bom
Lomba – Alto da Cruz	Não	Sim	Não	Bom
Pedra-pomes da Caldeira	Não	Sim	Não	Bom
Pedro Miguel	Não	Sim	Não	Bom
Ribeirinha	Não	Sim	Não	Bom

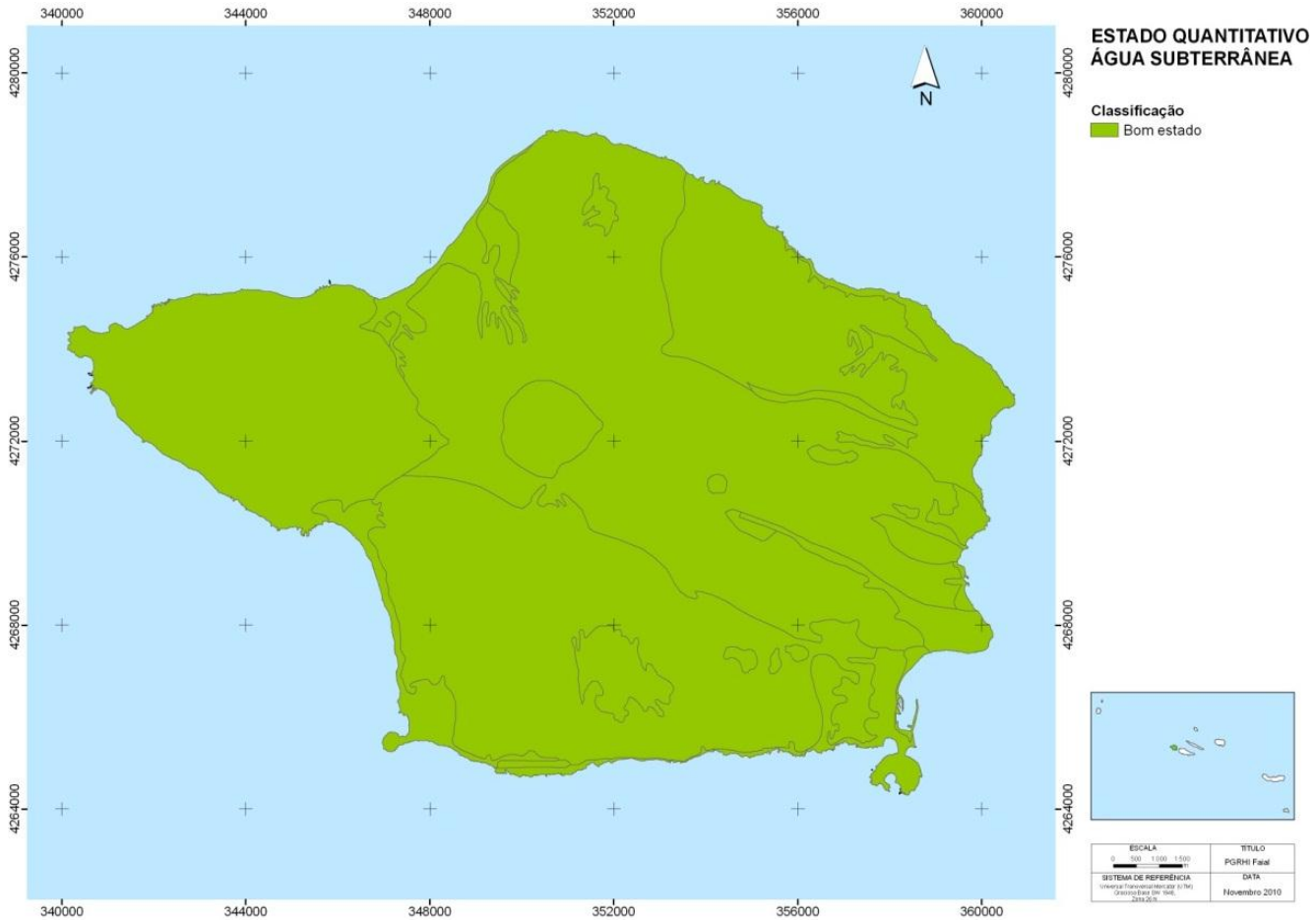


Figura 5.1.14 | Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha do Faial.

5.1.2.3 | Estado químico

A avaliação do estado químico é efetuada para todas as massas de água da ilha do Faial. De acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, que complementa a transposição da DQA para o direito interno, a avaliação do estado químico é traduzida pelo qualificativo Bom ou Medíocre, e deve assentar na análise das medições efetuadas na rede de monitorização respetiva. Esta rede deve compreender um número adequado de pontos de monitorização representativos e uma frequência de observação dimensionados de forma a garantir não só a recolha de dados sobre o estado químico das massas de água, como permitir caracterizar tendências crescentes de poluição das águas subterrâneas, com base na observação da condutividade e das concentrações de poluentes.

Os elementos de referência que concorrem para a avaliação do estado químico são estabelecidos de acordo com o disposto no n.º 2.3. do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, nomeadamente as normas de qualidade definidas na Tabela 2.3.2. da secção II do anexo V do referido instrumento legislativo, retomadas no anexo do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro, e os limiares a definir para determinados parâmetros e espécies em solução. Os valores normativos estipulados encontram-se discriminados no Quadro 5.1.10, 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 5.1.21 | Normas de qualidades aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março

Poluente	Valor
Nitratos	50mg NO_3/L
Substâncias ativas de pesticidas, incluindo os respetivos metabolitos e produtos de degradação e reação	0,1µg/L 0,5µg/L (total)
Condutividade elétrica	As modificações deste parâmetro não devem indiciar a ocorrência de intrusão salina ou outras na massa de água

Para a designação de uma massa de água subterrânea como em Bom estado químico concorrem, igualmente, os limiares estabelecidos para as substâncias indicadas nos diversos instrumentos legislativos aplicáveis. Na RH9 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 proveniente 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 5.1.15). 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 5.1.16). 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

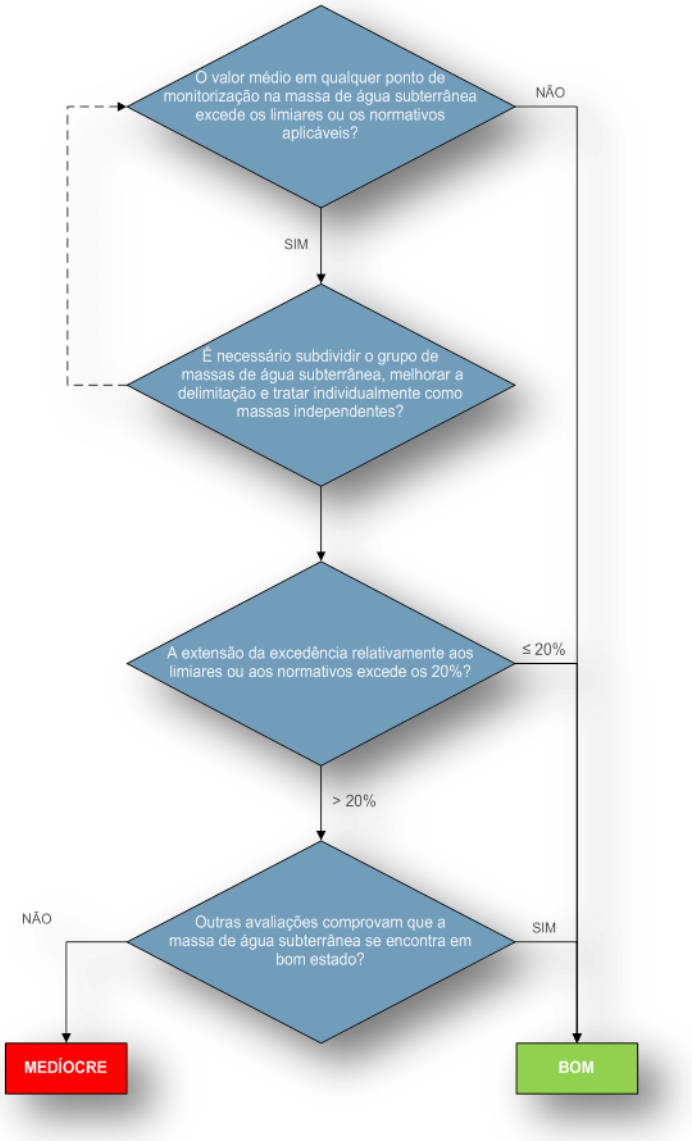
O teste avalia a existência de uma redução significativa da qualidade química e/ou ecológica das massas de água de superfície associadas (Figura 5.1.17). Pressupõe a observação de critérios de qualidade química, a agregação dos dados químicos referentes aos pontos monitorizados, da localização da excedência 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 5.1.18). 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.

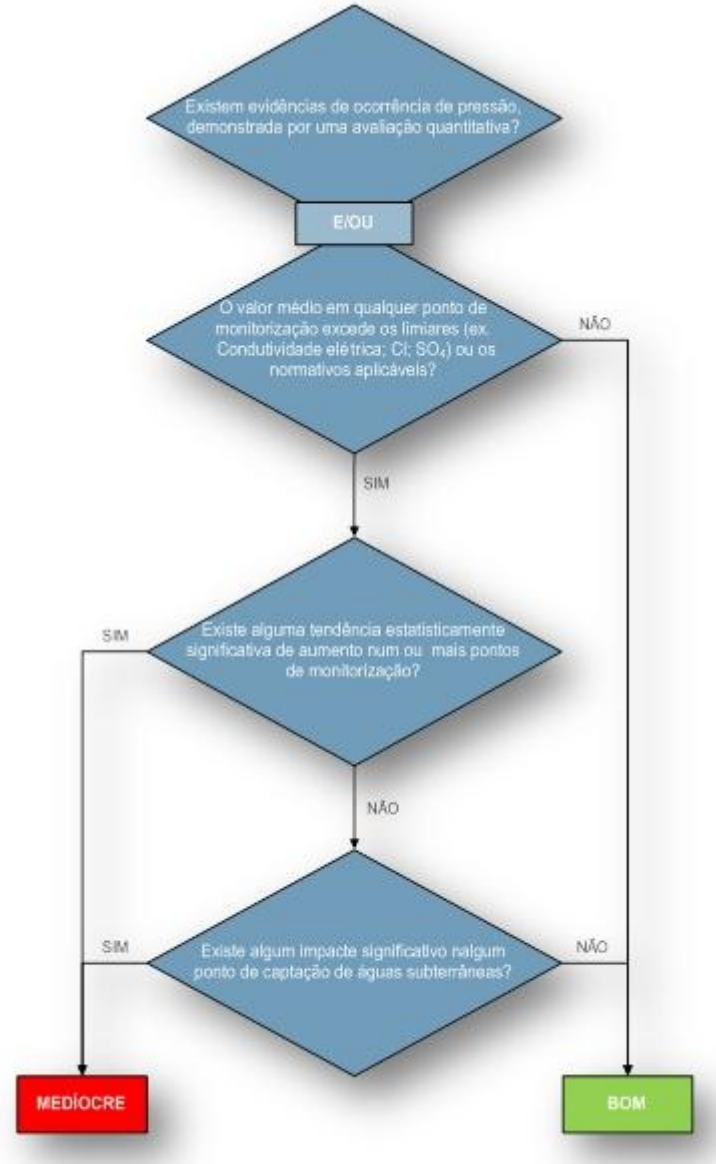
- Teste das zonas de proteção de água para consumo humano

O teste avalia a eventual degradação da qualidade da água destinada à produção de água para uso humano (Figura 5.1.19).



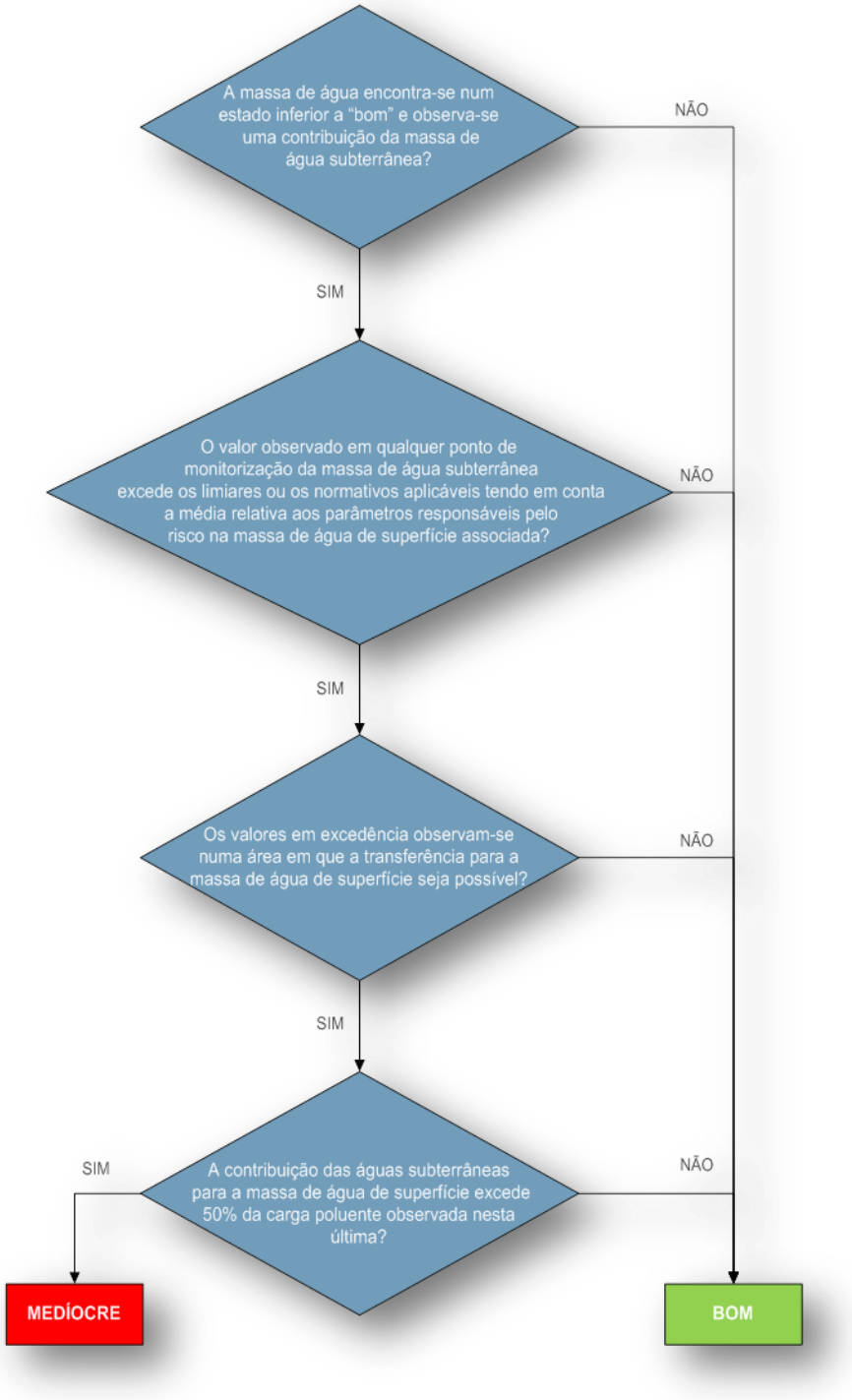
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.15 | Teste de avaliação geral do estado químico.



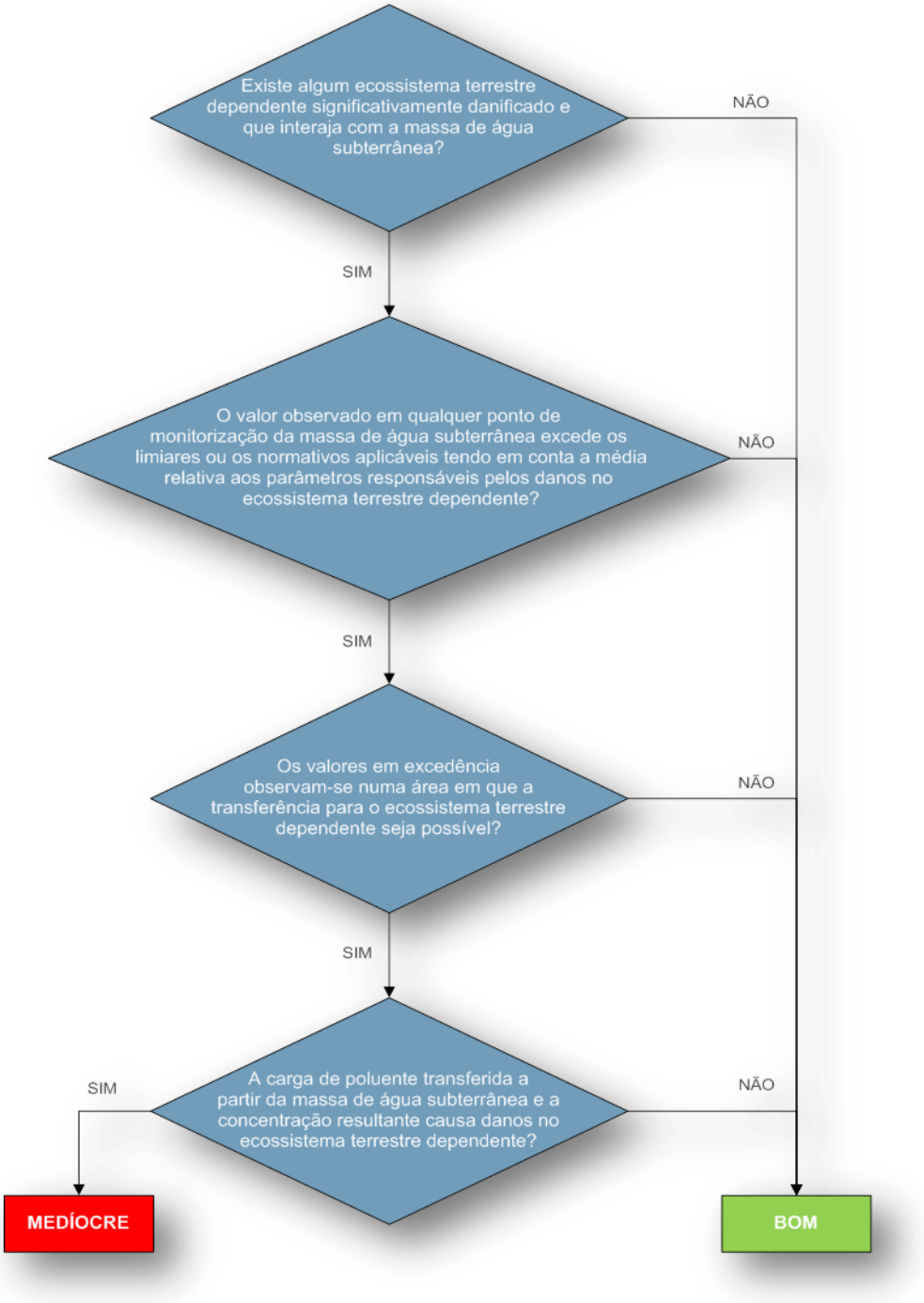
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.16 | Teste de determinação do estado químico com base na existência de intrusão salina ou outra.



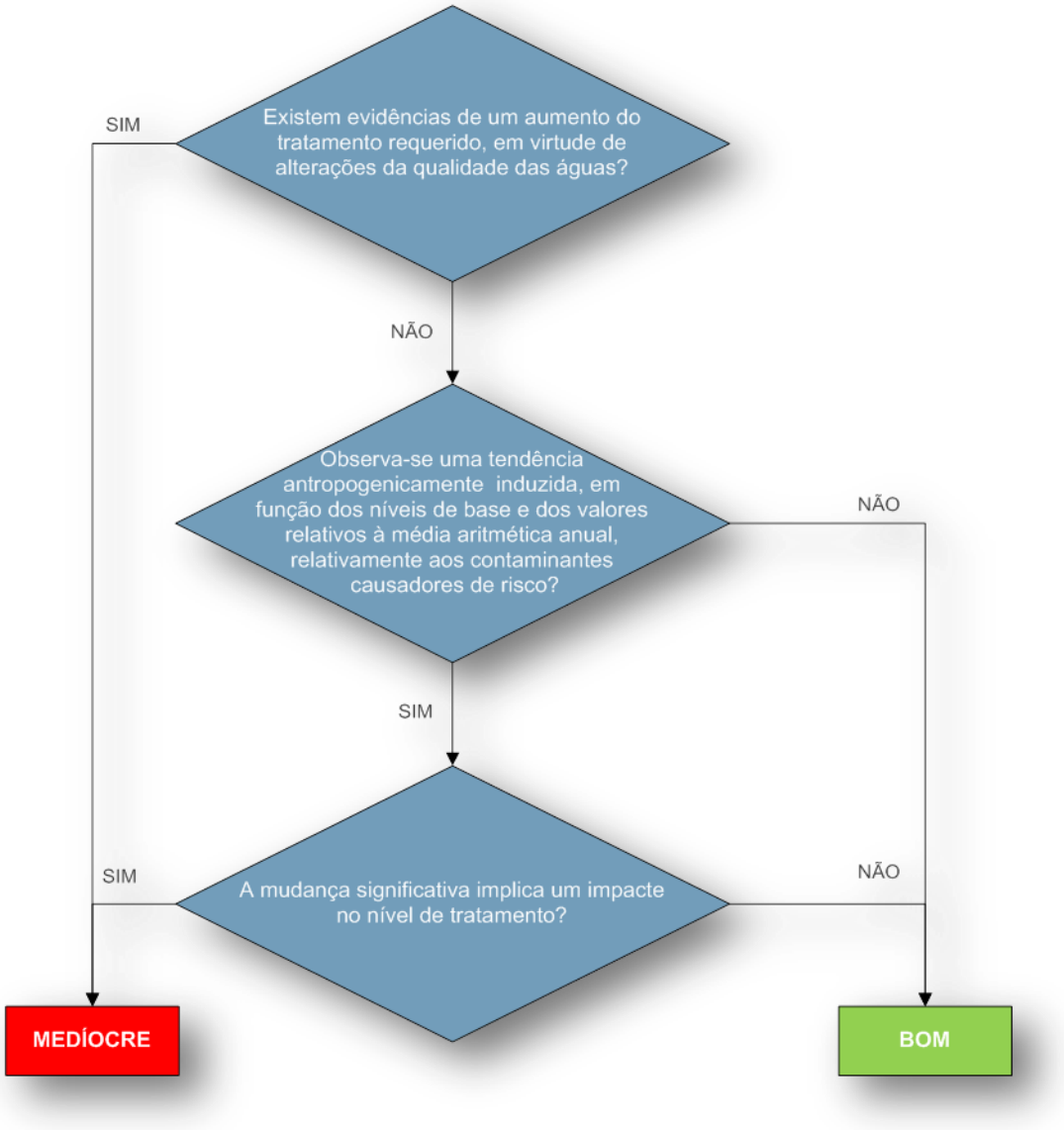
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.17 | Teste de determinação do estado químico com base na transferência de poluentes.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.18 | Teste de determinação do estado químico com base nos ecossistemas terrestres dependentes.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.19 | Teste de determinação do estado químico das massas de água subterrâneas com base nas zonas de proteção de água para consumo humano.

5.2.2.3.2 | Resultados da avaliação do estado químico

No caso da ilha do Faial 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 2006, 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 7,10 e 8,00, e correspondem a águas predominantemente frias (12,5ºC a 17,85ºC) (Quadro 5.1.22). A

mineralização das águas é variável, embora os valores de condutividade elétrica sugiram que o conteúdo em sais dissolvidos é relativamente reduzido (79 - 1236µS/cm). O valor mais elevado é observado no ponto de água FAI.67, que corresponde a um furo em que a composição química é influenciada pela mistura com sais marinhos.

As fácies hidrogeoquímicas predominantes nas várias massas de água monitorizadas são bastante homogéneas, predominando os tipos intermédios cloretada bicarbonatada sódica a bicarbonatada cloretada sódica, embora alguns pontos demonstrem tendências magnesianas e cloretadas mais acentuadas (Figuras 5.1.20 a 5.1.24). O segundo caso denota a influência do fenómeno modificador associado à salinização da água subterrânea, enquanto no primeiro caso resulta de processos de troca catiónica entre metais alcalinos e alcalinoterrosos.

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 5.1.25 a 5.1.29).

Quadro 5.1.22 | Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas na massa de água Vulcão da Caldeira

Massa de água	Ref^{a} PGRHI	Temp °C	pH	OD % de saturação	Cond. (20°C) µS/cm	HCO_3 mg/L	SiO_2 mg/L	SO_4 mg/L	Cl mg/L	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	NO_3 mg/L
Caldeira	FAI.38	13,10	7,40	99,40	103	40,50	36,00	2,05	28,50	12,50	4,05	1,75	3,50	0,40
	FAI.2	12,50	7,60	97,60	79	33,00	34,50	2,35	11,50	10,00	3,45	1,25	1,35	0,30
Capelo	FAI.33	13,80	7,30	90,00	184	38,00	28,00	7,80	43,00	23,00	2,20	5,10	5,20	1,10
Cedros - Castelo Branco	FAI.46	14,55	7,70	100,45	108	40,00	40,00	1,80	13,00	14,00	11,00	2,20	3,20	2,25
	FAI.60	15,55	7,75	102,30	210	61,00	37,00	7,30	37,50	30,00	4,70	3,80	4,60	3,20
	FAI.67	16,80	6,70	100,10	1236	150,00	59,00	42,00	349,00	214,00	13,50	26,50	10,10	1,90
	FAI.46	14,90	7,60	89,50	106	49,00	8,10	2,30	12,00	14,00	7,70	2,50	3,00	1,70
Flamengos - Horta	FAI.63	16,80	7,30	101,65	719	165,00	38,00	21,00	156,50	80,00	6,40	37,00	18,00	6,10
	FAI.65	17,85	7,90	96,00	673	161,00	29,00	19,00	140,50	62,00	5,40	36,00	25,00	5,45
	FAI.59	15,10	8,00	106,50	127	51,50	29,50	2,85	16,00	17,00	3,55	3,10	4,70	1,80
Pedra-pomes da Caldeira	FAI.5	13,00	7,10	99,00	85	31,00	32,00	2,35	12,00	10,50	7,10	2,00	2,07	0,30

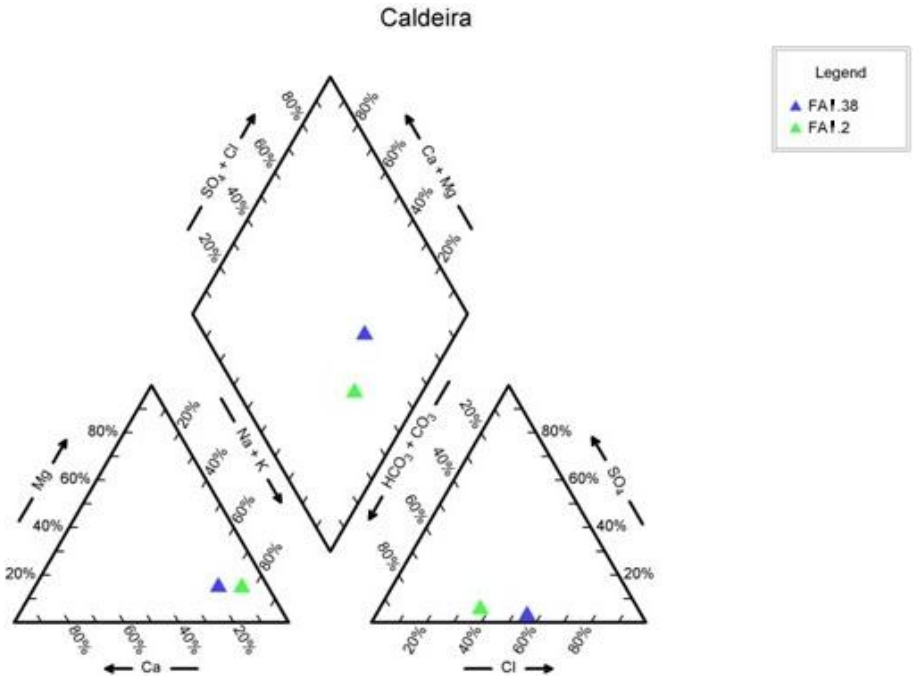


Figura 5.1.20 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Caldeira. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

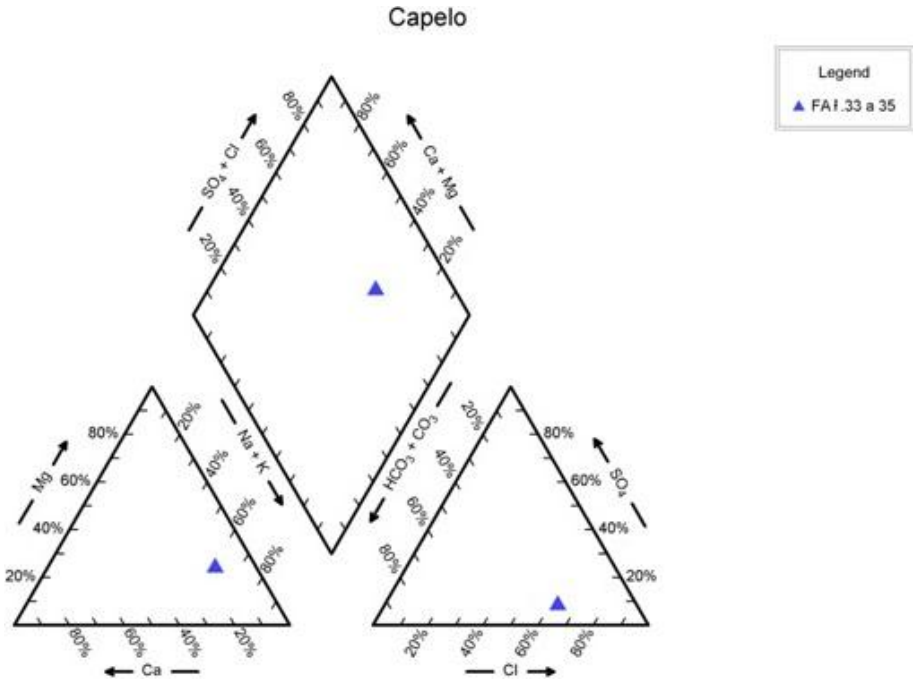


Figura 5.1.21 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Capelo. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

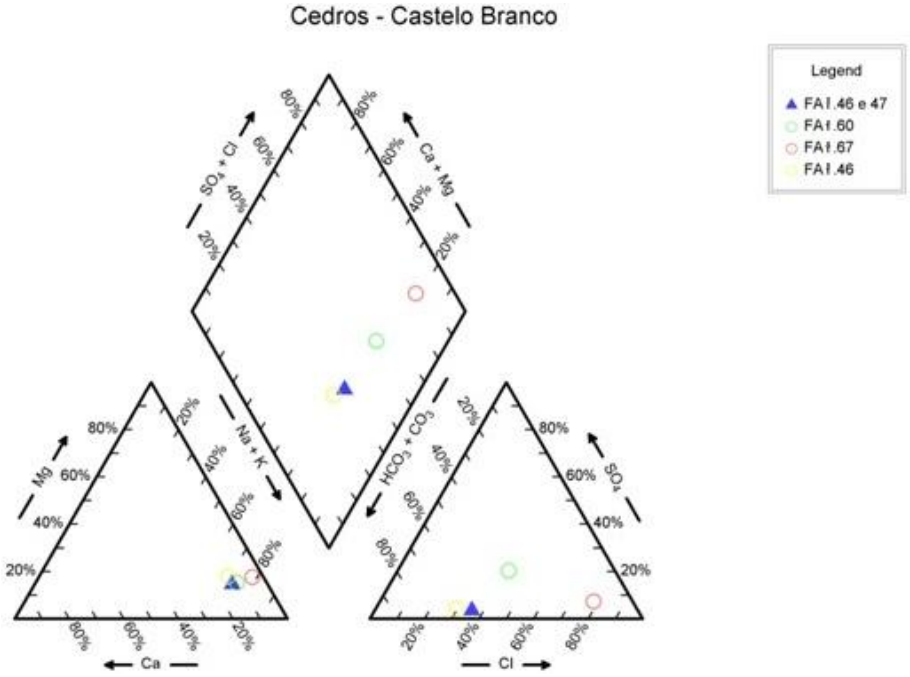


Figura 5.1.22 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Cedros – Castelo Branco. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

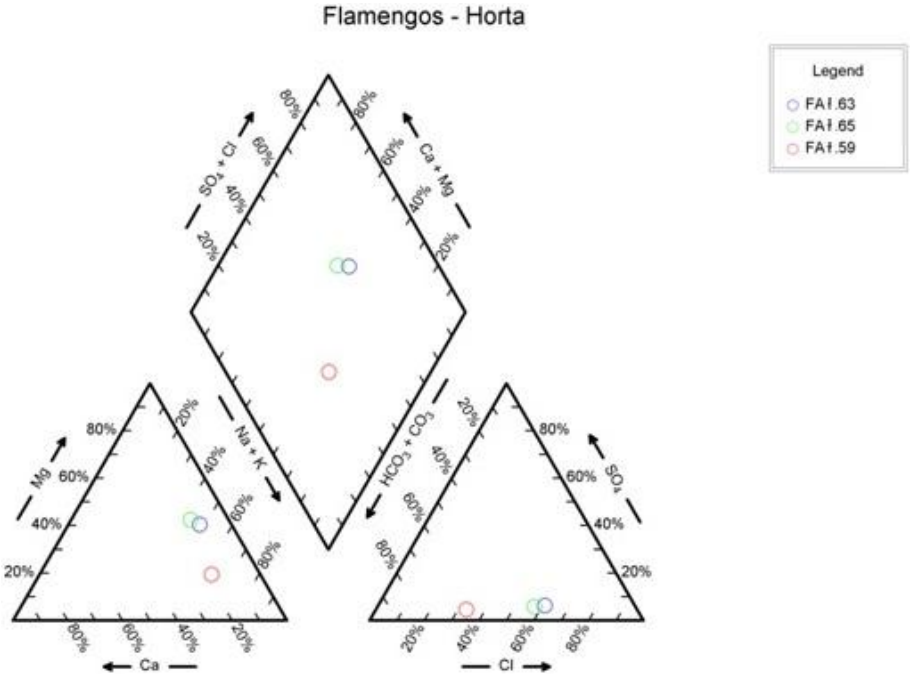


Figura 5.1.23 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Flamengos - Horta. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

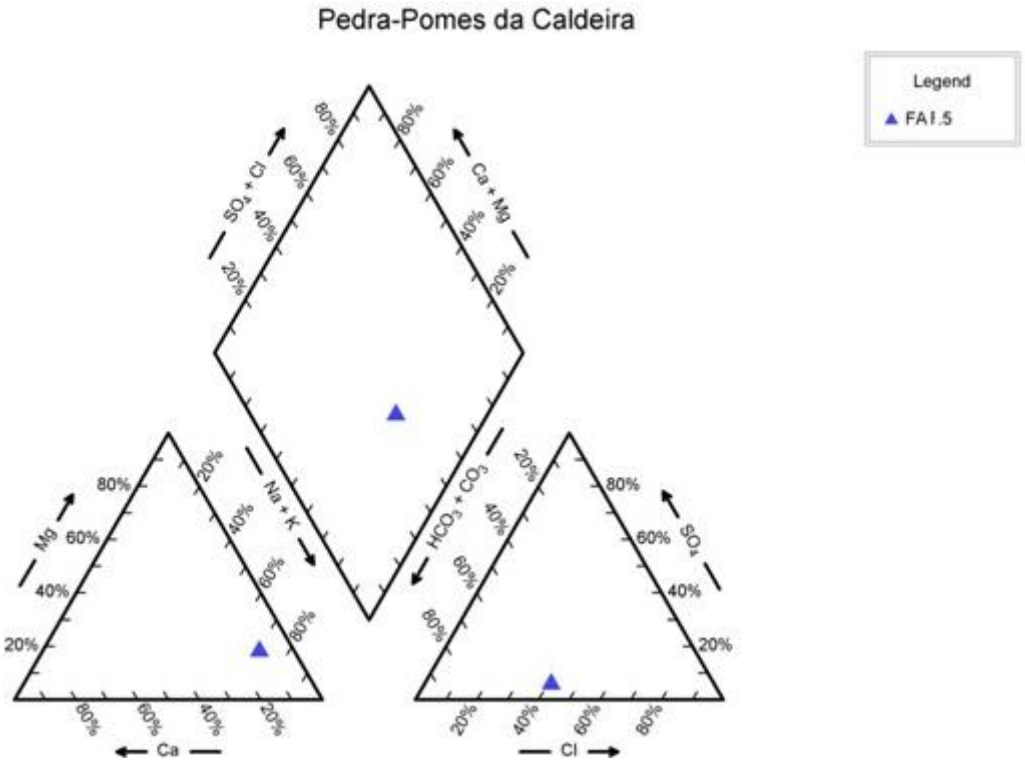


Figura 5.1.24 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Pedra-pomes da Caldeira. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

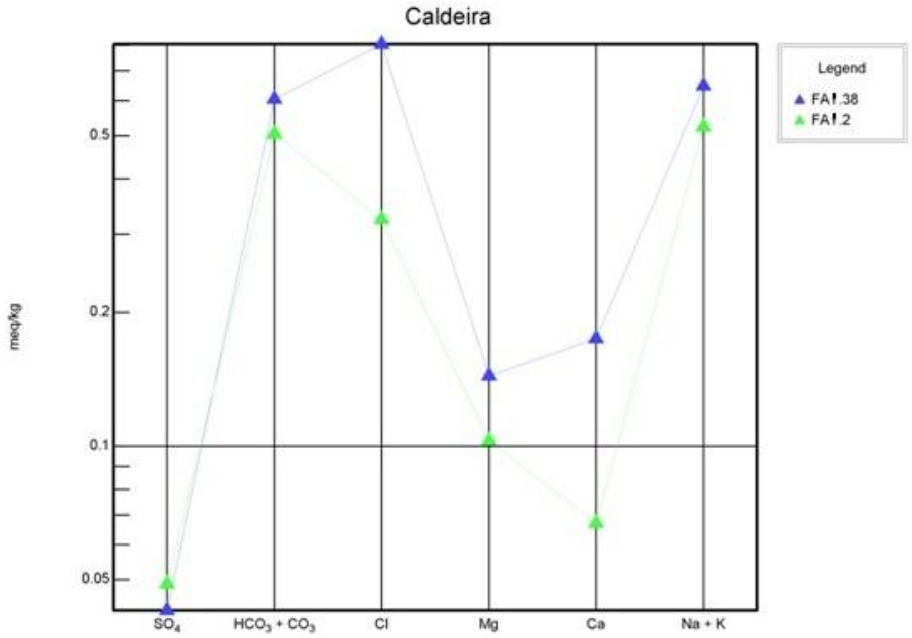


Figura 5.1.25 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Caldeira. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

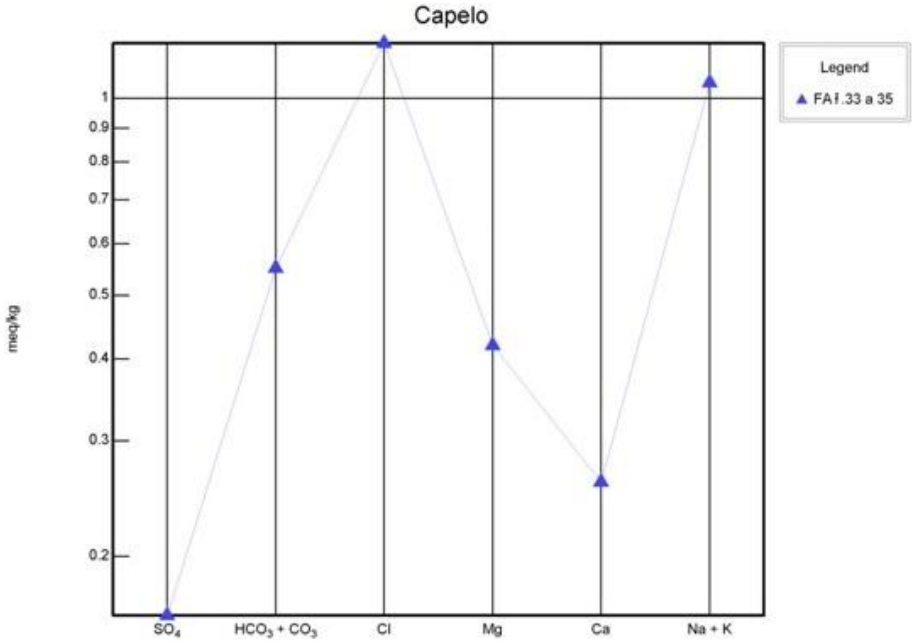


Figura 5.1.26 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Capelo. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

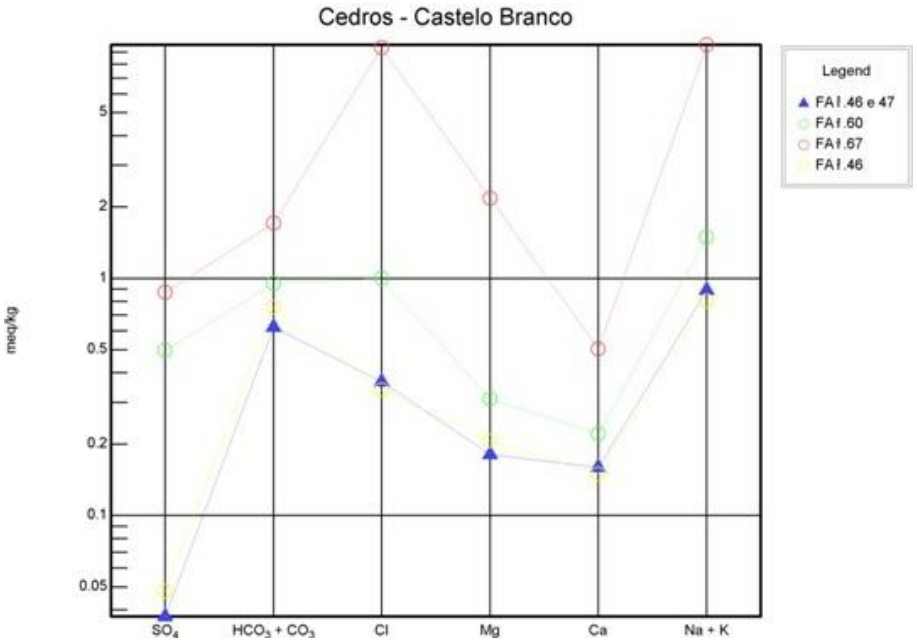


Figura 5.1.27 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Cedros – Castelo Branco. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

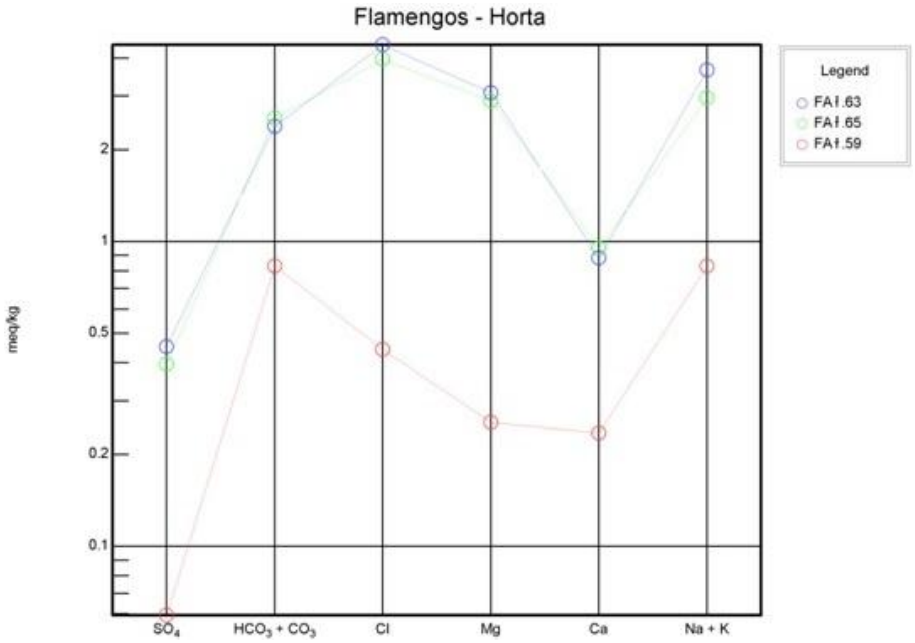


Figura 5.1.28 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Flamengos - Horta. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos).

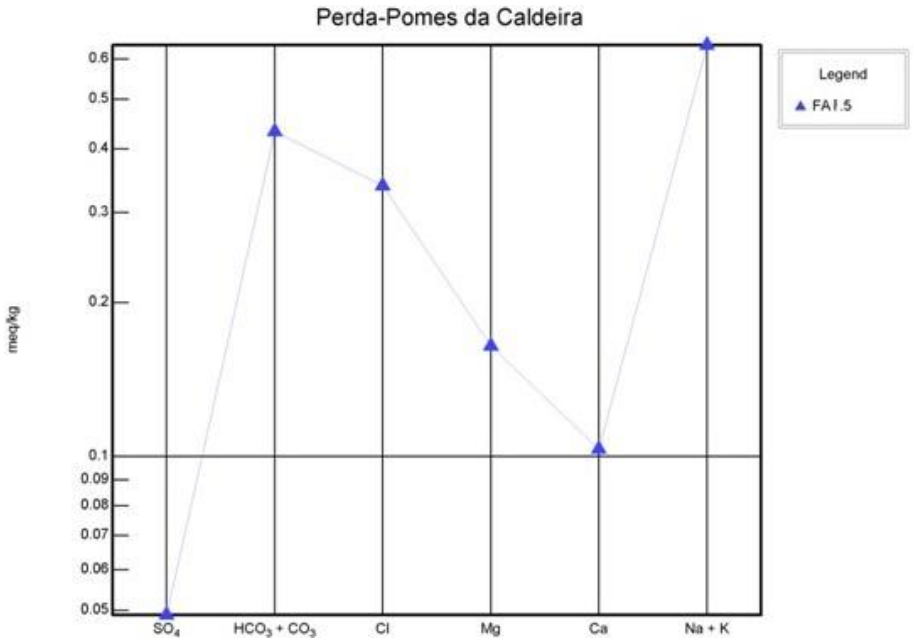


Figura 5.1.29 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Pedra-pomes da Caldeira. (Triângulos – Nascentes; Círculos – Furos)

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:

$$MA_0 = x_{ijs}^{min} \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \sum m_{is}$$

$$MA_{100} = x_{ijs}^{max} = \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \left(\sum_t m_{ts} + \sum_t l_{ts} \right)$$

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:

$$MA = \frac{1}{n}\sum_{s=1}^{n}\left(\frac{1}{n_{ijs}+p_{ijs}}\left(\sum_{t} m_{ts} + \sum_{t} wl_{ts}\right)\right)$$

O extremo superior do intervalo de confiança para a média a 95% (α=0,05) é dada por:

$$CL_{95} = MA + t_{N-1,1-\alpha^{d}/\sqrt{N}}$$

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 α/2 se o extremo superior do intervalo de confiança 1-α (α=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 Faial foi possível estimar o valor de CL_{95} apenas para a massa de água Cedros - Castelo Branco, verificando-se que ocorre a ultrapassagem do valor critério relativo ao cloreto, sendo patente, face aos valores listados no Quadro 5.1.23, que a grande diferença de mineralização da água no ponto FAI.67 face aos restantes implica que o valor de CL_{95} se afasta muito de MA, e provoca a excedência. Na medida que se julga que esta questão resulta essencialmente de dificuldades construtivas e de gestão do furo FAI.67, que provocou a captação de água com maior fração de sais marinhos, optou-se por manter a classificação de Bom estado a esta massa de água, em detrimento de tentar a subdivisão da massa de água, para a qual a informação geológica e hidrogeológica poderia não ser suficiente. Salienta-se, ainda, que a captação de água no sistema aquífero basal coloca exigência técnicas nem sempre alcançáveis nalgumas ilhas, com impactes referenciados sobre a qualidade da água (Cruz & Silva 2000; Cruz *et al*. 2011, 2010a).

No que respeita às massas de água Flamengos – Horta, Caldeira, Pedra-pomes da Caldeira e Capelo, não tendo sido possível realizar o cálculo CL_{95} por falta de pontos de monitorização em número suficiente, optou-se por apresentar os

valores de MA50 para os locais da rede existente, o que permite verificar que também não ultrapassam os valores critério, e manter a designação de Bom estado, o que não contraria as disposições legais aplicáveis (Quadro 5.1.23).

Para as massas de água Ribeirinha e Lomba – Alto da Cruz, ambas 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.

Os valores critério (VC) referidos no Quadro 5.1.23 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 x 0,75 x 1,2).

Nos Quadros 5.1.23 a 5.1.27 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha do Faial se encontram em Bom estado químico (Figura 5.1.30).

Quadro 5.1.23 | Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico (n.d. – não determinado; VC – valor critério; VL – valor limiar

Massa de água	Ponto (Ref[a])	Parâmetros monitorizados													Estado
		pH	Cond (µS/cm)	Cl (mg/L)	SO_4 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	NH_4 (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	As (µg/L)	Hg (µg/L)	Pest (µg/L)	TCE (µg/L)	PCE (µg/L)	
Cedros – Castelo Branco	FAI.46	FAI.46	7,70	108	13,00	1,80	2,25	10,0	2,5	0,3	2,5	0,2	n.d.	n.d.	Bom
	FAI.60	FAI.60	7,79	207	35,50	23,87	3,23	10,0	2,8	0,3	1,8	0,2	n.d.	n.d.	
	FAI.67	FAI.67	6,73	1234	332,67	42,00	1,73	13,3	6,8	0,4	3,3	0,2	n.d.	n.d.	
	MA	MA	7,41	516	127,06	22,56	2,40	11,1	4,0	0,3	2,5	0.2	n.d.	n.d.	
	CL_{95}	CL_{95}	8,87	2066	570,31	72,57	4,29	15,9	9,9	0,5	4,4	0.3	n.d.	n.d.	
Flamengos - Horta	FAI.59	8,07	128	15,67	2,85	1,77	16,7	3,0	0,3	2,8	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	FAI.63	7,26	724	156,50	21,67	6,03	17,5	2,8	0,3	1,8	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	FAI.65	7,88	666	140,25	19,00	5,43	15,0	2,8	0,3	1,8	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	MA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	n.d.	
	CL_{95}	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	n.d.	
Caldeira	FAI.2	7,58	100	11,50	2,35	0,28	10,0	2,8	0,3	2,0	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	FAI.38	7,44	79	28,50	2,05	0,50	13,3	2,8	0,3	2,0	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	MA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	n.d.	

Massa de água	Ponto (Refª)	Parâmetros monitorizados													Estado
		pH	Cond (µS/cm)	Cl (mg/L)	SO_4 (mg/L)	NO_3 (mg/L)	NH_4 (µg/L)	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	As (µg/L)	Hg (µg/L)	Pest (µg/L)	TCE (µg/L)	PCE (µg/L)	
	CL_{95}	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	n.d.	
Capelo	FAI.33	7,30	184	43,00	7,80	1,10	10,0	2,5	0,3	2,5	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	MA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	n.d.	
	CL_{95}	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	n.d.	
Pedra-pomes da Caldeira	FAI.5	7,19	88	12,00	2,35	0,42	10,0	2,8	0,3	2,0	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	MA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	n.d.	n.d.	n.d.	
	CL_{95}	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	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	

Fonte: INAG (2009)

Quadro 5.1.24 | 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, melhorar 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
Capelo	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Caldeira	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Cedros – C. Branco	Sim	n.a.	Sim	n.a.	Bom
Flamengos – Horta	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Lomba – Alto da Cruz	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Pedra Pomes da Caldeira	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Pedro Miguel	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Ribeirinha	Não	Não	Não	n.a.	Bom

Quadro 5.1.25 | 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_4) ou os normativos aplicáveis?	Existe alguma tendência estatisticamente significativa de aumento num ou mais pontos de monitorização?	Existe algum impacte significativo nalgum ponto de captação de águas subterrâneas?	Estado
Capelo	Não	Não	Não	Não	Bom
Caldeira	Não	Não	Não	Não	Bom
Cedros – C. Branco	Não	Sim	Não	Sim	Bom
Flamengos – Horta	Não	Não	Não	Não	Bom

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_4) ou os normativos aplicáveis?	Existe alguma tendência estatisticamente significativa de aumento num ou mais pontos de monitorização?	Existe algum impacte significativo nalgum ponto de captação de águas subterrâneas?	Estado
Lomba – Alto da Cruz	Não	Não	Não	Não	Bom
Pedra-pomes da Caldeira	Não	Não	Não	Não	Bom
Pedro Miguel	Não	Não	Não	Não	Bom
Ribeirinha	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.26 | 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
Capelo	Não	Não	Não	Não	Bom
Caldeira	Não	Não	Não	Não	Bom
Cedros – C. Branco	Não	Não	Não	Não	Bom
Flamengos – Horta	Não	Não	Não	Não	Bom
Lomba – Alto da Cruz	Não	Não	Não	Não	Bom
Pedra-pomes da Caldeira	Não	Não	Não	Não	Bom
Pedro Miguel	Não	Não	Não	Não	Bom
Ribeirinha	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.27 | Resultados do teste dos ecossistemas terrestres dependentes

Massa de água	Existe algum ecossistema terrestre dependente significativamente 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
Capelo	Não	Não	Não	Não	Bom
Caldeira	Não	Não	Não	Não	Bom
Cedros – C. Branco	Não	Não	Não	Não	Bom
Flamengos – Horta	Não	Não	Não	Não	Bom
Lomba – Alto da Cruz	Não	Não	Não	Não	Bom
Pedra-pomes da Caldeira	Não	Não	Não	Não	Bom
Pedro Miguel	Não	Não	Não	Não	Bom
Ribeirinha	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.28 | 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 impacte no nível de tratamento?	Estado
Capelo	Não	Não	Não	Bom
Caldeira	Não	Não	Não	Bom
Cedros – C. Branco	Não	Não	Não	Bom
Flamengos – Horta	Não	Não	Não	Bom
Lomba – Alto da Cruz	Não	Não	Não	Bom
Pedra-pomes da Caldeira	Não	Não	Não	Bom
Pedro Miguel	Não	Não	Não	Bom
Ribeirinha	Não	Não	Não	Bom

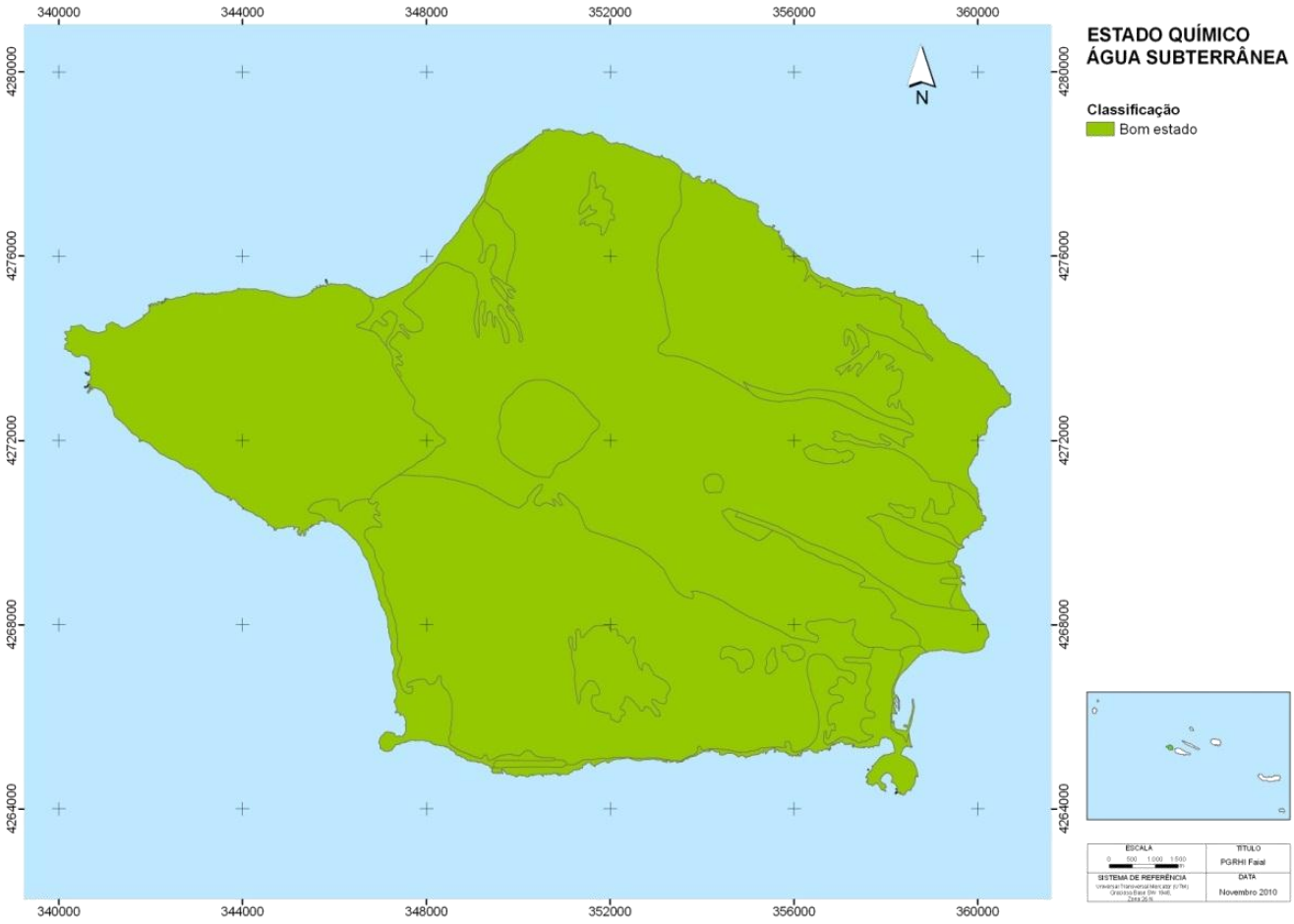


Figura 5.1.30 | Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha do Faial.

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 Faial se encontram em Bom estado (Figura 5.1.31).

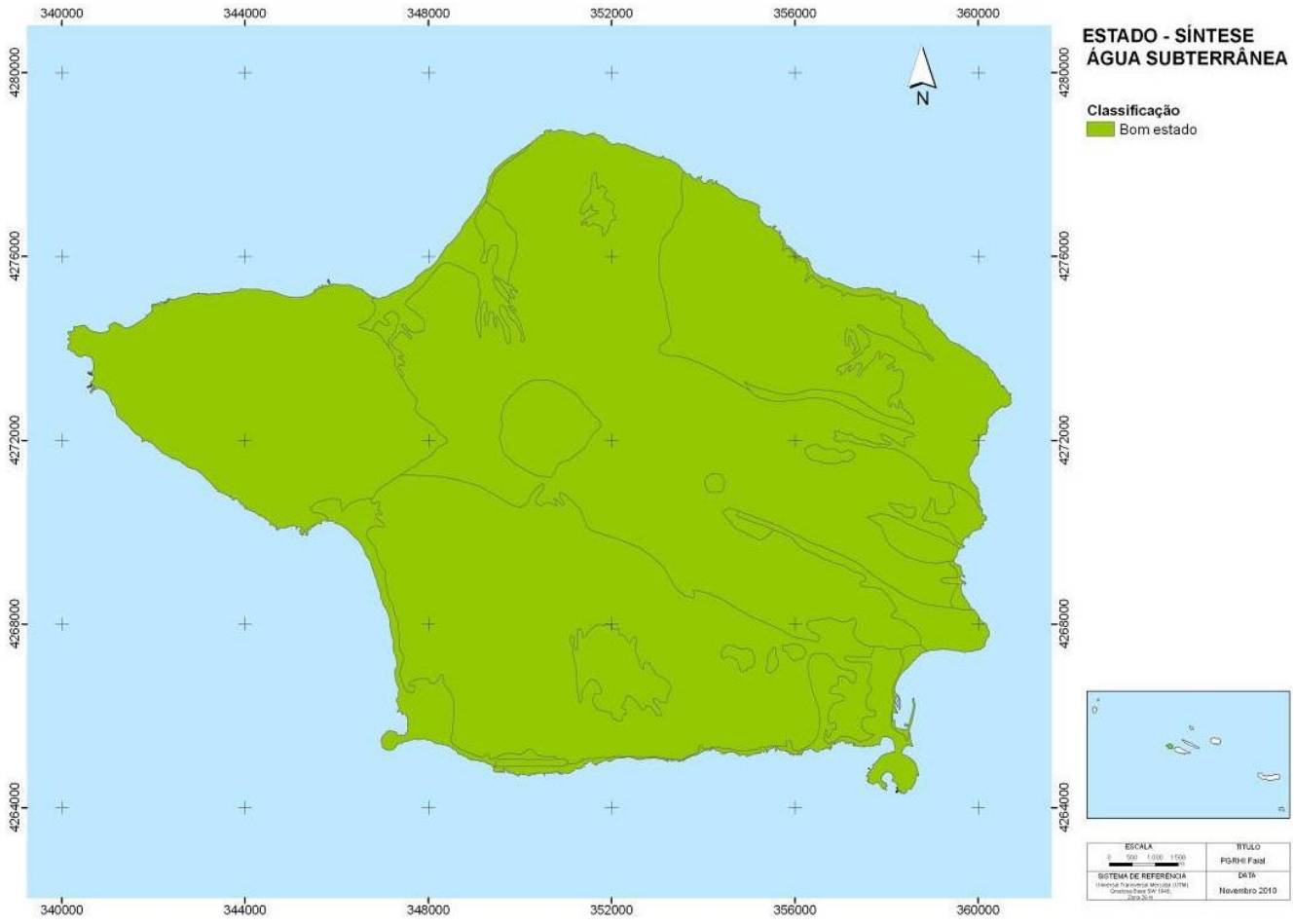


Figura 5.1.31 | Síntese do estado das massas de água subterrâneas na ilha do Faial.

6 | Análise Económica da Água

O presente capítulo centra-se na avaliação do grau de aplicação dos dois princípios chave consagrados na DQA:

- 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 Faial, 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 subsetores chave: atividades agropecuárias, atividades industriais e usos domésticos, sendo que no caso do Faial, 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.

O IROA é a entidade que gere o abastecimento de água à agropecuária. Atualmente, possui infraestruturas de abastecimento nas ilhas de Santa Maria, São Miguel, Terceira, Faial, São Jorge e Flores. O abastecimento à agropecuária é efetuado pelo recurso a várias captações, principalmente nascentes, cuja gestão é efetuada por este organismo. No caso da ilha do Faial, a água consumida com recurso à rede de distribuição dedicada do IROA ascendia até 2007 a 45 mil m³/ ano. Desde então, este valor tem-se situado em torno dos 100 mil m³, mesmo assim inferior a um quinto das necessidades do setor agropecuário, não se prevendo prolongamentos da rede a médio prazo[43].

[43] Fonte: IROA – Inquérito PGRHI, 2010

Comparativamente aos volumes distribuídos através de redes públicas, as necessidades agropecuárias na ilha do Faial apresentam uma relação de 1 para 2, proporção essa similar à média da região, a qual contrasta com a média nacional, em que esta relação se situa em torno de 7 para 1.

Em termos prospetivos, é expectável uma gradual redução de necessidades em resultado de tendências de maior especialização na agricultura biológica e o consequente aumento de produção de produtos hortícolas e leguminosas (Quadro 6.1.1). 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 6.1.1 | Necessidades anuais de água para a agropecuária[44]

Territórios / Municípios	Unidades	RAA Total	Faial Horta
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab)	244,8	15,6
Necessidades agropecuárias			
2004	000 m³	10 005	664
2027	000 m³	9 325	585
Capitação 2004	m³/hab/ano	41	42

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 lacticínios. 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 realizada 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 Faial, os usos industriais apresentam uma relação de 1 para 4 face aos usos agropecuários, proporção inferior à média da região. Em termos prospetivos, é expectável uma estabilidade nas necessidades deste setor (Quadro 6.1.2).

[44]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

Quadro 6.1.2 | Necessidades anuais de água para as atividades industriais [45]

Territórios / Municípios	Unidades	RAA Total	Faial Horta
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	244,8	15,6
Necessidades de água para consumo industrial			
2004	000 m³	4 660	150
2024 Cenário prospetivo médio	000 m³	4 731	155
Capitação 2004	m³/hab/ano	19	10

Atendendo a que o volume de água faturado a utilizadores finais pela entidade gestora do sistema público ascendeu em 2008 a cerca de 1,2 milhões de m³/ano e que cerca de 30% 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

Sendo os serviços públicos de abastecimento o principal consumidor de água na ilha do Faial, as necessidades da população fixa representam cerca de 80% do uso deste serviço, proporção superior à média da região, embora ligeiramente inferior à média nacional estimada em 85%. As necessidades associadas à hotelaria tradicional têm uma expressão também mais significativa.

Em termos prospetivos, o *"Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de águas Residuais da Região Autónoma dos Açores"*, projeta a 20 anos um crescimento de cerca de 25% nos consumos domésticos no Faial (Quadro 6.1.3).

Quadro 6.1.3 | Necessidades anuais de água para os usos domésticos[46]

Territórios / Municípios	Unidades	RAA Total	Faial Horta
Estimativa de população residente (hab) 2007	('000hab)	244,8	15,6
Necessidades globais dos usos urbanos e industriais - 2006	000m³	18 875	1 075
Necessidades da população fixa - 2006	000m³	13 386	842
% dos usos urbanos e industriais - 2006	%	71%	78%
Necessidades da população fixa - 2027	000m³	16 318	1 064
Necessidades da população flutuante - 2006	000m³	824	82
% dos usos urbanos e industriais - 2006	%	4%	8%

[45] Fonte: "*Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores*".

[46] Fonte: "*Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores*".

6.1.4 | Procura global de água

As necessidades globais brutas (incluindo perdas nas redes de abastecimento) de água na ilha do Faial são assim estimadas próximo dos 2,5 milhões de m³/ ano, sendo que os serviços públicos de abastecimento representam cerca de 60% das necessidades, proporção similar à média dos Açores (Figura 6.1.1).

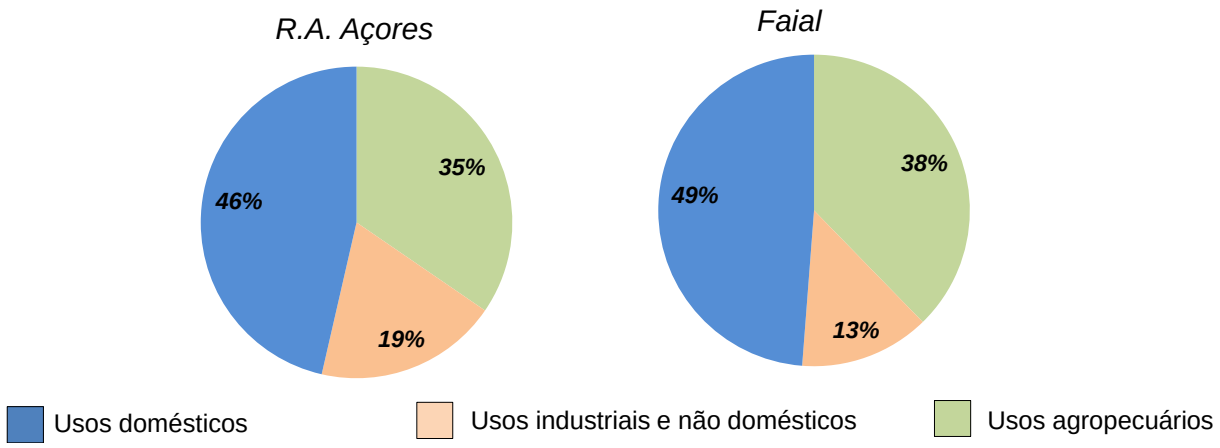


Figura 6.1.1 | Necessidades anuais globais brutas de água por setor -2006.

No tocante às necessidades globais brutas dos usos urbanos e industriais, a capitação é inferior em 10% à média da RAA em virtude de uma menor densidade de usos industriais e de outros igualmente de natureza não doméstica (Quadro 6.1.4).

Quadro 6.1.4 | Necessidades anuais globais brutas de água[47]

Territórios / Municípios	Unidades	RAA Total	Faial Horta
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	244,8	15,6
Necessidades globais brutas de todos os usos - 2006		41 205	2 465
Capitação 2006	m³/hab/ano	168	158
Necessidades globais brutas de todos os usos - 2027		39 097	2 357
Variação 2006-2027	%	-5%	-4%
Necessidades globais brutas dos usos urbanos e industriais - 2006		26 964	1 536
Capitação 2006	m³/hab/ano	110	98

A estabilidade vertida nas projeções a longo prazo refletem o facto de o efeito do crescimento projetado dos usos domésticos, ser compensado, quer por um ligeiro decréscimo das necessidades do setor agropecuário, quer pelos

[47] Fonte: "*Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores*".

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).

6.2.| Nível de recuperação custos

6.2.1 | Enquadramento

De acordo com a DQA 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 regime 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, resulta 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, a *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 subsidiação 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 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 / Municípios	Unidades	Portugal Total	RAA Total
NÍVEL RECUPERAÇÃO DE CUSTOS - ABASTECIMENTO DE ÁGUA - INSAAR 2008			
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
	€/m³	1,33	1,54
Custos totais do serviço de abastecimento por volume distribuído	€/m³	1,03	1,19
Custos de exploração e gestão totais	€/m³	1,17	1,04

Se, em temos unitários, o défice de recuperação de custos nacional do serviço de abastecimento se situa em cerca de €0,15/m³, no caso dos Açores, este valor ascende a cerca de €0,50/m³, 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 Total	RAA Total
Nível Recuperação de Custos - Drenagem e Tratamento de Águas Residuais - INSAAR 2008			
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	€/ m³	1,10	1,54
Custos de exploração e gestão totais	€/ m³	0,81	1,13
Proveitos totais do serviço de abastecimento por volume distribuído	€/ m³	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 Faial

Os serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais urbanas são prestados no Faial pela CMH através dos seus serviços municipais. Em concreto o Setor de Águas e Saneamento Básico, integrado na Divisão de Ambiente e Serviços Urbanos conta com 18 efetivos a ele diretamente afetos (num total de 188 na Câmara Municipal).

A acessibilidade física da população do Faial ao serviço público de abastecimento de água para consumo humano pode-se considerar universal. Já no tocante ao serviço de saneamento de águas residuais urbanas através de redes fixas a sua cobertura tem sido praticamente inexistente até à data (Quadro 6.2.3). Assume aqui particular importância o *"Projeto de conceção, construção e exploração da recolha de águas residuais do Concelho da Horta"* lançado pela Câmara Municipal em 2009. Naturalmente, o desejável alargamento futuro do nível de atendimento deste serviço terá um impacto a nível dos custos dos serviços hídricos que importa perspetivar.

Quadro 6.2.3 | Serviços públicos de água – níveis de atendimento[48]

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal Total	RAA Total	Faial Horte
Estimativa de população residente (hab) 2007	('000hab)	10 627,4	244,8	15,6
População servida por sistemas públicos em 2008				
Abastecimento de água	%	94	>90	96
Saneamento de águas residuais urbanas (drenagem)	%	78	36	4
Drenagem e tratamento	%	70	27	4

[48] Fonte: INAG - INSAAR, 2008

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 57m³/hab, observa-se que a intensidade de consumo no Faial (similar à média da região) é superior em cerca de 40% (Quadro 6.2.4).

Quadro 6.2.4 | Necessidades anuais de abastecimento através de redes públicas[49]

Territórios / Municípios	Unidades	RAA	Faial
		Total	Horta
Necessidades globais dos usos urbanos e industriais - 2006	000m³	18 875	1 075
Volume de água faturado a utilizadores finais - 2008	000m³	19 238	1 204
Capitação 2008	m³/hab/ano	79	77
Necessidades globais dos usos urbanos e industriais - 2027	000m³	22 833	1 353
Variação 2006-2027	%	21	26

Com base nos níveis de atendimento e assumindo um coeficiente de afluência à rede de 80%, estima-se que apenas 40 mil m³ de efluentes urbanos são recolhidos através de redes públicas de saneamento na ilha do Faial. A CMH presta o serviço de limpeza de fossas sépticas, o qual gerou cerca de 30 mil euros de proveitos em 2009 (Quadro 6.2.5).

Quadro 6.2.5 | Caudais anuais de efluentes drenados através de redes públicas[50]

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal	RAA	Faial
		Total	Total	Horta
População servida por sistemas públicos em 2008				
Saneamento de águas residuais urbanas (drenagem)	%	78	36	4
Drenagem e tratamento	%	70	27	4
Volume de água faturado a utilizadores finais - 2008	000m³	602 390	19 238	1 204
Capitação 2008	m³/hab/ano	57	79	77
Volume total nos sistemas urbanos de drenagem - 2008				
Drenado	000m³	463 133	4 708	39
% de afluência às redes de drenagem	%	74	24	3
Capitação 2008	m³/hab/ano	44	19	2

Uma análise dos documentos de prestação de contas da CMH deverá ter em atenção que os serviços de águas representam:

- Não mais do que 18 efetivos diretamente afetos num total de 188 colaboradores da Câmara Municipal;
- Apenas cerca de 10% do total de receitas do Município de cerca de €11,2 milhões em 2009, sendo que o essencial das atividades da Câmara é financiado através de transferências e subsídios obtidos (em que as receitas de capital representam €4,2 milhões).

[49] 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).

[50] Fontes: INSAAR, 2008; ERSAR

Em termos de investimentos, o investimento acumulado no passado recente na captação e distribuição de água ascendia a €2,9 milhões, colocando-se atualmente o principal desafio na concretização do *"Projeto de conceção, construção e exploração da recolha de águas residuais do Concelho da Horta"* lançado em 2009.

Os níveis tarifários aplicados ao serviço de abastecimento na ilha do Faial situam-se abaixo, quer da média do arquipélago, quer da média nacional. No entanto, atendendo à efetiva ausência de prestação do serviço público de saneamento de águas residuais, estima-se que as receitas tarifárias atualmente geradas pelo serviço de abastecimento permitam uma adequada recuperação dos custos com este serviço (Figura 6.2.6).

Quadro 6.2.6 | Análise do grau de recuperação de custos com os serviços públicos de águas na ilha do Faial

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal Total	RAA Total	Faial Horta
Receita tarifária serviço de abastecimento	€'000	689 152	19 655	1 024
Receita tarifária por volume faturado	€/m³	1,14 €	1,02	0,85
Receta tarifária por população servida	€/hab/ano	68,99	89,22	72,80
Receita tarifária serviço de saneamento	€'000	216 288	1 905	0
Receita tarifária por volume de água faturado a utilizadores servidos	€/m³	0,46	0,28	0,00
Receta tarifária por população servida	€/hab/ano	26,09	21,62	0,00
NÍVEL RECUPERAÇÃO DE CUSTOS - SERVIÇOS DE ÁGUAS				
Custos de exploração e gestão totais	€'000	1 185 887	28.085	659
Investimentos	€'000	156 835	8 933	330
CUSTOS TOTAIS	€'000	1 342 722	37 018	989
Receita tarifária	€'000	905 440	21 560	1 024
Outras receitas	€'000	85 866	699	30
RECEITAS TOTAIS	€'000	99 306	22 259	1 054
Recuperação de custos totais (%)	%	74	60	107
Recuperação de custos de exploração e gestão (%)	%	84	79	160

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 Região Autónoma dos Açores"*, as necessidades de investimento futuro são valorizadas em cerca de €26 milhões, concentradas na vertente de saneamento (Quadro 6.2.7).

Quadro 6.2.7 | Necessidades de investimento futuras

Territórios / Municípios	Unidades	RAA Total	Faial Horta
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab)	244,8	15,6
Projeção de custos futuros			
Investimento necessário na vertente de abastecimento	€'000	105 026	10 361
Investimento *per capita*	€/hab	429	663

Territórios	Unidades	RAA	Faial
Municípios		Total	Horta
Investimento necessário na vertente de saneamento	€'000	178 806	16 211
Investimento *per capita*	€/hab	730	1 037
Investimento total	€'000	283 832	26 572
Investimento *per capita*	€/hab	1 160	1 700

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 pela CMH, 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 6.2.8).

Quadro 6.2.8 | Projeção de receitas tarifárias necessárias[51]

Territórios	Unidades	RAA	Faial
Municípios		Total	Horta
Estimativa de população residente (hab) 2007	('000 hab)	244,8	15,6
Projeção de custos futuros			
Serviços de águas			
Renda económica do capital	€'000	15 207	1 424
Custos anuais de exploração	€'000	18 286	1 473
Custos administrativos	€'000	4 571	368
Total de custos	€'000	38 064	3 265
Reconhecimento de subsídios ao investimento	€'000	0	0
Proveitos tarifários necessários	€'000	38 064	3 265
Receita tarifária atual	€/hab/ano	88	66
Receita tarifária futura (0% de comparticipação)	€/hab/ano	156	209
Receita tarifária futura (50% de comparticipação)	€/hab/ano	124	163
Receita tarifária futura (75% de comparticipação)	€/hab/ano	109	141

Atendendo ao já elevado nível de cobertura do serviço de abastecimento, admite-se que as necessidades de investimento futuro nesta vertente estejam sobreavaliadas ou devam ser reequacionadas. Todavia, mesmo num cenário em que apenas os investimentos na vertente de saneamento tivessem de ser realizados, um aumento de proveitos tarifários para cerca do dobro dos níveis atuais afigura-se necessário (embora tal não se traduza linearmente em temos de níveis tarifários em virtude de um aumento na taxa de cobertura do serviço de saneamento) (Figura 6.2.1).

[51] 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: a 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.

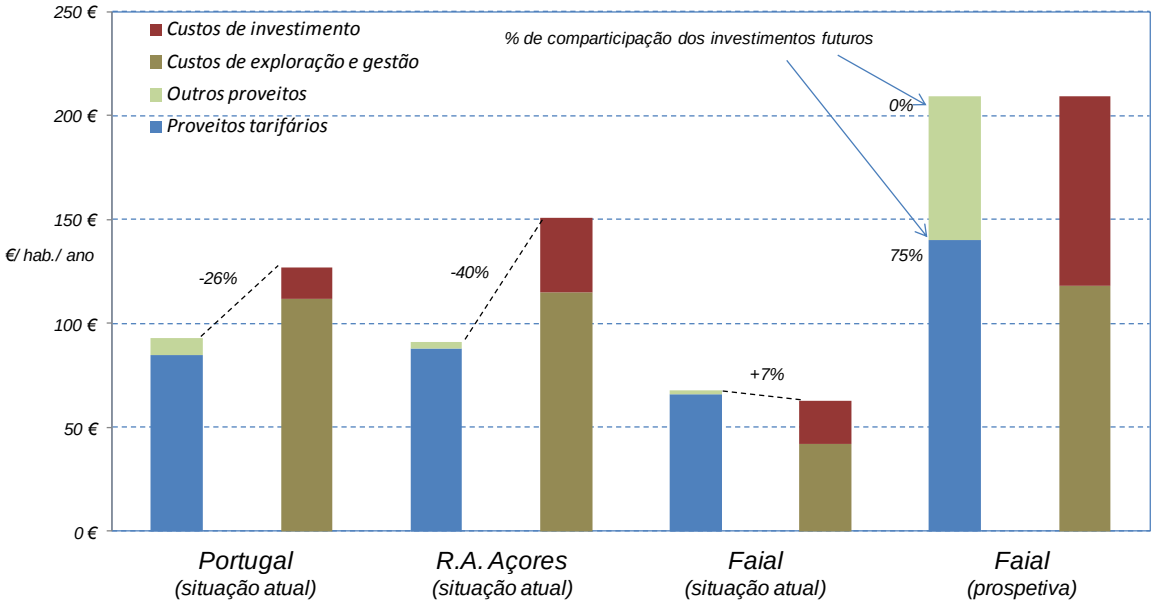
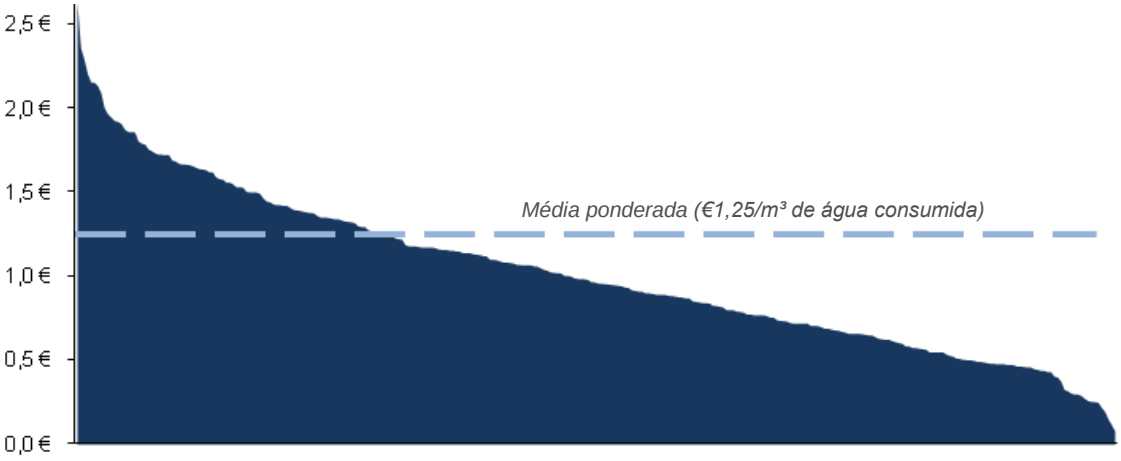


Figura 6.2.1 | Perspetiva sobre o grau de recuperação de custos dos serviços públicos de águas na ilha do Faial.

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).



Legenda: *Municípios Portugueses (por ordem decrescente)*

Figura 6.3.1 | Encargos dos utilizadores domésticos com serviços de águas (abastecimento e saneamento) – consumo mensal de 10m^3 (2009) - Níveis tarifários aplicados em Portugal por município[52].

[52]Fonte: ERSAR, 2010

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 (PEAASAR 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[53] 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.

6.3.2 | Tipologia das estruturas tarifárias aplicadas

A Recomendação Tarifária preconiza em primeiro plano a utilização de *tarifários bi-partidos*[54] 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[55];
- 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,

[53] IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos

[54] Assim designados na literatura económica (two-part tariffs)

[55] 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 consequentemente 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 infraestruturação 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.

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[56].

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[57], 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[58].

Neste quadro a estrutura tarifária aplicada pela CMH ao serviço de abastecimento não prevê a aplicação de tarifas fixas o que à partida, e pelas razões expostas, não se afigura recomendável. Todavia, na medida em que a densidade de habitações de uso temporário na ilha do Faial possa ser menor e atendendo a que o grau de cobertura do serviço de abastecimento é já praticamente universal, esta questão poderá ter menos importância neste contexto.

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 por razões históricas, atendendo ao incipiente grau de cobertura deste serviço (4% de acordo com o INSAAR), tal prática não só contende com a Lei da Finanças Locais que prevê a aplicação de tarifas à prestação deste serviço, como constitui um entrave à futura concretização de objetivos de aumento da cobertura deste serviço.

A análise no remanescente deste capítulo centra-se, consequentemente, 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[59]. No seu relatório de 2009, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE)[60] 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[61].

---

[56] 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.

[57] IWA – International Water Association, "International Statistics for Water Services", IWA Specialist Group on Statistics and Economics, 2008

[58] 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

[59] Designadas pela sigla IBT – *Increasing Block Tariffs* na literatura anglo-saxónica

[60] *"Managing Water for All: An OECD perspetive on pricing and financing"*, 2009.

[61] A principal desvantagem com este tipo de estrutura tarifária é que tende a penalizar situações em que os consumos de diversos fogos são aferidos a partir de um único contador, situação que, felizmente, é muito rara em Portugal

Neste domínio a estrutura tarifária aplicadas no Faial observa, 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). Como se pode observar no Quadro 6.3.1, em virtude da aplicação de escalões, a tarifa variável média aplicada às famílias aumenta em virtude do nível de consumo destas.

Quadro 6.3.1 | Encargo variável médio das famílias com o serviço de abastecimento para diferentes níveis de consumo anual – 2009[62]

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal Total	RAA Total	Faial Horta
Componente variável (60 m³)	€/ano	27,17	22,63	37,80
Tarifa variável média	€/ m³	0,45	0,38	0,63
Componente variável (120 m³)	€/ano	73,41	58,46	83,40
Tarifa variável média	€/ m³	0,61	0,49	0,70
Componente variável (180 m³)	€/ano	135,70	107,29	129,00
Tarifa variável média	€/ m³	0,75	0,60	0,72

No que concerne aos tarifários aplicados às atividades económicas, tomando como referencial um consumo mensal de 10m³, verifica-se que o grau de subsidiação cruzada entre o segmento doméstico e os estabelecimentos industriais e comerciais é inferior à média nacional (i.e. um nível tarifário aplicado às famílias de cerca de 70 a 80% do aplicado às atividades económicas) (Quadro 6.3.2).

Quadro 6.3.2 | Encargos dos utilizadores domésticos e não domésticos com o serviço de abastecimento – 2009

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal Total	RAA Total	Faial Horta
Encargos dos utilizadores domésticos (abastecimento)				
Componente fixa	€/ano	30,43	22,48	0
% da fatura de abastecimento	%	29,3	27,8	0,0
Tarifa variável média	€/ m³	0,61	0,49	0,70
Encargo médio abastecimento (120 m³)	€/ m³	0,87	0,67	0,70
Encargos dos utilizadores não domésticos (abastecimento)				
Componente fixa	€/ano	41,65	22,89	0
% da fatura de abastecimento	%	22,3	15,9	0,0
Tarifa variável média	€/ m³	1,21	1,01	0,87
Encargo médio (120 m³)	€/ m³	1,56	1,20	0,87
Encargos utilizadores domésticos com serviços de águas em % dos encargos dos utilizadores não domésticos (comércio e indústria)				
60m³/ ano	%	50	45	72
120m³/ ano	%	55	50	80
180m³/ ano	%	60	59	82

[62] No caso da Câmara Municipal da Horta é analisado o tarifário de 2010.

O Quadro 6.3.3 sistematiza o grau de conformidade do tarifário aplicado ao serviço de abastecimento pela CMH em 2010.

Quadro 6.3.3. | Questões chave para análise da conformidade de um tarifário com a Recomendação Tarifária da ERSAR n.º 1/2009 – Serviço de abastecimento

Texto	Resposta em conformidade	Código questão condicionante	Tipo de condição	CM da Horta (2010)
Serviço de abastecimento				
Utilizadores finais domésticos				
O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa?	Sim	---	---	**Não**
O tarifário estabelece uma tarifa fixa comum para contadores de calibre não superior a 25 mm?	Sim	AD1	Sim	**n.a.**
O tarifário prevê a aplicação de uma tarifa variável em função do volume de água fornecido?	Sim	---	---	**Sim**
A tarifa variável é diferenciada de forma progressiva de acordo com escalões de consumo, expressos em m³ de água por cada 30 dias?	Sim	AD3	Sim	**Sim**
1.º escalão - amplitude	0 a 5	AD4	Sim	**Sim**
2.º escalão - amplitude	5 a15	AD4	Sim	**Sim**
3.º escalão - amplitude	15 a 25	AD4	Sim	**Sim**
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")?	Sim	AD4	Sim	**Sim**
Utilizadores finais não domésticos				
É aplicado um tarifário comum a todos os utilizadores finais não domésticos (com a possível exceção de IPSS ou equiparadas)?	Sim	---	---	**Não**
O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa?	Sim	---	---	**Não**
O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa progressiva em função do diâmetro nominal do contador instalado?	Sim	AN2	Sim	**n.a.**
O tarifário prevê a aplicação aos utilizadores não domésticos (comércio e indústria) de tarifa variável em função do volume de água fornecido?	Sim	---	---	**Sim**
A tarifa variável do serviço de abastecimento é linear (i.e constante por m³ independentemente do volume faturado, vulgo "escalão único")?	Sim	AN4	Sim	**Não**
A tarifa variável de abastecimento para utilizadores não domésticos apresenta valor idêntico ao 3.º escalão da tarifa variável aplicável aos utilizadores domésticos?	Sim	AN5	Sim	**Não**
Serviços auxiliares do serviço de abastecimento				
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)?	Não	---	---	**Sim**
O tarifário contempla a aplicação de tarifa em virtude de celebração de contrato de fornecimento de água?	Não	---	---	**Não**
O tarifário contempla a aplicação de tarifa em virtude da instalação de contador individual de consumo de água?	Não	---	---	**Não**

Como se constata, a estrutura tarifária aplicada ao serviço de abastecimento pela CMH 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[63], 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 Faial (15,6 mil habitantes) representa cerca de 6% da população do arquipélago, sendo que o nível de rendimento médio disponível por agregado familiar, similar à média dos Açores, se situa não muito aquém da média nacional (Quadro 6.3.4).

Quadro 6.3.4. | Capacidade económica das famílias - 2007[64]

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal	RAA	Faial
		Total	Total	Horta
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	10 627,4	244,8	15,6
Índice de poder de compra *per capita* em 2007 (Portugal = 100)	-	100,0	83,6	86,0
Rendimento médio disponível por agregado familiar (2007)	€/ mês	2 494	2.084	2 145

Tomando como referência um consumo familiar médio de 120m³/ano, o quadro seguinte sumariza o nível de encargos suportado pelos agregados familiares no Faial em 2010 com os serviços de águas (sendo que neste caso não é aplicado tarifário ao serviço de saneamento) [65]. Como se observa, o nível de encargos suportado nesta ilha (€0,70/m³), situa-se quer abaixo da média do arquipélago Açoriano (em quase 25%), quer da média portuguesa, neste caso em mais de 40% (Quadro 6.3.5).

[63] 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).

[64] 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)

[65] 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 6.3.5 | Encargos das famílias com os serviços de águas - 2009[66]

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal Total	RAA Total	Faial Horta
Encargos dos utilizadores finais domésticos com os serviços de águas (consumo de água de 120 m³/ ano)	€/ano	150,02	108,69	83,40
Componente fixa	€/ano	44,29	30,00	0
% da fatura de serviços de águas	%	29,5	27,6	0,0
Componente variável (120 m³)	€/ano	105,73	78,68	83,40
Tarifa variável média	€/ m³	0,88	0,66	0,70
Encargo médio serviços de águas (120 m³)	€/ m³	1,25	0,91	0,70

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 MAOTDR, de 26 de junho (*"Critério para o cálculo das comparticipações 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/m³ e €3,0/m³.

Como pode observar-se (Quadro 6.3.6), o peso dos encargos no Faial, 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.

[66] No caso da Câmara Municipal da Horta é analisado o tarifário de 2010.

Quadro 6.3.6 | Indicadores de acessibilidade económica – 2009

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal Total	RAA Total	Faial Horta
Índice de poder de compra *per capita* em 2007 (Portugal = 100)	-	100,0	83,6	86,0
Rendimento médio disponível por agregado familiar (2007)	€/ mês	2 494	2 084	2 145
Encargo médio abastecimento (120 m³)	€/ m³	0,87	0,67	0,70
Encargo médio saneamento (120 m³)	€/ m³	0,38	0,23	-
Encargo médio serviços de águas (120 m³)	€/ m³	1,25	0,91	0,70
Serviço de abastecimento (120 m³/ rendimento médio)	%	0,35	0,32	0,32
Serviço de saneamento (120 m³/ rendimento médio)	%	0,15	0,11	0,00
Serviços de águas (120 m³/ rendimento médio)	%	0,50	0,43	0,32

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 6.3.7)[67].

Quadro 6.3.7 | Indicadores de acessibilidade económica – famílias de menores rendimentos – 2009

Territórios / Municípios	Unidades	Portugal Total	RAA Total	Faial Horta
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000hab)	10 627,4	244,8	15,6
Encargo médio serviços de águas (60 m³)	€/m³	1,43	1,02	0,63
Encargo médio serviços de águas (120 m³)	€/m³	1,25	0,91	0,70
Serviços de águas (120 m³/ rendimento médio)	%	0,50	0,43	0,32
Serviços de águas (60 m³/ RMMG)	%	1,37	0,97	0,60
Serviços de águas (120 m³/ RMMG)	%	2,38	1,73	1,32
Tarifário social (recomendação ERSAR - 60 m³/ RMMG)	%	0,76	-	-
Tarifário social (recomendação ERSAR - 120 m³/ 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 (5m³/ mês), quer para consumos médios de 10m³/ mês (equivalente a uma capitação de 110Lt/ dia/ *per capita* para um agregado de 3 pessoas), o peso atual dos encargos se situa 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

[67] 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.

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 15m³, mas pressupõe um encargo variável de abastecimento e saneamento da ordem dos €0,80/m³.

Neste domínio, a CMH prevê já a aplicação de um desconto de 35% para famílias carenciadas e, no caso de famílias numerosas, são também oferecidos descontos (de 20% para agregados com 5 e 6 elementos e de 30% para dimensões maiores do agregado).

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

Andrade (1990) (Andrade, C. (1990) - O ambiente de barreira da Ria Formosa, Algarve – Portugal. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa. 651 pg).

Andrade, C., Gomes, N. e Romariz, C. (1987) - Mapa da erosão hídrica potencial da bacia hidrográfica da Ria Formosa, Relatório Interno. Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa. 24 pg.

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 Envirnments. 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.

BERTHOIS, L. (1953) – Contribuition à l'étude lithologique de l'archipel des Açores. Com. Ser. Geol. Portugal, 41-71.

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.

BORGES, P. (2003) - Ambientes litorais nos grupos Central e Oriental do arquipélago dos Açores. Conteúdos e dinâmica de microescala. Tese de Doutoramento em Geologia Costeira. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores. 413 pp.

Castany, G. (1963) – Traité pratique des eaux souterraines. Ed. Dunod, Paris, 657 pp.

Chovelon, P. (1982) - Évolution volcanotectonique des iles 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., Antunes, P., Freire, P. (2007) – Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Faial – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 20 pp.

Coutinho, R., Pimentel, A., Marques, R. e Pacheco, J.M. (2009) – Proposta de POOC da Ilha do Faial – Geologia, Caracterização e Diagnóstico. DTC24/CVARG/09. 61 pp.

Coutinho, R.M. (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.

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 Região Autónoma dos Açores. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.

Cruz, J.V. (2001a) – Recursos Subterrâneos. PRA da Região Autónoma dos Açores. 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., 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. Procede 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. Procede 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 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 46/2008/A, de 7 de novembro. Cria o Parque Natural da Ilha do Faial.

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 30/2000/A, de 22 de setembro, parcialmente suspenso pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 12/2008/A, de 25 de junho, e pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 21/2008/A, de 21 de outubro. Ratifica o Plano Director Municipal da Horta.

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-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 proteção 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.

EDA – Electricidade dos Açores: http://www.eda.pt

EDA Informa, nº 136. 2010 setembro/outubro.

EEG - Empresa de Electricidade e Gaz: http://www.eeg.eda.pt

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., 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 ballons 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.

http://www.eccn.edu.pt/ap/energiaparavida/Energias_Renovaveis.htm

http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Centrais_el%C3%A9ctricas_na_Regi%C3%A3o_Aut%C3%B3noma_dos_A%C3%A7ores#Centrais_H.C3.ADdricas

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. (1991a) – Neotectónica dos Açores: I – O sistema Pico-Faial (Abstract). III Congresso Nacional de Geologia, Coimbra, 51.

Madeira, J. (1991b) – Neotectónica dos Açores: II – S. Jorge e o sismo de 1/!/80. (Abstract). III Congresso Nacional de Geologia, Coimbra, 52.

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. e Ribeiro, A. (1990) – Geodinamic models for the Azores triple junction: a contribution from tectonics. Tectonophysics, 184, 405-415.

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 Apllied 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 Apllied 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.

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.

Portal das Energias Renováveis: http://www.energiasrenovaveis.com

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 (Funda), 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 Concecção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume VIII - Ilha do Faial, Ponta Delgada, 46 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 Concelho, 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.

Santos, M. Teresa Viseu (2006). Segurança dos Vales a Jusante de Barragens. Metodologias de Apoio à Gestão do Riso. Intituro Superior Técnico (IST). Lisboa.

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.

SERRALHEIRO, A., MATOS ALVES, C.A., FORJAZ, V.H. e RODRIGUES, B. (1989) – Carta Vulcanológica dos Açores - Ilha do Faial à escala 1:15000. Ed. Serviço Regional de Protecção Civil, Universidade dos Açores e Centro de Vulcanologia do INIC, 4 folhas.

Serralheiro, A.; Matos Alves, C.A.; Forjaz, V.H. e Rodrigues, B. (1989) – Carta Vulcanológica dos Açores – Ilha do Faial. Edição do Serviço Regional de Protecção Civil, Universidade dos Açores e Centro de Vulcanologia do INIC, 4 folhas na escala 1:15.000.

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.

Tazieff, H. (1959) – L'éruption de 1957-1958 et la tectonique de Faial (Açores). Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal, 4, 71-88.

Thom, H.C.S. (1958), A note on the Gamma distribution, Monthly Weather Review, Vol 86, nº 4, pp 117-122.

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.

Zbyszewski, G. e Ferreira, O. Veiga (1959) – Rapport de la deuxième mission géologique. Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal, 4, 29-55.

Zbyszewski, G.; Almeidsa, F. Moitinho; Ferreira, O Veiga e Assunção C. Torre (1959) – Carta Geológica de Portugal na escala 1:25 000, folha do Faial. Serviços Geológicos de Portugal, 25 p.

3 | Caracterização das Massas de Água

Amaral, P. (2005). Monitorização de vertentes instáveis no concelho da Povoação, Olha de São Miguel (Açores): Ensaios 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 Microesacala. 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).

Davis, R.A. Jr. (1997). The evolving coast. Scientific American Library, New York, 233 pp (citado em Borges, 2003).

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 enviroment and S.Miguel geothermal wastes. Symposium on applied and enviromental geology, VI coastal geological enviroments. Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa, 28.3 - 04/89.

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 funcion of tidal and wave regime. In “Barrier islands”. Leatherman, S., Editor. Academic Press, New York, 1-27 (citado em Borges, 2003).

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)-IH128-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).

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. Tese de Doutoramento, Dep. Geologia Faculdade Ciências da Universidade Lisboa, 483 pp.

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.

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 Corvo (2006). POOC da Ilha do Corvo. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

POOC Corvo (2008). POOC da Ilha do Corvo. Fase VI – Versão Final do Plano. Secretaria Regional do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

POOC Faial (2009). POOC da Ilha do Faial. Fase I – Caracterização e Diagnóstico Prospectivo. Secretaria Regional do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

POOC Graciosa (2006). POOC da Ilha da Graciosa. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Ambiente do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

POOC Pico (2009). POOC da Ilha do Pico. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Ambiente do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

PORTTA (2007). Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores – Plantas de Síntese do Modelo de Organização do Território. Direcção Regional do Turismo – Secretaria Regional da economia. Região Autónoma dos Açores.

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. Região Autónoma dos Açores.

PROTA (2008). Plano Regional de Ordenamento do Território para a Região Autónoma dos Açores. 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 – SRAM .

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. SRAM .

Shepard, F. (1973). Submarine geology. 3ª ed. Harper & Row, New York, 517 pp (citado em Borges, 2003).

Viles, H & Spencer, T. (1995). Coastal problems: geomorphology, ecology and society at the coast. Edward Arnold, London, 350 pp (citado em Borges, 2003).

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. (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.

Cruz, J.V. (2001) – Recursos Subterrâneos. PRA da Região Autónoma dos Açores. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.

Cruz, J.V. (2001) – Recursos Subterrâneos. PRA da Região Autónoma dos Açores. 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.

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.

França, Z., Cruz, J.V. Nunes, J.C. & Forjaz, V.H. (2005) - Geologia dos Açores: uma perspectiva actual. Açoreana, 140 pp.

França, Z., Cruz, J.V. Nunes, J.C. & Forjaz, V.H. (2005) - Geologia dos Açores: uma perspectiva actual. Açoreana, 140 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. 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. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 428 pp.

Mourisseau, M. (1987) - Les eruptions hydromagmatiques et les xenolites associés: signification geothermique. Exemples de Flores et de Faial (Açores). Thése presentée pour obtenir le titre de docteur en Sciences de l´Université de Paris XI - Orsay.

Mourisseau, M. (1987) - Les eruptions hydromagmatiques et les xenolites associés: signification geothermique. Exemples de Flores et de Faial (Açores). Thése presentée pour obtenir le titre de docteur en Sciences de l´Université de Paris XI - Orsay.

Pacheco, J.M. (2001) – Processos associados ao desenvolvimento de erupções vulcânicas hidromagmáticas explosivas na Ilha do Faial e a sua interpretação numa perspectiva de avaliação do hazard e minimização do risco. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 330 pp.

Pacheco, J.M. (2001) – Processos associados ao desenvolvimento de erupções vulcânicas hidromagmáticas explosivas na Ilha do Faial e a sua interpretação numa perspectiva de avaliação do hazard e minimização do risco. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 330 pp.

Serralheiro, A., Forjaz, V.H., Alves, C.A.M. & Rodrigues, B. (1989) - Carta vulcanológica dos Açores - Ilha do Faial. Edição CV (INIC-DGUA-SRPCA, Ponta Delgada, 4 folhas.

Serralheiro, A., Forjaz, V.H., Alves, C.A.M. & Rodrigues, B. (1989) - Carta vulcanológica dos Açores - Ilha do Faial. Edição CV (INIC-DGUA-SRPCA, Ponta Delgada, 4 folhas.

Zbyszewski, G., Moitinho d´Almeida, F., Ferreira, O.V. & Assunção, C.T. (1959) - Carta Geológica de Portugal; notícia explicativa da folha da Ilha do Faial (Açores). Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 25 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. (2007) – Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Faial – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 20 pp.

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.

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 (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.

Cruz, J.V. (2001) - Recursos Subterrâneos. PRA da Região Autónoma dos Açores. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 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

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 Região Autónoma dos Açores. DROTRH/SRAM, Ponta Delgada, 54 pp.

Hem, J.D. (1985) – Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U.S. Geol. Survey Water-Supply Paper 2254, 263 p.

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.

Martinez, A.G., Romero Macias, E. E Caballero Rodriguez, M.J. (1990) – Problematica de la contaminación de aguas subterráneas por nitratos. In: Livro de Homenagem ao Prof. Doutor carlos Romariz, Ed. DGFCUL, Lisboa, pp. 127-150.

PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPECTIVA (2005). Estudo de Concepção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume VIII - Ilha do Faial, Ponta Delgada, 46 pp.

SRAM (2007) – PEGRA – Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores. SRAM, Horta, 124 pp.

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

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 Condesso 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 Região Autónoma dos Açores. 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 Região Autónoma dos Açores. 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 DQA - 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 DQA na Região Autónoma dos Açores. XV Congresso da Associação Ibérica de Limnologia, Ponta Delgada.

Parlamento, E., UE, C. (2000) Directiva 2000/60/CE – DQA, 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. SRAM 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 espécies amenazadas prioritarias de gestión en la region europea biogeografica de la Macaronesia. Consejeria de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canraias, 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.

Cemagreff (1982) Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Agence financière de Bassin Rhone - Méditerranée - Corse, Pierre, Bénite, Lyon

Cruz, J.V. (2001) – Recursos Subterrâneos. PRA da Região Autónoma dos Açores. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 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. (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.

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., Costa, A.C., Raposeiro, P., Marques, H. (2005) Caracterização biológica das massas de água superficiais das ilhas de São Miguel e Santa Maria. Universidade dos Açores - Ponta Delgada:240

Gonçalves, V., Raposeiro, P., Costa, A.C. (2008) Benthic diatoms and macroinvertebrates in the assessment of the ecological status of Azorean streams. Limnetica 27 (2):317-328

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

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 (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 superficias 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., UE, C. (2000) Directiva 2000/60/CE – DQA, 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

Raposeiro, P.M., Costa, A.C. (2009) Benthic macroinvertebrate based indices for assessing the ecological status of freshwaters on oceanic islands. Arquipelago - Life and Marine Sciences 26:15-24

SRAM (2005) – PS. Rede Natura 2000. Açores. SRAM, Horta, 115 pp.

SRAM (2007) – Relatório do Estado do Ambiente dos Açores ´05. SRAM, Horta, 132 pp.

SRAM, INAG (2006) Relatório síntese da caracterização da região hidrográfica - Arquipélago dos Açores, Portugal. SRAM edn. SRAM e Instituto da Água, Ponta Delgada

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 Região Autónoma dos Açores.

ANEXOS

Anexo 2.2.I | Informação climática disponível e considerações metodológicas

1 | Informação Climática Disponível e Aproximações Metodológicas

1.1 | Limitações e representatividade da informação

Atendendo às especificidades de enquadramento do arquipélago dos Açores no que diz respeito ao sistema climático, bem como à heterogeneidade geomorfológica característica de cada uma das suas ilhas, a localização das estações climatológicas, quando existentes, suscitam sérias reservas no que se refere à representatividade dos valores observados em relação ao total da área das ilhas onde se encontram instaladas (ver comentários em rodapé). Na generalidade situadas no litoral, próximas do nível do mar, as estações meteorológicas insulares que tradicionalmente servem de base aos modelos de generalização espacial de base 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. Aspetos específicos e importantes tais como a orografia e a sua relação com os mecanismos advectivos e de interceção 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[68]. 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

[68] * 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.

meteorológicas que as abordam praticamente de todos os quadrantes e das quais decorrem padrões climáticos distintos e muito complexos[69]. 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 relevo70. 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 Föehn[71] (conforme Figura 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.

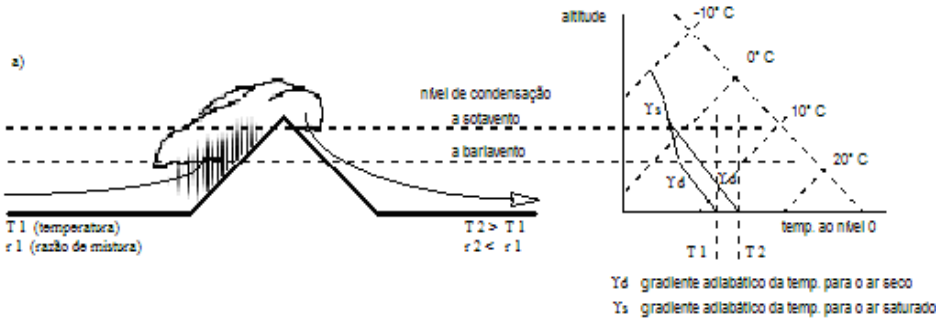


Figura A.2.2.1 | Mecanismos termodinâmicos e da conservação da massa condicionantes dos elementos climáticos.

[69] - 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

[70] - * 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.

[71] Roger g. Barry (1992) – Mountain Weather & Climate – 2nd edition – Rooutledge Editors. London and NewYork. ISBN 0-415-07112-7. pp. 402

1.2 | Considerações metodológicas

Generalização espacial da caracterização climática

Atendendo às limitações acima apontadas a generalização espacial do clima de cada uma das ilhas abrangidas pelo presente trabalho é obtida com recurso à utilização de um modelo de base física, o modelo CIELO (acrónimo para Clima Insular à Escala Local) (Azevedo, 1996), calibrado para a ilha Terceira e validado para outras ilhas do arquipélago, bem como para outros enquadramentos insulares (Azevedo, 1996[72]; Azevedo *et al*., 1998[73]; Azevedo *et al*.,1999[74]a; Azevedo *et al*.,1999[75]b; Santos *et tal.* 2004[76]; Miranda *et al*., 2006[77]).

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 dos 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)[78], 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

[72] 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).
[73] Azevedo, e. b.; Pereira, l. s; Itier, b. (1998) – Modeling the Local Climate in Islands Envirnments. Orographic Clouds Cover – In: R.S.Schmenauer & Bridman (Eds.). First International Conference on Fog and Fog Collection. IDRC, Ottawa, canada. Pp 433-436
[74] 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.
[75] 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.
[76] 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
[77] 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.
[78] 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)

seu trajeto, o conjunto da que permanece sob a forma de vapor, mais a que, em fase líquida, permanece em suspensão e aquela que precipitou até aquela posição da sua trajetória;

- No balanço da componente de vapor de água e da fração líquida no interior da unidade de volume de ar em deslocação, são considerados três processos dos quais resultam implicações na evolução das respetivas características termodinâmicas: i) a condensação (C) que ocorre por arrefecimento adiabático; ii) a evaporação (E) da água liquida em suspensão que ocorre por aquecimento adiabático; iii) a precipitação de uma fração da água estimada em função de um fator α calibrado localmente, que traduz a eficiência do processo (Figura 2.2.2);

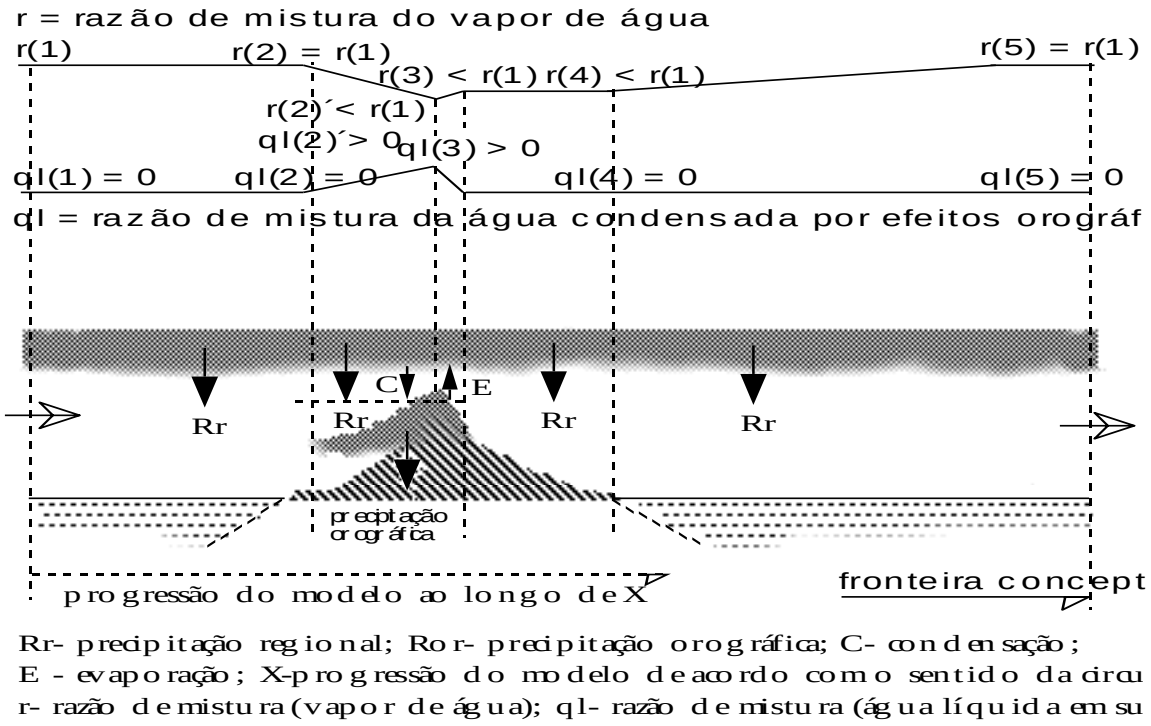


Figura A.2.2.2 | Modelo geral do balanço da água atmosférica na unidade de volume de ar em deslocação sobre o território.

- 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 (α) precipita. O remanescente da água em suspensão na forma líquida (1-α) passa à posição seguinte juntando-se-lhe a que condensa nessa posição. A determinação da fração α resulta de um processo de calibração do modelo;

- Posteriormente, na componente radiativa do modelo, a integração bidimensional da componente N, é utilizada como filtro (adimensional) de atenuação da radiação de c.c.o. que atinge a superfície;

- A fração da água que precipita assume-se como representativa do contributo para a precipitação orográfica referente à unidade de volume de ar em deslocação sobre aquela posição (R'_{or}). O campo dos valores obtidos em todas as posições do domínio assume assim o significado da variação relativa da precipitação por efeitos orográficos num determinado enquadramento de condições de fronteira e de iniciação;

- Considerando que a quantificação da precipitação se refere a um determinado intervalo de tempo (>dia) onde se podem observar diferentes condições de iniciação, de orientação e de intensidade da circulação atmosférica (diferentes condições de fronteira), o contributo de cada um dos padrões de circulação para a configuração da distribuição da precipitação é determinado pela ponderação de R'_{or} em função da velocidade média do vento (Vv) em cada um dos rumos observados e em função da respetiva frequência relativa (Frv) 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 (Rr) registada na estação de referência que é, também, necessariamente influenciada por aqueles aspetos;

- Assim, a reconstituição do campo do total da precipitação (Rtot), durante um determinado intervalo de tempo, é feita integrando as duas componentes - precipitação orográfica (Ror) mais a precipitação regional (Rr) - 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 mesma 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 Penmam/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)[79] 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
FAI.1	Aguas Claras 1 - G VI	Nascente	349659	4271355	Sim	Caldeira
FAI.2	Aguas Claras 10 - G VI	Nascente	348702	4271149	Sim	Caldeira
FAI.6	Aguas Claras 2 - G VI	Nascente	349494	4271482	Sim	Caldeira
FAI.7	Aguas Claras 3 - G VI	Nascente	349203	4271599	Sim	Caldeira
FAI.8	Aguas Claras 4 - G VI	Nascente	349177	4271591	Sim	Caldeira
FAI.9	Aguas Claras 5 - G VI	Nascente	349145	4271628	Sim	Caldeira
FAI.10	Aguas Claras 6 - G VI	Nascente	349116	4271634	Sim	Caldeira
FAI.11	Aguas Claras 7 - G VI	Nascente	348839	4271406	Sim	Caldeira
FAI.12	Aguas Claras 8 - G VI	Nascente	348923	4271440	Sim	Caldeira
FAI.13	Aguas Claras 9 - G VI	Nascente	348891	4271241	Sim	Caldeira
FAI.14	Alto do Chão 12 - G III	Nascente	350793	4273878	Sim	Caldeira
FAI.15	Alto do Chão 13 - G III	Nascente	350805	4273781	Sim	Caldeira
FAI.16	Alto do Chão 14 - G III	Nascente	350973	4274102	Sim	Caldeira
FAI.17	Alto do Chão 15 - G III	Nascente	350994	4274091	Sim	Caldeira
FAI.18	Alto do Chão 5 ou 7 - G III	Nascente	350647	4273880	Sim	Caldeira
FAI.19	Alto do Chão 8 - G III	Nascente	350793	4273959	Sim	Caldeira
FAI.20	Alto do Chão YY - G III	Nascente	350686	4273964	Sim	Caldeira
FAI.21	Alto do Chão YY - G III	Nascente	350190	4273872	Sim	Caldeira
FAI.22	Alto do Chão YY - G III	Nascente	350940	4274351	Sim	Caldeira
FAI.23	Alto do Chão YY - G III	Nascente	350900	4274231	Sim	Caldeira
FAI.24	Alto do inverno 10 - G IV	Nascente	350379	4274470	Sim	Caldeira

[79] 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
FAI.25	Alto do inverno 11 - G IV	Nascente	350322	4274572	Sim	Caldeira
FAI.26	Alto do inverno 12 - G IV	Nascente	350464	4274593	Sim	Caldeira
FAI.27	Alto do inverno 13 - G IV	Nascente	350543	4274585	Sim	Caldeira
FAI.28	Alto do inverno 15 - G IV	Nascente	350668	4274454	Sim	Caldeira
FAI.29	Alto do inverno 16 - G IV	Nascente	350667	4274476	Sim	Caldeira
FAI.30	Alto do inverno 6 - G IV	Nascente	350413	4274288	Sim	Caldeira
FAI.31	Alto do inverno 8 - G IV	Nascente	350150	4274613	Sim	Caldeira
FAI.32	Alto do inverno 9 - G IV	Nascente	350448	4274345	Sim	Caldeira
FAI.36	Castelhano 1 - G II	Nascente	351274	4273642	Sim	Caldeira
FAI.37	Castelhano 2 - G II	Nascente	351099	4273766	Sim	Caldeira
FAI.38	Castelhano 3 - G II	Nascente	351238	4274111	Sim	Caldeira
FAI.40	Lopo 1 -G I	Nascente	351667	4271917	Sim	Caldeira
FAI.41	Lopo 2 -G I	Nascente	351743	4271942	Sim	Caldeira
FAI.42	Lopo 3 -G I	Nascente	352139	4271994	Sim	Caldeira
FAI.43	Praia do Norte 1 - G V	Nascente	349505	4273498	Sim	Caldeira
FAI.44	Praia do Norte 2 - G V	Nascente	349552	4273678	Sim	Caldeira
FAI.45	Praia do Norte 3 - G V	Nascente	349541	4273280	Sim	Caldeira
FAI.48	Canada Larga 3	Nascente Outras	351767	4276400	Não	Caldeira
FAI.49	Canada larga 4	Nascente Outras	351857	4275880	Não	Caldeira
FAI.50	Estrada do Mato	Nascente Outras	350250	4276550	Não	Caldeira
FAI.52	Fonte das Bicas (Flamengos)	Nascente Outras	355938	4268412	Não	Caldeira
FAI.54	Miradouro (Cabeço da Vaca)	Nascente Outras	351960	4275015	Não	Caldeira
FAI.55	Passagem	Nascente Outras	351241	4276541	Não	Caldeira

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FAI.33	Areias I	Nascente	345994	4272175	Sim	Capelo
FAI.34	Areias II	Nascente	345982	4272177	Sim	Capelo
FAI.35	Areias III	Nascente	345986	4272158	Sim	Capelo
FAI.39	Fonte dos Namorados	Nascente	343715	4273437	Sim	Capelo
FAI.56	Varadouro (P.M.)	Nascente Outras	345510	4270285	Não	Capelo
FAI.62	Capelo (AC4)	Furo	344881	4271410	Não	Capelo

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FAI.46	Canada Larga 1 (CMH)	Nascente Outras	351714	4276775	Não	Cedros - Castelo Branco
FAI.47	Canada Larga 2	Nascente Outras	351736	4276707	Não	Cedros - Castelo Branco

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FAI.51	Fajã	Nascente Outras	346925	4275070	Não	Cedros - Castelo Branco
FAI.53	Fonte Rosa	Nascente Outras	348940	4275677	Não	Cedros - Castelo Branco
FAI.57	Varadouro (Termal)	Nascente Outras	346165	4270140	Não	Cedros - Castelo Branco
FAI.60	Joana Alves - Cedros (JHF2)	Furo	352501	4276603	Sim	Cedros - Castelo Branco
FAI.64	Valverde - Cedros (AC2)	Furo	351729	4277564	Não	Cedros - Castelo Branco
FAI.67	Castelo Branco ou Cancela (JK3)	Furo	349621	4265886	Sim	Cedros - Castelo Branco
FAI.70	Fonte do Rego - Feteira	Furo	353167	4266739	Sim	Cedros - Castelo Branco

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FAI.58	Chão Frio ou Praia do Almoxarife (JHF4)	Furo	357714	4269279	Sim	Flamengos - Horta
FAI.59	R. Capitão - Flamengos (JHF3)	Furo	355161	4268475	Sim	Flamengos - Horta
FAI.63	Lameiro Grande (AC3)	Furo	355362	4267578	Sim	Flamengos - Horta
FAI.65	Farrobo ou Farroco (AC1)	Furo	357440	4268483	Sim	Flamengos - Horta
FAI.66	Areias - Flamengos (JK4)	Furo	356292	4268228	Sim	Flamengos - Horta
FAI.68	Campo - Flamengos (JK2)	Furo	355847	4267993	Não	Flamengos - Horta
FAI.69	Lameiro Grande (JK1)	Furo	355450	4268735	Não	Flamengos - Horta

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FAI.61	Pedro Miguel (JHF1)	Furo	358285	4271630	Não	Pedro Miguel

Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FAI.3	Aguas Claras 11 - G VI	Nascente	348334	4270956	Sim	Pedra-pomes da Caldeira
FAI.4	Aguas Claras 12 - G VI	Nascente	348310	4270637	Sim	Pedra-pomes da Caldeira
FAI.5	Aguas Claras 13 - G VI	Nascente	348491	4270634	Sim	Pedra-pomes da Caldeira
FAI.71	Caminho de Cima (Canto) - Cedros	Furo	353259	4276429	Sim	Pedra-pomes da Caldeira

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)
FAI.58	JHF4	149,21	160,8	148.00-156.50 (?)	$10^{1/2}$	-149,8	-155,8	1
FAI.59	JHF3	163	171,2	161,6-171,2	$10^{1/2}$	-144,8	-144,92	200
FAI.60	JHF2	206,35	216	202.50-216	$10^{1/2}$	-207,2	-207,42	77,27
FAI.61	JHF1	184,9	210,1	?	$10^{1/2}$	-184,7	-196,2	1,39
FAI.62	AC4	~185	190	178.97-181.47	12	-176,7	-177,6	11,56

FAI.63	AC3	~134	139	134.50-137.50	12	-132,2	-132,5	73,33
FAI.64	AC2	128,29	133,2	128.60-130.60	12	-128	-128,2	75
FAI.65	AC1	109,26	119,5	106.00-116.45	12	-105	-105,7	8,57
FAI.66	JK4	~120	134,16	124.40-129.40	12?	-103,4	-103,5	86,67
FAI.67	JK3	~114	122,1	114.90-119.90	12?	-113,9	-114	90
FAI.68	JK2	~130	147	117.40-122.96; 131.70-139.50	8 a 10	-110	Sem rebaixamento	---
FAI.69	JK1	~135	142	134.70-138.70	8	-134,4	-134,8	9,75
FAI.70	Fonte do Rego - Feteira	s.d.	~140	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
FAI.71	Caminho de Cima (Canto) -Cedros	~225	~206	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
FAI.72	Tronqueira - Castelo Branco	s.d.	~210	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.