

Volume 8.

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

| caracterização e diagnóstico da
situação de referência





Índice

1 Introdução	19
2 Caracterização e Diagnóstico da Ilha das Flores.....	20
2.1 Caracterização territorial.....	20
2.1.1 Enquadramento geográfico e administrativo.....	20
2.1.2 Enquadramento jurisdicional e normativo.....	23
2.1.3 Caracterização do domínio hídrico	24
2.2 Caracterização climatológica.....	26
2.2.1 Aspetos gerais - O clima dos Açores.....	27
2.2.2 Os elementos do clima à escala local.....	29
2.2.2.1 Variáveis climáticas nas estações de referência	32
2.2.2.2 Balanço da radiação nas estações de referência	33
2.2.2.3 Balanço hídrico e classificação climática nas estações de referência.....	34
2.2.2.4 Regime da precipitação nas estações de referência	35
2.2.3 Distribuição Espacial do Clima	41
2.3 Caracterização geológica e geomorfológica.....	44
2.3.1 Geologia	44
2.3.1.1 Enquadramento geodinâmico.....	44
2.3.1.2 Atividade sísmica	46
2.3.1.3 Atividade vulcânica histórica	48
2.3.1.4 Caracterização geológica do arquipélago.....	49
2.3.1.5 Caracterização geoquímica do arquipélago.....	50
2.3.1.6 Caracterização geológica da ilha das Flores	51
2.3.1.6.1 Modelado vulcânico e tectónica	51
2.3.1.6.2 Geologia	53
2.3.2 Geomorfologia.....	55
2.3.3 Tipos de solo.....	60
2.3.4 Hidrogeologia.....	62
2.3.4.1 Enquadramento regional.....	62
2.3.4.1.1 Caracterização hidrogeológica.....	62
2.3.4.1.2 Caracterização hidrogeoquímica.....	66
2.3.4.2 Hidrogeologia.....	68
2.3.4.3 Hidrogeoquímica	71
2.3.5 Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas	73
2.4 Caracterização hidrográfica e hidrológica.....	75
2.4.1 Rede hidrográfica.....	75
2.4.2 Balanço hídrico	79
2.4.3 Escoamento anual	81
2.4.4 Valores extremos de cheias e secas	85
2.4.4.1 Cheias	85
2.4.4.2 Secas.....	89
2.5 Caracterização socioeconómica.....	89
2.5.1 Indicadores demográficos	89
2.5.2 Características setoriais e territoriais das atividades económicas.....	98
2.5.2.1 Agropecuária.....	98
2.5.2.2 Pesca.....	101
2.5.2.3 Indústria transformadora	103
2.5.2.4 Turismo.....	104
2.5.2.5 Indústria extrativa.....	105
2.5.2.6 Energia	106

2.5.2.7 Contas regionais.....	107
2.6 Caracterização do uso do solo e ordenamento do território	111
2.6.1 Capacidade de uso do solo.....	111
2.6.2 Usos do solo	113
2.6.3 Sistema de gestão territorial.....	115
2.6.3.1 Enquadramento	115
2.6.3.2 Metodologia	118
2.6.3.3 Análise dos instrumentos de gestão territorial	118
2.6.3.3.1 Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores (PROTA)	118
2.6.3.3.2 Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores (POTRAA)	120
2.6.3.3.3 Plano Setorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores (PSRN2000)	121
2.6.3.3.4 Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha das Flores (POOC FLORES).....	122
2.6.3.3.5 Plano Diretor Municipal das Lajes das Flores (PDM LAJES).....	123
2.6.3.3.6 Plano Diretor Municipal de Santa Cruz das Flores (PDM SANTA CRUZ)	123
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	128
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	134
2.8.1 Sistemas de abastecimento de água.....	134
2.8.1.1 Modelos de gestão.....	134
2.8.1.2 Atendimento do serviço.....	134
2.8.1.3 Origens de água e infraestruturas de captação	134
2.8.1.4 Infraestruturas de tratamento de água	135
2.8.1.5 Infraestruturas de transporte, elevação, armazenamento e distribuição de água.....	135
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	137
2.8.2.5 Infraestruturas de tratamento de águas residuais.....	138
2.8.2.6 Águas residuais produzidas por tipo	138
2.9 Análise de perigos e riscos	145
2.9.1 Alterações climáticas	146
2.9.1.1 A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática	146
2.9.1.2 A evolução do clima dos Açores	147
2.9.1.3 Cenários e projeções climáticas para os Açores	149
2.9.1.4 Elevação do nível médio do mar	150
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	161
2.9.3.3 Cálculo do índice SPI – Postos	164
2.9.4 Erosão hídrica e transporte de material sólido.....	172
2.9.5 Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral	174
2.9.6 Movimentos de massas.....	178
2.9.7 Sismos	183
2.9.8 Vulcões.....	184
2.9.9 Tsunamis	185
2.9.10 Infraestruturas.....	188
2.9.11 Poluição accidental.....	193
2.9.11.1 Poluição tóxica	193
2.9.11.2 Poluição difusa	195

3 Caracterização das Massas de Água	197
3.1 Massas de água superficiais.....	197
3.1.1 Tipos de massas de água	197
3.1.1.1 Delimitação das ecorregiões e dos tipos de massas de água.....	197
3.1.1.1.1 Ribeiras	198
3.1.1.1.2 Lagoas.....	202
3.1.1.1.3 Águas costeiras e de transição	204
3.1.1.1.4 Massas de água fortemente modificadas	207
3.1.1.1.5 Massas de água artificiais (AA).....	208
3.1.1.2 Distribuição dos tipos	208
3.1.1.3 Identificação das condições de referência.....	209
3.1.1.3.1 Ribeiras	209
3.1.1.3.2 Lagoas.....	210
3.2 Massas de Águas Subterrâneas.....	213
3.2.1 Delimitação das massas de águas	213
3.2.2 Caracterização das massas de águas.....	214
3.2.2.1 Características gerais dos estratos da área de drenagem.....	214
3.2.2.1.1 Massa de água Superior	214
3.2.2.1.2 Massa de água Intermédio.....	214
3.2.2.1.3 Massa de água Inferior	215
3.2.2.2 Avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis	215
3.2.2.3 Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos.....	217
3.2.2.4 Massas de água em risco	221
3.3 Zonas protegidas e áreas classificadas	223
3.3.1 Águas superficiais	223
3.3.1.1 Zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano	223
3.3.1.2 Zonas designadas para a proteção de espécies aquáticas de interesse económico	223
3.3.1.2.1 Águas conquícolas (PRA)	225
3.3.1.3 Massas de água designadas como águas de recreio	225
3.3.1.4 Zonas sensíveis em termos de nutrientes	225
3.3.1.5 Zonas que exigem proteção especial para a conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água.....	227
3.3.2 Águas subterrâneas	231
3.3.2.1 Zonas protegidas de interesse para as massas de água subterrâneas	231
3.3.2.3 Zonas de infiltração máxima.....	234
3.4 Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas.....	234
3.4.1 Águas superficiais	234
3.4.1.1 Águas superficiais interiores.....	234
3.4.1.1.1 Bacia hidrográfica da ribeira da Badanela.....	235
3.4.1.1.1.1 Poluição tóxica	235
3.4.1.1.1.2 Poluição difusa	236
3.4.1.1.1.3 Captações de água.....	240
3.4.1.1.1.4 Alteração hidrológica.....	240
3.4.1.1.1.4 Alteração morfológica	242
3.4.1.1.2 Bacia hidrográfica da ribeira Grande.....	243
3.4.1.1.2.1 Poluição tóxica	243
3.4.1.1.2.2 Poluição difusa	243
3.4.1.1.2.3 Captações de água.....	248
3.4.1.1.2.4 Alteração hidrológica.....	248

3.4.1.1.2.5 Alteração morfológica	249
3.4.1.1.3 Bacia hidrográfica da lagoa Branca	249
3.4.1.1.3.1 Poluição tóxica	249
3.4.1.1.3.2 Poluição difusa	250
3.4.1.1.3.3 Captações de água.....	252
3.4.1.1.3.5 Alteração hidrológica	252
3.4.1.1.3.6 Alteração morfológica	253
3.4.1.1.4 Bacia hidrográfica da lagoa Comprida	253
3.4.1.1.4.1 Poluição tóxica	253
3.4.1.1.4.2 Poluição difusa	254
3.4.1.1.4.3 Captações de água.....	256
3.4.1.1.4.4 Alteração hidrológica	256
3.4.1.1.4.5 Alteração morfológica	257
3.4.1.1.5 Bacia hidrográfica da lagoa Funda.....	257
3.4.1.1.5.1 Poluição tóxica	257
3.4.1.1.5.2 Poluição difusa	258
3.4.1.1.5.3 Captações de água.....	260
3.4.1.1.5.4 Alteração hidrológica	260
3.4.1.1.5.5 Alteração morfológica	261
3.4.1.1.6 Bacia hidrográfica da lagoa da Lomba	262
3.4.1.1.6.1 Poluição tóxica	262
3.4.1.1.6.2 Poluição difusa	262
3.4.1.1.6.3 Captações de água.....	265
3.4.1.1.6.4 Alteração hidrológica	265
3.4.1.1.6.5 Alteração morfológica	265
3.4.1.1.7 Bacia hidrográfica da lagoa Negra	266
3.4.1.1.7.1 Poluição tóxica	266
3.4.1.1.7.2 Poluição difusa	266
3.4.1.1.7.3 Captações de água.....	268
3.4.1.1.7.4 Alteração hidrológica	268
3.4.1.1.7.5 Alteração morfológica	269
3.4.1.1.8 Bacia hidrográfica da lagoa Rasa	269
3.4.1.1.8.1 Poluição tóxica	269
3.4.1.1.8.2 Poluição difusa	270
3.4.1.1.8.3 Captações de água.....	272
3.4.1.1.8.4 Alteração hidrológica	272
3.4.1.1.8.5 Alteração morfológica	273
3.4.1.2 Águas costeiras e de transição	273
3.4.1.2.1 Forças motrizes	274
3.4.1.2.2 Pressões identificadas	278
3.4.1.2.3 Poluição tóxica	279
3.4.1.2.3.1 Efluentes Urbanos – Pontos de Descarga.....	280

3.4.1.2.3.2 Efluentes industriais.....	281
3.4.1.2.3.3 Instalações com Regime de Prevenção e Controlo Integrado de Poluição (PCIP)	282
3.4.1.2.3.4 Resíduos	282
3.4.1.2.3.5 Indústria Extrativa	282
3.4.1.2.3.6 Turismo.....	283
3.4.1.2.3.7 Substâncias Perigosas.....	284
3.4.1.2.3.8 Transportes marítimos	285
3.4.1.2.4 Poluição difusa	286
3.4.1.2.4.1 Agricultura/Floresta e Agropecuária	287
3.4.1.2.4.2 Outras Pressões (Escorrências De Zonas Urbanas, Lixeiras a Céu Aberto, Limpeza de Fossas, Operações Associadas a Atividades Marítimas).....	290
3.4.1.2.5 Alteração morfológica	291
3.4.1.2.6 Pressão biológica.....	295
3.4.1.2.7 Avaliação das pressões nas águas costeiras e de transição	298
3.4.1.2.7.1 Identificação das pressões relevantes.....	299
3.4.1.2.7.2 Identificação das pressões significativas	306
3.4.1.2.8 Avaliação do Risco das Massas não Alcançarem os Objetivos	307
3.4.2 Águas subterrâneas	307
3.4.2.1 Poluição tóxica.....	307
3.4.2.1.1 Caracterização das cargas poluentes tóxicas	307
3.4.2.1.2 Avaliação de potenciais impactes associados à poluição tóxica.....	314
3.4.2.2 Poluição difusa.....	319
3.4.2.2.1 Caracterização das cargas poluentes difusas	319
3.4.2.2.2 Avaliação de potenciais impactes associados à poluição difusa.....	320
3.4.2.3 Intrusão salina.....	322
3.4.2.4 Captações de água	323
4 Redes de Monitorização.....	327
4.1 Rede de monitorização do estado das massas de água	327
4.1.1 Águas superficiais	327
4.1.1.1 Rede de vigilância.....	328
4.1.1.1.1 Ribeiras	328
4.1.1.1.2 Lagoas.....	331
4.1.1.1.2.1 Afluentes de lagoas	333
4.1.1.1.3 Águas costeiras e de transição	334
4.1.1.2 Rede operacional.....	338
4.1.1.2.1 Lagoas.....	340
4.1.1.3 Rede de investigação.....	341
4.1.1.4 Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização.....	342
4.1.1.4.1 Rede de monitorização de ribeiras.....	342
4.1.1.4.2 Rede de monitorização de lagoas	343
4.1.1.4.3 Rede de monitorização das águas costeiras e de transição	344
4.1.1.5 Rede de monitorização de Zonas Protegidas	344
4.1.1.5.1 Zonas Balneares.....	344
4.1.2 Águas subterrâneas	345
4.1.2.1 Enquadramento legislativo comunitário	345
4.1.2.2 Enquadramento legislativo nacional	347
4.1.2.3 Monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas.....	348

4.1.2.4 Monitorização do estado qualitativo das águas subterrâneas.....	349
4.1.2.4.1 Historial e critérios de estabelecimento dos programas de monitorização.....	349
4.1.2.4.2 Localização dos pontos de água monitorizados.....	350
4.1.2.4.3 Parâmetros e frequência de monitorização.....	352
4.1.2.4.4 Avaliação da representatividade e adequabilidade dos programas de monitorização.....	355
4.1.2.4.4.1 Avaliação da representatividade dos programas de monitorização.....	355
4.1.2.4.4.2 Avaliação da adequabilidade dos programas de monitorização.....	357
4.1.2.5 Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas.....	358
4.1.2.5.1 Enquadramento.....	358
4.1.2.5.2 Caracterização das redes de monitorização.....	359

5 | Avaliação do Estado das Massas de Água.....361

5.1 Sistemas de classificação e avaliação do estado das massas de água.....	361
5.1.1 Águas superficiais.....	361
5.1.1.1 Metodologia geral.....	361
5.1.1.2 Estado ecológico.....	364
5.1.1.2.1 Ribeiras.....	364
5.1.1.2.1.1 Elementos biológicos de qualidade.....	366
5.1.1.2.1.2 Elementos físico-químicos de qualidade.....	367
5.1.1.2.2 Lagoas.....	371
5.1.1.2.2.1 Elementos biológicos de qualidade.....	373
5.1.1.2.2.2 Elementos físico-químicos de qualidade.....	374
5.1.1.2.3 Águas costeiras e de transição.....	376
5.1.1.2.3.1 Águas costeiras.....	377
5.1.1.2.3.2 Águas de transição.....	380
5.1.1.3 Estado químico.....	381
5.1.1.3.1 Ribeiras.....	381
5.1.1.3.2 Lagoas.....	381
5.1.1.3.3 Águas costeiras de de transição.....	381
5.1.1.4 Síntese.....	384
5.1.1.4.1 Ribeiras.....	384
5.1.1.4.2 Lagoas.....	385
5.1.1.4.3 Águas costeiras e de transição.....	386
5.1.1.4.3.1 Águas Costeiras.....	386
5.1.1.4.3.2 Águas de Transição.....	388
5.1.2 Águas subterrâneas.....	388
5.1.2.1 Metodologia geral.....	388
5.1.2.1.1 Estado quantitativo.....	388
5.1.2.1.2 Estado químico.....	390
5.1.2.2 Estado quantitativo.....	390
5.1.2.2.1 Critérios de estado quantitativo.....	391
5.1.2.2.2 Resultados da avaliação do estado quantitativo.....	396
5.1.2.3 Estado químico.....	398
5.1.2.3.1 Critérios de estado químico.....	399
5.1.2.3.2 Resultados da avaliação do estado químico.....	405
5.1.2.4 Síntese.....	414

6 Análise Económica da Água	415
6.1 Avaliação da importância socioeconómica das utilizações da água.....	415
6.1.1 Atividades agropecuárias.....	415
6.1.2 Atividades industriais.....	416
6.1.3 Usos domésticos.....	417
6.1.4 Procura global de água.....	417
6.2 Nível de recuperação custos.....	419
6.2.1 Enquadramento.....	419
6.2.2 Panorama da Região Autónoma dos Açores.....	421
6.2.3 Situação na ilha das Flores.....	422
6.2.4 Perspetivas futuras.....	424
6.3 Aplicação do regime económico-financeiro.....	426
6.3.1 Enquadramento.....	426
6.3.2 Tipologia das estruturas tarifárias aplicadas.....	427
6.3.3 Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas.....	430
7 Referências Bibliográficas	434
ANEXOS	446
Anexo 2.2.I Informação climática disponível e considerações metodológicas.....	447
Anexo 2.3.I pontos de água subterrânea.....	453

Índice de Quadros

Quadro 2.2.1 Variáveis climáticas para a ilha das Flores.....	32
Quadro 2.2.2 Estimativa dos valores médios diários e mensais dos parâmetros radiativos de c.c.o para a ilha das Flores.....	34
Quadro 2.2.3 Balanço Hídrico Sequencial para a ilha das Flores.....	35
Quadro 2.2.4 Precipitação Mensal (estações do Instituto de Meteorologia).....	36
Quadro 2.2.5 Contributo (%) de cada mês para a precipitação anual de cada ilha.....	36
Quadro 2.2.6 Precipitação anual em Angra do Heroísmo (1874/2008).....	38
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.....	40
Quadro 2.2.8 Possibilidade udométrica na ilha das Flores – Santa Cruz das Flores (34m).....	41
Quadro 2.3.1 Principais sismos históricos sentidos no arquipélago dos Açores.....	48
Quadro 2.3.2 Distribuição altimétrica da ilha das Flores.....	56
Quadro 2.3.3 Distribuição dos declives da ilha das Flores.....	57
Quadro 2.3.4 Síntese de caracterização da massa de água Superior.....	69
Quadro 2.3.5 Síntese de caracterização da massa de água Intermédia.....	69
Quadro 2.3.6 Síntese de caracterização da massa de água Inferior.....	69
Quadro 2.3.7 Recursos hídricos subterrâneos e taxas de recarga máxima e mínima por ilha.....	74
Quadro 2.3.8 Recursos hídricos subterrâneos na ilha das Flores.....	75
Quadro 2.4.1 Valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha das Flores.....	80
Quadro 2.4.2 Valores de densidade de drenagem e escoamento anual para as bacias hidrográficas da ilha das Flores.....	83
Quadro 2.4.3 Parâmetros <i>a</i> e <i>b</i> para a ilha das Flores de acordo com os respetivos postos udométricos, e para os diferentes períodos de retorno considerados.....	86
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 das Flores.....	87
Quadro 2.4.5 Expressões regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia para a ilha das Flores.....	88
Quadro 2.5.1 Estimativas da população residente (N.º) por concelho.....	89
Quadro 2.5.2 Densidade Populacional.....	90
Quadro 2.5.3 Estimativas da População residente (%) por Local de residência e Grupo etário.....	90
Quadro 2.5.4 Estimativas da População residente (N.º) e taxa de variação da população residente por grupo etário e género.....	91
Quadro 2.5.5 Turistas, ocupantes temporários e população flutuante.....	91
Quadro 2.5.6 Taxa de crescimento natural.....	93
Quadro 2.5.7 Taxa de crescimento migratório.....	94

Quadro 2.5.8 Taxa de crescimento efetivo.....	94
Quadro 2.5.9 Estabelecimentos de educação/ensino por município segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional, 2008/2009.....	95
Quadro 2.5.10 Farmácias e postos farmacêuticos (n.º) por localização geográfica.....	96
Quadro 2.5.11 Número total de trabalhadores por atividades, segundo o setor de atividade (CAE-Rev.3), ano 2009.....	97
Quadro 2.5.12 População ativa (n.º) por local de residência (à data dos Censos 2001) por grupo etário.....	97
Quadro 2.5.13 Explorações agrícolas.....	99
Quadro 2.5.14 Culturas permanentes.....	99
Quadro 2.5.15 Culturas temporárias.....	100
Quadro 2.5.16 Culturas Agrícolas.....	100
Quadro 2.5.17 Dimensão média das explorações, por região (1999-2005).....	101
Quadro 2.5.18 Efetivo animal por espécie e explorações agrícolas com efetivo animal.....	101
Quadro 2.5.19 Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas do setor das pescas e aquicultura para o ano 2008.....	103
Quadro 2.5.20 Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas das indústrias transformadoras para o ano 2008.....	103
Quadro 2.5.21 Dormidas (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual.....	104
Quadro 2.5.22 Hóspedes (N.º) nos estabelecimentos hoteleiros por localização geográfica, anual.....	104
Quadro 2.5.23 Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas de alojamento e restauração para o ano 2008.....	104
Quadro 2.5.24 Consumidores de eletricidade (N.º) por tipo de consumo para a ilha das Flores.....	107
Quadro 2.5.25 Vendas (incluindo consumos próprios) das empresas distribuidoras - ilha das Flores.....	107
Quadro 2.5.26 Valor acrescentado Bruto (VAB) a preços de base por ramos de atividade e PIB a preços de mercado, em milhões de euros, base 2000.....	108
Quadro 2.5.27 Taxa de emprego, taxa de atividade e taxa de desemprego (%) por local de residência à data dos Censos 2001.....	109
Quadro 2.6.1 Classes de capacidade de uso do solo na ilha das Flores.....	112
Quadro 2.6.2 Orientações estratégicas relevantes do PRA.....	117
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 2.7.2 Resultados do consumo de água (rede dedicada) para a agricultura.....	127
Quadro 2.7.3 Consumo de água pública nas atividades industriais.....	127
Quadro 2.7.4 Consumo de água na produção de energia.....	128
Quadro 2.7.5 Consumo total de água por tipo de uso para a ilha Flores.....	128
Quadro 2.7.6 Captações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano.....	129
Quadro 2.7.7 Necessidades totais de água para uso urbano.....	129
Quadro 2.7.8 Captações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso turístico (hoteleria).....	129
Quadro 2.7.9 Necessidades de água para uso turístico (hoteleria).....	130
Quadro 2.7.10 Necessidades hídricas específicas por tipo de cabeça.....	130
Quadro 2.7.11 Necessidades de água para uso pecuário.....	130
Quadro 2.7.12 Necessidades de água para a indústria.....	131
Quadro 2.7.13 Necessidades de água para as atividades de indústria extrativa.....	131
Quadro 2.7.14 Consumo de água na produção de energia.....	132
Quadro 2.7.15 Necessidades totais de água por tipo de uso para a ilha das Flores.....	132
Quadro 2.7.16 Balanço hídrico para a ilha das Flores.....	133
Quadro 2.8.1 Captações de água existentes no concelho das Lajes das Flores.....	134
Quadro 2.8.2 Estações de tratamento de água e postos de cloração existentes no concelho de Santa Cruz das Flores.....	135
Quadro 2.8.3 Reservatórios existentes no concelho das Lajes das Flores.....	136
Quadro 2.8.4 Reservatórios existentes no concelho de Santa Cruz das Flores.....	136
Quadro 2.8.5 Pontos de rejeição existentes na ilha das Flores.....	137
Quadro 2.8.6 Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem.....	139
Quadro 2.8.7 Captações de carga orgânica gerada para o setor urbano.....	139
Quadro 2.8.8 Estimativa de CBO5 gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem.....	139
Quadro 2.8.9 Estimativa de CQO gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem.....	140
Quadro 2.8.10 Estimativa de SST gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem.....	140
Quadro 2.8.11 Estimativa de azoto gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem.....	140
Quadro 2.8.12 Estimativa de fósforo gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem.....	141
Quadro 2.8.13 Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento.....	141
Quadro 2.8.14 Estimativa do volume total de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino.....	142
Quadro 2.8.15 Estimativa de CBO ₅ removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio.....	142
Quadro 2.8.16 Estimativa de CQO removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio.....	142
Quadro 2.8.17 Estimativa de SST removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio.....	142
Quadro 2.8.18 Estimativa de azoto removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio.....	143
Quadro 2.8.19 Estimativa de fósforo removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio.....	143
Quadro 2.8.20 Taxas de exportação de nutrientes para o setor agrícola.....	143
Quadro 2.8.21 Estimativa das cargas orgânicas emitidas pela agricultura em 2009.....	143
Quadro 2.8.22 Coeficientes de emissão para o setor pecuário por tipo de cabeça.....	144
Quadro 2.8.23 Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pelo setor da pecuária.....	144
Quadro 2.8.24 Captações volumétricas e de carga das águas residuais emitidas para o meio para o setor industrial.....	145

Quadro 2.8.25	Estimativa das águas residuais emitidas pelas principais atividades industriais	145
Quadro 2.8.26	Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pelo setor industrial.....	145
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	156
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 das Flores.....	160
Quadro 2.9.9	Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha das Flores.....	160
Quadro 2.9.10	Precipitação mensal ponderada – ilha das Flores	161
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	Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores	177
Quadro 2.9.15	Quadro resumo das centrais hídricas do Grupo Central e Ocidental	189
Quadro 2.9.16	Fontes de poluição tóxica na ilha das Flores	195
Quadro 2.9.17	Fontes de poluição difusa na ilha das Flores	195
Quadro 3.1.1	Lista de fatores utilizados na definição da tipologia das ribeiras na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	198
Quadro 3.1.2	Tipo identificado para a categoria rios na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	201
Quadro 3.1.3	Lista de fatores utilizados na definição da tipologia de lagoas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	202
Quadro 3.1.4	Lista de fatores propostos para a definição da tipologia das águas superficiais costeiras e de transição da RH9	205
Quadro 3.1.5	Lista de tipos propostos para a categoria “Água Costeira” nos Açores.....	205
Quadro 3.1.6	Tipo identificado para a categoria águas costeiras na ilha das Flores.....	207
Quadro 3.1.7	Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha das Flores	209
Quadro 3.1.8	Locais de referência para o tipo de ribeiras existente na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	210
Quadro 3.1.9	Lista das pressões com impacte significativo nas lagoas dos Açores utilizada por Gonçalves <i>et al.</i> (2006b)	211
Quadro 3.1.10	Locais de referência para os dois tipos de lagoas existentes na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores	212
Quadro 3.2.1	Classes de potencial de recarga	218
Quadro 3.3.1	Águas balneares na ilha das Flores (2010)	225
Quadro 3.3.2	Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha das Flores	228
Quadro 3.3.3	Áreas que integram o Parque Natural da Ilha das Flores	230
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	233
Quadro 3.3.5	Caracterização das áreas de proteção dos pontos de água captados para consumo humano, de acordo com o Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro.....	234
Quadro 3.4.1	Valores de população residente e flutuante para o concelho de Sta. Cruz das Flores e para a bacia da Badanela.....	237
Quadro 3.4.2	Valores de capitação doméstica dos poluentes considerados.....	237
Quadro 3.4.3	Eficiência de tratamento de FSI e carga doméstica dos poluentes considerados para a bacia da Badanela.....	237
Quadro 3.4.4	Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da Ribeira da Badanela	238
Quadro 3.4.5	Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas.....	239
Quadro 3.4.6	Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da Badanela.....	239
Quadro 3.4.7	Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da Badanela	240
Quadro 3.4.8	Valores de população residente e flutuante para os concelhos de Sta. Cruz das Flores e Lajes das Flores, e para a bacia da ribeira Grande	245
Quadro 3.4.9	Valores de capitação doméstica dos poluentes considerados.....	245
Quadro 3.4.10	Eficiência de tratamento de FSI e carga doméstica dos poluentes considerados para a bacia da ribeira Grande	245
Quadro 3.4.11	Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da Ribeira Grande.....	246
Quadro 3.4.12	Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas	247
Quadro 3.4.13	Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da ribeira Grande	247
Quadro 3.4.14	Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da ribeira Grande	248
Quadro 3.4.15	Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa Branca	250
Quadro 3.4.16	Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas	251
Quadro 3.4.17	Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Branca	252
Quadro 3.4.18	Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa Branca	252
Quadro 3.4.19	Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa Branca	254
Quadro 3.4.20	Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas	255
Quadro 3.4.21	Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Comprida	256
Quadro 3.4.22	Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa Comprida.....	256
Quadro 3.4.23	Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa Funda	258
Quadro 3.4.24	Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas	259
Quadro 3.4.25	Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Funda	260
Quadro 3.4.26	Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa Funda	260

Quadro 3.4.27 Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa da Lomba	263
Quadro 3.4.28 Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas.....	263
Quadro 3.4.29 Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa da Lomba	264
Quadro 3.4.30 Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa da Lomba	264
Quadro 3.4.31 Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas.....	268
Quadro 3.4.32 Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Negra	268
Quadro 3.4.33 Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa Rasa.	270
Quadro 3.4.34 Valores das taxas de exportação de Azoto e Fósforo para as classes de ocupação do solo consideradas.....	271
Quadro 3.4.35 Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Rasa.....	272
Quadro 3.4.36 Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa Rasa.....	272
Quadro 3.4.37 Lista de pressões consideradas	279
Quadro 3.4.38 Instalações de armazenagem de combustíveis.....	286
Quadro 3.4.39 Cargas de origem biológica na ilha das Flores	288
Quadro 3.4.40 Volumes licenciados na RAA (m ³ /ano).....	292
Quadro 3.4.41 Listagem de portos, portinhos e marinas da ilha das Flores.....	294
Quadro 3.4.42 Quantidade de pesca na ilha das Flores.....	296
Quadro 3.4.43 Determinação do nível de pressão pela carga de nutrientes, em águas costeiras e de transição, produzido pelas descargas de nutrientes. S-Sensibilidade; P-Pressão	299
Quadro 3.4.44 Número máximo de amostras que poderão não ser conformes (DL 152/97 de 19 de julho, Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A).....	300
Quadro 3.4.45 Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (µg/kg) ..	300
Quadro 3.4.46 Determinação do nível de pressão global gerado pelas pressões mais relevantes em águas costeiras e de transição.....	301
Quadro 3.4.47 Levantamento das pressões consideradas relevantes e sua quantificação.....	302
Quadro 3.4.48 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	303
Quadro 3.4.49 Quantificação das pressões relevantes para a ilha das Flores.....	304
Quadro 3.4.50 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	306
Quadro 3.4.51 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. Não aparente, provável e verificado são níveis equivalentes de impactos pela aproximação pressão-impacto	307
Quadro 3.4.52 Distribuição das cargas poluentes por bacia hidrográfica de acordo com a origem.....	309
Quadro 3.4.53 Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação.....	314
Quadro 3.4.54 Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de água delimitadas na ilha das Flores	325
Quadro 3.4.55 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.....	325
Quadro 4.1.1 Massas de água da categoria de 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	329
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.....	329
Quadro 4.1.3 Massas de água da categoria lagos abrangidas pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA (SRAM, INAG 2006) e de vulnerabilidade de acordo com a Diretiva Nitratos (INAG, DGADR, 2007).....	331
Quadro 4.1.4 Elementos de qualidade analisados no âmbito da rede de monitorização de vigilância das massas de água da categoria lagos da RH9 e respetiva periodicidade	332
Quadro 4.1.5 Afluentes de lagoas abrangidos pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9.....	333
Quadro 4.1.6 Elementos de qualidade analisados nos afluentes de lagoas no âmbito da rede de monitorização das massas de água superficiais da RH9 e respetiva periodicidade	333
Quadro 4.1.7 Ponto de monitorização para os elementos de qualidade biológica e físico-química das águas costeira e transição, ilha das Flores.....	335
Quadro 4.1.8 Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeira e de transição, ilha das Flores	336
Quadro 4.1.9 Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfológica águas costeira e de transição, ilha das Flores	336
Quadro 4.1.10 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 das Flores	336
Quadro 4.1.11 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 das Flores	337
Quadro 4.1.12 Periodicidade para o programa de monitorização adaptado de Neto <i>et al.</i> (2009a)	338
Quadro 4.1.13 Frequência da monitorização de vigilância para os elementos de qualidade das águas superficiais	339
Quadro 4.1.14 Massas de água da categoria lagos abrangidas pela rede operacional das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA (SRAM, INAG 2006) e de vulnerabilidade de acordo com a Diretiva Nitratos (INAG, DGADR, 2007).....	340
Quadro 4.1.15 Parametros analisados no âmbito da rede de monitorização operacional das massas de água da categoria lagos da RH9	340
Quadro 4.1.16 Zonas balneares da ilha das Flores.	345

Quadro 4.1.17 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) .	348
Quadro 4.1.18 Composição das redes de monitorização antiga e atual para a observação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH9	350
Quadro 4.1.19 Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico (Coordenadas UTM Datum WGS84, zona 25N)	351
Quadro 4.1.20 Densidade das redes antiga e nova de monitorização do estado químico	352
Quadro 4.1.21 Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à rede antiga de monitorização de vigilância do estado químico	352
Quadro 4.1.22 Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à nova rede de monitorização de vigilância do estado químico	353
Quadro 4.1.23 Normas de qualidade aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março	355
Quadro 4.1.24 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	355
Quadro 4.1.25 Cálculo do índice de representatividade para as redes antiga e nova de monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha das Flores	356
Quadro 4.1.26 Lista mínima de parâmetros a monitorizar de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março	358
Quadro 4.1.27 Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano	360
Quadro 5.1.1 Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de rios de acordo com a Diretiva-Quadro da Água.	364
Quadro 5.1.2 Valores de referência e fronteiras para os tipos de ribeira B-R-C/P/S/P	367
Quadro 5.1.3 Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade biológica em vários locais das ribeiras Badanela (RBD0, RBD1 e RBD2) e Grande (RGR0, RGR1, RGR2 e RGR3) da ilha das Flores, nos anos de 2005, 2006 e 2008	367
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	369
Quadro 5.1.5 Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade físico-química em vários locais das ribeiras Badanela (RBD0, RBD1 e RBD2) e Grande (RGR0, RGR1, RGR2 e RGR3) da ilha das Flores, nos anos de 2005, 2006 e 2008	369
Quadro 5.1.6 Classificação do estado ecológico em vários locais das ribeiras abrangidas pelo presente plano de gestão, entre os anos de 2005, 2006 e 2008	370
Quadro 5.1.7 Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de lagos de acordo com a Diretiva-Quadro da Água	371
Quadro 5.1.8 Critérios de pontuação de cada uma das métricas fitoplanctónicas (baseadas na média anual) para cálculo do índice fitoplanctónico de integridade biótica (P-IBI), diferenciados pelos dois tipos de lagoas	372
Quadro 5.1.9 Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico (em RQE) com base no fitoplâncton para os tipos de lagos da Região Hidrográfica Açores	373
Quadro 5.1.10 Classificação do estado ecológico com base no elemento biológico fitoplâncton das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão entre os anos de 2004 e 2006	374
Quadro 5.1.11 Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para os tipos de lagos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores	374
Quadro 5.1.12 Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade físico-química das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2008	375
Quadro 5.1.13 Classificação do estado ecológico das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2008	375
Quadro 5.1.14 Elementos de qualidade biológica, hidromorfológica e elementos físico-químicos a considerar	376
Quadro 5.1.15 Classificação dos elementos biológicos para as massas de água costeiras da ilha das Flores	378
Quadro 5.1.16 Resultados das análises efetuadas para elementos gerais	378
Quadro 5.1.17 Concentração de nutrientes dissolvidos nas massas de água costeiras	378
Quadro 5.1.18 Classificação dos físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha das Flores	379
Quadro 5.1.19 Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha das Flores	379
Quadro 5.1.20 Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha das Flores	380
Quadro 5.1.21 NQA para substâncias prioritárias (Parte A do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)	382
Quadro 5.1.22 NQA para outros poluentes (Parte B do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)	382
Quadro 5.1.23 Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes	383
Quadro 5.1.24 Classificação do estado das massas de água da categoria rios designadas na ilha das flores, nos anos de 2005, 2006 e 2008	384
Quadro 5.1.25 Classificação do estado das massas de água da categoria rios abrangidas pelo presente plano de gestão para o ano de 2005, 2006 e 2008	384
Quadro 5.1.26 Classificação do estado das massas de água da categoria lagos dos tipos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP designadas na ilha das Flores para o ano de 2004, 2005, 2006 e 2008	385
Quadro 5.1.27 Classificação final do estado para às massas de água costeiras da ilha das Flores	387
Quadro 5.1.28 Resultados da aplicação do teste do balanço hídrico, em que o Bom estado implica que $Ext < 0,60 * R_{Disp}$ (n.a. – não aplicável face à inexistência de massas de água de superfície associadas)	397
Quadro 5.1.29 Resultados da aplicação do teste do escoamento superficial	397
Quadro 5.1.30 Resultados da aplicação do teste dos ecossistemas terrestres dependentes	397
Quadro 5.1.31 Normas de qualidade aplicáveis definidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março	399
Quadro 5.1.32 Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas nas massas de água da ilha das Flores	406

Quadro 5.1.33 Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico (n.d. – não determinado; VC – valor crítico; VL – valor limiar (INAG, 2009))	411
Quadro 5.1.34 Resultados do teste da avaliação geral do estado químico (n.a. – não aplicável)	412
Quadro 5.1.35 Resultados do teste das intrusões salinas ou outras	412
Quadro 5.1.36 Resultados do teste da transferência de poluentes	412
Quadro 5.1.37 Resultados do teste dos ecossistemas terrestres dependentes	413
Quadro 5.1.38 Resultados do teste relativo às zonas de proteção de água para consumo humano	413
Quadro 6.1.1 Necessidades anuais de água para a agropecuária	416
Quadro 6.1.2 Necessidades anuais de água para as atividades industriais	417
Quadro 6.1.3 Necessidades anuais de água para os usos domésticos	417
Quadro 6.1.4 Necessidades anuais globais brutas de água	418
Quadro 6.2.1 Grau de recuperação dos custos com o serviço de abastecimento de água	421
Quadro 6.2.2 Grau de recuperação dos custos com o serviço de saneamento de águas residuais urbanas	422
Quadro 6.2.3 Serviços públicos de água – níveis de atendimento	422
Quadro 6.2.4 Necessidades anuais de abastecimento através de redes públicas	423
Quadro 6.2.5 Análise do grau de recuperação de custos com os serviços públicos de águas na ilha das Flores	423
Quadro 6.2.6 Necessidades de investimento futuras	424
Quadro 6.2.7 Projeção de receitas tarifárias necessárias	424
Quadro 6.3.1 Peso da componente fixa nos encargos das famílias com o serviço de abastecimento - 2009	428
Quadro 6.3.2 Questões chave para análise de conformidade de um tarifário com a Recomendação Tarifária da ERSAR n.º 1/2009	429
Quadro 6.3.3 Capacidade económica das famílias - 2007	430
Quadro 6.3.4 Encargos das famílias com os serviços de águas – 2009	431
Quadro 6.3.5 Indicadores de acessibilidade económica – 2009	431
Quadro 6.3.6 Indicadores de acessibilidade económica – famílias de menores rendimentos – 2009	432

Índice de Figuras

Figura 2.1.1 Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores	20
Figura 2.1.2 Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%)	21
Figura 2.1.3 Divisão administrativa da ilha das Flores	22
Figura 2.2.1 Radiação solar mensal numa superfície horizontal (MJ m ²) – ilha das Flores (34m)	34
Figura 2.2.2 Balanço Hídrico Sequencial para a ilha das Flores	35
Figura 2.2.3 Sazonalidade da precipitação	37
Figura 2.2.4 Precipitação anual em Angra do Heroísmo no período de 1874 a 2008	38
Figura 2.2.5 Distribuição da precipitação por classes de frequência precipitação em Angra do Heroísmo (1874/2008)	38
Figura 2.2.6 Precipitação em Angra do Heroísmo 1874/2008 (número de anos por classes de frequência)	39
Figura 2.2.7 Distribuição da precipitação em Angra do Heroísmo (1874/2008) por classes de frequência	39
Figura 2.2.8 Ajustamento estatístico da precipitação (1874/2008) às leis de GAMMA, GUMBEL e LogNORMAL	39
Figura 2.2.9 Correlação da precipitação média mensal na ilha Terceira com as restantes ilhas	40
Figura 2.2.10 Curvas de possibilidade udométrica na ilha das Flores – Santa Cruz das Flores (34m)	41
Figura 2.2.11 Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha das Flores	42
Figura 2.2.12 Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha das Flores	43
Figura 2.2.13 Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha das Flores	44
Figura 2.3.1 Plataforma dos Açores	45
Figura 2.3.2 Principais estruturas tectónicas da região dos Açores. Legenda: CMA - Crista Média Atlântica; ZFEA - Zona de Fratura Este dos Açores; FG - Falha Gloria; RT - Rift da Terceira, ZFOA - Zona de Fratura Oeste dos Açores	45
Figura 2.3.3 Carta epicentral dos eventos registados no arquipélago dos Açores entre 1980 e junho de 2006	47
Figura 2.3.4 Localização dos principais sismos históricos na região dos Açores	47
Figura 2.3.5 Atividade vulcânica histórica no arquipélago dos Açores	49
Figura 2.3.6 Esboço vulcano-tectónico da ilha das Flores	53
Figura 2.3.7 Carta geológica da ilha das Flores	54
Figura 2.3.8 Carta hipsométrica da ilha das Flores	56
Figura 2.3.9 Histograma da altimetria da ilha das Flores	57
Figura 2.3.10 Carta de declives da ilha das Flores	58
Figura 2.3.11 Carta de exposições da ilha das Flores	58
Figura 2.3.12 Carta das unidades geomorfológicas da ilha das Flores	59
Figura 2.3.13 Densidade associada à distribuição de pontos de água por ilha	64
Figura 2.3.14 Diagrama de caixas (<i>box plot</i>) relativo aos valores de caudal específico na RH9	65
Figura 2.3.15 Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na RH9	65
Figura 2.3.16 Diagrama de caixas (<i>box plot</i>) relativo aos valores de transmissividade na RH9	65
Figura 2.3.17 Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na RH9	66
Figura 2.3.18 Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em nascentes na RH9	67
Figura 2.3.19 Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em furos na RH9	68
Figura 2.3.20 Delimitação das massas de água na ilha das Flores	70

Figura 2.3.21 Distribuição de pontos de água na ilha das Flores.....	71
Figura 2.3.22 Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes da ilha das Flores.....	73
Figura 2.3.23 Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha das Flores.....	75
Figura 2.4.1 Carta hidrográfica da ilha das Flores.....	77
Figura 2.4.2 Carta da densidade de drenagem da ilha das Flores.....	78
Figura 2.5.1 Taxa de Natalidade.....	92
Figura 2.5.2 Taxa de Mortalidade.....	92
Figura 2.5.3 Índice de envelhecimento.....	93
Figura 2.5.4 Número de Alunos matriculados segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional do estabelecimento, 2008/2009.....	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.....	96
Figura 2.5.6 Total de Pesca descarregada no porto da ilha das Flores.....	102
Figura 2.5.7 Valor de Pesca descarregada no porto da ilha das Flores (milhões de €).....	102
Figura 2.5.8 Materiais geológicos explorados e n.º de explorações identificadas.....	105
Figura 2.5.9 Produção de energia elétrica (kwh), por ano.....	106
Figura 2.5.10 PIB – RAA.....	109
Figura 2.5.11 PIB Regional – Taxa de variação anual.....	109
Figura 2.5.12 Taxa média de emprego, série 1998 (%) para a RAA, anual.....	110
Figura 2.5.13 Taxa média de desemprego, série 1998 (%) para a RAA, anual.....	110
Figura 2.5.14 Taxa média de atividade, série 1998 (%) para a RAA, anual.....	111
Figura 2.6.1 Carta de capacidade de uso do solo da ilha das Flores.....	112
Figura 2.6.2 Ocupação do solo no Arquipélago dos Açores (%).....	114
Figura 2.6.3 Carta de ocupação do solo da ilha das Flores.....	114
Figura 2.6.4 Ocupação do solo na ilha das Flores (km ²).....	115
Figura 2.6.5 Planos Especiais de Ordenamento do Território em vigor na RAA.....	116
Figura 2.6.6 Planos Municipais de Ordenamento do Território em vigor na RAA.....	117
Figura 2.8. 1 Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos de abastecimento de água na ilha das Flores.....	135
Figura 2.8. 2 Infraestruturas hidráulicas e açudes da ilha das Flores.....	136
Figura 2.8.3 Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais na ilha das Flores.....	138
Figura 2.9.1 Séries temporais de Tmin, Tmax – Angra do Heroísmo/Terceira.....	148
Figura 2.9.2 Precipitação sazonal – Angra do Heroísmo (Terceira).....	148
Figura 2.9.3 Elevação do nível médio do mar na ilha das Flores.....	151
Figura 2.9.4 Elevação do nível do mar em Santa Cruz das Flores.....	151
Figura 2.9.5 Elevação do nível do mar nas Lajes das Flores.....	152
Figura 2.9.6 Elevação do mar na zona na Ponta da Coelhoira, Furnas e Ponta de Baixo.....	152
Figura 2.9.7 Classificação das bacias hidrográficas da ilha das Flores de acordo com o seu risco de cheia.....	156
Figura 2.9.8 Exemplo do processo de cálculo do índice SPI.....	158
Figura 2.9.9 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha das Flores (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).....	162
Figura 2.9.10 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha das Flores (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).....	162
Figura 2.9.11 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha das Flores (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).....	163
Figura 2.9.12 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Santa Cruz das Flores.....	164
Figura 2.9.13 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Fajã Grande.....	165
Figura 2.9.14 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Boca Baleia.....	165
Figura 2.9.15 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Terreiros.....	165
Figura 2.9.16 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Pico Casinhas.....	166
Figura 2.9.17 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto P.D. Flores.....	166
Figura 2.9.18 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Fazenda de Santa Cruz.....	166
Figura 2.9.19 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Santa Cruz das Flores.....	167
Figura 2.9.20 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Fajã Grande.....	167
Figura 2.9.21 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Boca Baleia.....	167
Figura 2.9.22 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Terreiros.....	168
Figura 2.9.23 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Casinhas.....	168
Figura 2.9.24 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Ponta Delgada.....	168
Figura 2.9.25 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Fazenda de Sta. Cruz.....	169
Figura 2.9.26 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Sta. Cruz Flores.....	169
Figura 2.9.27 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Fajã Grande.....	169
Figura 2.9.28 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Boca Baleia.....	170
Figura 2.9.29 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Terreiros.....	170
Figura 2.9.30 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Pico Casinhas.....	170
Figura 2.9.31 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Ponta Delgada.....	171
Figura 2.9.32 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Fazenda de Sta. Cruz.....	171
Figura 2.9.33 Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha das Flores.....	173
Figura 2.9.34 Vista geral da Ponta da Rocha Alta, na costa sul da ilha (foto de Wallenstein in: Pacheco et al., 2006).....	174

Figura 2.9.35 Carta de suscetibilidade a movimentos de vertente da ilha das Flores.	175
Figura 2.9.36 Mapa de declives da ilha das Flores e localização das nascentes para abastecimento público.	182
Figura 2.9.37 (a) Exemplo de uma nascente na ilha das flores onde é possível verificar o destacamento de blocos rochosos de dimensões apreciáveis proveniente do talude sobranceiro; (b) cicatrizes de deslizamentos translacionais com evolução para escoadas detriticas.	183
Figura 2.9.38 Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2009.	183
Figura 2.9.39 Carta de suscetibilidade a tsunamis. O <i>run-up</i> máximo de cada classe considerada corresponde à cota máxima da área inundada.	187
Figura 2.9.40 Energia produzida pelas centrais hídras da RAA.	189
Figura 2.9.41 Localização do açude da Central Hídrica de Além Fazenda e respetiva bacia.	190
Figura 2.9.42 Produção (MWh) da Central de Além Fazenda na estação de verão.	191
Figura 2.9.43 Produção (MWh) da Central de Além Fazenda na estação de inverno.	191
Figura 2.9.44 Açude da ribeira Grande a maio de 2007.	192
Figura 2.9.45 Açude da ribeira Grande a dezembro de 2010.	192
Figura 2.9.46 Localização dos açudes e da futura central que se localizará na Fajã Grande.	193
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).	200
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).	200
Figura 3.1.3 Massa de água designada na categoria rios na ilha das Flores.	201
Figura 3.1.4 Massa de água designada na categoria de lagos na ilha das Flores.	204
Figura 3.1.5 Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha das Flores.	206
Figura 3.1.6 Massas de água costeiras para as ilhas Corvo e Flores (Grupo Ocidental).	207
Figura 3.2.1 Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Superior no contexto geral da ilha das Flores (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	216
Figura 3.2.2 Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Intermédio no contexto geral da ilha das Flores (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	216
Figura 3.2.3 Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Inferior no contexto geral da ilha das Flores (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	217
Figura 3.2.4 Análise espacial utilizada no cruzamento dos mapas temáticos.	219
Figura 3.2.5 Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha das Flores.	220
Figura 3.2.6 Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.	221
Figura 3.3.1 Reservas Integrais da Apanha de Lapas na ilha das Flores.	224
Figura 3.3.2 Rede Natura 2000 na ilha das Flores.	228
Figura 3.3.3 Parque Natural da Ilha das Flores.	230
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 para uso humano.	233
Figura 3.4.1 Ocupação demográfica da bacia da ribeira da Badanela.	236
Figura 3.4.2 Ocupação do solo na bacia da ribeira da Badanela.	239
Figura 3.4.3 Cargas totais por fonte poluente.	240
Figura 3.4.4 Açude existente na ribeira da Badanela.	241
Figura 3.4.5 Volumes mensais turbinados na central de Além Fazenda na ribeira da Badanela.	242
Figura 3.4.6 Ocupação demográfica da bacia da ribeira Grande.	244
Figura 3.4.7 Ocupação do solo na bacia da ribeira Grande.	247
Figura 3.4.8 Cargas totais por fonte poluente.	248
Figura 3.4.9 Ocupação do solo na bacia da lagoa Branca.	251
Figura 3.4.10 Ocupação do solo na bacia da lagoa Comprida.	255
Figura 3.4.11 Ocupação do solo na bacia da lagoa Funda.	259
Figura 3.4.12 Variação de nível da lagoa Funda.	261
Figura 3.4.13 Ocupação do solo na bacia da lagoa da Lomba.	264
Figura 3.4.14 Ocupação do solo na bacia da lagoa Negra.	267
Figura 3.4.15 Ocupação do solo na bacia da lagoa Rasa.	271
Figura 3.4.16 Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha das Flores.	274
Figura 3.4.17 Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha das Flores.	275
Figura 3.4.18 Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha das Flores.	276
Figura 3.4.19 Número de animais por bacia hidrográfica na ilha das Flores.	277
Figura 3.4.20 Análise espacial população vs infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais.	281
Figura 3.4.21 Localização das explorações de inertes cadastradas e áreas de dragagem licenciadas.	283
Figura 3.4.22 Cargas poluentes geradas pela atividade pecuária, por ilha na RAA.	288
Figura 3.4.23 Cargas de origem biológica para a ilha da Flores – Azoto total.	289
Figura 3.4.24 Contribuição de cargas de origem biológica por bacia hidrográfica para a ilha do Faial – Azoto total.	290
Figura 3.4.25 Localização das obras de defesa costeira e portuária que contribuem para a artificialização da zona costeira.	293
Figura 3.4.26 Localização das infraestruturas portuárias.	294
Figura 3.4.27 Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha das Flores.	310
Figura 3.4.28 Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha das Flores.	311
Figura 3.4.29 Distribuição da carga poluente de azoto de acordo com a origem.	312
Figura 3.4.30 Distribuição da carga poluente de fósforo de acordo com a origem.	313

Figura 3.4.31 Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.....	316
Figura 3.4.32 Representação cartográfica do risco de poluição tóxica doméstica.	317
Figura 3.4.33 Representação cartográfica do risco de poluição tóxica industrial.	318
Figura 3.4.34 Localização dos locais de destino final de RSU em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrânea.....	319
Figura 3.4.35 Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada à atividade pecuária.	321
Figura 3.4.36 Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada às atividades agrícola e florestal.	322
Figura 3.4.37 Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m ³ /dia.	325
Figura 3.4.38 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.....	326
Figura 4.1.1 Pontos de amostragem nas ribeiras Grande e da Badanela (ilha das Flores).	330
Figura 4.1.2 Pontos de amostragem nas lagoas Funda, Lomba, Rasa, Branca, Comprida e Negra (ilha das Flores).	333
Figura 4.1.3 Evolução faseada da rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas na RH9.	349
Figura 4.1.4 Representação cartográfica das redes antiga e nova de monitorização do estado químico.	351
Figura 5.1.1 Verificação do estado ecológico das massas de água superficiais.	362
Figura 5.1.2 Verificação do estado químico das massas de água superficiais.	363
Figura 5.1.3 Esquema conceptual do sistema de classificação no âmbito da Diretiva-Quadro da Água/Lei da Água.....	363
Figura 5.1.4 Valor de referência para o índice adotado (IPS) para o tipo de ribeira das Flores.	366
Figura 5.1.5 Valores de referência para os elementos físico químicos calculados para o tipo de ribeira das Flores A) pH; B) Taxa de Saturação em Oxigénio; C) Condutividade elétrica; D) Carência Bioquímica de Oxigénio; E) Fósforo total e F) Nitratos.	368
Figura 5.1.6 Classificação do estado das massas de água da categoria rios designadas na ilha das Flores (2008).	385
Figura 5.1.7 Classificação do estado das massas de água da categoria de lagos designadas na ilha das Flores (2008).	386
Figura 5.1.8 Classificação do estado das massas de água costeiras da ilha das Flores.	387
Figura 5.1.9 Testes relativos à determinação dos estados quantitativo e químico das massas de água subterrâneas.	389
Figura 5.1.10 Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base no balanço hídrico.	394
Figura 5.1.11 Teste de determinação do estado quantitativo com base no escoamento de superfície.	395
Figura 5.1.12 Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base nos ecossistemas terrestres dependentes.	396
Figura 5.1.13 Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha das Flores.	398
Figura 5.1.14 Teste de avaliação geral do estado químico.	401
Figura 5.1.15 Teste de determinação do estado químico com base na existência de intrusão salina ou outra.	402
Figura 5.1.16 Teste de determinação do estado químico com base na transferência de poluentes.	403
Figura 5.1.17 Teste de determinação do estado quantitativo com base nos ecossistemas terrestres dependentes.	404
Figura 5.1.18 Teste de determinação do estado químico das massas de água subterrâneas com base nas zonas de proteção de água para consumo humano.	405
Figura 5.1.19 Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Inferior. (Triângulos – Nascentes).	406
Figura 5.1.20 Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Intermédio. (Triângulos – Nascentes).	407
Figura 5.1.21 Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Superior. (Triângulos – Nascentes).	407
Figura 5.1.22 Diagrama de Shoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Inferior. (Triângulos – Nascentes).	408
Figura 5.1.23 Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Intermédio. (Triângulos – Nascentes).	408
Figura 5.1.24 Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Superior. (Triângulos – Nascentes).	409
Figura 5.1.25 Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha das Flores.	413
Figura 5.1.26 Classificação do estado das massas de água subterrâneas na ilha das Flores.	414
Figura 6.1.1 Necessidades anuais globais brutas de água por setor – 2006.	418
Figura 6.2.1 Perspetiva sobre o grau de recuperação de custos dos serviços públicos de águas na ilha das Flores.....	425
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.	426



1 | Introdução

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

2.1 | Caracterização territorial

2.1.1 | Enquadramento geográfico e administrativo

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



Figura 2.1.1 | Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores.

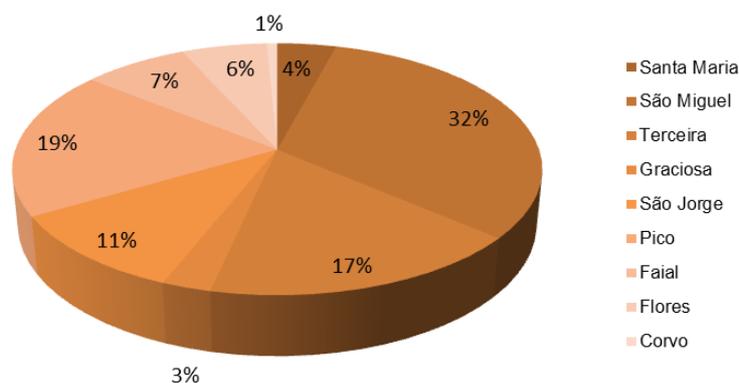
As ilhas dos Açores encontram-se alinhadas segundo um eixo com a orientação geral WNW-ESE, facto concordante com a disposição das principais fraturas que marcam a geodinâmica desta zona. A insularidade e o isolamento do arquipélago, considerados fatores determinantes da biogeografia regional, são confirmados pelas distâncias às costas continentais mais próximas: cerca de 1 400km de Portugal Continental e perto de 3 900km da América do Norte. A separação máxima entre as ilhas atinge 600km, aproximadamente, distância que vai do Corvo a Santa Maria. A disposição longitudinal das ilhas determina que a Subzona Económica Exclusiva (ZEE) dos Açores ocupe 953 633km², 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 condicionamentos biogeográficos, possui um valioso património natural, correspondente a 19% dos tipos de habitats listados no Anexo I e a 28% das plantas do Anexo II da Diretiva Habitats. Refira-se que a DQA contempla, para efeitos de aplicação do Sistema A de Classificação das Ecorregiões (rios e lagos), a “Região Ibérico-Macaronésica”.

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

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

A superfície do Arquipélago dos Açores é de 2 322km², representando 2,6% do território nacional (88 967km²). Contudo, as nove ilhas exibem uma acentuada desigualdade territorial, variando entre 744,6km² (São Miguel) e 17,1km² (Corvo), a maior e a mais pequena parcela, respetivamente. Cinco delas apresentam dimensões intermédias: Pico (444,8km²), Terceira (400,3km²), São Jorge (243,7km²), Faial (173,1km²) e Flores (141,0km²). As ilhas de Santa Maria (96,9km²) e da Graciosa (60,7km²) 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)

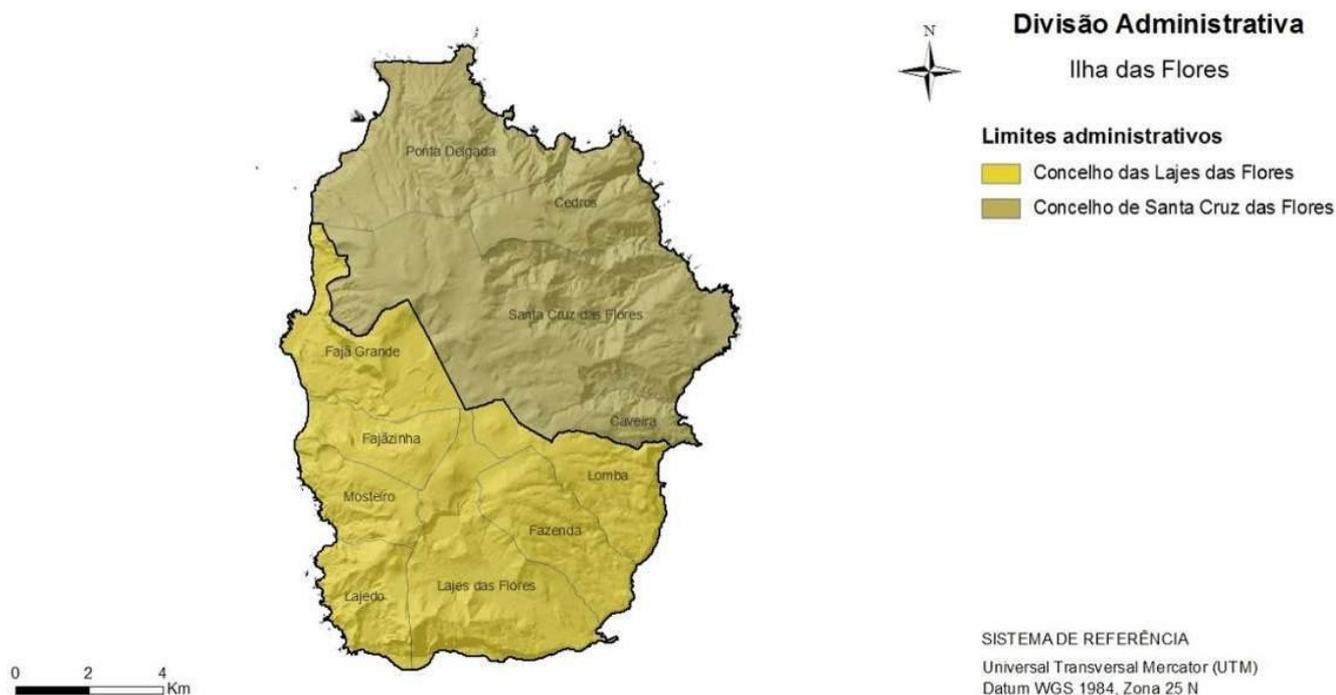
Figura 2.1.2 | Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%).

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.

A ilha das Flores é a mais ocidental do Arquipélago dos Açores, estando posicionada, aproximadamente, a 10 milhas da vizinha ilha do Corvo (SSW). Localiza-se entre 39° 21' 29" (Ponta Delgada) e 39° 22' 16" (Ponta da Rocha Alta) de Latitude Norte e entre 31° 7' 28" (Santa Cruz das Flores) e 31° 16' 08" (Fajã Grande) de Longitude Oeste (Instituto Geográfico de Portugal (IGP), 2008). Com uma superfície de 141,0km², a ilha das Flores ocupa a sexta posição em termos de dimensão, representando 6,1 % do território regional.

Relativamente à organização administrativa de âmbito local (Figura 2.1.3), a ilha das Flores tem dois concelhos, os municípios de Santa Cruz das Flores (70,9km²) e das Lajes das Flores (70,1km²), subdivididos em 4 e 7 freguesias, respetivamente: Caveira, Cedros, Ponta Delgada e Santa Cruz; Fajã Grande, Fajãzinha, Fazenda, Lajedo, Lajes, Lomba e Mosteiro. Com exceção das sedes de concelho, que concentram as atividades económicas, serviços, equipamentos e principais infraestruturas da ilha, todos os restantes aglomerados populacionais revelam um padrão disperso e com 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 das Flores.

Em 2011, a população residente na ilha das Flores era de 3 393 habitantes, estando repartida desigualmente pelos concelhos das Lajes (1 504hab) e de Santa Cruz (2 289hab), existindo 1 464 famílias clássicas (INE, 2011). A densidade populacional era de 27hab/km², expressivamente inferior à registada na RAA (106hab/km²). Nas Lajes a densidade populacional era ainda mais reduzida (21hab/km²), comparativamente a Santa Cruz (32hab/km²). A evolução demográfica apresenta nesta ilha uma ligeira tendência de decréscimo populacional, apresentando uma taxa de variação negativa na ordem dos 15%, de acordo com os dados dos Censos 2001 e Censos 2011.

2.1.2 | Enquadramento jurisdicional e normativo

A Diretiva 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro (DQA) transposta para direito nacional através da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água)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 estatuidos na alínea vv) do artigo 4.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, que aprova a Lei da Água, entende-se por Região Hidrográfica, “a área de terra e de mar constituída por uma ou mais bacias hidrográficas contíguas e pelas águas subterrâneas e costeiras que lhes estão associadas, constituindo-se como a principal unidade para a gestão das bacias hidrográficas”, ou seja, a região hidrográfica é a unidade principal de planeamento e gestão das águas, tendo por base a bacia hidrográfica, conforme refere o n.º 2 do artigo 3.º da Lei da Água.

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

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

A alínea a) do n.º 6 do artigo 9.º da lei anteriormente citada refere que compete à Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH), através 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, 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 Flores 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. Detecção 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 Flores com o Plano de Gestão de Recursos Hídricos dos Açores (PGRH-Açores), dando resposta ao desiderato da DQA² que obriga a que os Estados-Membros publiquem os seus planos de gestão de recursos hídricos por Região Hidrográfica.

2.1.3 | Caracterização do domínio hídrico

A recolha de informação sobre o Domínio Hídrico foi efetuada, essencialmente através da análise dos instrumentos de gestão territorial relevantes, nomeadamente, os Planos Diretores Municipais e os Planos de Ordenamento da Orla Costeira. 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 (INAG) I.P., funções de coordenação no procedimento de delimitação do domínio público hídrico, competindo-lhe ainda elaborar a proposta de constituição da comissão de delimitação. Contudo, o Decreto Legislativo Regional n.º 18/2010/A adapta à RAA o regime a que fica sujeito o procedimento de delimitação do domínio público hídrico, aprovado pelo Decreto-Lei supra citado estabelecendo que:

- As referências feitas ao Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (MAOTDR) e as competências atribuídas ao respetivo membro do Governo consideram-se reportadas ao departamento da administração regional autónoma com competência em matéria de recursos hídricos e são exercidas pelo respetivo membro do Governo Regional;
- 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 Conselho da União Europeia, Diretiva 2000/60/CE que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias L327, Luxemburgo, 22 de outubro de 2000.

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

- *Cursos de água navegáveis ou fluviáveis, com os respetivos leitos, e ainda as margens pertencentes a entes públicos;*
- *“Lagos e lagoas navegáveis ou fluviáveis, com os respetivos leitos, e ainda as margens pertencentes a entes públicos;*
- *Cursos de água não navegáveis nem fluviáveis, com os respetivos leitos e margens, desde que localizados em terrenos públicos, ou os que por lei sejam reconhecidos como aproveitáveis para fins de utilidade pública, como a produção de energia elétrica, irrigação, ou canalização de água para consumo público;*
- *Canais e valas navegáveis ou fluviáveis, ou abertos por entes públicos, e as respetivas águas;*
- *Albufeiras criadas para fins de utilidade pública, nomeadamente produção de energia elétrica ou irrigação, com os respetivos leitos;*
- *Lagos e lagoas não navegáveis ou fluviáveis, com os respetivos leitos e margens, formados pela natureza em terrenos públicos;*
- *Lagos e lagoas circundados por diferentes prédios particulares ou existentes dentro de um prédio particular, quando tais lagos e lagoas sejam alimentados por corrente pública;*
- *Cursos de água não navegáveis nem fluviáveis nascidos em prédios privados, logo que transponham abandonados os limites dos terrenos ou prédios onde nasceram ou para onde foram conduzidos pelo seu dono, se no final forem lançar-se no mar ou em outras águas públicas.”*

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

- Leito é “o terreno coberto pelas águas quando não influenciadas por cheias extraordinárias, inundações ou tempestades. No leito compreendem-se os mouchões, lodeiros e areias nele formados por deposição aluvial”. O leito é limitado pela “linha que corresponde à estrema dos terrenos que as águas cobrem em condições de cheias médias, sem transbordar para o solo natural, habitualmente enxuto. Essa linha é definida, conforme os casos, pela aresta ou crista superior do talude marginal ou pelo alinhamento da aresta ou crista do talude molhado das motas, 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 fluviabilidade das águas por ela contidas. Em águas navegáveis ou fluviáveis a largura da margem é de 30m, enquanto nas águas não navegáveis nem fluviáveis é de 10m. Exemplos de águas não navegáveis são torrentes, barrancos e córregos de caudal descontínuo. Acresce que largura das margens das águas do mar é de 50m.

A competência para “a delimitação dos leitos e margens dominiais confinantes com terrenos de outra natureza”, definida no art. 17.º da Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, “*compete ao Estado, que a ela procede oficiosamente, quando*

necessário, ou a requerimento dos interessados". O processo de delimitação cabe às comissões de delimitação, culminando com a publicação em Diário da República após homologação por Resolução do Conselho de Ministros. O disposto no referido artigo foi posteriormente regulamentado com a publicação do Decreto-Lei n.º 353/2007, de 26 de outubro, que define a delimitação do domínio público hídrico como "*o procedimento administrativo pelo qual é fixada a linha que define a estrema dos leitos e margens do domínio público hídrico confinantes com terrenos de outra natureza*" e estabelece o regime a que fica sujeito o referido procedimento.

De acordo com o artigo 20.º da Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro, compete ao Estado "*organizar e manter atualizado o registo das águas do domínio público, procedendo às classificações necessárias para o efeito, nomeadamente da navegabilidade e 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 publicados³, 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 verões são amenos e significativamente mais ensolarados do que o resto do ano. São raros, no entanto, os dias de céu completamente limpo. Os períodos tempestuosos, sendo mais frequentes de inverno podem, no entanto, ocorrer em fins de verão e no outono por efeito de esporádicas tempestades tropicais em evolução próximo

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” – 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_IIB, 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 Envrinments. 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 carácter torrencial), bem como no que diz respeito à erosão e aos fenómenos de deslizamento de massa decorrentes da saturação e alteração da agregação dos solos, da alteração da estabilidade de vertentes e taludes, e do derrube e transporte de grandes quantidades de massa vegetal.

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

De acordo com a classificação de Köppen o clima dos Açores está abrangido pela categoria dos climas *temperados quentes* (grupo C), caracterizados por apresentarem verão e inverno e a temperatura média do mês mais frio ser inferior a 18°C mas superior a -3°C. A distribuição espacial das ilhas conduz, no entanto, a que o seu clima possa ser classificado (de Leste para Oeste) de transição entre os subgrupos Cs e Cf, respetivamente, transitando de *clima chuvoso temperado com verão seco* a *clima chuvoso temperado, húmido em todas as estações*. Ainda de acordo com o mesmo sistema, a amenidade do clima das ilhas pode ser enfatizada pela conjugação da letra *b* a estes dois códigos passando ambos, *Csb* e *Cfb*, a significar que a temperatura média do mês mais quente não ultrapassa em média os 22°C. As características oceânicas acentuam-se de Oriente para Ocidente, revelando-se as ilhas das Flores e Corvo as que apresentam características mais oceânicas.” (Azevedo, 2001⁴).

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 anticlones semipermanentes atlânticos subtropicais dos quais se destaca a configuração recorrente anticiclónica do Atlântico Norte, genericamente designada por Anticiclone dos Açores. A norte destes sistemas prevalece uma circulação de Oeste e a zona de transição para o ar polar, zona de significativo gradiente barométrico e térmico, designada por Frente Polar. Ao longo desta evoluem os meandros depressionários intercalados por cristas anticiclónicas que, em deslocação para Leste, são responsáveis, em larga medida, pelo ritmo sincopado do estado do tempo no arquipélago sobretudo nos meses de inverno.

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).

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 ciclo-génese, 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 (38° N) é da ordem dos 42MJ por m² dia⁻¹ por altura do solstício de verão, decrescendo para 15MJ por m² dia⁻¹ por altura do solstício de inverno. No entanto, dadas as circunstâncias de atenuação da radiação ao longo do seu trajeto pela atmosfera, nomeadamente, devido à nebulosidade típica destes territórios, estes valores são significativamente diferentes dos observados à superfície das

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

ilhas. Por altura do verão aqueles valores ficam reduzidos, em média, a $20\text{MJ por m}^2 \text{ dia}^{-1}$ enquanto que no inverno não ultrapassam os $6\text{MJ por metro quadrado e por dia}$.

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 $1\ 018\text{hPa}$, 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 $1\ 024\text{hPa}$.

No interior das ilhas a pressão atmosférica decresce condicionada pela variação da altitude e de acordo com a evolução das características das massas de ar que sobre elas circulam. Adotando a variação da pressão de acordo com o modelo da atmosfera padrão, verifica-se uma diminuição da pressão, aos 1000 metros de altitude de cerca de 110hPa , quando comparada com a observada ao nível do mar. No cimo da montanha do Pico ($2\ 351\text{m}$ 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 $17,5^\circ\text{C}$. Nas mesmas circunstâncias de localização os valores médios mensais são sempre superiores a 10°C .

A temperatura varia regularmente ao longo do ano, sendo, em média, máxima em agosto e próxima dos $22,0^\circ\text{C}$. As temperaturas médias mensais mais baixas ocorrem em fevereiro situando-se próximas dos $14,5^\circ\text{C}$. Em altitude, a temperatura decresce de forma regular, à razão de $0,9^\circ\text{C}$ por cada 100 metros (gradiente adiabático seco) até ser

atingida a temperatura do ponto de orvalho a uma altitude que se situa, em média, próxima dos 400 metros. A partir daí, dada a cedência de energia à atmosfera pelo processo de condensação, a temperatura decresce de uma forma menos brusca, à razão média de 0,6°C por cada 100 metros (aproximação ao gradiente adiabático húmido). Por sua vez, a amplitude média anual da variação diurna é baixa, próxima dos 5°C, tendo tendência a ser superior na costa norte das ilhas.

A humidade relativa do ar

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

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

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

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

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

A precipitação

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

A precipitação observada ao nível do mar cresce de Leste para Oeste variando entre os 775mm observados na ilha de Sta. Maria até aos 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

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

Quadro 2.2.1 | Variáveis climáticas para a ilha das Flores

Estação ilha das Flores (estação meteorológica)												
Nº	Nome		Lat. N			Long W		Altít. (m)	Tutela		Período	
1	Sta. Cruz (Aeroporto)		39° 27'			31° 08'		34	IM		1970-1990	
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	13,8	16,4	11,1	20,2	2,1	80	78	81	76,7	26	214,3	88,8
Fevereiro	13,2	16,0	10,5	20,7	4,0	80	76	81	79,4	27	199,6	74,4
Março	14,0	16,7	11,2	21,4	4,0	82	78	81	110,7	30	142,3	52,5
Abril	14,6	17,3	11,9	21,9	5,0	82	76	81	131,8	34	114,4	88,6
Maio	16,4	19,2	13,6	24,8	7,2	81	76	81	166,4	38	107,4	74,3
Junho	18,6	21,5	15,7	26,5	9,2	83	77	81	162,4	37	87,1	123,2
Julho	21,1	24,2	18,0	29,8	11,4	82	75	80	205,0	46	57,8	85,4
Agosto	22,0	25,1	18,9	30,0	12,6	83	75	81	213,3	51	92,6	138,2
Setembro	20,8	23,9	17,8	29,4	11,1	83	76	81	156,9	42	126,2	100,4

Estação ilha das Flores (estação meteorológica)												
Nº	Nome		Lat. N			Long W		Alt. (m)		Tutela		Período
1	Sta. Cruz (Aeroporto)		39° 27'			31° 08'		34		IM		1970-1990
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
Outubro	18,4	21,2	15,6	26,2	9,1	82	76	80	113,4	33	154,4	65,1
Novembro	16,4	18,9	13,8	23,6	7,4	82	79	81	79,4	27	199,2	111,0
Dezembro	14,8	17,3	12,2	21,6	4,0	81	78	80	64,9	23	220,8	135,7
Ano	17,0	19,8	14,2	30,0	2,1	81	77	81	1560,3	34	1716,1	135,7

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	14,5	22,2	2,8	10,1	2,5	11,7	8,5	19,4	35,3	28,6	11,3	21,7	10,7	21,3	13,0	27,2	1,4	24,2
Fevereiro	11,6	26,7	3,4	11,7	3,1	12,8	6,3	18,7	34,6	29,5	14,1	24,5	12,6	20,2	12,6	24,2	1,6	23,4
Março	18,0	23,3	4,5	12,4	4,1	9,9	9,3	17,2	30,5	28,4	12,6	22,0	10,2	18,2	8,9	19,7	1,9	21,3
Abril	24,3	24,7	5,3	13,9	3,7	9,3	9,9	19,1	37,2	25,9	6,2	20,6	6,8	17,2	12,5	21,8	4,3	20,2
Maio	27,5	20,8	3,9	11,5	4,5	10,6	5,9	16,3	28,3	23,2	7,3	17,2	6,3	16,2	12,9	17,1	3,4	18,1
Junho	32,0	17,5	5,3	9,3	4,1	7,3	8,4	11,6	26,1	20,4	6,3	15,8	4,1	16,1	8,8	18,0	4,8	14,6
Julho	29,8	16,3	5,3	8,1	4,8	7,3	8,9	11,9	23,5	17,1	6,1	12,8	4,4	12,9	10,9	12,4	6,1	12,1
Agosto	26,6	17,6	3,8	8,0	4,9	8,5	6,6	12,0	27,8	18,8	6,7	12,9	6,3	11,3	9,1	13,1	8,1	13,0
Setembro	24,0	21,0	6,2	10,9	3,3	8,1	5,7	11,7	24,2	20,4	8,4	13,4	9,7	10,4	13,6	18,3	4,9	15,7
Outubro	23,3	23,7	2,7	9,9	2,6	9,8	6,1	17,1	24,2	25,3	9,2	17,6	12,2	13,4	16,6	20,6	3,1	19,0
Novembro	20,1	26,7	4,1	12,4	2,1	11,0	6,9	20,3	31,2	26,9	9,1	17,2	10,1	15,6	14,0	22,6	2,4	21,4
Dezembro	12,4	24,7	3,2	15,4	1,8	12,5	6,0	19,9	33,8	28,0	11,8	19,5	13,5	19,4	16,1	26,5	1,4	22,6
Ano	22,1	21,3	4,2	11,1	3,5	9,5	7,4	16,3	28,9	24,8	9,1	18,7	8,9	16,5	12,4	20,6	3,6	18,8

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 (R_a), radiação global (R_s), radiação direta (R_{sdir}), radiação difusa (R_{sdif}). 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 das Flores

Latitude N	39	27	Ra radiação no topo da Atmosfera	Ra radiação no topo da Atmosfera	Rs (c.c.o.) radiação global à superfície	Rs (c.c.o.) radiação global à superfície	Rsdif (c.c.o.) radiação directa à superfície	Rsdif (c.c.o.) radiação difusa à superfície
Longitude W	31	8						
Altitude (m)	34		insolação					
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	2.47	76.7	15.4	476.0	6.1	188.1	64.3	123.8
Fevereiro	2.84	79.4	20.5	573.1	8.2	229.7	80.7	149.0
Março	3.57	110.7	27.7	857.5	11.6	358.7	135.8	223.0
Abril	4.39	131.8	34.9	1045.8	15.2	454.8	182.9	271.9
Mai	5.37	166.4	39.8	1235.3	18.2	564.1	242.9	321.2
Junho	5.41	162.4	41.8	1255.3	18.9	565.6	239.2	326.4
Julho	6.61	205	40.8	1263.7	20.3	628.2	299.6	328.6
Agosto	6.88	213.3	36.7	1138.3	19.3	596.9	301.0	296.0
Setembro	5.23	156.9	30.2	905.8	14.6	436.7	201.2	235.5
Outubro	3.66	113.4	22.7	703.5	9.9	305.6	122.7	182.9
Novembro	2.65	79.4	16.6	498.4	6.7	199.7	70.1	129.6
Dezembro	2.09	64.9	13.9	431.4	5.3	163.1	50.9	112.2
Total ano (horas)		1560.3						
Total ano (MJ m⁻²)			10384		4691	1991	2700	

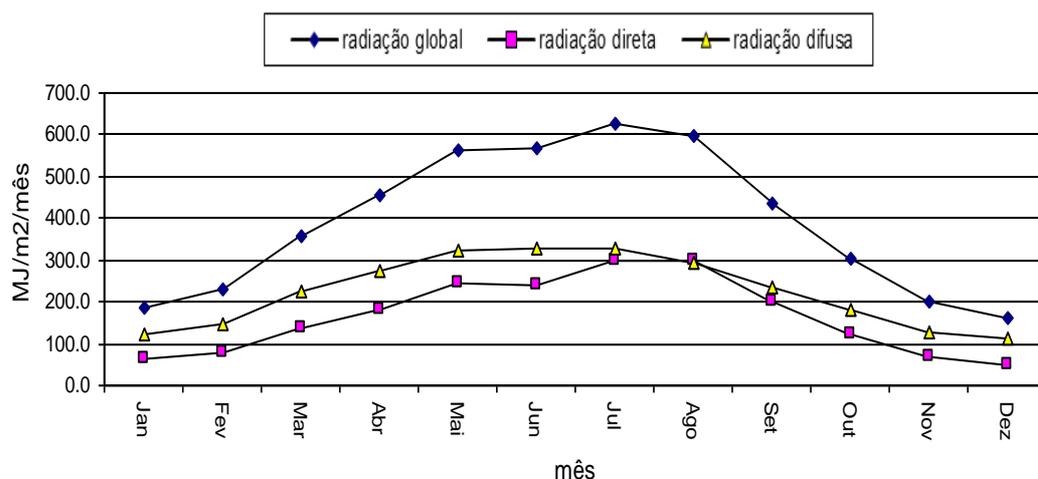


Figura 2.2.1 | Radiação solar mensal numa superfície horizontal (MJ m⁻²) – ilha das Flores (34m).

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 120mm. 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 das Flores

Balanço Hídrico Sequencial, método de Thornthwaite - Flores													
Etp - Penman/ Montheit													Capacidade da reserva útil do solo =
													120 mm
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Etp	40,1	41,9	52,9	64,1	81,0	86,0	102,3	101,4	79,3	61,5	44,7	40,5	796
Prec	214,3	199,6	142,3	114,4	107,4	87,1	57,8	92,6	126,2	154,4	199,2	220,8	1716
Prec-Etp	174,2	157,7	89,4	50,3	26,4	1,1	-44,5	-8,8	46,9	92,9	154,5	180,3	921
L	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-44,5	-53,3	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ras	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	82,8	77,0	120,0	120,0	120,0	120,0	
ΔRas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-37,2	-5,9	43,0	0,0	0,0	0,0	
Ete	40,1	41,9	52,9	64,1	81,0	86,0	95,0	98,5	79,3	61,5	44,7	40,5	785
DH	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	10
SH	174,2	157,7	89,4	50,3	26,4	1,1	0,0	0,0	3,9	92,9	154,5	180,3	931

la - Índice de Aridez	1%	lu - Índice de Humidade	117%	lh - Índice Hídrico	116%
lc - Concentração Térmica:	36%	Classificação Climática de Thornthwaite: A B'2 r a'			

balanço hídrico - Flores Clima: A B'2 r a'

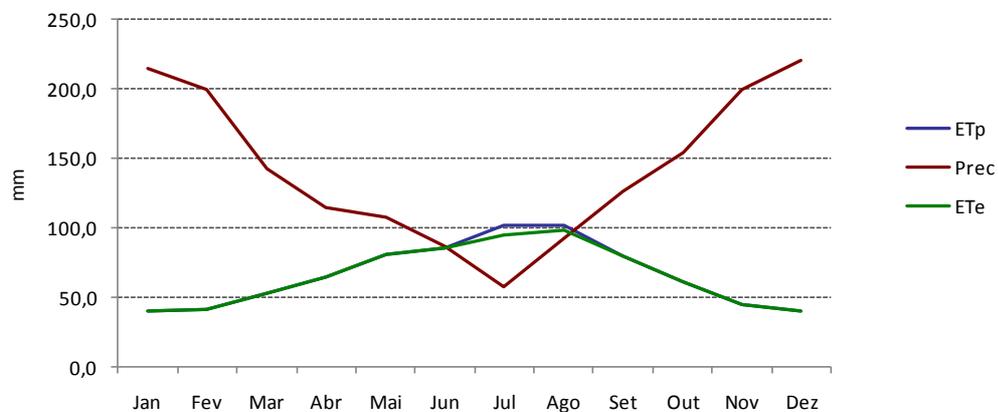


Figura 2.2.2 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha das Flores.

2.2.2.4 | Regime da precipitação nas estações de referência

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

A precipitação mensal

No Quadro 2.2.4 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	34	28				
Normais	1961/90	1935/60	1935/60	1935/60	1961/90	1970/90	1961/81	Média	Desv. Pad.	média+DvP	média-DvP
Out	121,3	115,8	88,8	100,9	100,5	154,4	110,2	113,1	21,2	134,3	92,0
Nov	131,9	128,4	90,6	89,7	114,6	199,2	131,6	126,6	36,8	163,4	89,8
Dez	135,8	128,3	98,0	106,7	120,2	220,8	130,4	134,3	40,4	174,8	93,9
Jan	133,3	171,2	122,3	128,3	111,5	214,3	144,0	146,4	35,4	181,8	111,0
Fev	127,1	135,2	100,5	105,8	98,2	199,6	119,9	126,6	35,0	161,7	91,6
Mar	104,0	145,3	109,6	119,5	80,9	142,3	99,7	114,5	23,2	137,7	91,3
Abr	92,1	90,2	59,9	64,5	65,0	114,4	76,5	80,4	19,6	100,0	60,7
Mai	52,5	66,8	56,4	61,8	56,0	107,4	62,5	66,2	18,8	85,0	47,4
Jun	49,8	44,5	43,9	42,5	48,8	87,1	49,9	52,4	15,6	68,0	36,7
Jul	34,2	35,6	36,2	26,6	35,0	57,8	55,9	40,2	11,8	52,0	28,3
Ago	52,9	36,2	39,2	37,8	53,6	92,6	67,4	54,2	20,3	74,5	34,0
Set	90,7	96,8	73,0	72,2	89,7	126,2	96,6	92,2	18,1	110,3	74,0
Ano	1 125,6	1 194,3	918,4	956,3	974,0	1 716,1	1 144,6	1 147,0	272,4	1 419,4	874,7

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

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

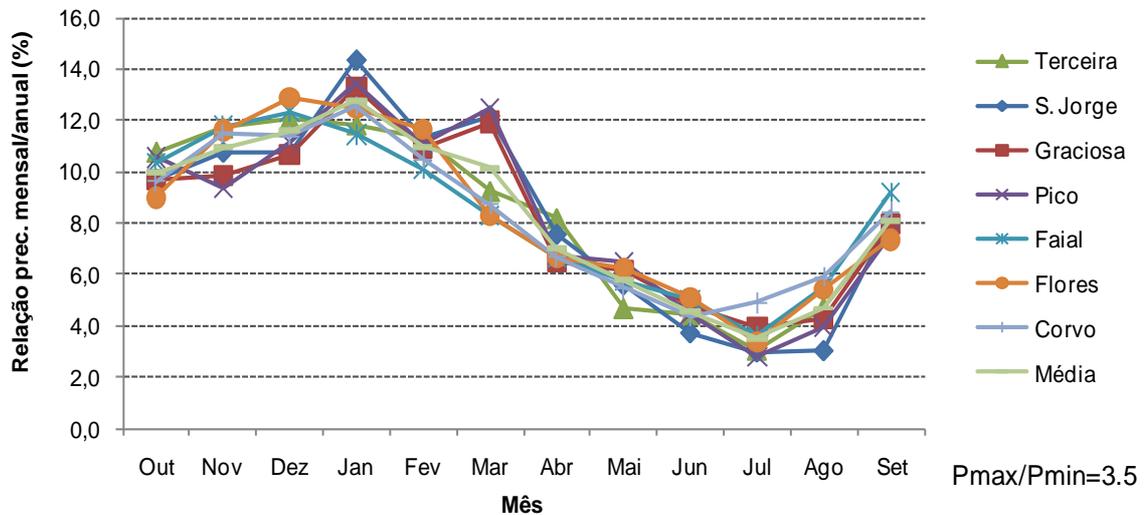


Figura 2.2.3 | Sazonalidade da precipitação.

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 1000mm (Figura 2.2.4).

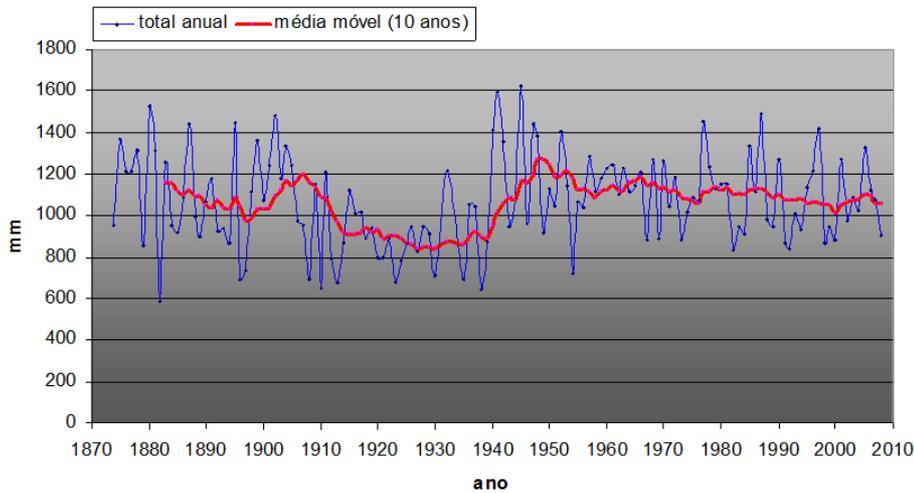
Efetuada-se a análise de distribuição dos valores da precipitação anual registada na mesma série foram obtidos os parâmetros estatísticos constantes no Quadro 2.2.6, bem como a respetiva distribuição por classes de frequência apresentada nas Figuras 2.2.5 e 2.2.6, verificando-se que os valores mais frequentes se concentram na classe de 950mm a 1100mm, 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

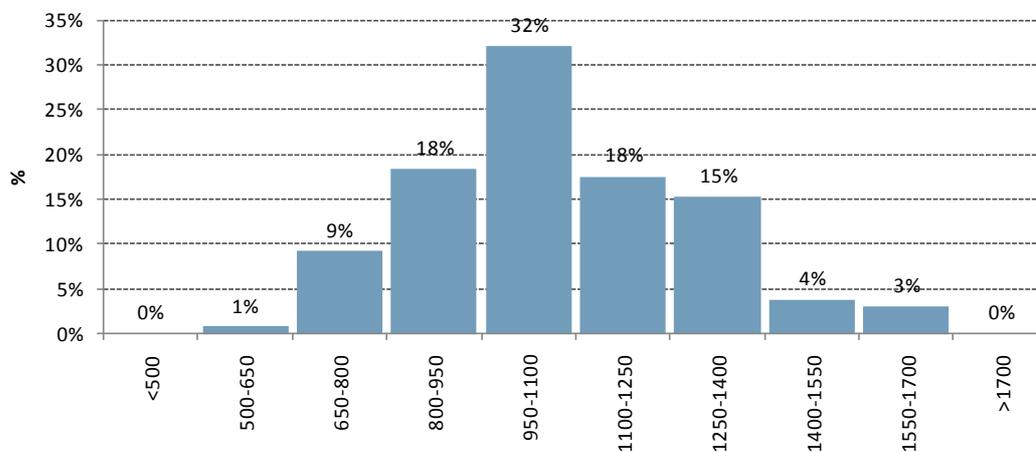


Figura 2.2.5 | Distribuição da precipitação por classes de frequência precipitação em Angra do Heroísmo (1874/2008).

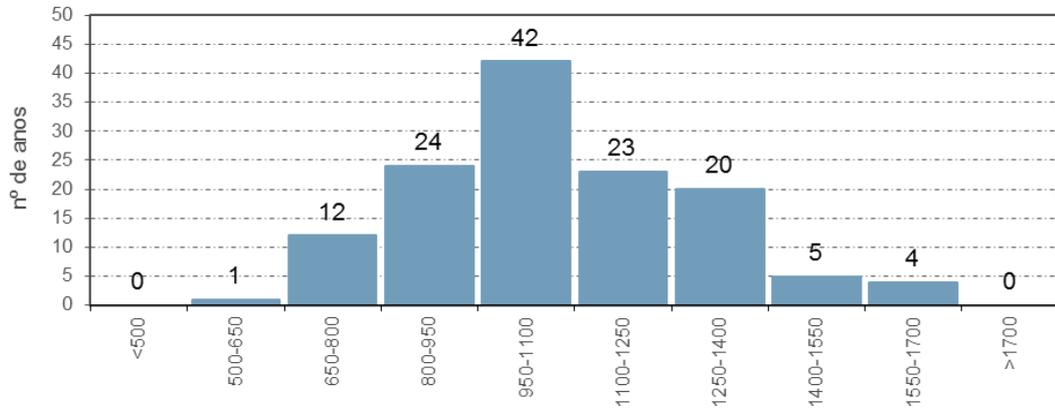


Figura 2.2.6 | Precipitação em Angra de Heroísmo 1874/2008 (número de anos por classes de frequência).

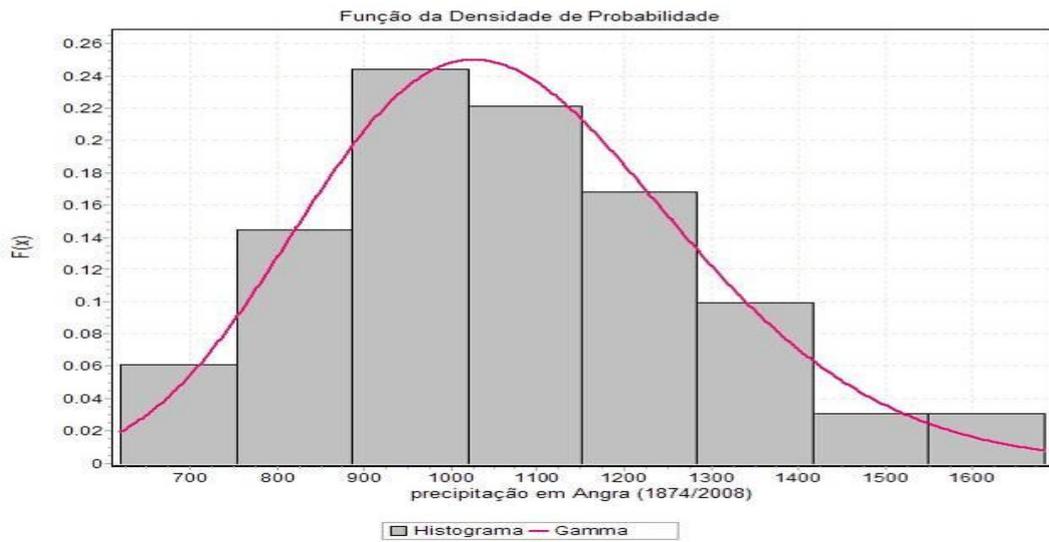


Figura 2.2.7 | Distribuição da precipitação em Angra de Heroísmo (1874/2008) por classes de frequência.

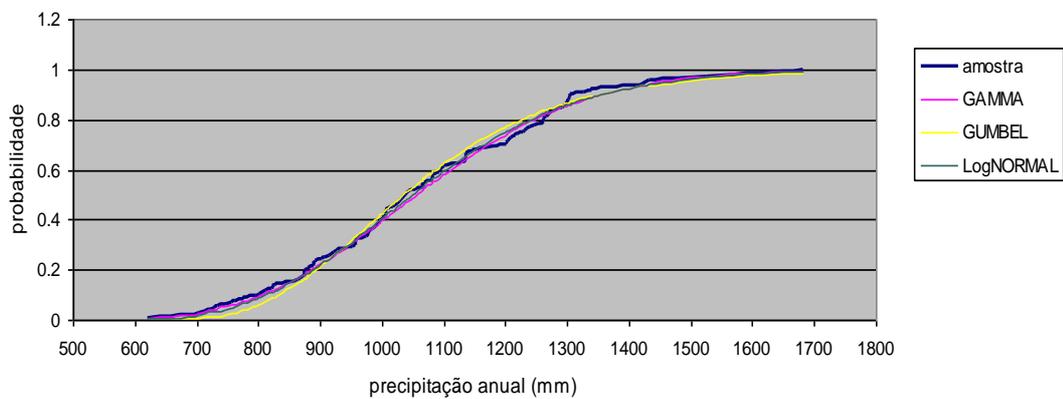


Figura 2.2.8 | Ajustamento estatístico da precipitação (1874/2008) às leis de GAMMA, GUMBEL e LogNORMAL.

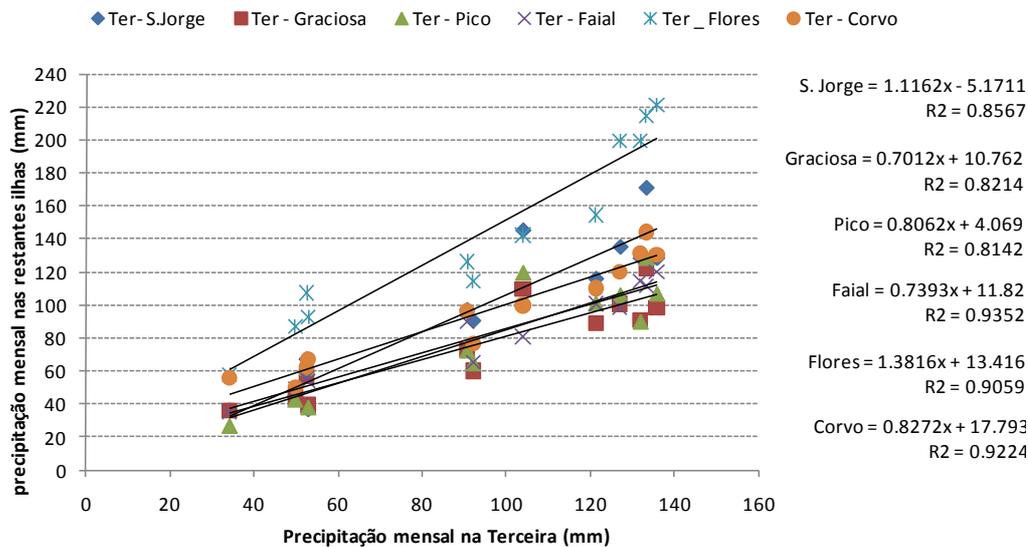


Figura 2.2.9 | Correlação da precipitação média mensal na ilha Terceira com as restantes ilhas.

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

T	F(x)	Terceira	S. Jorge	Graciosa	Pico	Faial	Flores	Corvo
		Angra	Calheta	Sta.Cruz	Madalena	Horta	Sta.Cuz	VN do Corvo
		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 das Flores – Santa Cruz das Flores (34m)

Duração em horas	Precipitação de curta duração				
	5 mm	10 mm	25 mm	50 mm	100 mm
24,00	90,0	107,6	129,8	146,2	162,6
12,00	77,1	92,3	111,6	125,6	139,8
6,00	60,9	71,8	85,7	95,7	105,8
2,00	42,8	50,8	60,7	68,0	75,4
1,00	36,6	45,4	56,6	64,8	73,1
0,50	23,6	28,1	33,9	38,1	42,4
0,25	16,3	19,0	22,5	25,1	27,7
0,08	9,0	10,9	13,1	14,6	16,4

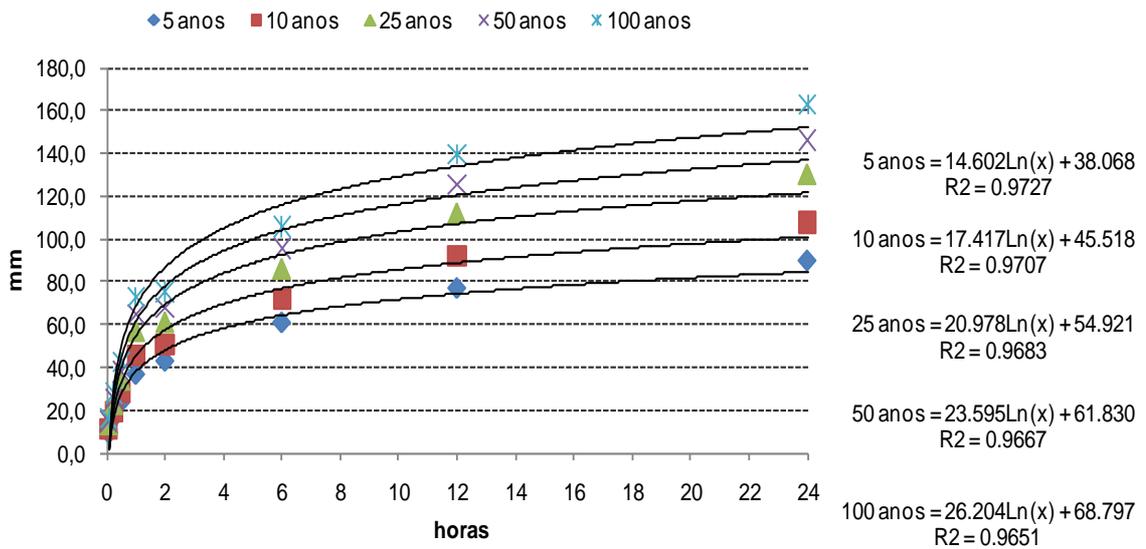


Figura 2.2.10 | Curvas de possibilidade udométrica na ilha das Flores – Santa Cruz das Flores (34m).

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.

Universidade dos Açores
Ilha das Flores
Precipitação acumulada (mm)
Modelo CIELO
(Azevedo, 2005)

Fonte:
Modelo CIELO (1996)
Eduardo M. V. Brito de Azevedo
Edição: CLIMAAT 2009
Projeção UTM - Fuso 25
Base Cartográfica 1:25000 do Instituto Geográfico do Exército
Projeções CLIMAAT e CLIMAAT, 6
MAC (2.3 / A3 e 03 / MAC (2.3 / A5)

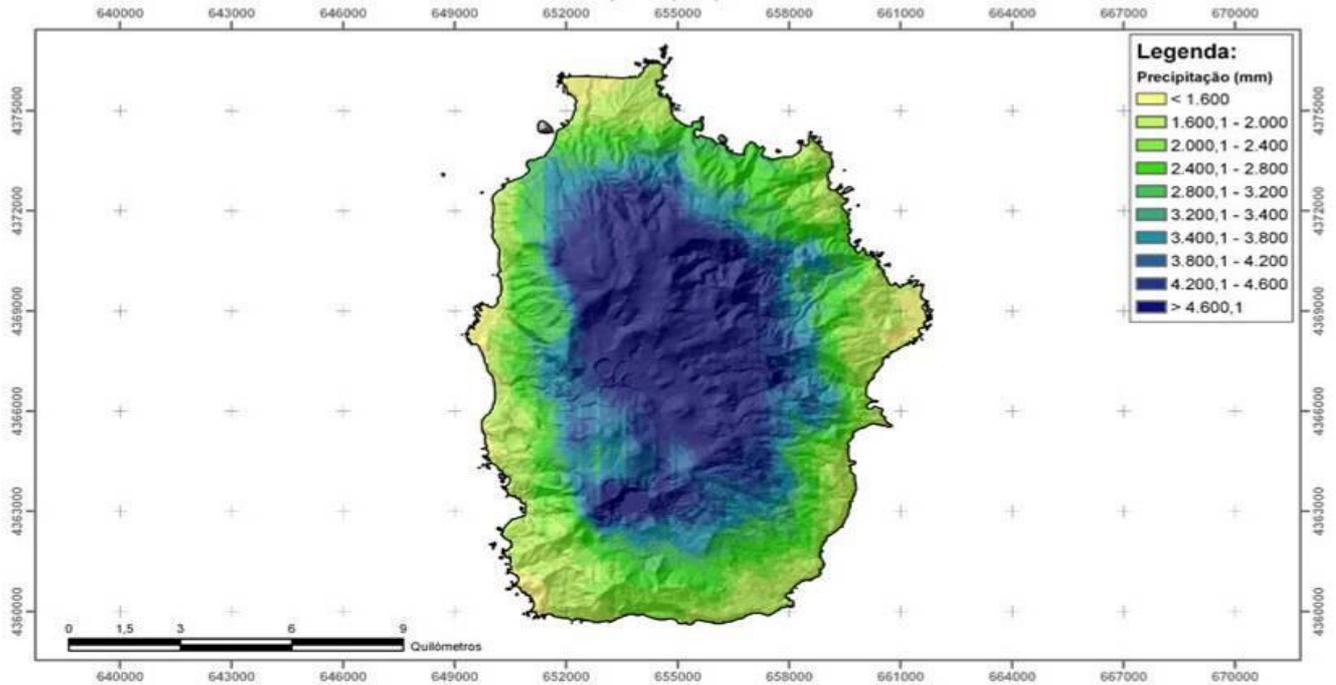


Figura 2.2.11 | Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha das Flores.

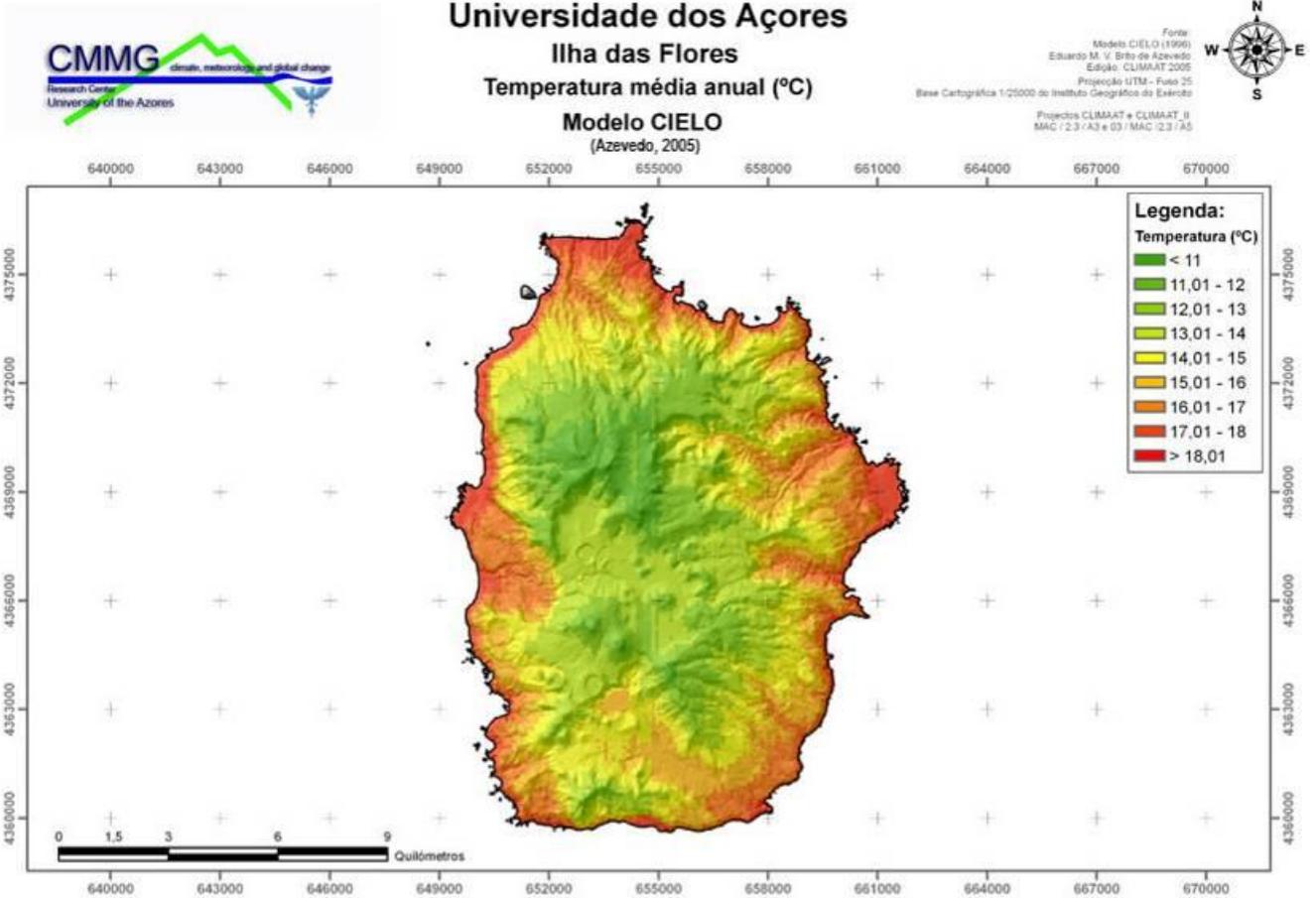


Figura 2.2.12 | Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha das Flores.

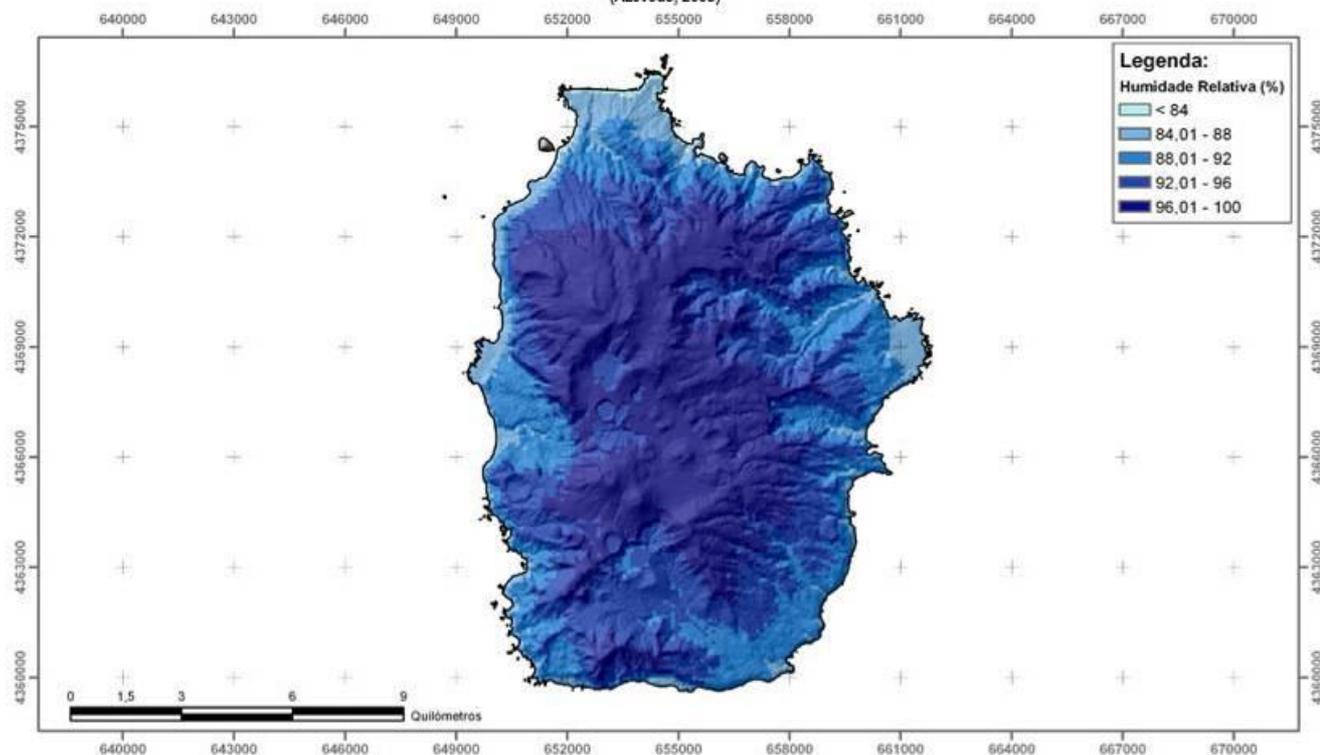


Figura 2.2.13 | Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha das Flores.

2.3 | Caracterização geológica e geomorfológica

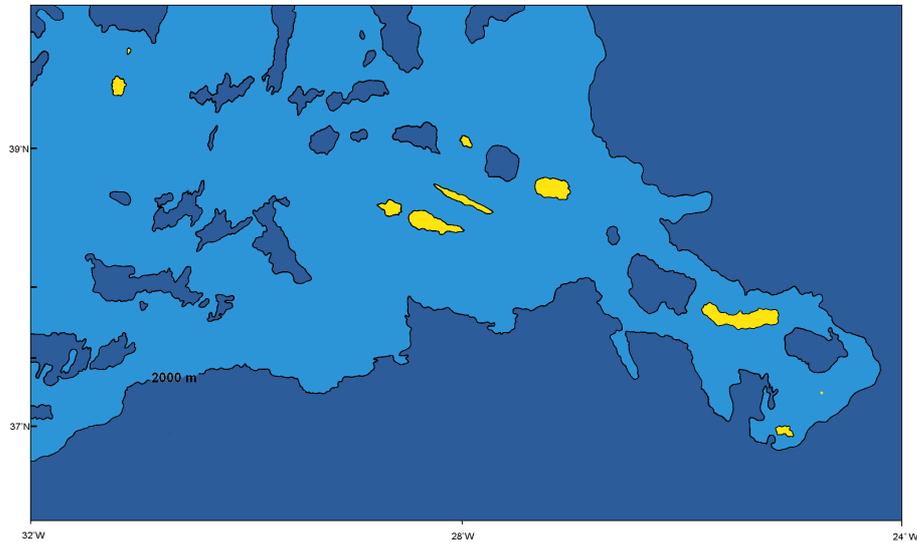
2.3.1 | Geologia

2.3.1.1 | Enquadramento geodinâmico

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

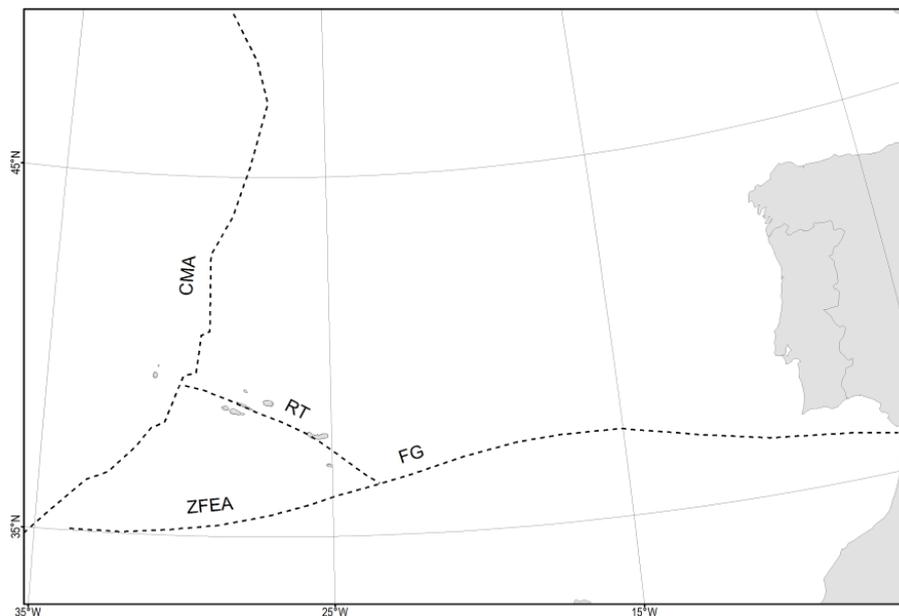
Esta região do Atlântico Norte corresponde a um ponto triplo onde contactam as placas litosféricas Americana, Africana e Euroasiática, sendo a dinâmica regional dominada pela presença de importantes estruturas tectónicas, de entre as quais se destacam a Crista Média Atlântica, a Zona de Fratura Este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



Fonte: Pacheco et al. (2011)

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

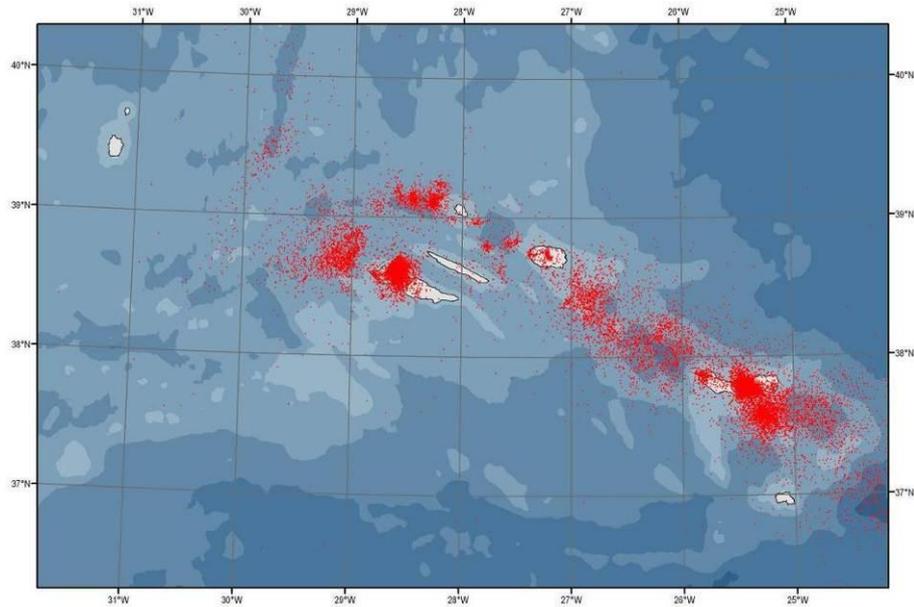
Em sentido restrito, o Rift da Terceira (s.s.) apresenta orientação NW-SE definida pelo alinhamento de uma série de bacias, cristas e maciços, compreendendo, de SE para NW, a Fossa das Formigas, os ilhéus das Formigas, a Bacia de S. Miguel, a ilha de S. Miguel, a Fossa Sul do Hirondelle, o Banco D. João 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 S. Miguel, a Fossa da Povoação e a região dos ilhéus das Formigas.

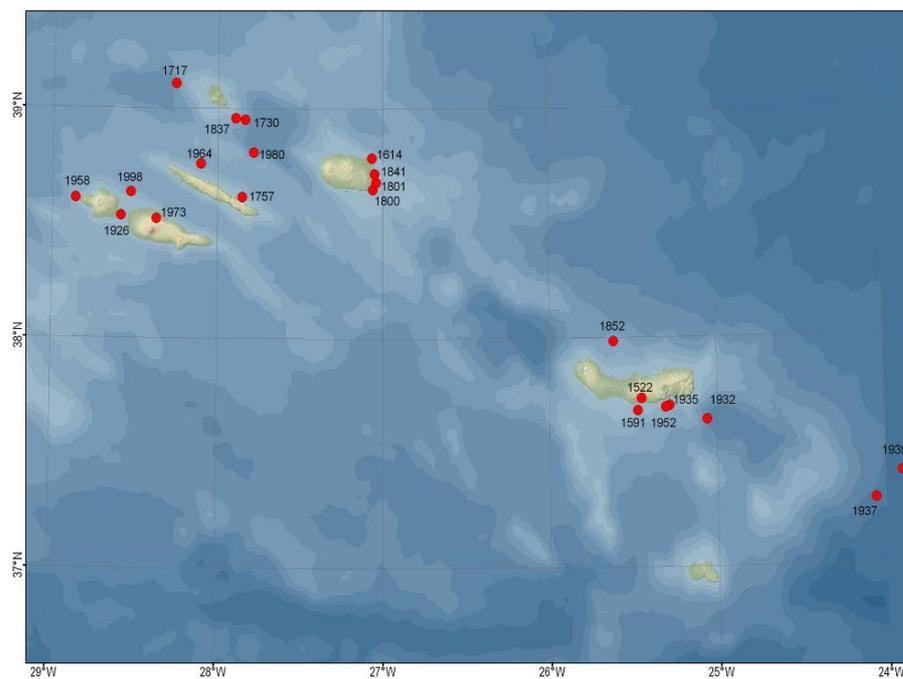
Esta atividade tem provocado inúmeros sismos sentidos, alguns com impacto importante, como o demonstram as intensidades dos principais sismos sentidos nos Açores após a sua descoberta e povoamento no séc. XV (Quadro 2.3.1). Desde o povoamento dos Açores, no século XV, verificaram-se cerca de 25 sismos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

Os sismos mais destruidores e de maior magnitude de que há registo na região ocorreram em 1757 (Calheta de S. Jorge) e em 1980 (Grupo Central), tendo ultrapassado os 7 graus na Escala de Richter. No entanto, o sismo responsável pelo maior número de vítimas teve lugar na ilha de S. Miguel, em 1522, e destruiu a então capital Vila Franca do Campo, causando cerca de 5 000 vítimas mortais, para o que contribuíram os volumosos movimentos de vertente desencadeados (Silveira, 2002).



Fonte: dados do CIVISA (2006)

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



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	S. Miguel	Vila Franca do Campo		Cerca de 5000 vítimas mortais; Grandes destruições.
1547-05-17	(?)	Terceira			Algumas mortes
1591-07-26	(?)	S. Miguel	Vila Franca		Grandes destruições
1614-05-24	X-XI (?)	Terceira	Praia da Vitória		Destruição quase total
1730-06-13	IX-X (?)	Graciosa	Luz e Praia		Destruição quase total
1757-07-09	XI	S. Jorge	Calheta		Cerca de 1000 mortes. Grandes destruições
1800-06-24	VII-VIII	Terceira	Vila Nova e S. Sebastião		Grandes destruições
1801-01-26	VIII-IX	Terceira	Cabo da Praia e Fonte Bastardo		Grandes destruições
1837-01-21	IX (?)	Graciosa	Luz e Praia		Destruição quase total
1841-06-15	IX	Terceira	Praia da Vitória		Grandes destruições
1852-04-16	VII	S. Miguel	Santana		Várias vítimas mortais
1926-08-31	X	Faial	Horta		20 vítimas mortais e 200 feridos; grandes destruições
1932-08-05	VIII	S. Miguel	Povoação		Vários feridos; grandes destruições.
1935-04-26	VIII	S. Miguel	Povoação		1 vítima mortal; grandes destruições.
1937-11-21	VII	Stª Maria	Santo Espírito		
1939-05-08	VII	Stª Maria	Santo Espírito	7 Mb	
26-6-1952	VIII	S. Miguel	Ribeira Quente		Grandes destruições.
13-5-1958	IX-X	Faial	Praia do Norte		Grandes destruições
21-2-1964	VIII	S. Jorge	Velas		Grandes destruições.
23-11-1973	VIII	Pico	Stº António		Grandes destruições.
1-1-1980	VII	Terceira	Angra do Heroísmo	7,2 Mb	54 vítimas mortais e 400 feridos; grandes destruições nas ilhas Terceira, Graciosa e São Jorge.
1998-07-09	VIII	Faial	Ribeirinha	5,8 Md	8 vítimas mortais e mais de uma centena de feridos; grandes destruições no Faial e Pico.

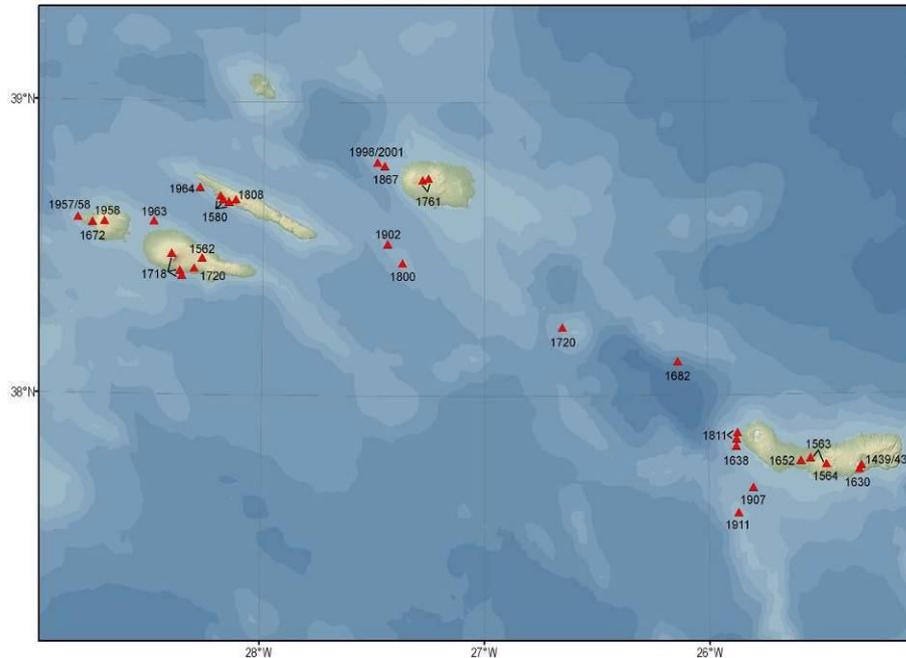
Fonte: Coutinho (2000)

2.3.1.3 | Atividade vulcânica histórica

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

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

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



Fonte: CVARG (2009) (modificado de Weston, 1964, com dados de Queiroz et al., 1995, Queiroz, 1997 e Gaspar et al. 2003)

Figura 2.3.5 | Atividade vulcânica histórica no arquipélago dos Açores.

2.3.1.4 | Caracterização geológica do arquipélago

A história vulcanológica do arquipélago põe em evidência a ocorrência de variados estilos eruptivos ao longo da construção das ilhas. Não obstante a origem vulcânica do arquipélago, na ilha de Santa Maria, em que o mais antigo afloramento vulcânico foi datado de 8,12x106 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 3x105 anos (Chovelon, 1982).

A edificação de Santa Maria, São Jorge e Pico, bem como de extensas áreas noutras ilhas, como o Faial e São Miguel, relaciona-se com atividade vulcânica dos tipos havaiana e estromboliana. Assim, podem observar-se escoadas lávicas dos tipos pahoehe 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 3000 anos (Morisseau, 1987).

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

2.3.1.5 | Caracterização geoquímica do arquipélago

A generalidade dos produtos vulcânicos das ilhas do arquipélago insere-se na série de diferenciação alcalina (Assunção e Canilho, 1970; White et al., 1979; Rodrigues et al., 1989), num domínio intraplaca (Gaspar et al., 1990), contrastando com o 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 toleitos típicos. Na verdade, as suas razões isotópicas,

aproximam-se mesmo das encontradas para a generalidade dos basaltos alcalinos das ilhas (White et al., 1979), facto que permite concluir pela existência de uma anomalia geoquímica na região dos Açores (White et al., 1979).

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

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

Dada a riqueza dos basaltos dos Açores em terras raras (REE), particularmente em terras raras leves (LREE), nem os toleítos nem os basaltos alcalinos podem ter origem num manto empobrecido. Os estudos efetuados por Richard et al. (1976, in White et al., 1979) apontam, no entanto, para uma fonte ligeiramente empobrecida em LREE, durante grande parte da sua história, o que sugere que o aparente enriquecimento do manto em LREE, na região dos Açores, terá resultado de um fenómeno de 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 das Flores

2.3.1.6.1 | Modelado vulcânico e tectónica

A ilha das Flores apresenta uma forma aproximadamente elíptica segundo a direção N-S. Com um comprimento de 16,5km e largura de 11,5km, compõe uma área emersa de 143km², sendo a cota máxima da ilha aos 915m no Morro Alto.

Os domínios geomorfológicos de maior destaque na ilha do Corvo são o Maciço Central e a Orla Periférica (Figura 1.6).

O Maciço Central engloba o Plateau Central e as zonas adjacentes que se estendem até ao topo das escarpas costeiras ou interiores. O Plateau Central desenvolve-se por uma zona aplanada com cotas na ordem dos 500m e 915m. Zkyszewski *et al.* (1968a) dividem o Plateau em (1) degrau setentrional, constituído pelas zonas de maiores altitudes que engloba dois centros eruptivos o Morro Alto (915m) e o Pico da Burrinha (867m). No bordo Oeste do planalto temos o vulcão da Caldeirinha (752m) e no bordo Este a Testa da Igreja (812m) e o Lombo Grosso (849m); Quanto ao (2) degrau meridional, este apresenta altitudes inferiores e está representado por cones de escórias, por vezes com as crateras abertas (Lomba da Vaca) onde se instalam pequenas lagoas (Caldeira Rasa, Caldeira da Lomba, etc.).

No Maciço Central salienta-se ainda a presença de uma série de cones vulcânicos; crateras de explosão associadas a erupções hidromagmáticas (maars), por vezes preenchidas por lagoas; Vestígios de grandes caldeiras atualmente camufladas por materiais vulcânicos resultantes de erupções subsequentes à sua formação; Chaminés e diques (p.e. Pedra Alta, Sanguinhal e Piquinhos).

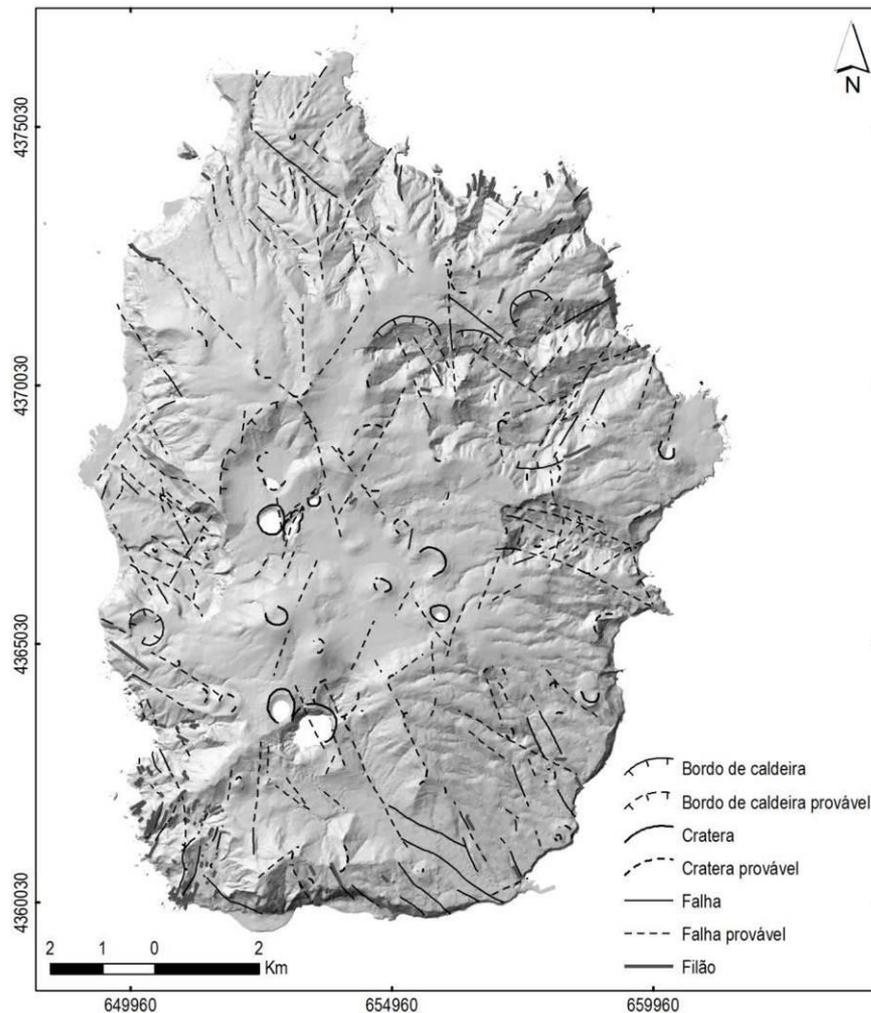
Por seu turno, a Orla Periférica é a zona que abrange as escarpas e as plataformas de sopé adjacentes ao maciço central.

É de salientar, ainda, a presença de uma depressão de direção ESE-WNW de extensão considerável, que é designada como Vale das Lajes ou Boca da Baleia e que, segundo Azevedo (1998), poderá corresponder a um *graben*.

As estruturas tectónicas presentes na ilha das Flores sugerem uma história com diversas fases, diferente da dos Grupos Central e Oriental (Azevedo, 1999) (Figura 2.3.6). Atualmente distinguem-se, na ilha, três famílias principais de falhas e filões (Azevedo, 1999; Gaspar *et al.*, 1999b):

- Estruturas com direções entre N30°-40°W, as quais prolongam-se para domínios submarinos e exercem um claro controlo na morfologia atual da ilha;
- Estruturas com direções entre N15°-30°E, cuja maioria possui natureza vertical a sub-vertical e apresenta reduzida extensão. A irregularidade da orla costeira NE e SW e o traçado de algumas linhas de água são condicionados pela presença destas estruturas;
- Estruturas com direção N-S, as quais exercem um importante controlo na distribuição de determinados centros vulcânicos e na implantação dos respetivos produtos, nomeadamente no setor N da ilha, apesar da sua expressão estar subordinada à das famílias anteriores.

No domínio da neotectónica, Azevedo (1999) sugere o provável prolongamento ou a atuação direta de falhas transformantes da CMA na ilha das Flores.



Fonte: adaptado de Azevedo, 1999; Gaspar et al., 1999

Figura 2.3.6 | Esboço vulcano-tectónico da ilha das Flores.

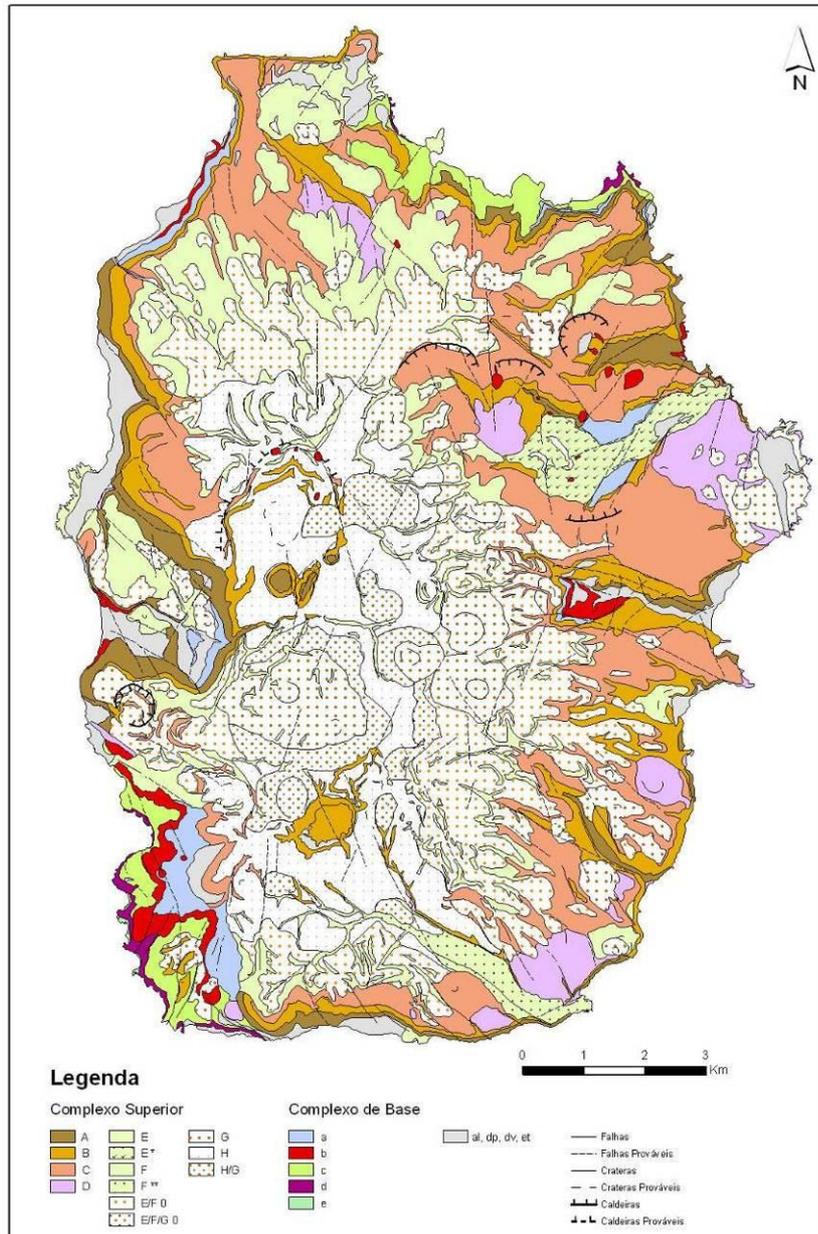
2.3.1.6.2 | Geologia

Azevedo *et al.* (1986) com base em levantamentos geológicos e em datações radiométricas, reformularam as 5 unidades vulcanoestratigráficas definidas por Zbyszewski *et al.* (1968). Posteriormente, em 1998, Azevedo volta a reformular a geologia da ilha, dividindo-a em dois grandes complexos vulcânicos (Figura 2.3.7): (1) Complexo de Base, correspondendo à proto-ilha e terá resultado das oscilações do nível médio das águas do mar durante o Quaternário e o (2) Complexo Superior, com a maior área aflorante atualmente na ilha.

O Complexo de Base apresenta idades compreendidas entre 2,5M.a. e 0,65M.a. e é litologicamente constituído produtos vulcanoclásticos, basaltos, havaítos apresentando os dois últimos elevado grau de alteração, manifestado por níveis altamente argilizados. Os vulcanitos também se apresentam profundamente alterados com litificações secundárias.

O Complexo Superior, que aflora em maior extensão de terreno, apresenta idades compreendidas entre os 0,67M.a. e 0,002M.a. Este complexo é constituído pelos materiais vulcânicos emitidos aquando das erupções subaéreas que

ocorreram por toda a ilha, i.é, lavas basálticas, havaíticas, mugearíticas e benmoreíticas, e por produtos de acumulação: cones de piroclastos e depósitos freatomagmáticos a topo. É ainda de salientar a presença de nódulos sieníticos (Monod & Varet, 1976; França, 1993) associados à formação dos *maars* da lagoa Comprida e da Caldeira Funda das Lajes.



Fonte: Azevedo (1998)

Figura 2.3.7 | Carta geológica da ilha das Flores.

2.3.2 | Geomorfologia

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

A paisagem dos Açores é caracterizada, em traços gerais, pela orografia vigorosa, onde a elevada altitude está associada ao acidentado do relevo. As ilhas apresentam, em geral, grande desenvolvimento vertical: o interior montanhoso encontra-se rasgado por vales que entalham as encostas até ao nível do mar. As superfícies planas são pouco desenvolvidas, sem grande representação no território insular, com exceção de Santa Maria (setor Oeste), São Miguel (plataforma de Ponta Delgada e *Graben* da Ribeira Grande) e da Terceira (*Graben* das Lajes). As regiões planálticas têm algum desenvolvimento nas Flores (Planalto Central), Pico (Planalto da Achada) e na metade oriental da ilha de São Miguel (Planalto dos Graminhais e Achada das Furnas).

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

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

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

A altitude máxima das ilhas oscila entre 402m na Graciosa e 2 351m no Pico, onde se encontra o ponto mais alto de Portugal (Montanha do Pico). A distribuição da superfície do arquipélago por classes de altitude mostra que, aproximadamente metade do território regional apresenta cotas inferiores a 300m e 45 % da superfície encontra-se entre 300 e 800m de altitude. Santa Maria e Graciosa são as ilhas com cotas mais baixas, enquanto que 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 das Flores. A parte emersa da ilha, com um volume estimado de 57km³, descreve uma configuração elíptica. 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 as Flores tem uma forma ligeiramente compacta ($K_c=1,7$). Com uma orientação predominante de N-S, a ilha das Flores apresenta um comprimento e uma largura máximas de 17km e de 13km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 72km, é predominantemente recortada e alcantilada a Oeste e Leste, com arribas que chegam a ultrapassar os 500m de altura (Rocha do Risco). Contudo, na plataforma lávica de Santa Cruz, a arriba não excede os 30m. Nalguns troços, a ação da tectónica local é bem visível na formação de traçados quase retilíneos, como se verifica nas costas Norte e Sul. As arribas fósseis, resultantes da conjugação da erosão marinha com movimentos tectónicos verticais, elevam-se em imponentes escarpas recuadas, como a sobranceira à Fajã Grande e Fajãzinha.

A altitude máxima da ilha das Flores (914m) é atingida no Morro Alto (Planalto Central). Atendendo à distribuição altimétrica (Figuras 2.3.8 e 2.3.9 e Quadro 2.3.2), verifica-se que pouco mais de 48% da superfície insular apresenta cotas inferiores a 400m e 50% situa-se entre 400m e 800m de altitude, estando os restantes 2% acima deste valor. Os núcleos habitacionais desenvolvem-se na faixa costeira não ultrapassando, em geral, os 200m de altitude, com exceção do núcleo populacional da Caveira.

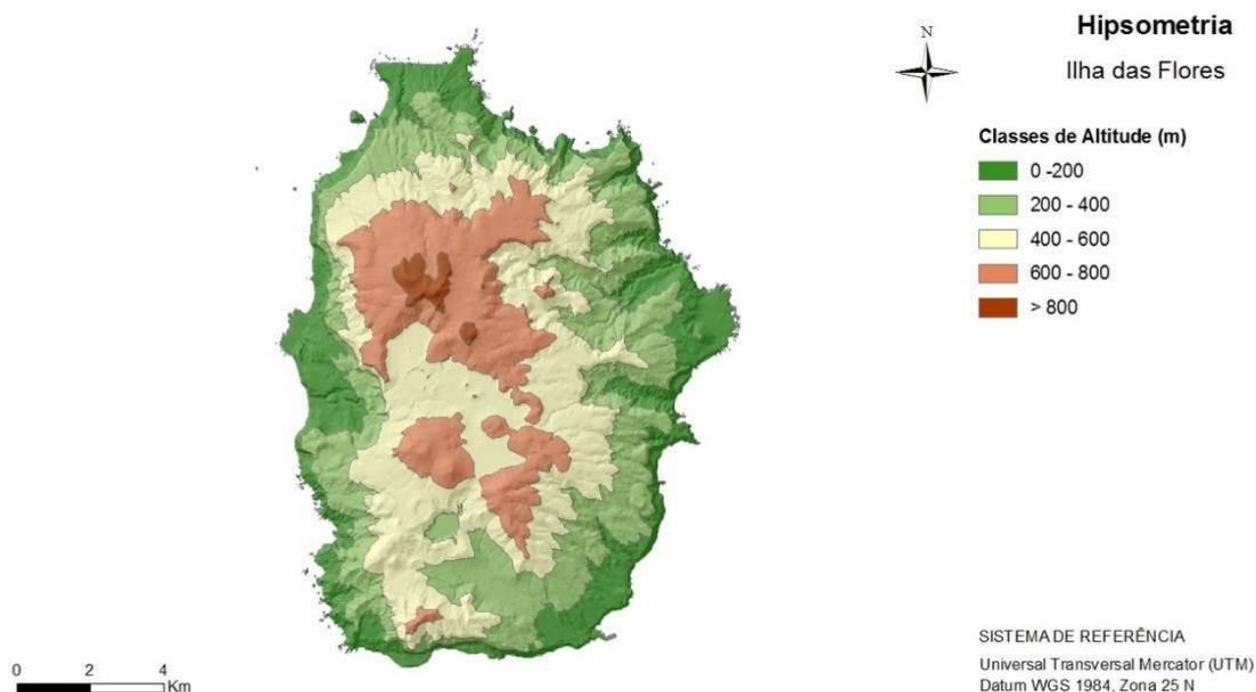


Figura 2.3.8 | Carta hipsométrica da ilha das Flores.

Quadro 2.3.2 | Distribuição altimétrica da ilha das Flores

Classes de Altitude (m)	Área (Km ²)	% da ilha
> 0	141,6	100,0
> 100	129,4	91,4

Classes de Altitude (m)	Área (Km ²)	% da ilha
> 200	112,4	79,4
> 300	92,6	65,4
> 400	73,1	51,6
> 500	53,9	38,1
> 600	27,6	19,5
> 700	10,9	7,7
> 800	1,8	1,3
> 900	0,1	0,1

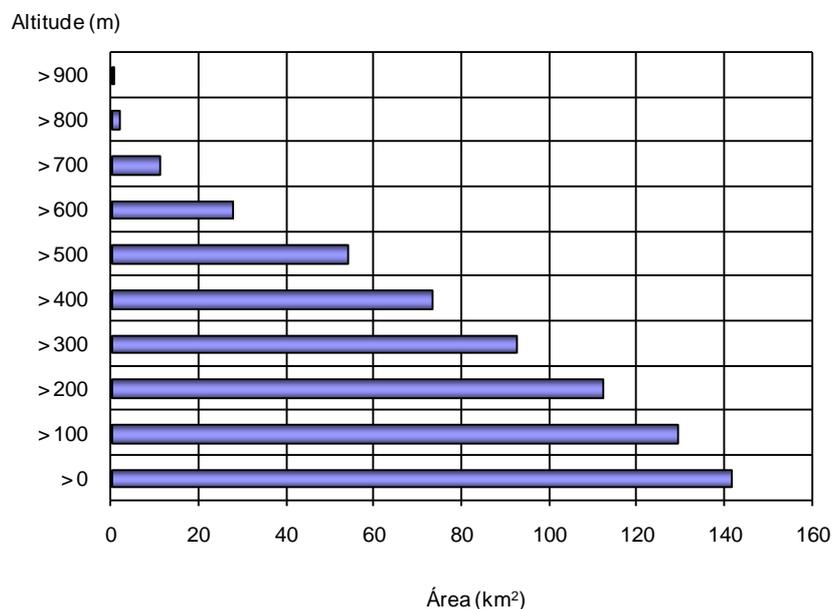


Figura 2.3.9 | Histograma da altimetria da ilha das Flores.

Quanto à declividade (Quadro 2.3.3 e Figura 2.3.10), perto de 13% da superfície da ilha das Flores apresenta declives suaves (<8%), com uma representação mais expressiva na plataforma de Santa Cruz, nas Fajãs e no Planalto Central. Por sua vez, sendo uma ilha caracterizada pelo relevo extremamente acidentado e erodido pela ação da água, verifica-se que 68% do território apresenta declives muito acentuados e escarpados. Os restantes 20% correspondem a áreas com declives moderados a acentuados que se encontram dispersas pelos diferentes setores da ilha.

Quadro 2.3.3 | Distribuição dos declives da ilha das Flores

Classes de Declive (%)		Área (Km ²)	% da ilha
0 - 3	Plano	12,2	8,6
3 - 8	Suave	6,0	4,3
8 - 13	Moderado	10,6	7,5
13 - 20	Acentuado	17,1	12,2
20 - 45	Muito acentuado	51,7	36,6
> 45	Escarpado	43,8	31,1

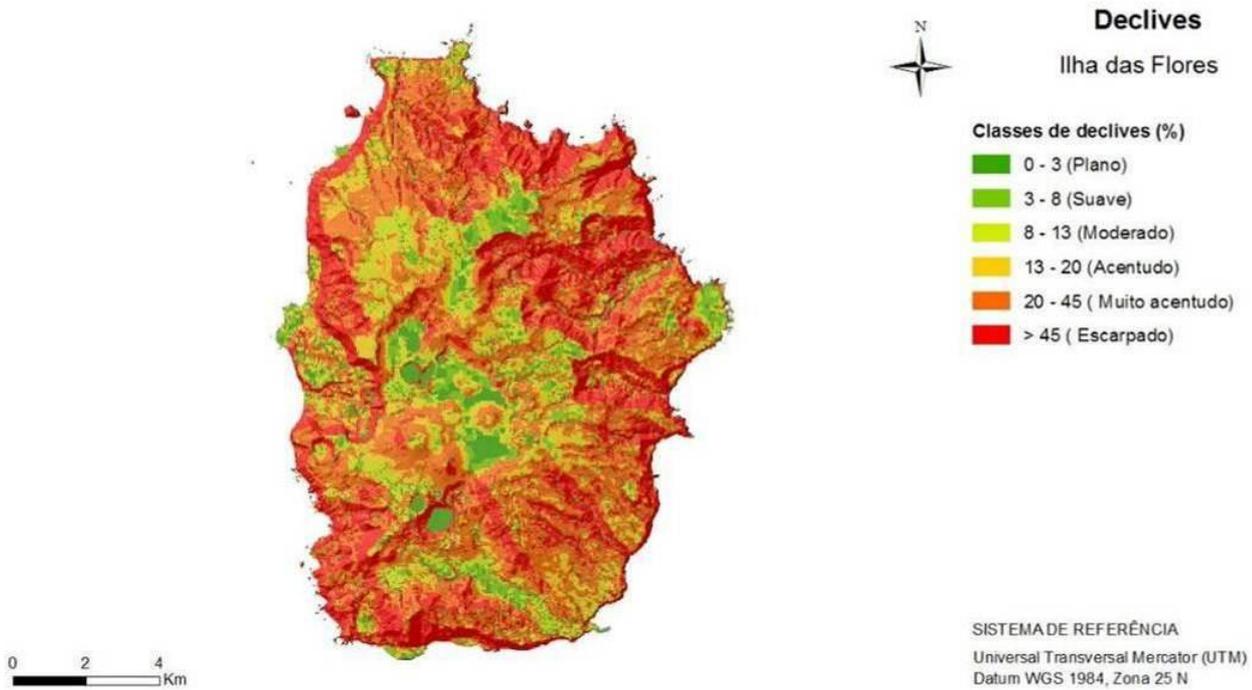


Figura 2.3.10 | Carta de declives da ilha das Flores.

A carta de exposições da ilha das Flores (Figura 2.3.11) ilustra a orientação dominante das grandes unidades geomorfológicas, denotando-se uma clara orientação a Oeste e Leste das encostas que bordejam o Planalto Central.

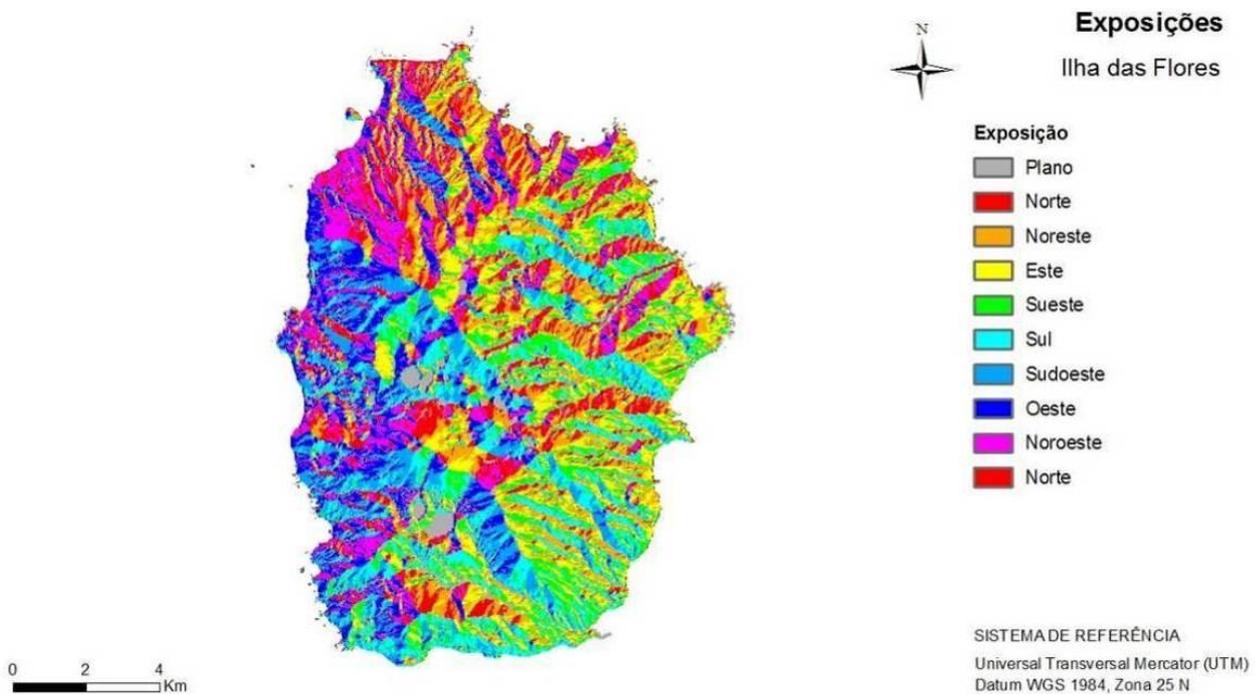


Figura 2.3.11 | Carta de exposições da ilha das Flores.

Em síntese e de acordo com o CVARG (2010), a ilha das Flores compreende as seguintes unidades geomorfológicas (Figura 2.3.12):

- (1) Maciço Central, englobando o Planalto Central e as zonas periféricas adjacentes que se estendem até ao topo das escarpas costeiras ou interiores;
- (2) Orla Periférica, que abrange as escarpas e as plataformas de sopé adjacentes.

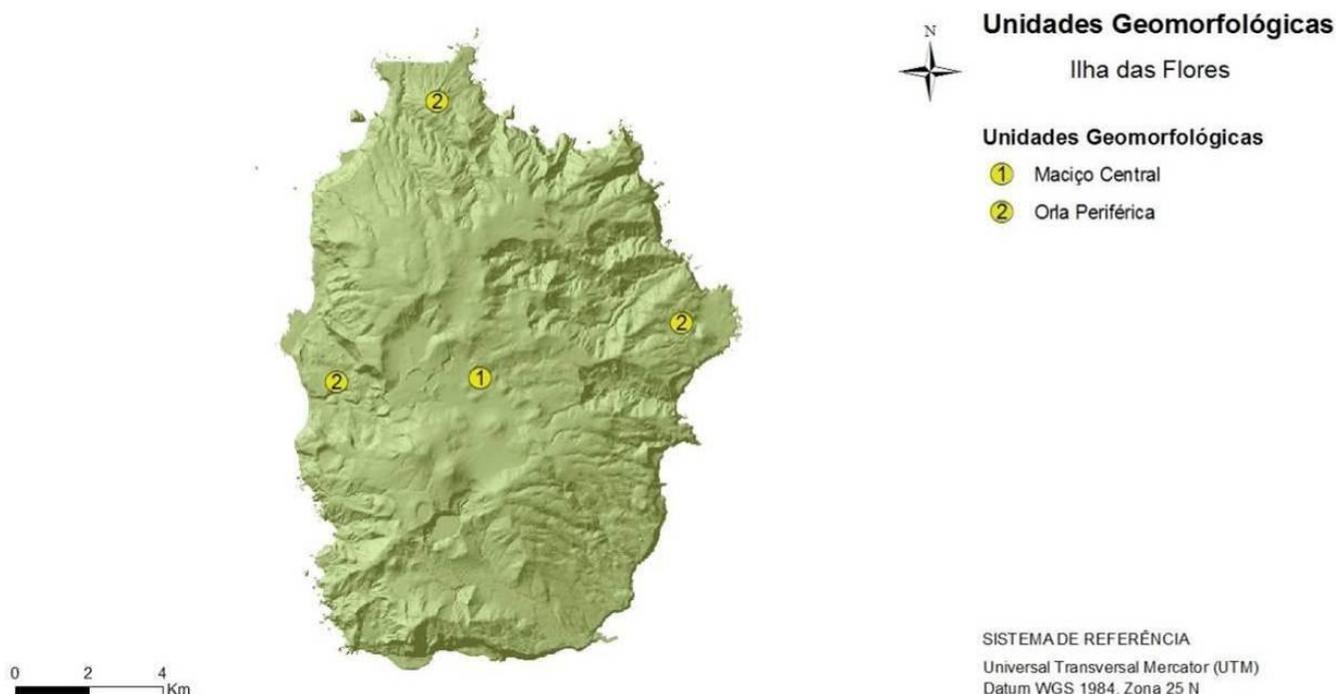


Figura 2.3.12 | Carta das unidades geomorfológicas da ilha das Flores.

- (1) O Maciço Central é uma extensa área aplanada que ocupa a zona central da ilha, a qual é definida, grosseiramente, pela curva de nível dos 500 m de altitude (Azevedo, 1998). A passagem para a Orla Periférica ocorre, quase sempre, através de imponentes escarpas com declives superiores a 40°, com exceção das regiões de Santa Cruz e do Porto das Lajes. No Maciço Central há a reportar um conjunto de cones vulcânicos de dimensões variáveis, tais como o Morro Alto, o Pico Negro e o Pico do Touro, entre outros. Observam-se igualmente diversas crateras de explosão de natureza hidromagmática (*maar*) que deram origem a lagoas muito profundas, como sejam as lagoas Funda, Comprida e Negra. Identificam-se algumas agulhas e também resquícios de grandes caldeiras alteradas devido a episódios eruptivos posteriores. Numa região climática marcada pela elevada precipitação e baixa temperatura, o planalto central regista uma presença expressiva de formações de turfeira;
- (2) A Orla Periférica desenvolve-se em torno da ilha e inclui as escarpas costeiras, as arribas fósseis e as plataformas de sopé adjacentes, originadas por derrames lávicos ou por materiais detriticos. Segundo Azevedo (1998), neste domínio insular, as morfologias resultantes da ação dos agentes erosivos prevalecem claramente sobre os registos dos sucessivos períodos construtivos. As zonas costeiras apresentam uma considerável

diversificação geomorfológica, facto resultante das variadas combinações entre agentes erosivos, litologias e estruturas tectónicas.

2.3.3 | Tipos de solo

Atendendo à natureza vulcânica do Arquipélago dos Açores, os solos das ilhas apresentam características peculiares que expressam os tipos de materiais que estão na sua origem. Globalmente, tratam-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 (Cascahentos, Psamíticos e Pulverulentos);
- Solos Rególicos (Cascahentos, 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 ruiforme. Encontram-se, em parte, cobertos por camadas muito delgadas de piroclastos e/ou material resultante da sua meteorização. Conhecidos regionalmente pelas designações de “mistério” ou “biscoito” (Ricardo *et al.*, 1979), são solos pedregosos e pobres, com baixo valor agronómico.

Os Andossolos são os solos com maior representação no Arquipélago dos Açores e derivam de materiais piroclásticos. Na fração argilosa destes solos existem materiais de fraca ordenação estrutural, especialmente alofanas, imogolite, sílica opalina e ferrihidrite (Azevedo, 1963; Pinheiro, 1990). Estes materiais conferem propriedades muito distintas das propriedades de outros solos minerais, como a baixa densidade aparente, porosidade elevada, dificuldade de dispersão, elevada capacidade de retenção de água, alteração irreversível após a secagem, grande poder de fixação de fosfatos, carga variável elevada associada a altos valores de pH em NaF e baixo teor em bases.

Os perfis dos Andossolos podem apresentar-se pouco diferenciados, sendo de tipo A-C para os Andossolos Víttricos ou de tipo A-Bw-C para os mais evoluídos (Pinheiro, 1990). Com certa frequência, os perfis são mais complexos devido à

existência de solos soterrados resultantes da intermitência da atividade vulcânica. Em domínios climáticos marcados pela grande abundância de água, pode ainda ocorrer, a uma profundidade que varia entre 15cm e 40cm, a acumulação de sesquióxidos de ferro, parcialmente cimentada e, por vezes, com características de um verdadeiro horizonte plácico. Segundo Madruga (1995), este tipo de horizonte que, de uma maneira geral, se encontra associado a condições de drenagem deficiente, pode surgir na transição entre duas camadas de igual idade e textura, sob solos orgânicos, ou mesmo em situações que envolvem descontinuidades litológicas.

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

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

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

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

Na ilha das Flores dominam os Andossolos e, tal como nas restantes ilhas do Arquipélago, apresentam consideráveis variações laterais, nomeadamente ao nível da espessura, perfil e grau de maturação (Ricardo *et al.*, 1979; Caldas e Salgueiro, 1985), em resultado da alteração supergénica de materiais vulcânicos ricos em vidro (maioritariamente materiais piroclásticos).

Em termos gerais, os solos desta ilha podem ser divididos em dois grupos, tendo em consideração o estado de maturação do Andossolo: Andossolos Saturados e Insaturados e Andossolos Vítricos (Azevedo, 1998).

Os Andossolos Saturados e Insaturados ocupam as zonas aplanadas (inclinação média inferior a 15°) da orla costeira, incluindo algumas Fajãs e os segmentos inferiores dos Vales da Fazenda de Santa Cruz, da Ribeira da Cruz e das Lajes. Estes solos apresentam perfis evoluídos, com espessuras maioritariamente superiores a 40cm, mas que podem atingir valores próximos de 1m nas depressões topográficas fechadas. Atualmente, estes solos são, na sua maioria, ocupados por pastagens em substituição das antigas hortas e culturas de cereais.

Os Andossolos Vítricos estendem-se pela orla costeira e pela periferia do Planalto Central, cuja inclinação supera em média os 15°. Aqui podem encontrar-se solos com baixo grau de maturidade (*vitrandepts* da Classificação Americana ou solos pouco diferenciados da Classificação Francesa) e com espessura inferior a 40cm, sendo nas zonas mais inclinadas inferior a 20cm. A pastagem ocupa a quase totalidade destas áreas.

As variações da capacidade de infiltração destes solos resultam fundamentalmente da heterogeneidade e de fatores composicionais, texturais e estruturais ao nível do substrato. Destas variações vão depender a porosidade e a permeabilidade dos sucessivos horizontes do solo e, em última análise, a sua capacidade de retenção de água. Os condicionalismos impostos pela topografia e pela natureza do coberto vegetal são determinantes na componente de

infiltração do balanço hídrico do solo. Assim, segundo Azevedo (1998) é possível caracterizar três zonas com capacidade de infiltração bem distintas: zona do Planalto Central, zonas inclinadas das margens do Planalto Central e zonas aplanadas da periferia do Maciço Central e da orla costeira.

No Planalto Central estima-se uma elevada capacidade de infiltração que, segundo a classificação do *Soil Conservation Service* (SCS) diz respeito a solos tipo B. Esta situação decorre das características estruturais e texturais do substrato, mas sobretudo da topografia aplanada, que faz incrementar a componente vertical da circulação hídrica (infiltração), em detrimento do escoamento superficial. Nas zonas dominadas por substratos de cinzas e *lapilli*, prevalece uma estrutura com predomínio de macro-porosidade, originando uma capacidade de infiltração que apresenta uma elevada homogeneidade espacial. Nas zonas mais restritas e acidentadas, onde estão implantados cones vulcânicos de *lapilli* e escórias, a acentuada difusão dos macro-poros na estrutura do respetivo substrato proporciona uma elevadíssima capacidade de infiltração, a qual se desenvolve fundamentalmente através da circulação gravítica. A ocupação do solo, quer seja de cobertura natural ou de pastagem, não constitui um fator relevante na variação da capacidade de infiltração, uma vez que os sistemas radiculares são muito pouco desenvolvidos.

Nas zonas inclinadas das margens do Planalto Central, o acentuado declive conduz a um predomínio do escoamento superficial relativamente à infiltração. Como tal e, apesar da capacidade de infiltração ser elevada (apresentam porosidade e permeabilidade elevadas), a infiltração efetiva atinge nesta zona os valores mais baixos de toda a superfície insular, correspondendo a um solo tipo C.

Por último, nas superfícies aplanadas da periferia do Maciço Central e na orla costeira, o elevado grau de evolução do solo confere propriedades distintas, tais como a grande porosidade e permeabilidade que originam valores consideráveis da capacidade de infiltração. Apesar do solo apresentar nesta zona a maior espessura de toda a ilha, a infiltração depende, em larga medida, da capacidade de armazenamento do horizonte superficial, correspondendo, assim, a solos tipo B/C. A ocupação do solo tem bastante influência na taxa de infiltração do solo. Quando este é ocupado com pastagem permanente, a taxa de infiltração é elevada mantendo-se mais uniforme durante os anos. Os solos mobilizados ficam sujeitos ao selamento dos poros reduzindo substancialmente a capacidade de infiltração e aumentando o escoamento superficial (Fontes, 1999).

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

2.3.4 | Hidrogeologia

2.3.4.1 | Enquadramento regional

2.3.4.1.1 | Caracterização hidrogeológica

A importância dos recursos hídricos subterrâneos 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 1 073 pontos de água, nomeadamente 950 nascentes, 40 poços e 83 furos de captação (DROTRH-INAG 2001). Os estudos de base que suportaram a realização do presente relatório permitiram a inventariação de 1 673 nascentes e 150 furos (Figura 2.3.13). Da Figura 2.3.13 pode verificar-se que a distribuição das nascentes no arquipélago patenteia grandes assimetrias, o que reflete a heterogeneidade inerente ao comportamento hidrogeológico do meio vulcânico, para além dos contrastes geomorfológicos e climáticos existentes.

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

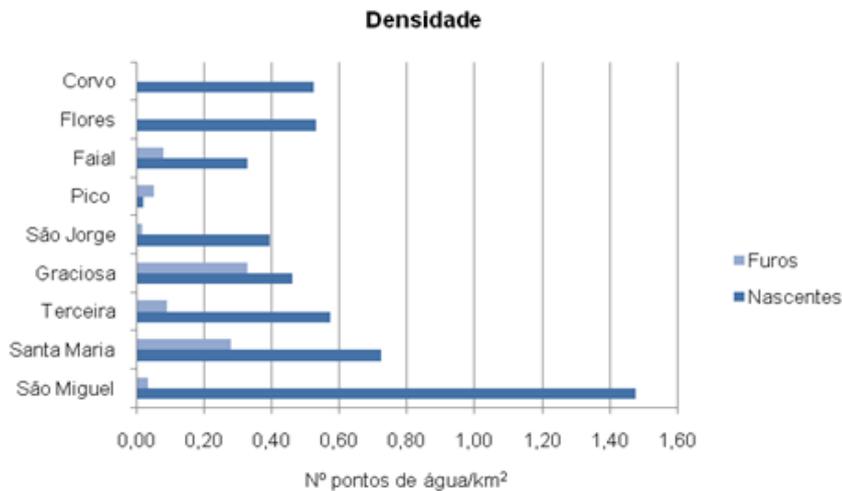


Figura 2.3.13 | Densidade associada à distribuição de pontos de água por ilha.

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

Os aquíferos basais correspondem ao meio saturado geral da ilha, com superfície livre, flutuando sobre a água salgada mais densa, e cuja recarga resulta diretamente da precipitação eficaz ou da transferência hídrica a partir dos níveis aquíferos de altitude. Em numerosas ilhas vulcânicas, e nomeadamente nalgumas zonas dos Açores, a exploração dos recursos hídricos subterrâneos é feita a partir desta formação aquífera basal, limitada superiormente pelo nível freático e inferiormente pela interface.

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

Os valores determinados nos Açores denotam uma grande variabilidade, como expectável face à natureza do meio hidrogeológico. Os caudais específicos variam entre $1,4 \times 10^{-2}$ e 266,67L/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 2.3.14). A classe modal corresponde aos valores entre 0 e 45L/sm (Figura 2.3.15).

Por seu turno, a transmissividade varia entre $2,65 \times 10^{-6}$ e $4,03 \times 10^{-1} \text{m}^2/\text{s}$, com uma mediana igual a $1,62 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$, sendo os valores mais elevados os observados nas ilhas da Graciosa e Pico, em que, de acordo com a classificação de Krásný (1993), respetivamente 91% e 85% dos valores podem ser designados como muito altos ($> 1,16 \times 10^{-2} \text{m}^2/\text{s}$) (Figura 1.4). Em oposição, na ilha de Santa Maria, observam-se os valores mais baixos do arquipélago, em que 7% das

estimativas podem ser, de acordo com o mesmo esquema classificativo, qualificadas de muito altas ou altas ($1,16 \times 10^{-2} - 1,16 \times 10^{-3} \text{m}^2/\text{s}$). A classe modal corresponde aos valores entre 0 e $0,07 \text{m}^2/\text{s}$ (Figura 2.3.14).

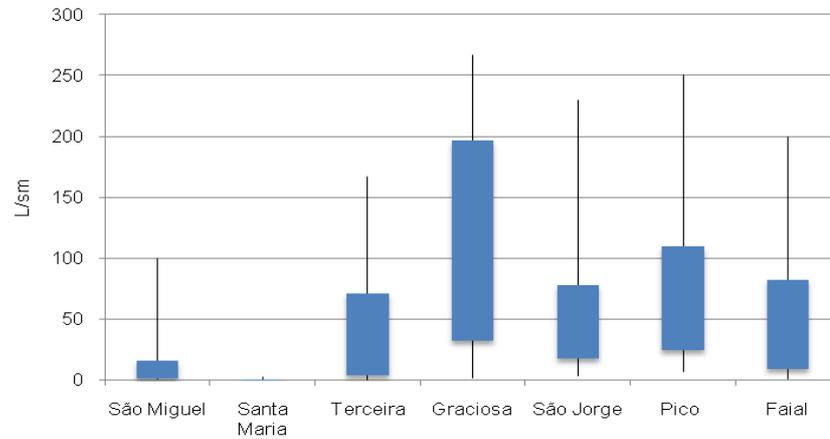


Figura 2.3.14 | Diagrama de caixas (*box plot*) relativo aos valores de caudal específico na RH9.

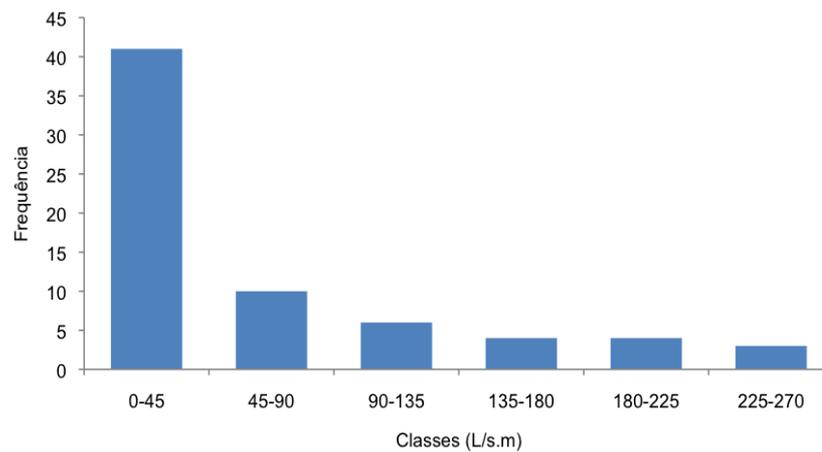


Figura 2.3.15 | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na RH9.

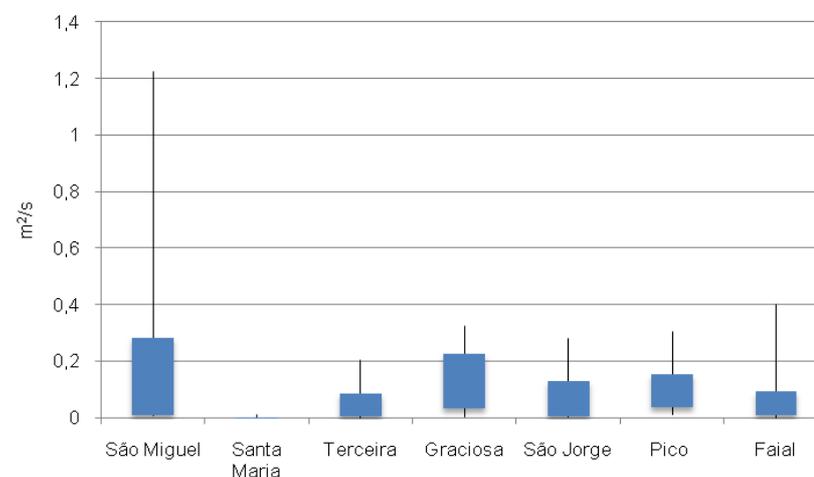


Figura 2.3.16 | Diagrama de caixas (*box plot*) relativo aos valores de transmissividade na RH9.

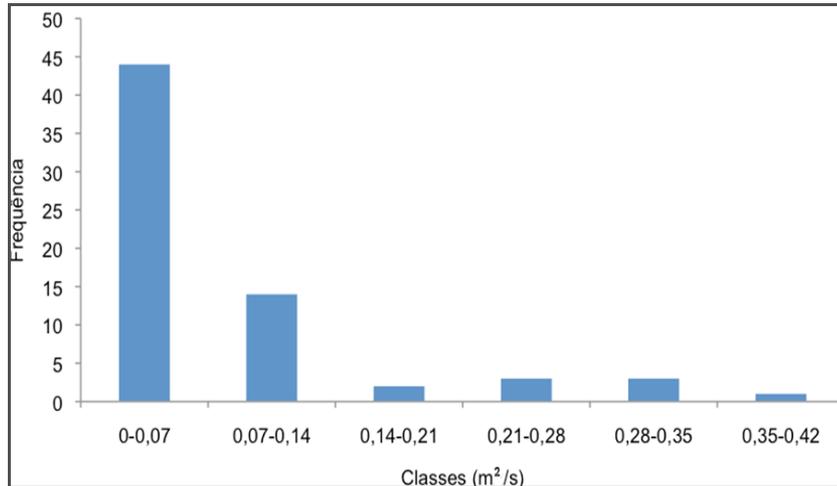


Figura 2.3.17 | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na RH9.

As observações do efeito de maré efetuadas na ilha do Pico (Cruz, 1997) e do Faial (Coutinho, 2000), permitiram obter alguns valores de difusividade hidráulica. Os resultados obtidos na ilha do Pico mostram uma grande variabilidade: o valor médio considerando o modelo de aquífero confinado é igual a $114,58\text{m}^2/\text{s}$ (mediana= $52,11\text{m}^2/\text{s}$), enquanto por via do modelo de aquífero semiconfinado a média é igual a $38,08\text{m}^2/\text{s}$ (mediana= $6,09\text{m}^2/\text{s}$). Na ilha do Faial, a difusividade hidráulica no ponto de água correspondente ao furo AC4 é igual a $31,17\text{m}^2/\text{s}$, e a $61,85\text{m}^2/\text{s}$ considerando o atraso, em ambos os casos considerando a solução para aquíferos confinados.

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

2.3.4.1.2 | Caracterização hidrogeoquímica

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

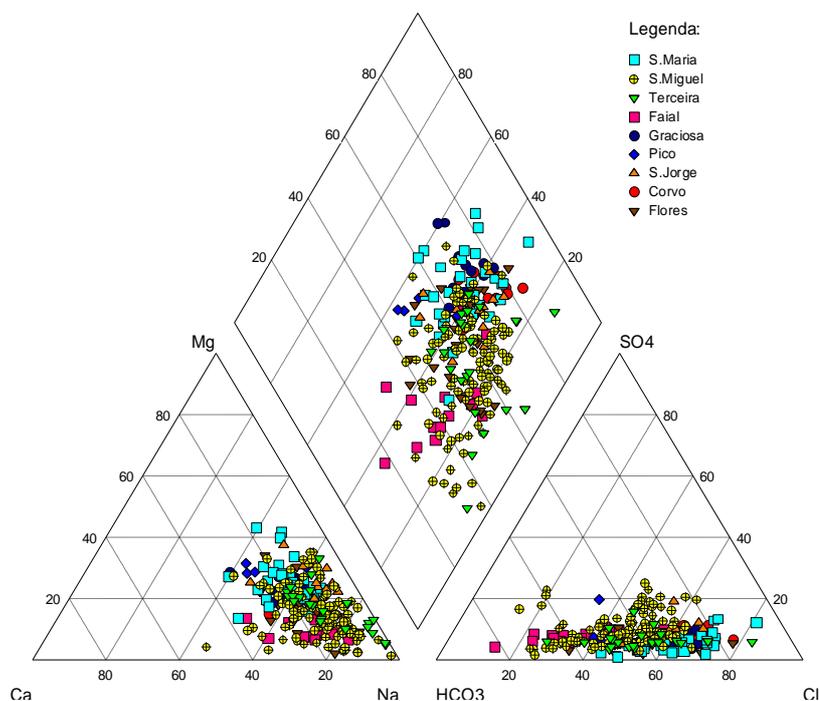
Como em qualquer região insular, nas ilhas que constituem os Açores a química da água subterrânea é ainda parcialmente controlada pela interação com a água do mar (Cruz & Silva, 2000; Cruz, 2001b; Cruz et al. 2010a, 2010b).

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

As fácies hidrogeoquímicas predominantes no arquipélago dos Açores correspondem a águas do tipo cloretada sódica ou bicarbonatada sódica. Esta tipologia reflete, respetivamente, a ação dos principais mecanismos mineralizadores da água subterrânea nas várias ilhas: (1) influência de sais marinhos, mediante o transporte por ação da chuva e do vento, ou através da mistura com a água do mar em furos e poços, e (2) dissolução de CO₂ no solo pelas águas infiltradas e hidrólise de minerais silicatados (Cruz & Amaral, 2004).

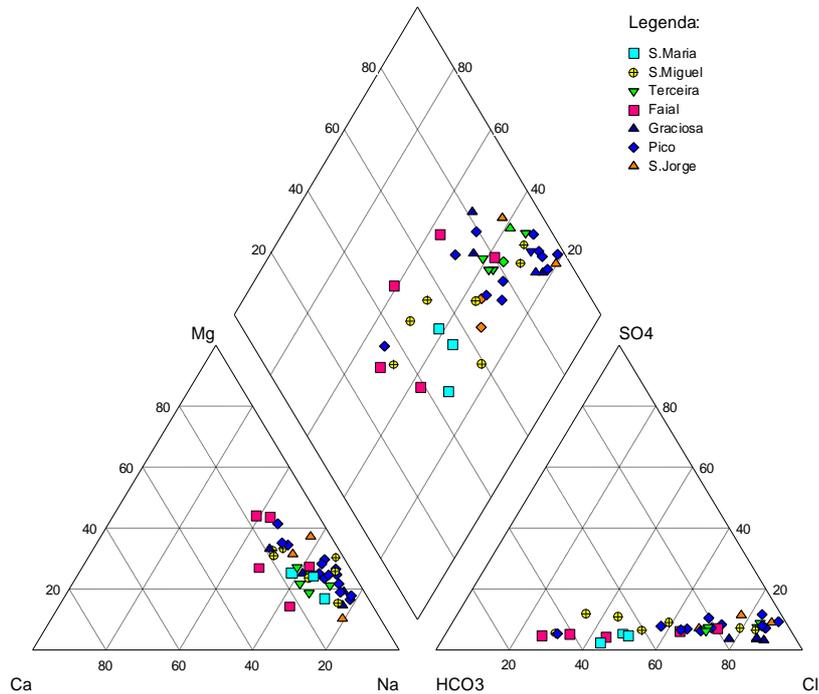
Um aspeto característico do quimismo das águas subterrâneas no arquipélago dos Açores reside no contraste entre águas sem influência vulcânica, nomeadamente aquelas que emergem em nascentes e as captadas em furos, fruto, essencialmente, da magnitude da influência de sais de origem marinha. Por um lado, as nascentes apresentam fácies cloretada sódica a bicarbonatada sódica, correspondendo a fluidos pouco mineralizados, com condutividade elétrica entre 36 e 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 2.3.18 e 2.3.19).

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



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.18 | Diagrama de Piper relativo à composição química da água captada em nascentes na RH9.



Fonte: Cruz (2004)

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

2.3.4.2 | Hidrogeologia

Na ilha das Flores foram delimitadas três massas de água, cujas características hidrogeológicas se sistematizam nos Quadros 2.3.4 e 2.3.5. A cartografia respeitante à respetiva delimitação encontra-se na Figura 2.3.20.

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

A distribuição dos pontos de água existentes na ilha, que totalizam 74 nascentes (0,53 nascentes/km²), encontra-se representada na Figura 2.3.21. A listagem respeitante aos pontos de água encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo 2.3.I). Relativamente à distribuição das nascentes, na massa de água Intermédio ocorrem 43, na massa Superior 24 e na massa de água Inferior apenas 7.

Quadro 2.3.4 | Síntese de caracterização da massa de água Superior

Área Aflorante	84,23km ²
Litologias Dominantes	Escoadas lávicas basálticas e havaíticas, intercaladas com níveis piroclásticos, por vezes soldados; cobertura por depósitos piroclásticos indiferenciados, cones de escórias e depósitos freatomagmáticos
Características Gerais	Correspondem a aquíferos de altitude, porosos a fissurados; admite-se a existência de conexão hidráulica aos sistemas aquíferos subjacentes, bem como a ocorrência de aquíferos descontínuos limitados inferiormente por níveis de permeabilidade muito reduzida
Produtividade	Mediana = 1,40L/s (caudal das nascentes no verão)
Fácies Química	Bicarbonatada sódica predomina; bicarbonatada sódica cálcica (1 amostra)

Fonte: Adaptado de Cruz, 2004

Quadro 2.3.5 | Síntese de caracterização da massa de água Intermédia

Área Aflorante	47,10km ²
Litologias Dominantes	Sequência de escoadas lávicas basálticas, havaíticas e mugearíticas, intercaladas com níveis piroclásticos
Características Gerais	Sistema constituído por aquíferos essencialmente fissurados, intercalados com níveis porosos; possibilidade de existência de aquíferos livres e semiconfinados descontínuos; apresenta características mistas de altitude e basal; admite-se a existência de conexão hidráulica aos sistemas aquíferos subjacentes
Produtividade	Mediana = 0,55L/s (caudal das nascentes no verão)
Fácies Química	Cloretada sódica predomina; bicarbonatada cloretada cálcica magnésiana (1 amostra); cloretada bicarbonatada sódica (1 amostra); cloretada sódica magnésiana (1 amostra); bicarbonatada magnésiana cálcica (1 amostra)

Fonte: Adaptado de Cruz, 2004

Quadro 2.3.6 | Síntese de caracterização da massa de água Inferior

Área Aflorante	9,20km ²
Litologias Dominantes	Depósitos piroclásticos (tufo e brechas) e escoadas lávicas basálticas e havaíticas, intercaladas com níveis piroclásticos; elevado grau de alteração e palagonitização.
Características Gerais	Sistema constituído por formações de permeabilidade muito reduzida que no entanto, localmente, podem apresentar aquíferos descontínuos; estes aquíferos podem ser de altitude e basais
Produtividade	$1,50 \times 10^{-2}$ – 0,34L/s (2 valores; caudal das nascentes no verão)
Fácies Química	Bicarbonatada sódica e bicarbonatada magnésiana sódica

Fonte: Adaptado de Cruz, 2004

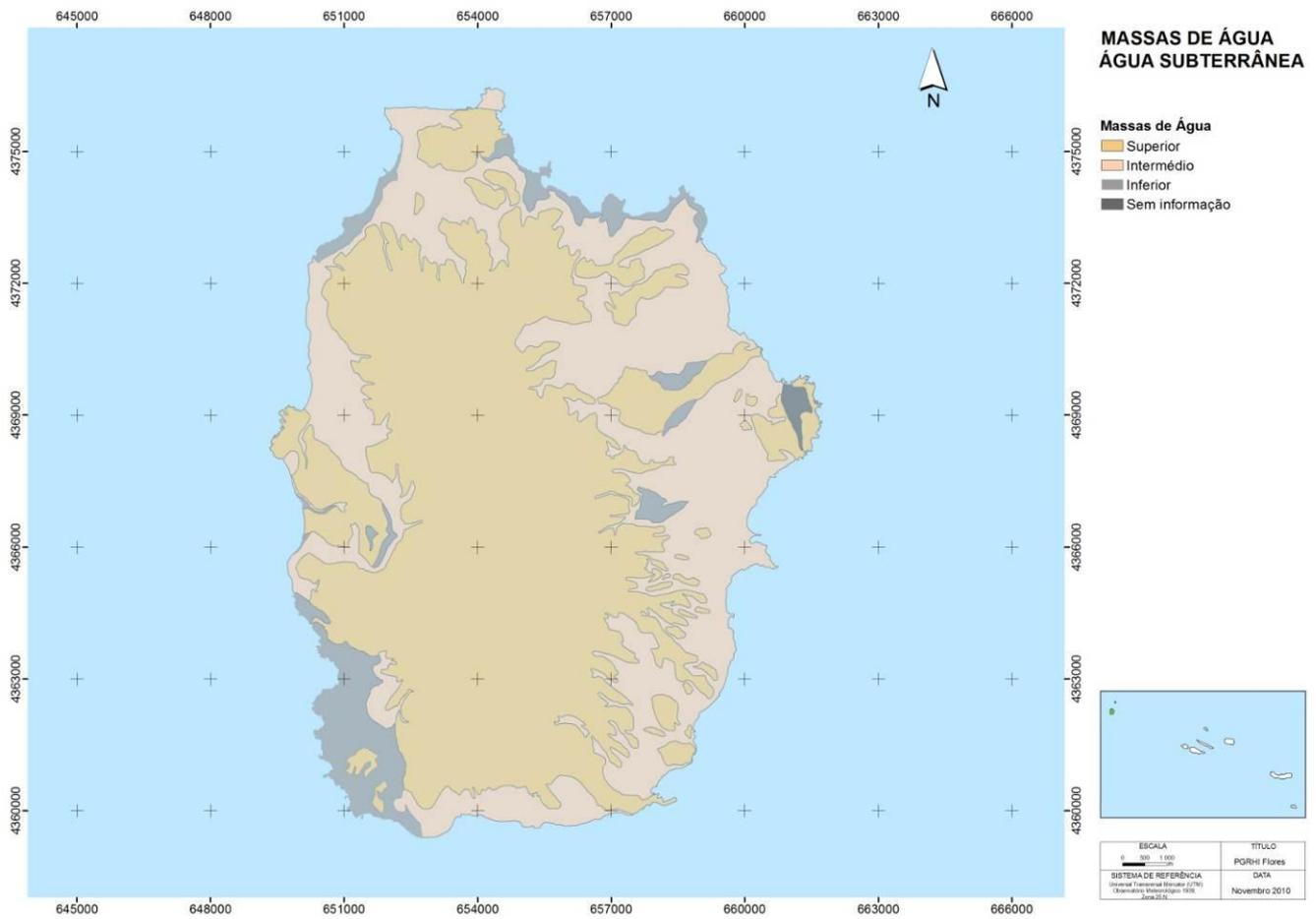


Figura 2.3.20 | Delimitação das massas de água na ilha das Flores.

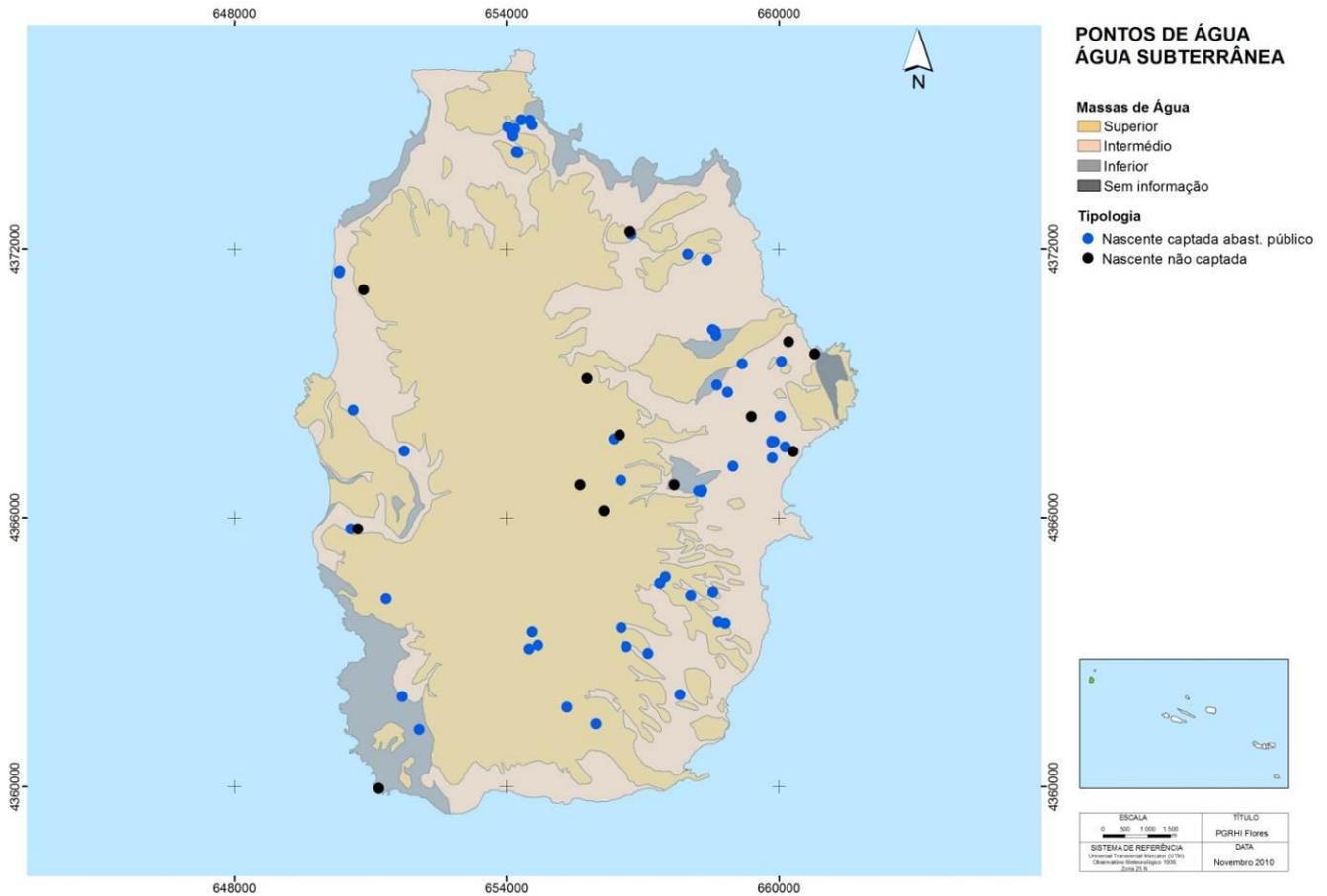


Figura 2.3.21 | Distribuição de pontos de água na ilha das Flores.

2.3.4.3 | Hidrogeoquímica

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

A projeção em diagrama de Piper dos resultados analíticos que é possível compilar permite evidenciar que a água subterrânea na ilha das Flores é predominantemente dos tipos bicarbonatada sódica e cloretada sódica, com algumas amostras com tendências sódica cálcica, cálcica magnésiana e sódica magnésiana (Figura 2.3.22).

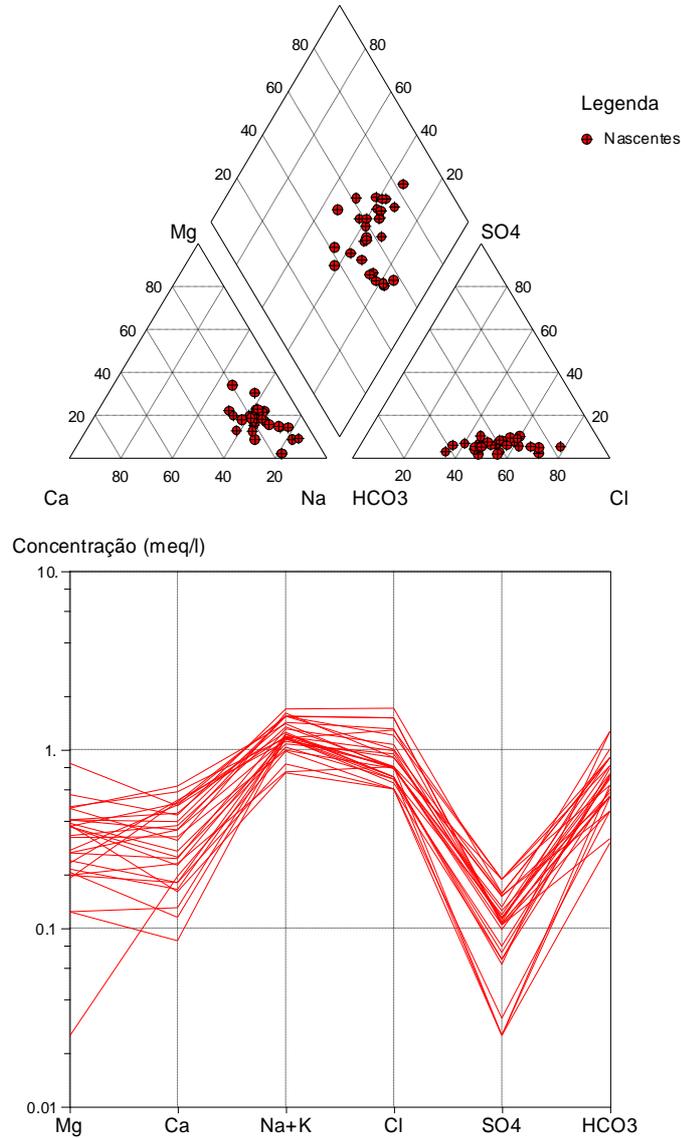
As amostras correspondem a águas ligeiramente ácidas a alcalinas, e com base na temperatura pode ser realizada uma clara separação entre as massas de água subterrâneas. Com efeito, nas massas Superior e Intermédia as águas são frias, com um valor máximo de 17,7°C, enquanto na massa Inferior ocorrem duas águas termais cujas temperaturas são respetivamente 24,8°C (nascente do Poio Moreno) e 53°C (nascente da Costa do Lajedo). A condutividade elétrica das águas emergentes varia entre 68 e 2100µS/cm.

O diagrama de Schoeller demonstra inequivocamente a semelhança da composição química das várias amostras recolhidas naquela ilha (Figura 2.3.22).

As águas emergentes da massa Superior correspondem a águas bicarbonatadas sódicas a bicarbonatadas sódicas cálcicas, pouco mineralizadas, em face das condutividades baixas, que variam entre 68 a 208 μ S/cm, e em que o catião predominante é o sódio, que apresenta um valor de mediana igual a 19,6mg/L o que é patente no diagrama de Schoeller respetivo, que demonstra inequivocamente a semelhança da composição química das várias amostras. O bicarbonato é o anião característico destas amostras, que varia entre 35 e 86,7mg/L.

Na massa de água Intermédia a fácies predominante é a cloretada sódica, com valores de condutividade das amostras semelhantes aos observados na unidade anterior: o valor máximo é 210 μ S/cm e o mínimo é igual a 81 μ S/cm, com uma mediana de 120 μ S/cm. O diagrama de Schoeller permite verificar que os resultados analíticos apontam para a ocorrência de águas semelhantes do ponto de vista composicional. O cloreto e o bicarbonato são os aniões predominantes, com valores de mediana respetivamente iguais a 24,5mg/L e 32mg/L. O catião mais significativo é o sódio, que varia entre 6.3 e 24,6mg/L, embora algumas amostras patenteiem uma tendência secundária cálcica e/ou magnésiana.

Em face da tipologia das emergências incluídas na massa de água Inferior, que compreendem duas águas termais, a hidroquímica desta unidade é diversa dos sistemas anteriores. A condutividade das amostras é superior, variando entre 1 255 μ S/cm na nascente do Poio Moreno, e 2 100 μ S/cm na nascente da Costa do Lajedo, refletindo mineralizações mais elevadas, em que o anião bicarbonato atinge valores respetivamente iguais a 804mg/L e 642,5mg/L, sugerindo, desde logo, uma contribuição profunda. A nascente do Poio Moreno corresponde a uma água bicarbonatada magnésiana sódica, enquanto a nascente da Costa do Lajedo apresenta uma fácies bicarbonatada sódica, o que no primeiro caso reflete o facto do catião predominante ser o magnésio e no segundo exemplo o sódio.



Fonte: Cruz, 2004

Figura 2.3.22 | Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes da ilha das Flores.

2.3.5 | Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas

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

No presente estudo, procedeu-se à validação da informação pré-existente no PRA, com recurso à realização de novas estimativas, como descrito no ponto 2.2. Desta forma, os valores de recarga apresentados resultam 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 1588hm³/ano (Cruz, 2001; DROTRH-INAG, 2001). Os valores variam entre um mínimo de 8,3hm³/ano, na ilha do Corvo, e um máximo de 582hm³/ano, observados na ilha do Pico, com uma mediana igual a 101,3hm³/ano (Quadro 2.3.7).

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 2.3.7 | 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 2.3.8 discriminam-se os valores respeitantes às disponibilidades de água subterrânea na ilha das Flores. Os recursos na ilha são no geral elevados, e o resultado mais significativo corresponde à massa de água designada por Superior, a que corresponde um valor de 80hm³/ano (Figura 2.3.23).

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 2.3.23).

Quadro 2.3.8 | Recursos hídricos subterrâneos na ilha das Flores

Massa de água	Precipitação (hm ³ /ano)	Disponibilidades (hm ³ /ano)	Taxa de Recarga (%)
Inferior	16,56	2,36	14,0
Intermédio	104,62	18,85	18,0
Superior	252,99	80,05	32,0

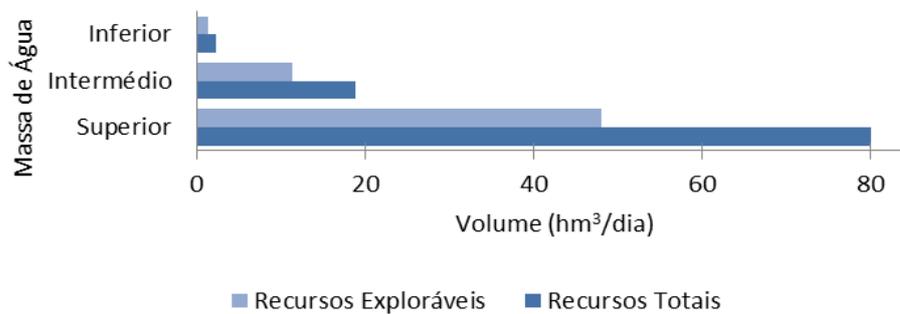


Figura 2.3.23 | Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha das Flores.

2.4 | Caracterização hidrográfica e hidrológica

2.4.1 | Rede hidrográfica

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

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

A geologia dos terrenos, ditando a sua suscetibilidade à erosão e controlando, em conjunto com os solos, a infiltração, exerce um papel fundamental na instalação e na manutenção da rede de drenagem. Os fatores geológicos que condicionam a drenagem podem ser agrupados em litológicos e estruturais. A litologia determina a maior ou menor

facilidade com que a rede de drenagem se estabelece e controla a sua importância através da permeabilidade. Rochas impermeáveis promovem grande escorrência superficial. Rochas facilmente erodíveis permitem o estabelecimento de redes de drenagem bem estruturadas e por vezes fortemente escavadas. As características estruturais das formações geológicas (topografia e a existência de descontinuidades litológicas e/ou falhas), influenciam decisivamente o curso seguido pelas linhas de água, o perfil e as perdas ou ganhos de caudal ao longo do seu leito.

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

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

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

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

No que concerne aos aspetos que caracterizam a drenagem superficial nas Flores, a Figura 2.4.1 representa as principais bacias hidrográficas da ilha. Em traços gerais, o sistema de escoamento assenta num elevado número de bacias hidrográficas, numa rede de linhas de água pouco evoluída e numa densidade de drenagem média a elevada (Azevedo, 1998). Estas características hidrográficas resultam da especificidade insular ao nível dos condicionantes do sistema de drenagem. Segundo este autor, os fatores hidrológicos de superfície são os seguintes: elevada disponibilidade hídrica, considerável armazenamento superficial, importante fração hídrica excedentária. Dos fatores geomorfológicos destacam-se a topografia com baixo grau de maturação e o desenvolvimento de uma extensa plataforma central rodeada em quase toda a bordadura por uma franja de declive acentuado ou escarpado. Os fatores de natureza geológica ou pedológica relacionam-se com a ocorrência de substratos que proporcionam uma fração de excedentes hídricos claramente superiores à capacidade de infiltração. A vegetação também desempenha um papel

crucial, sobretudo na zona central da ilha, onde existem extensas áreas cobertas por formações com elevada capacidade de armazenamento hídrico (turfeiras de *sphagnum*).

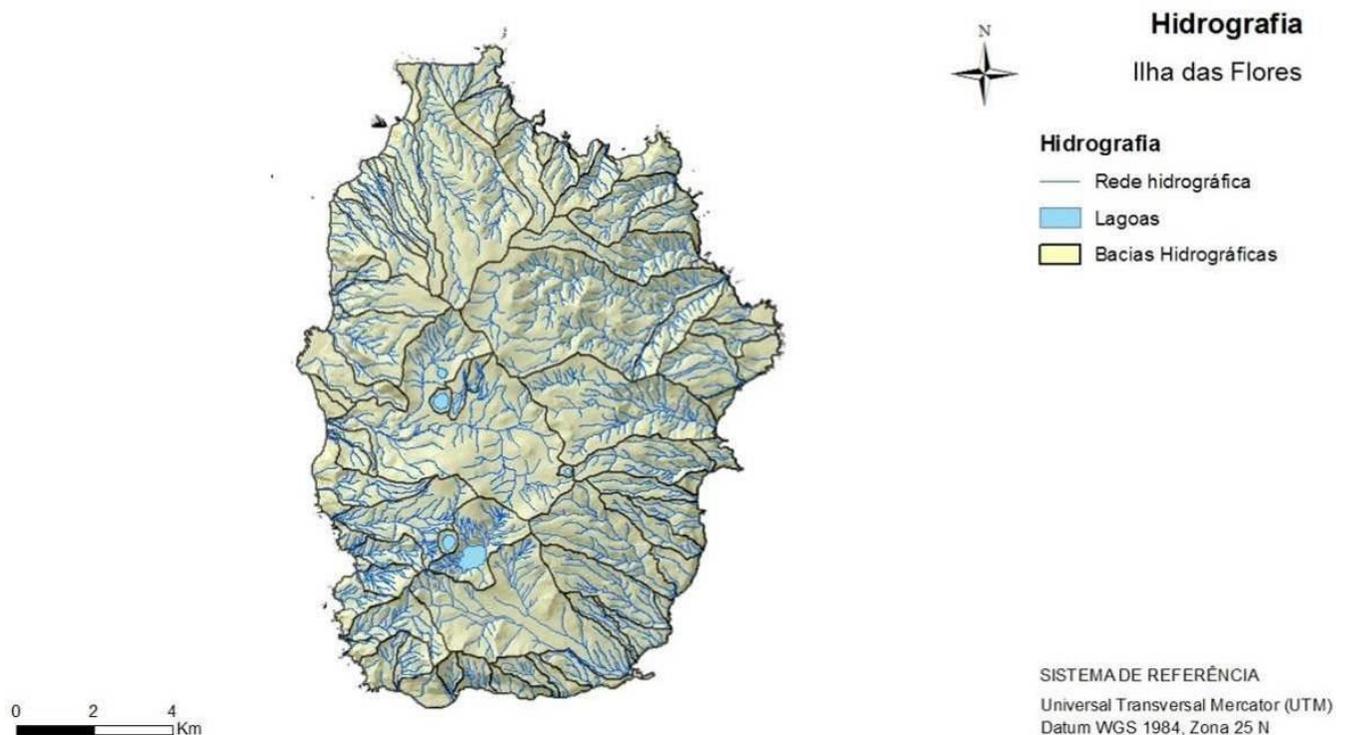


Figura 2.4.1 | Carta hidrográfica da ilha das Flores.

Como foi referido anteriormente, o número de bacias hidrográficas é muito elevado, cerca de 27 com área plana superior a 1km^2 . (Azevedo, 1998). Numa apreciação geral, apresentam formas estreitas e alongadas, com exceção da bacia hidrográfica da ribeira Grande, a maior da ilha das Flores, com uma área de 17km^2 , aproximadamente. Para além das linhas de água de maiores dimensões, existe um numeroso e extenso conjunto de linhas de água de pequena dimensão localizadas na periferia insular. Em termos hidromorfológicos, identificam-se três setores distintos: setor recuado (cabeceiras), que se implanta no Planalto Central, com declive suave a moderado; setor intermédio com declive acentuado, situado na periferia do Planalto Central; setor avançado, que ocupa os domínios marginais do Maciço Central ou a Orla Costeira.

O traçado da rede hidrográfica alterna entre o dendrítico e o paralelo, verificando-se que os principais cursos de água direcionam-se perpendicularmente à linha de costa, excetuando-se os troços iniciais das maiores ribeiras (Grande e Badanela). O grau de hierarquização é médio a baixo, embora possam atingir um número de ordem 5 nas ribeiras com maior ramificação de afluentes. Os perfis topográficos, longitudinal e transversal, da maioria das linhas de água confirmam a juventude da rede de drenagem. Apresentam uma considerável amplitude entre o troço inicial e terminal, enquanto que o perfil transversal evidencia importantes encaixes nos troços terminais das principais ribeiras que desaguam na Orla Costeira oriental.

Segundo Azevedo (1998), a extensão dos cursos de água das 27 bacias hidrográficas aproxima-se dos 280km, embora seja necessário considerar que 30% desse valor corresponde a apenas quatro ribeiras: Grande, da Badanela, da Cruz e do Moinho, com caudal permanente. Quanto à densidade de drenagem, identificam-se três setores distintos: zonas

aplanadas do Maciço Central e da Orla Costeira (Fajãs e plataformas da costa do Lagedo, de Santa cruz e de Ponta Delgada), com baixa densidade de drenagem; setor Noroeste e Sudeste da Orla periférica do Maciço Central, com média densidade de drenagem; e troços intermédios das maiores bacias hidrográficas, onde se registam densidades mais elevadas (Figura 2.4.2).

Estes valores traduzem não só as condições geomorfológicas e climáticas da ilha, como também a natureza do substrato pedológico, especialmente a permeabilidade e espessura dos depósitos, e as características da cobertura vegetal, onde os cobertos de *Sphagnum* desempenham de regulação hidrológicas, amortecendo capacidade erosiva da precipitação atmosférica, agente decisivo no traçado da rede de drenagem.

O escoamento superficial na ilha das Flores é constante e volumoso, gerando por vezes grandes enxurradas causadoras de estrados avultados. O escoamento do tipo torrencial está condicionado pela capacidade de retenção hídrica nas formações do Maciço Central, isto é, só ocorre transporte torrencial quando aquela capacidade é claramente ultrapassada. A perenidade do escoamento depende da continuada disponibilidade hídrica proveniente de diversas formas de precipitação, do surgimento de ressurgências nas bordaduras do Planalto Central atravessadas pelas linhas de água, da ocorrência de lagoas endorreicas implantadas nas cabeceiras das maiores ribeiras, que contribuem para os caudais com descargas laterais e de fundo (exurgências) e ainda da libertação contínua e gradual de água das turfeiras de altitude.

Resta apresentar uma nota para as importantes lagoas naturais das Flores, que ocupam, na quase globalidade, depressões originadas por vulcanismo hidromagmático (*maars*). Lagoa da Lomba (17m de profundidade máxima), lagoa Rasa (16m de profundidade máxima), lagoa Funda (22m de profundidade máxima), lagoa Comprida (17m de profundidade máxima) e lagoa Negra (108 m de profundidade máxima). A reserva hídrica armazenada nesta lagoas é estimada em 16,7hm³, assumindo um papel destacado na estabilidade do equilíbrio hidrológico da ilha, quer ao nível superficial como subterrâneo.

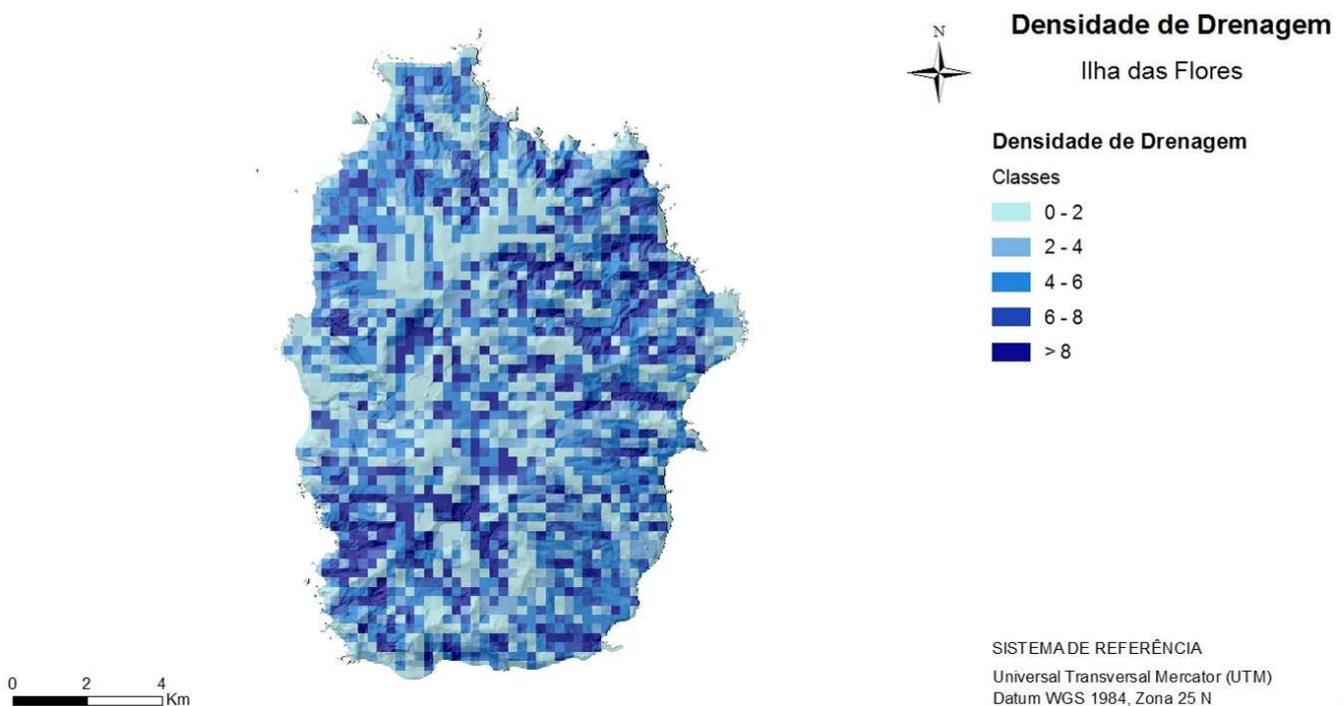


Figura 2.4.2 | Carta da densidade de drenagem da ilha das Flores.

2.4.2 | Balanço hídrico

Por razões relacionadas com a sua génese, as ilhas vulcânicas do Açores são, na sua generalidade, parcelas de pequena dimensão e com forte desenvolvimento em altitude pelo que a variação espacial das condições climáticas é mais acentuada e mais rápida do que em outras regiões mais aplanadas. De uma forma bem evidente verificam-se fortes incrementos da precipitação com a altitude. A característica heterogeneidade geológica das formações estruturantes, bem como os depósitos vulcânicos decorrentes de diferentes erupções, determinam um substrato de solos diferenciado que, associado à tectónica e à fisiografia das formações, condiciona, de uma forma muito fragmentada, o uso e a ocupação do território. A hidrologia de superfície caracteriza-se, assim, por se desenvolver em pequenas bacias de drenagem muito heterogéneas e em que prevalece o regime de escoamento torrencial. Os registos de hidrometria existentes, nomeadamente, a determinação dos escoamentos e da infiltração, estão associados às linhas de água de regime permanente, estando estas, frequentemente, associadas a descargas profundas de lagoas ou a aquíferos suspensos localizados. Deste modo torna-se difícil generalizar esta informação a grande parte do território.

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

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

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

Muito embora a generalidade da informação produzida tenha como base de resolução espacial a célula das matrizes numéricas (100x100m), para o efeito de conciliação de informação de diferente natureza optou-se por uma análise estatística à unidade Bacia Hidrográfica, para as variáveis: P - precipitação; E_{tr} - evapotranspiração real; Sav – superavit hídrico. No Quadro 2.4.1 são apresentados os valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha das Flores.

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

Código bacia	Nome bacia	Área (Km ²)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
FLB5	Rib. Funda	4,65	2 987,57	515,85	2 471,72
FLB12	Rib. dos Ilhéus	2,11	2 550,00	591,52	1 958,48
FLB13	Rib. do M. Gordo	1,69	2 991,38	444,94	2 546,44
FLB14	Rib. do Pomar	1,33	2 125,44	564,57	1 560,87
FLB15	Rib. do Mouco	1,33	3 263,98	476,05	2 787,93
FLB23	Rib. dos Alquevins	0,96	2 194,28	586,68	1 607,60
FLB31	Rib. dos Casteletes	0,59	2 986,34	515,24	2 471,10
FLA9	Bacias Agregadas	0,88	1 583,80	672,29	911,51
FLA18	Bacias Agregadas	0,32	1 498,87	670,81	828,06
FLA26	Bacias Agregadas	0,57	1 589,67	653,64	936,03
FLA34	Bacias Agregadas	0,10	2 516,49	648,83	1 867,66
FLE2	Bacias Endorreicas	0,31	4 440,61	428,35	4 012,26
FLB35	Bacias Agregadas	3,11	2 409,66	578,92	1 830,74
FLE1	Bacias Endorreicas	0,27	3 930,26	482,86	3 447,40
FLE4	Lagoa Comprida	0,49	4 460,61	473,64	3 986,97
FLA8	Bacias Agregadas	0,78	1 545,74	723,41	822,34
FLE6	Lagoa da Lomba	0,10	3 882,59	406,30	3 476,29
FLE3	Lagoa Rasa	0,26	3 444,39	464,52	2 979,87
FLB3	Rib. do Moinho	9,43	3 126,20	544,50	2 581,70
FLA10	Bacias Agregadas	0,78	1 313,72	836,97	476,75
FLA39	Bacias Agregadas	0,74	1 254,60	880,78	373,83
FLB19	Rib. da Fazenda	1,20	1 597,39	749,75	847,65
FLA36	Bacias Agregadas	0,42	1 604,89	766,14	838,76
FLA21	Bacias Agregadas	0,41	1 874,92	729,57	1 145,35
FLA40	Bacias Agregadas	0,35	1 776,73	773,50	1 003,23
FLB16	Rib. das Barrosas	1,39	2 221,82	581,74	1 640,08
FLB7	Rib. Funda	2,59	2 002,60	526,97	1 475,63
FLA37	Bacias Agregadas	1,34	1 587,07	614,11	972,96
FLB24	Bacias Agregadas	3,65	2 638,73	532,02	2 106,71
FLA1	Rib. do Cascalho	0,14	1 502,47	789,44	713,03
FLA17	Bacias Agregadas	1,01	1 328,54	781,82	546,72
FLB21	Rib. do Pomar	1,10	1 354,66	758,49	596,17
FLA23	Bacias Agregadas	0,87	1 237,15	824,85	412,30
FLB8	Ribeira dos Barqueiros	2,40	2 275,82	592,42	1 683,40
FLA24	Bacias Agregadas	0,38	1 308,39	716,95	591,45
FLB4	Bacias Agregadas	7,74	3 280,15	519,87	2 760,28
FLB8	Rib. do Moirato	2,87	2 275,82	592,42	1 683,40
FLA14	Bacias Agregadas	0,53	1 506,62	713,88	792,74
FLA25	Bacias Agregadas	0,27	1 675,75	729,29	946,46
FLB18	Rib. da Urzela	1,25	2 561,63	523,52	2 038,11
FLA42	Bacias Agregadas	0,06	1 268,39	762,17	506,22
FLB27	Nome Desconhecido	0,74	1 980,45	580,84	1 399,61
FLB2	Bacias Agregadas	9,99	2 389,00	603,60	1 785,40
FLA7	Bacias Agregadas	0,98	1 537,61	727,75	809,86

Código bacia	Nome bacia	Área (Km ²)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
FLB28	Ribeirinha	0,69	1 641,84	570,61	1 071,23
FLA19	Bacias Agregadas	0,66	1 380,87	612,64	768,23
FLA27	Bacias Agregadas	0,71	1 477,99	486,78	991,21
FLA15	Bacias Agregadas	0,86	1 370,59	632,92	737,66
FLA16	Bacias Agregadas	0,35	1 292,69	706,41	586,29
FLB9	Rib. do Campanário	2,18	1 546,17	583,61	962,56
FLB25	Rib. da Lapa	0,91	1 772,06	603,48	1 168,58
FLB20	Rib. do Fundão	1,09	2 194,49	570,28	1 624,21
FLA30	Bacias Agregadas	0,36	1 461,35	585,34	876,01
FLB33	Rib. do Mosteiro	3,59	2 581,26	467,48	2 113,77
FLA12	Bacias Agregadas	0,37	1 306,90	640,06	666,84
FLA41	Bacias Agregadas	2,18	1 770,99	556,66	1 214,33
FLB26	Nome Desconhecido	0,52	1 576,00	696,78	879,22
FLA11	Bacias Agregadas	0,50	1 899,15	778,33	1 120,82
FLB29	Nome desconhecido	0,28	1 645,43	715,04	930,39
FLB34	Rib. Grande	15,86	3 664,75	477,27	3 187,48
FLA4	Bacias Agregadas	2,17	1 904,55	695,84	1 208,71
FLB11	Rib. das Casas	3,25	2 406,29	504,48	1 901,81
FLA20	Bacias Agregadas	2,19	3 012,64	449,14	2 563,50
FLB17	Nome Desconhecido	0,10	1 756,62	780,38	976,25
FLB22	Grotão	0,56	2 545,75	478,55	2 067,20
FLA31	Bacias Agregadas	1,52	1 855,08	540,34	1 314,74
FLA32	Bacias Agregadas	0,24	1 803,40	671,40	1 132,00
FLA33	Bacias Agregadas	0,38	2 324,24	640,71	1 683,53
FLA5	Bacias Agregadas	1,32	2 370,41	625,45	1 744,96
FLA22	Bacias Agregadas	0,49	1 297,32	810,85	486,47
FLA13	Bacias Agregadas	1,20	1 586,62	650,78	935,84
FLB30	Rib. dos Fanais	0,64	2 922,96	479,83	2 443,13
FLA35	Bacias Agregadas	1,14	1 610,12	682,96	927,16
FLA2	Rib. da Fazenda/Vieira	0,20	1 646,58	753,35	893,23
FLB32	Nome Desconhecido	0,44	1 606,81	493,52	1 113,29
FLA28	Bacias Agregadas	1,01	1 342,19	712,89	629,30
FLA29	Bacias Agregadas	0,11	1 503,36	764,00	739,36
FLE5	Lagoa Funda das Lages	3,11	3 376,18	514,96	2 861,23
FLB10	Rib. da Fazenda	2,21	2 431,61	685,42	1 746,19
FLB1	Rib. Badanela	13,27	3 673,25	514,29	3 158,96
FLA3	Rib. do Lournal	0,88	1 512,12	590,82	921,30
FLA6	Bacias Agregadas	0,99	1 287,13	693,48	593,65

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 ($Ddmáx$) 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 das Flores.

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

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km ⁻¹)	Esc (hm ³ /ano)
FLB5	Rib. Funda	4,08	2,51
FLB12	Rib. dos Ilhéus	3,22	0,77
FLB13	Rib. do M. Gordo	4,42	1,00
FLB14	Rib. do Pomar	4,57	0,49
FLB15	Rib. do Mouco	3,53	0,73
FLB23	Rib. dos Alquevins	4,60	0,37
FLB31	Rib. dos Casteletes	6,39	0,45
FLA9	Bacias Agregadas	2,65	0,13
FLA18	Bacias Agregadas	0,00	0,02
FLA26	Bacias Agregadas	3,29	0,10
FLA34	Bacias Agregadas	0,00	0,01
FLE2	Bacias Endorreicas	6,35	0,38
FLB35	Bacias Agregadas	4,89	1,42
FLE1	Bacias Endorreicas	4,93	0,23
FLE4	Lagoa Comprida	5,80	0,56
FLA8	Bacias Agregadas	4,41	0,15
FLE6	Lagoa da Lomba	5,06	0,09
FLE3	Lagoa Rasa	4,54	0,18
FLB3	Rib. do Moinho	4,15	5,39
FLA10	Bacias Agregadas	5,10	0,10
FLA39	Bacias Agregadas	3,21	0,05
FLB19	Rib. da Fazenda	4,00	0,22
FLA36	Bacias Agregadas	2,32	0,05
FLA21	Bacias Agregadas	1,45	0,05
FLA40	Bacias Agregadas	2,55	0,06
FLB16	Rib. das Barrosas	4,41	0,53
FLB7	Rib. Funda	5,63	1,07
FLA37	Bacias Agregadas	4,13	0,29
FLB24	Bacias Agregadas	4,83	1,90
FLA1	Rib. do Cascalho	2,02	0,01
FLA17	Bacias Agregadas	2,99	0,10
FLB21	Rib. do Pomar	4,42	0,15
FLA23	Bacias Agregadas	1,66	0,04
FLB8	Ribeira dos Barqueiros	4,76	0,99
FLA24	Bacias Agregadas	1,23	0,02
FLB4	Bacias Agregadas	4,63	5,12
FLB8	Rib. do Moirato	4,76	1,19
FLA14	Bacias Agregadas	3,23	0,08
FLA25	Bacias Agregadas	1,66	0,03
FLB18	Rib. da Urzela	4,49	0,60
FLA42	Bacias Agregadas	0,00	0,00
FLB27	Nome Desconhecido	5,88	0,30
FLB2	Bacias Agregadas	4,32	4,06
FLA7	Bacias Agregadas	4,31	0,18

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km ⁻¹)	Esc (hm ³ /ano)
FLB28	Ribeirinha	5,25	0,20
FLA19	Bacias Agregadas	3,28	0,10
FLA27	Bacias Agregadas	5,21	0,18
FLA15	Bacias Agregadas	1,84	0,08
FLA16	Bacias Agregadas	2,32	0,03
FLB9	Rib. do Campanário	5,77	0,60
FLB25	Rib. da Lapa	8,92	0,43
FLB20	Rib. do Fundão	7,50	0,62
FLA30	Bacias Agregadas	5,15	0,08
FLB33	Rib. do Mosteiro	6,31	2,32
FLA12	Bacias Agregadas	1,28	0,03
FLA41	Bacias Agregadas	4,70	0,64
FLB26	Nome Desconhecido	3,59	0,09
FLA11	Bacias Agregadas	4,02	0,12
FLB29	Nome desconhecido	0,00	0,02
FLB34	Rib. Grande	4,38	11,65
FLA4	Bacias Agregadas	2,00	0,36
FLB11	Rib. das Casas	4,63	1,48
FLA20	Bacias Agregadas	3,75	1,15
FLB17	Nome Desconhecido	2,92	0,02
FLB22	Grotão	4,46	0,27
FLA31	Bacias Agregadas	3,46	0,39
FLA32	Bacias Agregadas	0,00	0,02
FLA33	Bacias Agregadas	7,19	0,22
FLA5	Bacias Agregadas	3,72	0,47
FLA22	Bacias Agregadas	0,00	0,01
FLA13	Bacias Agregadas	4,53	0,26
FLB30	Rib. dos Fanais	5,08	0,40
FLA35	Bacias Agregadas	2,57	0,17
FLA2	Rib. da Fazenda/Vieira	2,65	0,03
FLB32	Nome Desconhecido	4,64	0,12
FLA28	Bacias Agregadas	5,21	0,17
FLA29	Bacias Agregadas	2,38	0,01
FLE5	Lagoa Funda das Lages	6,95	2,94
FLB10	Rib. da Fazenda	18,01	2,93
FLB1	Rib. Badanela	4,80	10,34
FLA3	Rib. do Lournal	5,54	0,22
FLA6	Bacias Agregadas	3,45	0,11

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:

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

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 iniciais h_0 , considerando a intensidade média que resulta da precipitação total h (função de t), valor este considerado constante durante toda a chuvada. Ter-se-á assim que:

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

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

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

Para esse efeito foram utilizadas as curvas de possibilidade udométrica, que relacionam a intensidade de precipitação, i (em mm/h), com a duração da chuvada, t (em horas), através dos parâmetros a e b ($i = a tb$) a aplicar a cada período de retorno T . Expressões estas que foram determinadas no âmbito do PRA para os postos udométricos de Ponta Delgada e Santa Cruz. 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 das Flores de acordo com os respetivos postos udométricos, e para os diferentes períodos de retorno considerados

Período de retorno	a	b
Posto udométrico de Ponta Delgada		
T = 5 anos	36,331	-0,600

Período de retorno	a	b
Posto udométrico de Ponta Delgada		
T = 10 anos	43,742	-0,600
T = 25 anos	53,011	-0,599
T = 50 anos	59,812	-0,599
T = 100 anos	66,725	-0,599
Posto udométrico de Santa Cruz		
T = 5 anos	29,326	-0,600
T = 10 anos	35,046	-0,600
T = 25 anos	42,214	-0,599
T = 50 anos	47,473	-0,599
T = 100 anos	52,821	-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 das Flores, esta traduz-se pela seguinte expressão:

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

em que:

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

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

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 das Flores

Código bacia	Nome bacia	Qp (m ³ /s)				
		T = 5 anos	T = 10 anos	T = 25 anos	T = 50 anos	T = 100 anos
FLB12	Rib. dos Ilhéus	7,9	11,0	15,4	18,8	22,5
FLB13	Rib. do M. Gordo	6,0	8,4	11,6	14,2	16,9
FLB23	Rib. dos Alquevins	4,3	6,1	8,6	10,7	12,9
FLB31	Rib. dos Casteletes	2,2	3,1	4,3	5,2	6,3
FLB3	Rib. do Moinho	28,6	39,1	53,5	64,6	76,4
FLB19	Rib. da Fazenda	4,8	6,8	9,6	11,8	14,2
FLB16	Rib. das Barrosas	5,7	8,1	11,4	14,1	16,9
FLB29	Nome desconhecido	1,2	1,6	2,3	2,8	3,4

Código bacia	Nome bacia	Qp (m ³ /s)				
		T = 5 anos	T = 10 anos	T = 25 anos	T = 50 anos	T = 100 anos
FLB11	Rib. das Casas	12,4	17,3	24,1	29,6	35,4
FLA20	Bacias Agregadas	8,3	11,7	16,3	20,0	23,9
FLB17	Nome Desconhecido	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
FLB22	Grotão	2,4	3,3	4,7	5,8	7,0
FLB30	Rib. dos Fanais	2,5	3,6	5,0	6,1	7,4
FLB5	Rib. Funda	10,7	14,9	20,7	25,2	30,1
FLB14	Rib. do Pomar	3,3	4,6	6,5	8,0	9,6
FLB15	Rib. do Mouco	3,1	4,3	5,9	7,2	8,6
FLB35	Bacias Agregadas	7,3	10,1	14,1	17,2	20,5
FLE6	Lagoa da Lomba	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
FLB7	Rib. Funda	6,5	9,0	12,7	15,5	18,7
FLB24	Bacias Agregadas	8,2	11,3	15,6	19,0	22,6
FLB21	Rib. do Pomar	2,7	3,8	5,3	6,5	7,8
FLB8	Rib. dos Barqueiros	6,0	8,4	11,7	14,4	17,2
FLB4	Bacias Agregadas	16,8	23,1	31,9	38,8	46,2
FLB8	Rib. do Moirato	6,7	9,3	12,9	15,8	18,8
FLB18	Rib. da Urzela	3,1	4,3	6,1	7,5	9,0
FLB27	Nome Desconhecido	1,7	2,4	3,3	4,1	4,9
FLB2	Bacias Agregadas	20,5	28,1	38,6	46,8	55,5
FLB28	Ribeirinha	1,9	2,7	3,8	4,7	5,6
FLB9	Rib. do Campanário	5,3	7,4	10,4	12,7	15,3
FLB25	Rib. da Lapa	2,7	3,8	5,5	6,9	8,3
FLB20	Rib. do Fundão	3,1	4,4	6,2	7,7	9,4
FLB33	Rib. do Mosteiro	8,0	11,0	15,3	18,6	22,2
FLB26	Nome Desconhecido	1,5	2,2	3,1	3,8	4,7
FLB34	Rib. Grande	30,6	41,7	56,9	68,7	81,3
FLB32	Nome Desconhecido	1,4	2,1	3,0	3,8	4,7
FLE5	Lagoa Funda das Lages	6,6	9,0	12,4	15,1	17,9
FLB10	Rib. da Fazenda	5,3	7,4	10,3	12,6	15,1
FLB1	Bacias Agregadas	26,4	36,0	49,2	59,6	70,5

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 das Flores

Período de retorno	Expressão
T = 5 anos	$q = 2,8957 A^{-0,081}$
T = 10 anos	$q = 4,0522 A^{-0,088}$
T = 25 anos	$q = 5,6777 A^{-0,093}$
T = 50 anos	$q = 6,9679 A^{-0,097}$
T = 100 anos	$q = 8,3545 A^{-0,100}$

Nota: q – caudal de ponta específico de cheia (m³.s⁻¹.km²); A – área da bacia hidrográfica (km²)

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 das Flores, com 3 995 habitantes em 2001, representa 1,65% da população residente na RAA.

Atualmente as estimativas do Instituto Nacional de Estatística (INE) referem um aumento da população residente na ilha das Flores (Quadro 2.5.1), contando com 4 144 habitantes (valores referentes às estimativas da população para o ano de 2009)⁸. Verifica-se ainda a predominância de uma linha de tendência ascendente no período temporal de 1999-2009 para a população residente na ilha das Flores.

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

Local de residência	Estimativas da população residente (n.º) por Local de residência; Anual										
	Período de referência dos dados										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
RAA	237 210	237 028	237 575	238 767	240 024	241 206	242 241	243 018	244 006	244 780	245 374
Ilha das Flores	3 925	3 903	3 904	3 949	3 967	3 991	4 023	4 059	4 099	4 117	4 144
Concelho de Santa Cruz das Flores	1 480	1 472	1 468	1 482	1 492	1 491	1 499	1 513	1 529	1 534	1 535
Concelho das Lajes das Flores	2 445	2 431	2 436	2 467	2 475	2 500	2 524	2 546	2 570	2 583	2 609

Fonte: INE

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

A RAA apresenta uma densidade populacional de 106 habitantes por Km² (estimativas apresentadas para o ano 2009) enquanto se estima que Portugal tem uma densidade de 115 habitantes por Km². Estima-se ainda, que a ilha das Flores apresentava em 2009 uma densidade populacional de 29 habitantes por Km². Considerando o período em análise (2001/2009), verifica-se que a densidade populacional tem vindo a aumentar em Portugal e na RAA, enquanto que na ilha das Flores não se verificam variações significativas (Quadro 2.5.2).

Quadro 2.5.2 | Densidade Populacional

Indicador	Ano	Portugal	RAA	Ilha das Flores
Área km ²	2001	92 141,5	2 321,9	140,9
População Residente	Censos 2001	10 355 824	241 763	3 995
	Estimativas 2009	10 637 713	245 374	4 144
Densidade Populacional (hab/km ²)	2001	112	104	28
	2009	115	106	29

Fonte: dados do INE com cálculos próprios

Analisando a distribuição da população residente (%) constata-se que os grupos etários mais jovens diminuem a sua percentagem no total da população residente, com um aumento da população com 25-64 anos e 65 e mais anos (Quadro 2.5.3).

Quadro 2.5.3 | Estimativas da População residente (%) por Local de residência e Grupo etário

Grupo etário	Concelho das Lajes das Flores		Concelho de Santa Cruz das Flores		Ilha das Flores	
	% População Residente - Ano 1999	% População Residente - Ano 2009	% População Residente - Ano 1999	% População Residente - Ano 2009	% População Residente - Ano 1999	% População Residente - Ano 2009
0 - 14 anos	5,83	5,00	11,29	8,83	17,12	13,83
15 - 24 anos	5,20	4,61	10,19	8,83	15,39	13,44
25 - 64 anos	20,05	19,98	30,32	34,53	50,37	54,51
65 e mais anos	6,62	7,46	10,50	10,76	17,12	18,22
Total	37,71	37,04	62,29	62,96

Fonte: INE

A análise dos dados disponibilizados pelo INE permite aferir que não existem diferenças significativas na distribuição da população por género. Contudo existem diferenças significativas no que refere à taxa de variação da população residente por concelho e por género. No concelho das Lajes das Flores verifica-se uma variação negativa da população residente feminina superior à da população masculina (a população feminina com 0-14 anos teve uma variação negativa de 19% e o grupo etário com 15-24 anos teve uma variação de -10%, enquanto que a população masculina dos 0-14 anos se mantém com os mesmos valores e o grupo dos 15-24 anos decresceu 3%). No grupo etário com 65 e mais anos na concelho das Lajes das Flores verifica-se uma variação de 30%, enquanto que a população feminina (no mesmo concelho) apenas aumenta 11% (Quadro 2.5.4).

No concelho de Santa Cruz das Flores verifica-se a situação inversa no que refere à diminuição da população jovem, sendo que neste concelho as variações negativas no grupo etário dos 0-14 anos são superiores no sexo masculino (com -20%), enquanto que nos grupos etários entre os 15-24 anos e os 65 e mais anos a variação é semelhante entre os sexos (para este concelho).

Quadro 2.5.4 | Estimativas da População residente (N.º) e taxa de variação da população residente por grupo etário e género

Sexo	Grupo etário	Concelho das Lajes das Flores			Concelho de Santa Cruz das Flores		
		População Residente (N.º), 1999	População Residente (N.º), 2009	Varição da População Residente (%) 1999/2009	População Residente (N.º), 1999	População Residente (N.º), 2009	Varição da População Residente (%) 1999/2009
Homens	0 - 14 anos	115	115	0	221	177	-20
	15 - 24 anos	104	101	-3	208	178	-14
	25 - 64 anos	416	426	2	602	736	22
	65 e mais anos	104	136	31	183	197	8
Mulheres	0 - 14 anos	114	92	-19	222	189	-15
	15 - 24 anos	100	90	-10	192	188	-2
	25 - 64 anos	371	402	8	588	695	18
	65 e mais anos	156	173	11	229	249	9

Fonte: dados do INE com cálculos próprios

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

Para os ocupantes temporários de cada concelho, identificou-se o número de fogos de residência secundária e com ocupante ausente (INE, 2001). Posteriormente calculou-se a população ocupando os fogos anteriormente referidos, com base na dimensão média do agregado familiar⁹ (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.

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).

Neste sentido em 2001 a ilha das Flores tinha 115 ocupantes temporários, enquanto que no ano 2009, segundo a metodologia aplicada tem 121 ocupantes temporários, contrariamente o número de turistas permanece constante nos anos em análise, sendo que a população flutuante para o ano 2001 são 182 habitantes equivalentes e no ano de 2009 estima-se que existam 188 habitantes equivalentes (Quadro 2.5.5).

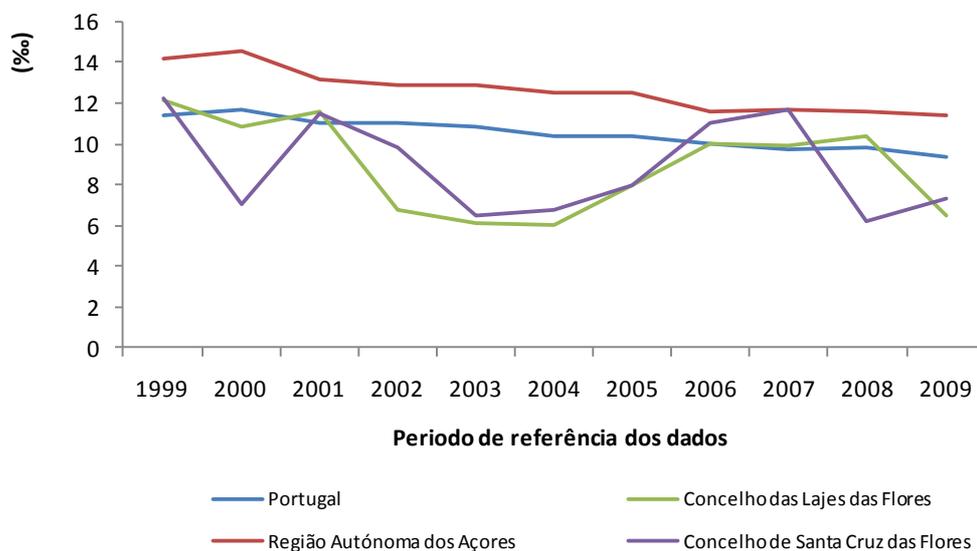
Quadro 2.5.5 | Turistas, ocupantes temporários e população flutuante

Indicador	Ano	Ilha das Flores
Ocupantes temporários (total de habitantes equivalentes)	2001	115
	2009	121
Turistas (total de habitantes equivalentes)	2001	68
	2009	68
População Flutuante	2001	182
	2009	188

Fonte: dados do INE com cálculos próprios

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

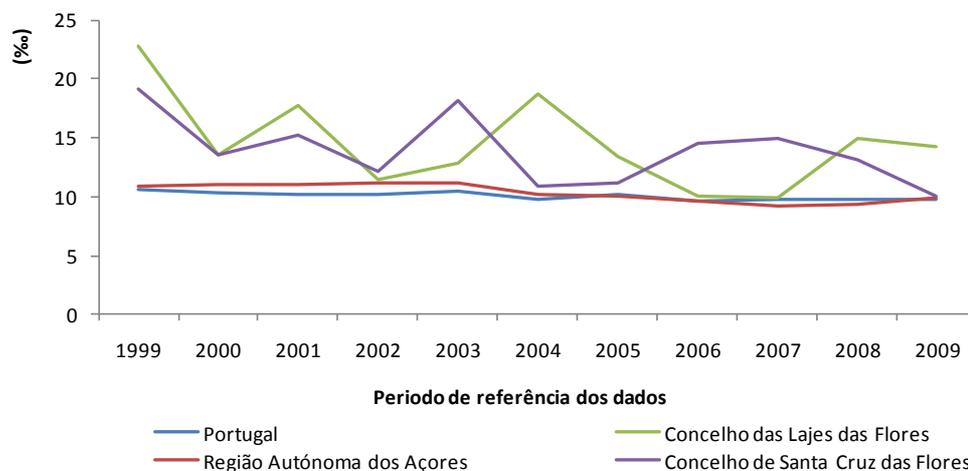
Nos concelhos da ilha das Flores a taxa de natalidade é bastante irregular e não segue a tendência da RAA. No ano de 2009 o concelho das Lajes das Flores apresentava uma taxa de natalidade de 6,5‰ e o concelho de Santa Cruz das Flores apresentava uma taxa de natalidade de 7,3‰. Para o período em análise, os concelhos da ilha das Flores apresentam uma taxa média de natalidade de 9‰.



Fonte: INE

Figura 2.5.1 | Taxa de Natalidade.

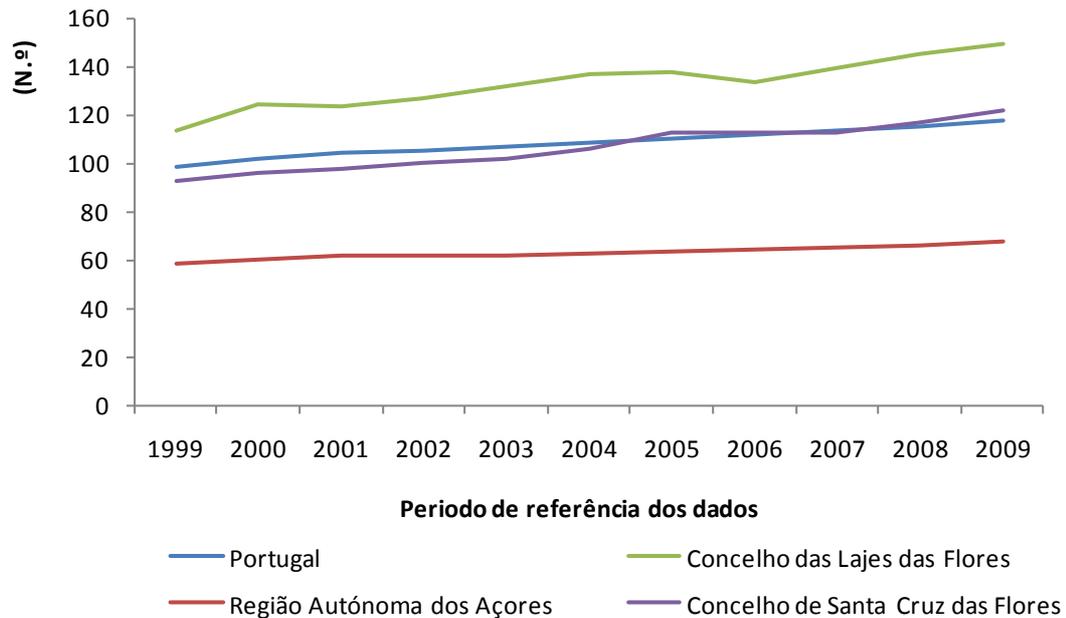
Contrariamente à taxa de natalidade, a taxa de mortalidade apresenta-se irregular e com valores acima da tendência Nacional e Regional. A média da taxa de mortalidade para o período de 1999 a 2009, nos concelhos da ilha das Flores é relativamente superior à média dos valores para o País e para a R.A. Açores. Contudo no ano de 2009 o concelho de Santa Cruz das Flores apresentava uma taxa de mortalidade de 10‰, enquanto que o concelho das Lajes das Flores apresentava uma taxa de mortalidade de 14,3‰ (Figura 2.5.2).



Fonte: INE

Figura 2.5.2 | Taxa de Mortalidade.

No que refere ao índice de envelhecimento, a ilha das Flores segue a tendência Nacional, mas é bastante superior aos valores registados para a Região, contudo o índice de envelhecimento é superior no concelho das Lajes das Flores. No ano de 2009 o concelho das Lajes das Flores apresentava 149 residentes com 65 ou mais anos por 100 residentes com menos de 15 anos, o concelho de Santa Cruz das Flores apresentava 122 residentes com 65 ou mais anos por 100 residentes com menos de 15 anos, enquanto que para a RAA a relação era de 67,6 residentes com 65 ou mais anos por 100 residentes com menos de 15 anos (Figura 2.5.3).



Fonte: INE

Figura 2.5.3 | Índice de envelhecimento.

A taxa de crescimento natural durante todo o período em análise apresenta valores negativos e inferiores aos valores do País e da Região. No ano de 2009 o concelho das Lajes das Flores apresentava uma taxa de crescimento natural de -0,8% e concelho de Santa Cruz das Flores apresentava uma taxa de -0,3% (Quadro 2.5.6).

Quadro 2.5.6 | Taxa de crescimento natural

Local de residência	Taxa de crescimento natural (%) por Local de residência; Anual										
	Período de referência dos dados										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Portugal	0,08	0,14	0,07	0,08	0,04	0,07	0,02	0,03	-0,01	0	-0,05
RAA	0,33	0,36	0,22	0,17	0,19	0,23	0,24	0,19	0,25	0,23	0,14
Concelho das Lajes das Flores	-1,07	-0,27	-0,61	-0,47	-0,67	-1,27	-0,54	0	0	-0,46	-0,78
Concelho de Santa Cruz das Flores	-0,69	-0,66	-0,37	-0,24	-1,17	-0,4	-0,32	-0,36	-0,31	-0,7	-0,27

Fonte: INE

A taxa de crescimento migratório é positiva desde 2001 a 2009, compensando desta forma uma taxa de crescimento natural negativa e irregular e contribuindo para que a ilha das Flores tenha um crescimento efetivo positivo no que refere ao período de 2002 a 2009 (Quadro 2.5.7 e 2.5.8).

A taxa de crescimento efetivo revela ainda que Portugal se encontra numa fase de diminuição do ritmo de crescimento populacional. Apesar do decréscimo da taxa de crescimento populacional a partir do ano 2003, ser notório em Portugal e na RAA, os concelhos da ilha das Flores não seguem esta tendência, registando valores crescentes de 2003/2004 até 2006/2007. Este valor volta a aumentar no ano de 2009 para o concelho de Santa Cruz das Flores enquanto o concelho das Lajes segue a linha de tendência de Portugal e da RAA.

Quadro 2.5.7 | Taxa de crescimento migratório

Local de residência	Taxa de crescimento migratório (%) por Local de residência; Anual										
	Período de referência dos dados										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Portugal	0,37	0,46	0,63	0,68	0,61	0,45	0,36	0,25	0,18	0,09	0,14
RAA	-0,37	-0,44	0,01	0,33	0,34	0,26	0,22	0,13	0,16	0,09	0,1
Ilha das Flores	-0,18	-0,095	0,46	1,465	1,42	1,31	1,17	1,075	1,15	0,99	1,06
Concelho das Lajes das Flores	-0,4	-0,27	0,34	1,42	1,34	1,21	1,07	0,93	1,05	0,78	0,85
Concelho de Santa Cruz das Flores	0,04	0,08	0,58	1,51	1,5	1,41	1,27	1,22	1,25	1,2	1,27

Fonte: INE

Quadro 2.5.8 | 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 das Flores	-1,07	-0,56	-0,03	1,11	0,50	0,47	0,75	0,90	1,00	0,42	0,54
Concelho das Lajes das Flores	-1,48	-0,54	-0,27	0,95	0,67	-0,07	0,54	0,93	1,05	0,33	0,07
Concelho de Santa Cruz das Flores	-0,65	-0,57	0,21	1,26	0,32	1,01	0,96	0,87	0,94	0,5	1

Fonte: INE

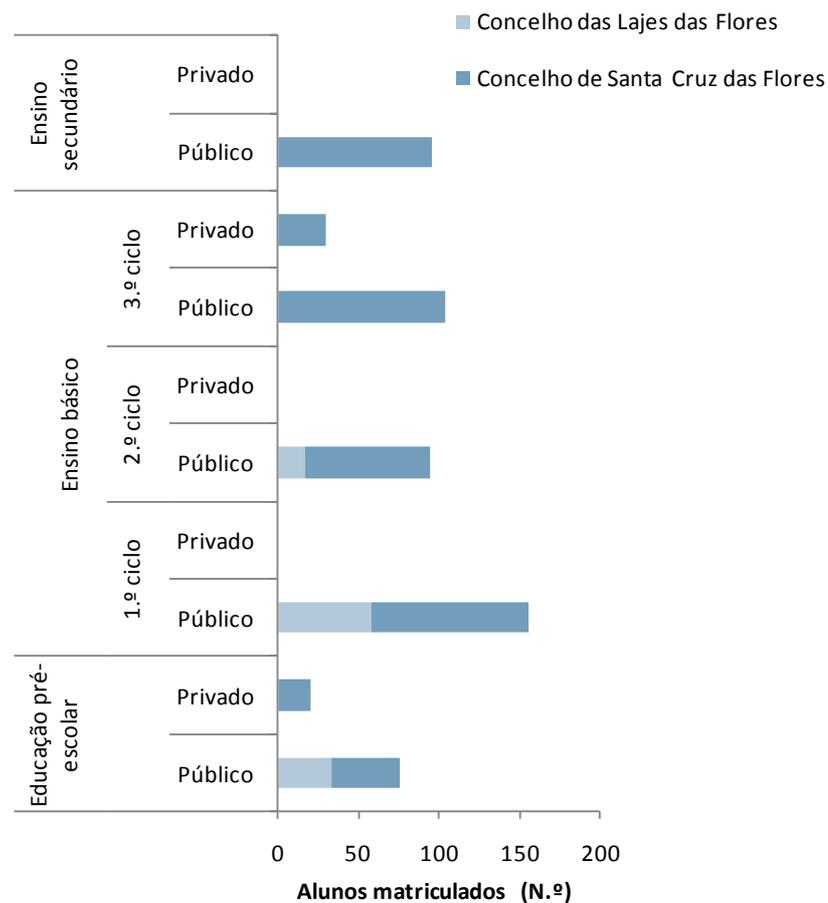
No que refere aos estabelecimentos de educação/ensino, a ilha das Flores dispõe de quatro estabelecimentos de educação pré-escolar, sete estabelecimentos de ensino básico e um estabelecimento de ensino secundário, sendo que do total de 12 estabelecimento de ensino, em que 16,67% têm uma natureza institucional privada (Quadro 2.5.9).

No ano letivo de 2008/2009 encontravam-se matriculados 97 alunos na educação pré-escolar, 384 alunos estavam matriculados no ensino básico e 96 alunos estavam matriculados no ensino secundário (sendo que o ensino secundário é apenas ministrado no concelho de Santa Cruz das Flores. No total encontravam matriculados em estabelecimentos de ensino 577 alunos, dos quais 51 alunos frequentavam o ensino privado (Figura 2.5.4).

Quadro 2.5.9 | 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	
	Público	Privado	1.º ciclo		2.º ciclo		3.º ciclo		Público	Privado
			Público	Privado	Público	Privado	Público	Privado		
Ilha das Flores	76	21	156	0	94	0	104	30	96	0
Concelho de Lajes das Flores	33	0	58	0	17	0	0	0	0	0
Concelho de Santa Cruz das Flores	43	21	98	0	77	0	104	30	96	0

Fonte: INE



Fonte: INE

Figura 2.5.4 | Número de Alunos matriculados segundo o nível de ensino ministrado e a natureza institucional do estabelecimento, 2008/2009.

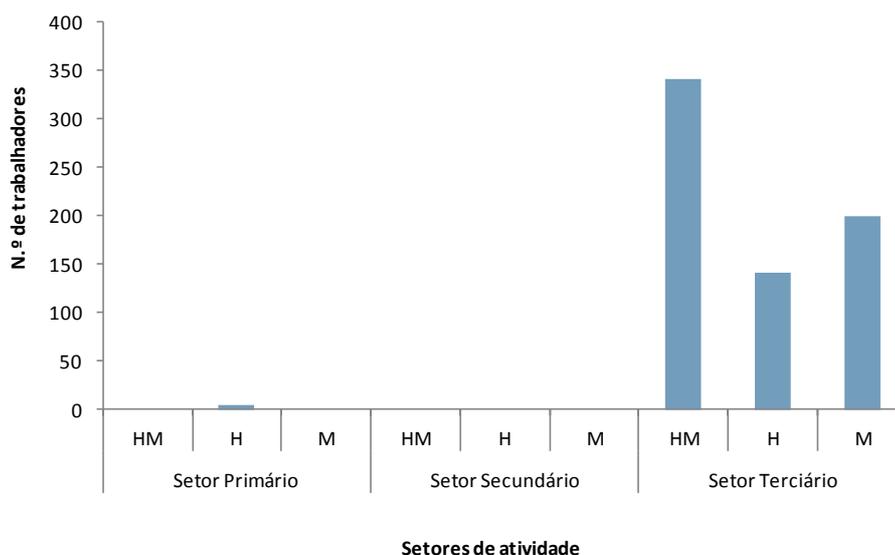
No que refere aos instrumentos e equipamentos de proteção social na saúde e na doença, a ilha das Flores dispõe de um centro de saúde com internamento e capacidade para 19 camas, que se localiza no concelho de Santa Cruz das Flores. No concelho de Santa Cruz das Flores existem ainda uma farmácia e dois postos farmacêuticos móveis (INE, 2008) (Quadro 2.5.10).

Quadro 2.5.10 | Farmácias e postos farmacêuticos (n.º) por localização geográfica

Unidade geográfica	Total	Farmácias	Postos farmacêuticos móveis
RAA	68	47	21
Ilha das Flores	3	1	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 das Flores tinha 497 trabalhadores por conta de outrem. O setor de atividade com maior expressão na ilha é o Terciário absorvendo cerca de 69% dos trabalhadores por conta de outrem. Por fim, a expressão territorial do setor primário fica reduzida a 5 trabalhadores (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 percentagem dos patrões (7,5%) na ilha das Flores está bastante acima da média regional (3,5%), 46,5% do total dos seus trabalhadores têm menos de 35 anos de idade e 27,5% têm apenas como nível de instrução o 1º ciclo do ensino básico. Também nesta ilha a antiguidade na empresa é baixa porque 59,8% dos trabalhadores estão na empresa há menos de 5 anos, enquanto que os que permanecem na mesma empresa há mais de 20 anos representam apenas 8,6% (Observatório do Emprego e Formação Profissional, 2010). Na distribuição por níveis de qualificação, verificamos que os quadros superiores têm um peso relativo de 9,6% e o nível com maior percentagem é dos Profissionais semiquualificados (26,8%). Cerca de 21,4% do número de trabalhadores por conta de outrem encontra-se no grupo do pessoal dos serviços e vendedores logo seguido do dos trabalhadores não qualificados com 20,8% (Quadro 2.5.11).

Quadro 2.5.11 | 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	779	58	5	711	5
A. Agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca	41	10	1	30	
01/02 Agricultura, produção animal, caça e silvicultura	6	1		5	
03 Pesca e aquicultura	35	9	1	25	
B. Indústrias extrativas					
C. Indústrias transformadoras	43	4		39	
D. Eletricidade, gás, vapor, água quente e fria, ar frio	17			17	
E. Distribuição de água, saneamento e resíduos					
F. Construção	218	10		208	
G. Comércio, reparação de veículos automóveis	135	15	3	114	3
H. Transportes e armazenagem	62	5		55	2
I. Alojamento, restauração e similares	59	11	1	47	
J. Atividades de informação e comunicação	7			7	
K. Atividades financeiras e de seguros	15			15	
L. Atividades imobiliárias					
M. Atividades de consultoria, científicas e técnicas	5	1		4	
N. Atividades administrativas e serviços de apoio	19			19	
O. Adm. Pública, defesa, segurança social obrigatória	50			50	
P. Educação	29			29	
Q. Atividades de saúde humana e apoio social	65			65	
R. Atividades artísticas, desportivas e recreativas	1			1	
S. Outras atividades de serviços	13	2		11	
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 das Flores representava 0,2% da população ativa da RAA. A análise do quadro 2.5.12 permite ainda aferir que a maioria da população ativa se concentra na faixa etária dos 15-24 anos e 25-64 anos, considerando-se que é uma população jovem.

Quadro 2.5.12 | 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 das Flores	83	93	12
Concelho das Lajes das Flores	40	45	7
Concelho de Santa Cruz das Flores	44	47	8

Fonte: INE

2.5.2 | Características setoriais e territoriais das atividades económicas

2.5.2.1 | Agropecuária

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

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

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

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

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

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

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

A utilização das terras na RAA é dominada pelas pastagens permanentes, tendo-se verificado no período intercensitário (1989-1999) uma diminuição da superfície das explorações agrícolas dedicadas às culturas permanentes, terras aráveis e superfície florestal e um aumento da área das pastagens permanentes (Secretaria Regional da Agricultura e Floresta, 2007).

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

No que refere ao número de explorações com Superfície Agrícola Utilizável (SAU), o Continente representa 92% do total de explorações nesta condição, com uma área de 3 736 165 hectares (correspondendo a 97% da área total das

explorações com SAU do País), enquanto que a Região dos Açores apenas representa 4,7% do total de explorações nesta condição, com uma área que corresponde a 3% da área total das explorações com SAU do País (Quadro 2.5.13).

De acordo com o RGA 99, a ilha das Flores detém 3% do número de explorações da RAA, que ocupam uma área de 12 370 hectares (8,8% da área total da RAA). No entanto só 65% desta área tem superfície agrícola utilizada.

Quadro 2.5.13 | 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 das Flores	607	12 370	607	8 004
Concelho das Lajes das Flores	305	3 081	305	2 567
Concelho de Santa Cruz das Flores	302	9 289	302	5 437

Fonte: INE, Recenseamento Geral da Agricultura, 1999 – R.A. dos Açores

Na ilha das Flores existem 282 explorações que se dedicam ao cultivo de citrinos e ocupam uma extensão de 22 hectares, seguindo-se o cultivo de frutos sub-tropicais com 124 explorações e uma área de 5 hectares. Refere-se ainda que o número de explorações com cultivo de citrinos na ilha das Flores representa 9,7% do total de explorações que cultivam citrinos na RAA. As explorações que cultivam frutos frescos representam 6% do total de explorações que cultivam esta tipologia de cultura na RAA, o número de explorações que cultivam citrinos representam 4% do número de explorações totais que cultivam citrinos na Região (Quadro 2.5.14).

Quadro 2.5.14 | Culturas permanentes

Unidade Geográfica	Unidades	Culturas permanentes	Frutos frescos	Citrinos	Frutos sub-tropicais	Frutos secos	Olival	Vinha	Viveiros	Chá	Vime	Outras culturas permanentes
Portugal	expl (nº)	342 918	64 772	45 863	10 554	50 869	159 029	246 934	981	3	454	938
	área (ha)	711 648	52 670	23 361	2 592	80 408	335 029	215 046	1 622	40	64	548
Continente	expl (nº)	320 484	61 477	37 657	1 781	49 738	159 029	232 399	839	-	13	899
	área (ha)	705 252	52 276	22 337	1 186	80 227	335 029	211 828	1 590	-	6	541
RAA	expl (nº)	10 751	1 845	7 053	3 939	721	-	5 771	132	3	-	20
	área (ha)	3 662	177	922	665	102	-	1 699	25	40	-	7
Ilha do Flores	expl (nº)	303	110	282	124	5	-	-	2	-	-	-
	área (ha)	32	3	22	5	0	-	-	...	-	-	-

Fonte: INE, Recenseamento Geral da Agricultura, 1999 – R.A. dos Açores

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 das Flores existem 530 explorações que praticam culturas temporárias e ocupam uma extensão de 198 hectares. Assim sendo, o número de explorações com culturas temporárias Na ilha das Flores representa 4% das explorações com culturas temporárias da RAA e 1% da área (ha) (Quadro 2.5.15 e Quadro 2.5.16).

Na agricultura, verifica-se uma fraca diversidade de culturas, havendo uma dependência das culturas na batata e nas forragens. Verifica-se, também, uma tendência para a diminuição do total de superfície cultivada (SRAM, 2008).

Quadro 2.5.15 | Culturas temporárias

Unidade Geográfica	Total		Cultura principal		Cultura secundária	
	Expl (n ^a)	Área (ha)	Expl (n ^a)	Área (ha)	Expl (n ^a)	Área (ha)
Ilha das Flores						
Culturas temporárias	530	198	530	123	306	72
Cereais para grão	326	49	317	48	23	0
Leguminosas secas para grão	88	2	71	1	21	0
Prados temporários	-	-	-	-	-	-
Culturas forrageiras	281	84	33	18	273	67
Batata	352	25	350	24	4	0
Beterraba sacarina	-	-	-	-	-	-
Culturas industriais	-	-	-	-	-	-
Culturas hortícolas	151	10	151	10	-	-
Flores e plantas ornamentais	1	...	1	...	-	-
Sementes de culturas forrageiras	-	-	-	-	-	-
Sementes e propágulos de outras culturas não lenhosas	1	...	1	...	-	-
Outras culturas temporárias	335	25	329	24	24	2

Fonte: INE, Recenseamento Geral da Agricultura, 1999 – R.A. dos Açores

Quadro 2.5.16 | Culturas Agrícolas

Localização Geográfica	Culturas Agrícolas (Principais)	2005	2006
		Produção	Produção
Ilha das Flores	Batata do Cedo (t)	144	166
	Batata do Tarde (t)	127	140
	Milho-FORAGEM (t)	207	196
	Milho-Grão (t)	73	66

Fonte: INE, Recenseamento Geral da Agricultura, 1999 – R.A. dos Açores

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 2.5.17). 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 2.5.17 | 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

Na ilha das Flores verifica-se uma redução ao nível das explorações com efetivo animal e um aumento ao nível do número de efetivos (RGA 89 e RGA 99). Contudo, a espécie ovinos se regista um aumento do número de explorações.

No concelho das Lajes das Flores verifica-se uma redução do número de efetivos nas espécies de bovinos, equídeos e colmeias e cortiços. No concelho de Santa Cruz das Flores o número de efetivos decresce em todas as explorações com exceção dos ovinos. No que refere ao efetivo pecuário, a ilha das Flores representa 6% do número de explorações com efetivo pecuário na Região e 3% do número total de efetivo pecuário (Quadro 2.5.18).

Quadro 2.5.18 | Efetivo animal por espécie e explorações agrícolas com efetivo animal

Espécies	Portugal		Continente		RAA		Ilha do Flores	
	Explorações (nº)	Efetivo (nº)						
Bovinos	102 457	1 415 188	90 617	1 172 437	9 873	238 396	415	5 644
Suínos	132 630	2 418 426	121 681	2 332 864	7 188	61 894	401	1.084
Ovinos	71 203	537	69 360	2 917 719	845	4 951	137	1 050
Caprinos	55 014	241	49 164	519 018	3 014	9 063	94	647
Equídeos	62 439	96 741	58 162	90 544	4 261	5 885	84	101
Aves	265 670	42 631 471	247 348	41 397. 86	10 380	676.718	479	6 953
Coelhos	100 097	1 673 702	98.351	1 654 957	645	5 882	31	164
Colmeias e cortiços	17 220	285 230	16 680	279 928	212	3 255	12	67
Efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos)	361 304	3 834 392	330 822	6 942 038	17 906	300 290	1 047	8 425

Fonte: INE, Recenseamento Geral da Agricultura, 1999 – R.A. dos Açores

2.5.2.2 | Pesca

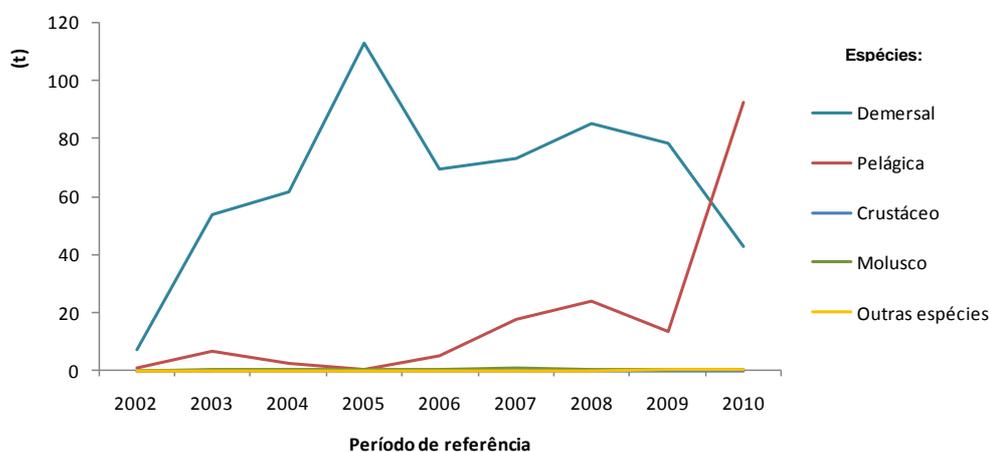
A atividade piscatória tem uma relevância económica importante para a RAA, representando 5% do emprego e 40% das exportações, segundo dados da Comissão Europeia (2006). O principal alvo na pesca demersal é o goraz devido ao seu valor económico.

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).

A Atividade piscatória, medida pelo pescado descarregado no porto da ilha das Flores (o porto das Lajes e porto de Santa Cruz. No ano de 2010 foram descarregadas 135 toneladas, às quais correspondem valores brutos na ordem de 517 milhares 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).

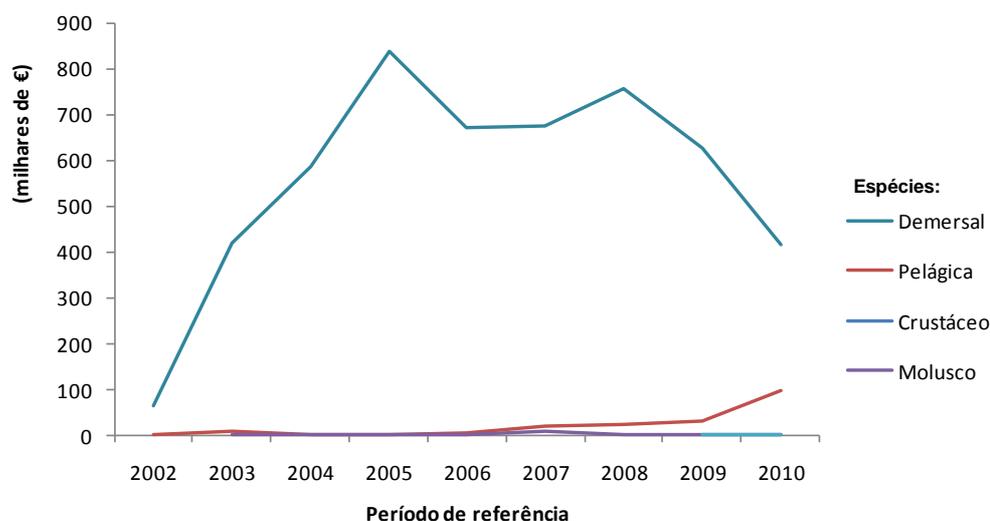
Os métodos de pesca são de base artesanais (linha e anzol). O goraz *Pagellus bogaraveo* é a base principal de economia dos pescadores. Outras espécies piscícolas importantes em termos económicos são o cherne, o congro, a garoupa e o peixe rei, que ao contrário do goraz que é exportado, são consumidos na ilha. As espécies citadas pelos pescadores, como as mais capturadas são: a garoupa *Serranus atricauda*, a veja *Sparisoma cretense*, o goraz *P. bogaraveo*, o besugo *Pagellus acarne*, o pargo *Pagrus pagrus*, o congro *Conger conger*, o mero *Epinephelus marginatus*, a abrótea *Phycis phycis*, a cavala *Scomber japonicus* e o chicharro *Trachurus picturatus*. Houve também, referência à captura de lapa *Patella sp.*, de lagosta *Palinurus elephas* e de sapateira *Cancer bellianus*. (SRAM, 2008)

O setor de 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 no porto da ilha das Flores.



Fonte: SREA

Figura 2.5.7 | Valor de Pesca descarregada no porto da ilha das Flores (milhões de €).

No ano de 2008, as empresas do subsetor da pesca e aquicultura geraram um valor acrescentado bruto de 445 milhares de euros, sendo que o concelho de Santa Cruz das Flores detinha 53% deste valor. No que refere à distribuição das empresas do subsetor por concelho. Considera-se que não existem diferenças significativas. O pessoal ao serviço do subsetor das pescas e aquicultura na ilha das Flores representa 1,8% do total da Região para o setor em análise, enquanto que o número de empresas representa 2,6% (Quadro 2.5.19).

Quadro 2.5.19 | Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas do setor das pescas e aquicultura para o ano 2008

Unidade geográfica	VAB (milhares de €)	Empresas (n.º)	Vol. de negócios (milhares de €)	Pessoal ao Serviço (n.º)
Portugal	187 650	4 792	408 370	13 513
Continente	161 756	4 231	349 265	11 700
RAA	20 064	497	49 036	1 384
Ilha das Flores	445	13	716	26
Concelho das Lajes das Flores	209	7	302	15
Concelho de Santa Cruz da Flores	236	6	414	11

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).

Na ilha das Flores existem 16 empresas com 50 pessoas ao serviço que desenvolvem atividade no setor das indústrias transformadoras, existindo diferenças significativas entre concelhos, sendo que o Concelho de Santa Cruz das Flores gera 93% do volume de negócios das empresas da indústria transformadora na ilha das Flores, 91% do valor acrescentado bruto e detém ainda 63% do número de empresas associadas a este setor (Quadro 2.5.20).

Quadro 2.5.20 | Volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço nas empresas das indústrias transformadoras para o ano 2008

Unidade geográfica	Volume de negócios (milhares de €)	Valor acrescentado bruto (milhares de €)	Empresas (n.º)	Pessoal ao serviço (n.º)
Portugal	83 071 315	18 923 047	79 589	773 090
Continente	81 854 539	18 622 447	77 432	758 522
RAA	798 453	157 759	1 180	8 205
Ilha das Flores	1 926	177	16	50
Concelho das Lajes das Flores	129	16	6	9
Concelho de Santa Cruz das Flores	1 797	161	10	41

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). 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).

Segundo dados do INE, a ilha das Flores no ano de 2009 tinha dois estabelecimentos hoteleiros, verificando-se uma grande importância das casas de hóspedes e alojamentos particulares na oferta turística da ilha. No entanto, é de referir a modesta procura turística com 2% do total dos hóspedes recebidos nos Açores. Os hóspedes vindos do estrangeiro apresentaram uma tendência crescente nos últimos anos correspondendo a uma grande diversidade de países de origem. Tanto na hotelaria tradicional, como no turismo em espaço rural as receitas totais têm vindo a aumentar ao longo dos últimos anos. Na hotelaria tradicional, as despesas com pessoal também têm vindo a aumentar nos últimos anos (Quadro 2.5.21 e Quadro 2.5.22).

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 das Flores	21984	18107	20163	20345	18522	15418	24641	...

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	249 179	239 796	281 419	281 419	337 213	x	353 479	327 901
Ilha das Flores	5523	4812	5593	5185	4885	4263	5758	...

Fonte: INE

A ilha das Flores representa no contexto Regional 2% do valor acrescentado bruto gerado nas empresas de alojamento e restauração (distribuindo-se 18% para o concelho das Lajes das Flores e 82% para o concelho de Santa Cruz das Flores. As empresas deste setor de atividade têm ao serviço 89 pessoas, sendo que 65% são do concelho de Santa Cruz das Flores (Quadro 2.5.23).

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

Unidade geográfica	VAB (milhares de €)	Empresas (n.º)	Vol. de negócios (milhares de €)	Pessoal ao Serviço (n.º)
Portugal	3 440 738	85 528	9 844 191	289 439
Continente	3 109 382	81 935	9 088 192	269 955
RAA	70 675	1 455	194 960	5 468
Ilha das Flores	1 250	...	3 439	89
Concelho das Lajes das Flores	221	...	1163	31
Concelho de Santa Cruz das Flores	1 028	...	2 276	58

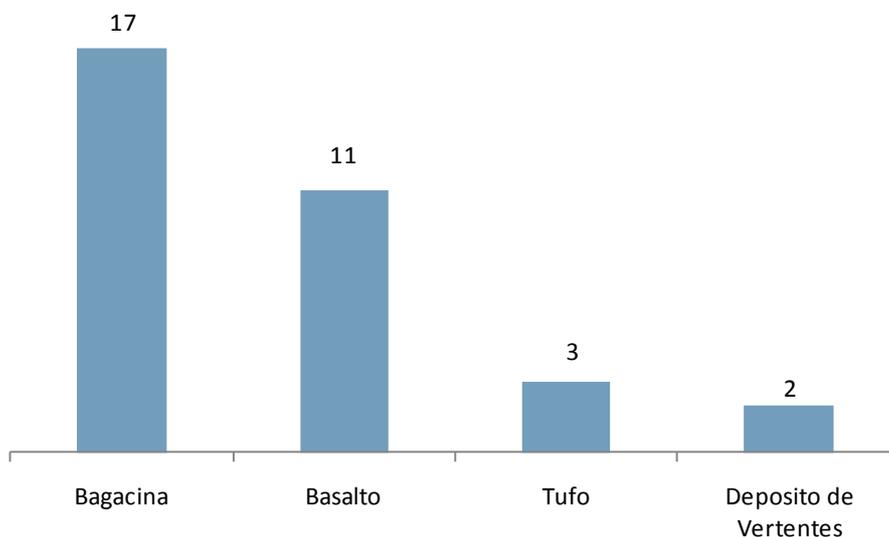
Fonte: INE

2.5.2.5 | Indústria extrativa

De acordo com o Estudo GEOVALIA – Prospecção e Avaliação de Recursos Minerais dos Açores (ARENA, 2007), na ilha das Flores foram identificadas 27 explorações e zonas de extração de inertes, em atividade ou abandonadas, das quais 9 explorações apresentavam claros indícios de atividade recente. As áreas identificadas distribuem-se administrativamente da seguinte forma:

- Concelho de Lajes das Flores com 18 explorações;
- Concelho de Santa Cruz das Flores com 9 explorações.

Considerando a análise da figura 2.5.8, os materiais geológicos explorados nas áreas identificadas são: a bagacina (em 17 explorações), o basalto (em 11 explorações), o Tufo (em 3 explorações) e os Depósitos de Vertentes (em 2 explorações).



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 30,26 hectares, com uma média de 1,12 hectares por exploração. A distância média entre cada exploração de recursos minerais e a mais próxima é de 1,10km. Das áreas estudadas, 4 apresentam potencialidade para aterro, 1 estava com aterro em execução e 1 estava aterrada. (ARENA, 2007).

De acordo com a SRE/DRCIE existem 2 explorações de recursos minerais licenciadas, no Plano de Diretor Municipais dos dois concelhos da ilha estão identificadas 6 áreas como indústria extrativa.

Das áreas estudadas, 6 explorações encontram-se em espaços naturais protegidos: 5 em Reserva Florestal Natural e Rede Natura 2000 (2 em Sítio de Importância Comunitária (SIC)), 1 das áreas estudadas insere-se simultaneamente em Reserva Florestal Natural e Rede Natura 2000 (SIC).

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

- Muito significativa (8 áreas, 30% do total);
- Significativa (16 áreas, 59% do total);
- Pouco significativa (3 áreas, 11% do total).

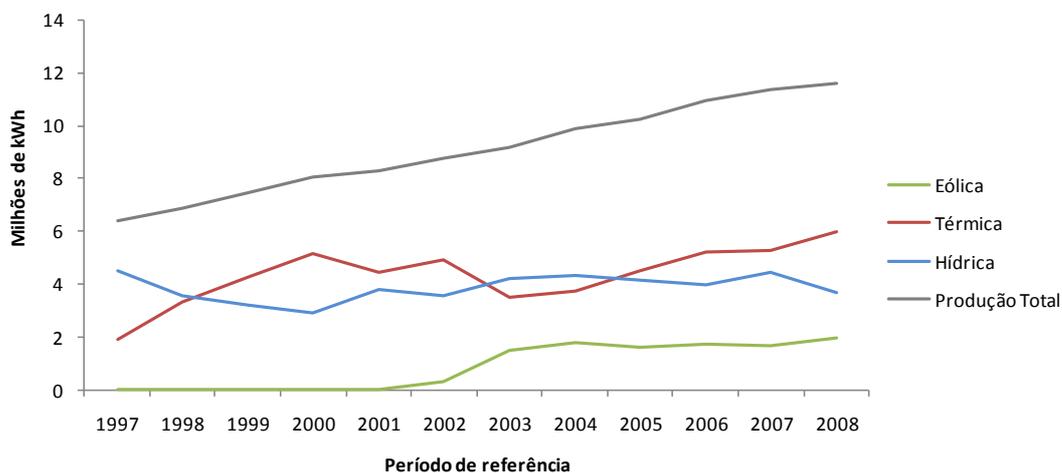
Salienta-se que não existem dados disponíveis relativos ao volume de negócios, valor acrescentado bruto, número de empresas e pessoal ao serviço, associados ao setor da indústria extrativa na ilha das Flores.

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 das Flores a produção de energia tem aumentado, com destaque para a produção de energia elétrica de origem eólica. A energia de origem térmica apesar de inconstante continua a aumentar a sua produção. Verifica-se ainda, no ano de 2008 um ligeiro decréscimo da produção de energia de origem térmica (Figura 2.5.9).



Fonte: SREA

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

No que respeita ao consumo de energia, a procura doméstica representa a componente mais significativa, embora os consumos comerciais e serviços se mostrem mais dinâmicos nos últimos anos. Pelo contrário, os consumos industriais e agrícolas têm-se caracterizado por um crescimento muito modesto (Quadro 2.5.24).

Quadro 2.5.24 | Consumidores de eletricidade (N.º) por tipo de consumo para a ilha das Flores

Período de referência	Total	Doméstico	Não doméstico	Indústria	Agricultura
1998	2 108	1 695	395	11	7
1999	2 131	1 704	409	11	7
2000	2 145	1 715	412	11	7
2001	2 175	1 721	437	11	6
2002	2 194	1 740	426	22	6
2003	2 192	1 752	412	20	8
2004	2 228	1 778	429	13	8
2005	2 268	1 805	438	15	10
2006	2 278	1 813	438	17	10
2007	2 291	1 829	432	20	10
2008	2 320	1 839	444	28	9

Fonte: INE

No que refere à venda de combustíveis, salienta-se a ausência de dados ou incompletude dos mesmos no que refere às vendas de petróleo e fuel.

Verifica-se uma diminuição das vendas de gasolina e fuel, podendo esta diminuição ser justificada pela introdução no consumo de combustíveis, nomeadamente os biocombustíveis e utilização de energias renováveis. Contrariamente, verifica-se um aumento do número de vendas de gasóleo (Quadro 2.5.25).

Quadro 2.5.25 | Vendas (incluindo consumos próprios) das empresas distribuidoras - ilha das Flores

Combustíveis	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Gasolinas (litro)	612 109	609 264	656 455	668655	682 675	742 656	6 280 255	630 305	593 129
Sem chumbo 98	187 109	141 811	97 767	93609	83 202	63 377	34 568	35 270	24 861
Sem chumbo 95	425 000	467 453	558 688	575046	599 473	679 279	593 687	595 035	568 268
Petróleo (litro)	-	-	-	400	200	-	-	-	-
Fuel ligeiro (kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fuel pesado (kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gasóleo (litro)	3 170 757	3 006 505	3 385 310	2 965 647	3 386 952	3 357 348	3 431 308	3 715 624	4.171.896
G.P.L. garrafas (kg)	429 130	437 628	426 930	445 990	438 766	443 720	417 541	446 850	407 860

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 2.5.26, 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 2.5.26). O conjunto das atividades terciárias representava em 2008 74% do VAB, o setor secundário representava 16%

do VAB e o setor primário representava 10% do VAB. Nos serviços de natureza económica destacam-se as atividades de comércio, transportes e atividades imobiliárias (atividades G, I, K do Quadro 2.5.26)

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.

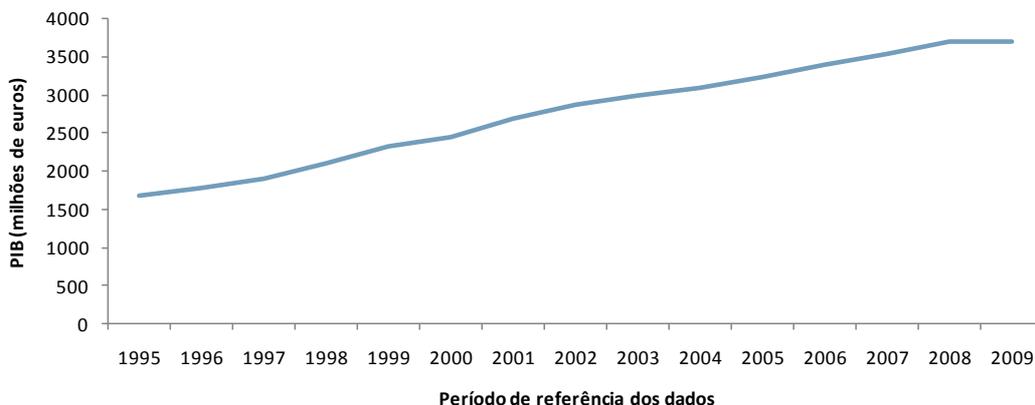
Quadro 2.5.26 | Valor acrescentado Bruto (VAB) a preços de base por ramos de atividade e PIB a preços de mercado, em milhões de euros, base 2000

Código dos ramos/Descrição	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
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
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

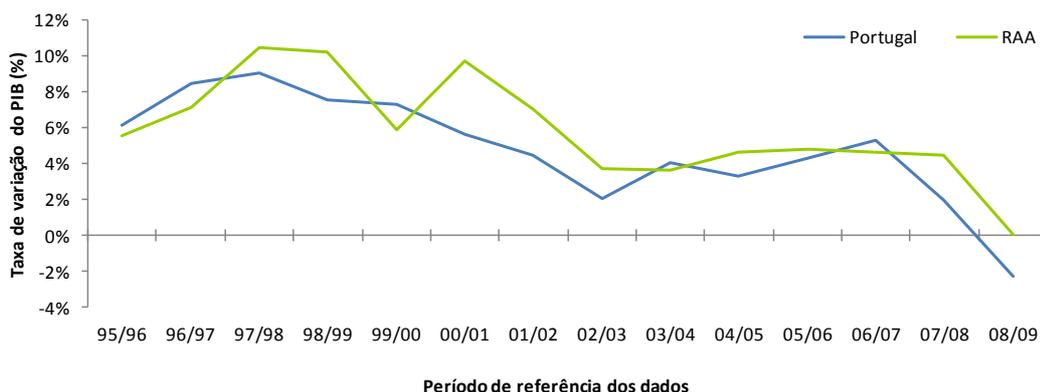
Ao longo do período de 1995-2009, o PIB dos Açores representava em média 2% do PIB português, sendo os Açores a região (NUT2) com menor dimensão (Figura 2.5.10).



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.

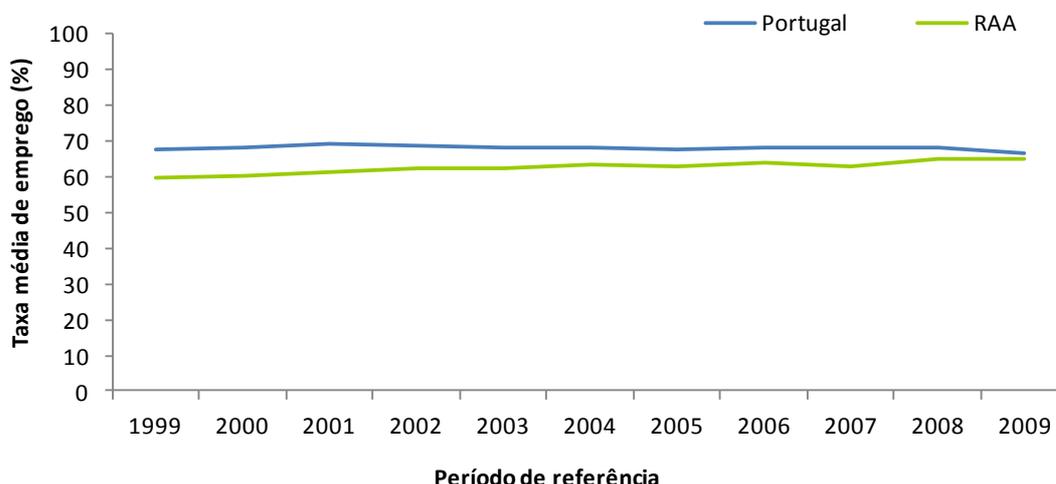
De acordo com a análise dos resultados dos Censos 2001, verificou-se que a ilha das Flores tem uma taxa de desemprego inferior aos valores da R.A. Açores e do País, constatando-se a situação inversa no que refere à taxa de emprego. No que refere à taxa de atividade a ilha das Flores apresenta uma taxa inferior à registada para a Região e para o País (Quadro 2.5.27).

Quadro 2.5.27 | Taxa de emprego, taxa de atividade e taxa de desemprego (%) por local de residência à data dos Censos 2001

Indicadores	Portugal	Continente	R.A. Açores	Ilha das Flores
Taxa de atividade (%) da população residente por Local de residência, à data dos Censos 2001	48	48	42	41
Taxa de emprego (%) por Local de residência, à data dos Censos 2001	53	54	50	47
Taxa de desemprego (%) por Local de residência, à data dos Censos 2001	7	7	7	6

Fonte: INE

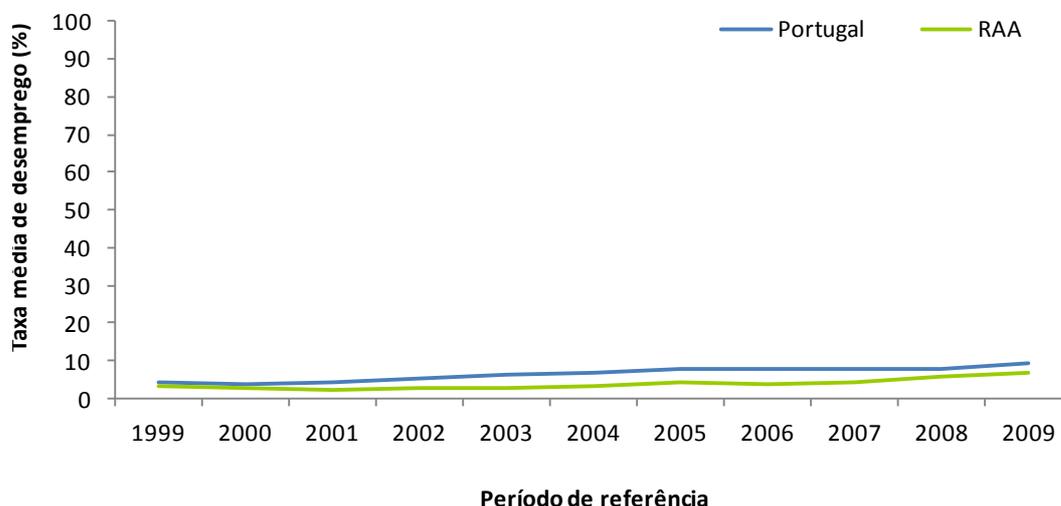
A taxa média de emprego (Figura 2.5.12) para a RAA tem vindo a aproximar-se dos valores verificados para o País na última década. Inclusivamente no ano de 2009, enquanto que a taxa média de emprego para Portugal decresceu, na RAA verificou-se um aumento, distando apenas 1% do País.



Fonte: INE

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

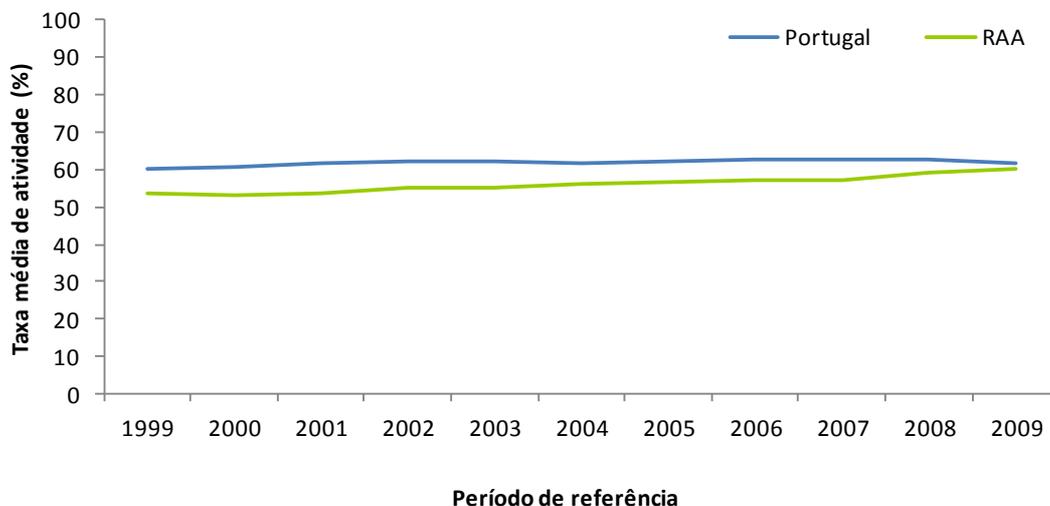
Considerando o período dos dados em análise, a RAA apresenta sempre uma taxa de desemprego inferior à verificada para o País. No entanto, assiste-se ao aumento progressivo da taxa de desemprego nesta região, acompanhando assim, a tendência evolutiva registada no País (Figura 2.5.13).



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 País registava uma taxa média de atividade de 62%, enquanto que para a Região dos Açores esse valor era de 60%.



Fonte: INE

Figura 2.5.14 | 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. O método adotado, baseado no sistema de classificação utilizado pelo *Soil Conservation Service* dos Estados Unidos, compreende sete classes de capacidade de uso, em que os riscos de deterioração e/ou as limitações agronómicas aumentam gradualmente da classe I para a classe VII.

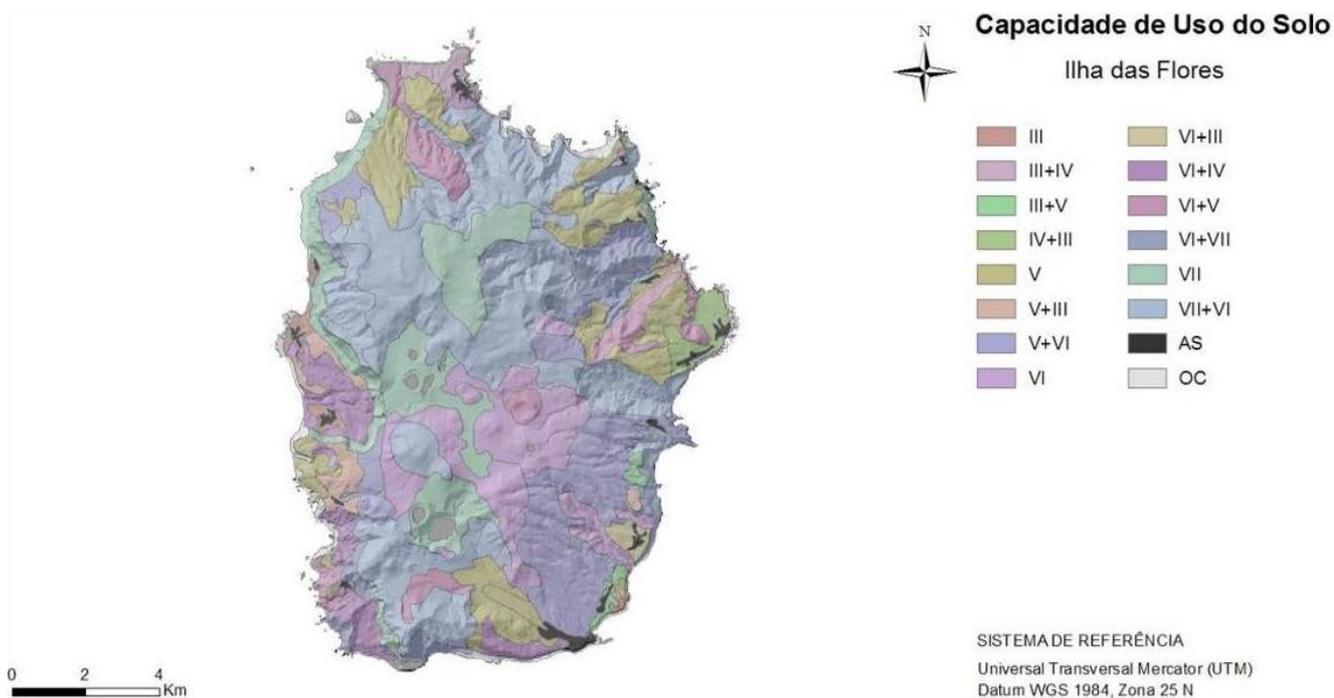
As classes de I a IV incluem os solos aráveis, os quais podem ser de uso permanente (classes I e II) ou de uso ocasional (classes III e IV). As classes de V a VII compreendem os solos não aráveis, que podem ter as seguintes utilizações potenciais: pastagem melhorada (classes V), pastagem natural e/ou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

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

- e – erosão e escoamento superficial. É constituída pelos solos numa classe em que a suscetibilidade, os riscos ou os efeitos da erosão constituem o fator dominante da limitação;
- s – limitações do solo na zona radicular. Abrange os solos em que predominam as limitações com que as culturas se deparam na zona mais intensamente explorada pelas raízes, como a espessura efetiva, a baixa fertilidade ou a fraca resposta aos fertilizantes, a salinidade e/ou alcalinidade, a pedregosidade, os afloramentos rochosos, etc;

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

A Figura 2.6.1 e o Quadro 2.6.1 apresentam a situação de referência relativa à ilha das Flores. Numa análise geral, verifica-se a inexistência de solos aráveis permanentes (classes I e II) e os aráveis de uso ocasional (classes III e IV) ocupam uma percentagem pouco expressiva, cerca de 3,5 % da superfície da ilha. Os solos das classes VI e VII estão bem representados e encontram-se mais concentrados no Planalto Central e nas áreas adjacentes. Os resultados ilustram bem a aptidão dos solos desta ilha para floresta ou reserva natural. O encharcamento é uma limitação observada nos solos em altitude, designadamente no Planalto Central, onde existem extensas áreas de turfeira e cobertos de *Sphagnum* muito bem conservadas. As condições edafoclimáticas são assim condicionadoras das atividades agrícolas, sobretudo em altitude.



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

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

Quadro 2.6.1 | Classes de capacidade de uso do solo na ilha das Flores

Capacidade de Uso do Solo			
Classes	Área (ha)	Área (km ²)	% da ilha
A. Social	176,3	1,8	1,2
KIII	108,4	1,1	0,8
III+IV	109,2	1,1	0,8
III+V	80,2	0,8	0,6

Capacidade de Uso do Solo			
Classes	Área (ha)	Área (km ²)	% da ilha
IV+III	179,5	1,8	1,3
Lagoas	74,8	0,7	0,5
O. Costeira	301,9	3,0	2,1
V	1 643,1	16,4	11,6
V+III	235,1	2,4	1,7
V+VI	1 536,8	15,4	10,8
VI	1 459,1	14,6	10,3
VI+III	71,1	0,7	0,5
VI+IV	689,5	6,9	4,8
VI+V	759,2	7,6	5,3
VI+VII	655,9	6,6	4,6
VII	1 800,1	18,0	12,7
VII+VI	4 338,6	43,4	30,5
Total	14 218,9	142,2	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, comerciais, portuárias), instalaram-se, preferencialmente, ao longo da faixa costeira e nas imediações das baías mais abrigadas. Esta localização periférica foi mantida aos longos dos séculos, quer pelas necessidades de comunicação, quer por condicionalismos biofísicos, relacionados com a orografia acidentada e com condições climáticas adversas registadas em altitude.

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

Com base na Carta de Ocupação do Solo da RAA (SRAM/DROTRH, 2007) e considerando a situação global do arquipélago (Figura 2.6.2), verifica-se que o uso dominante é a pastagem (composição natural e artificial), representando cerca de 41,3% do território regional (988,2km²). As florestas equivalem a 22,2% (519,7km²), seguindo-se os espaços agrícolas, com 14,1 % (330,6km²). As áreas de vegetação natural e as áreas urbanas representam 12,8% (298,8km²) e 4,9 % (115,9km²), 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.

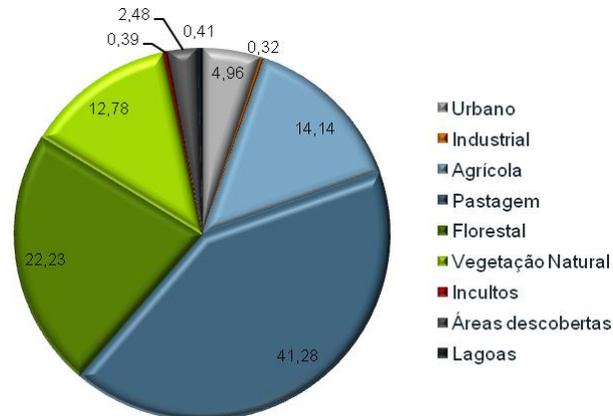
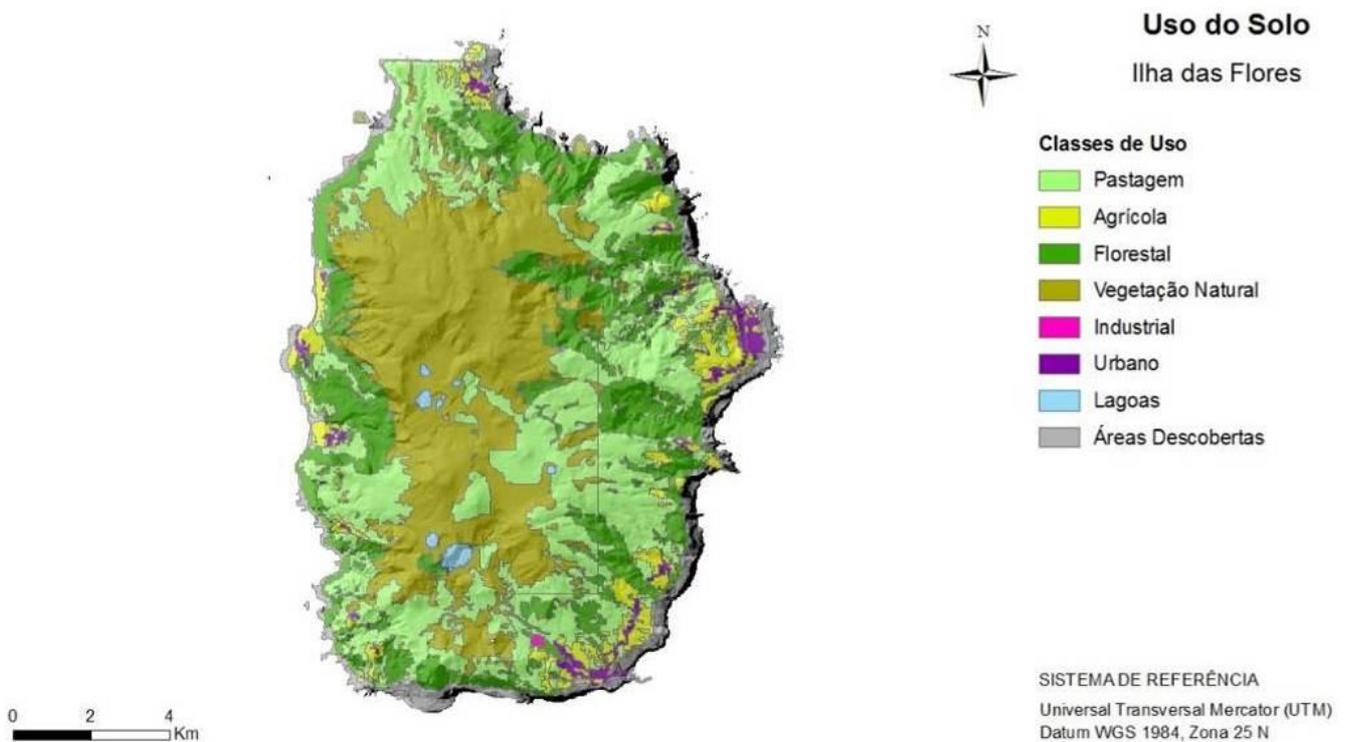


Figura 2.6.2 | Ocupação do solo no Arquipélago dos Açores (%).

De acordo com as Figuras 2.6.3 e 2.6.4, nas Flores as pastagens abrangem 33,3% da superfície (47,3km²), distribuindo-se irregularmente pelo território, embora ocorra uma maior concentração na metade Este da ilha (Lajes, Santa Cruz e Cedros). A vegetação natural assume uma importância acrescida, ocupando 32,9% da superfície (46,8km²), com particular incidência na zona do Planalto Central. As áreas florestais, cuja representação atinge os 22,1% (31,3km²), encontram-se nos vales das ribeiras, estendendo-se às zonas de encosta de menor altitude. Por sua vez, as áreas agrícolas, com 5,6% da ocupação do solo (7,9km²), estão circunscritas aos núcleos habitacionais, designadamente Ponta Delgada, Cedros, Santa Cruz, Caveira, Lomba, Fazenda e Lajes. Os espaços urbanos, com uma representação de 2% (2,9km²), assumem maior destaque nas envolventes de Santa Cruz e das Lajes, os principais aglomerados populacionais e sedes de concelho.



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

Figura 2.6.3 | Carta de ocupação do solo da ilha das Flores.

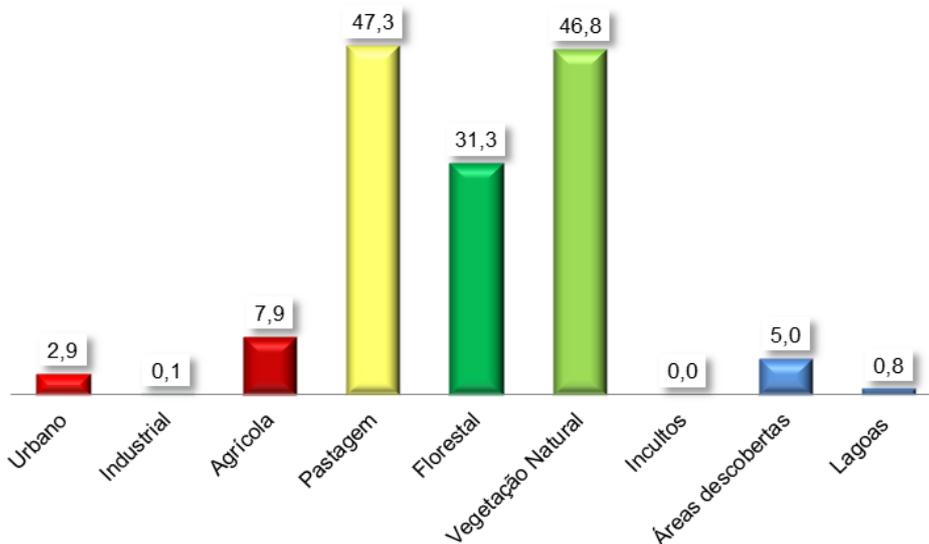


Figura 2.6.4 | Ocupação do solo na ilha das Flores (km²).

2.6.3 | Sistema de gestão territorial

2.6.3.1 | Enquadramento

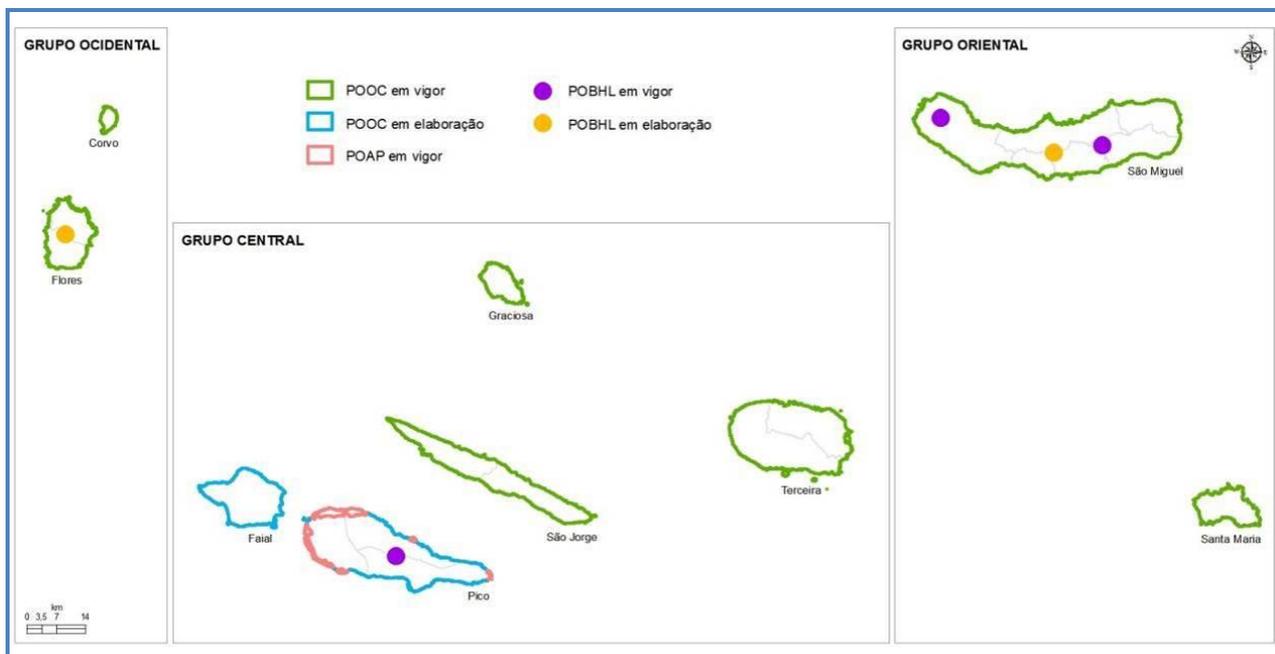
A Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, alterada pela Lei n.º 54/07, de 31 de agosto, institui as bases da política de ordenamento do território e urbanismo, definindo os âmbitos espaciais (nacional, regional e local) e os Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) que a concretizam:

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

Englobam os Planos Especiais de Ordenamento do Território, nomeadamente os Planos de Ordenamento de Áreas Protegidas, de Albufeiras de Águas Públicas, da Orla Costeira e de Estuários.

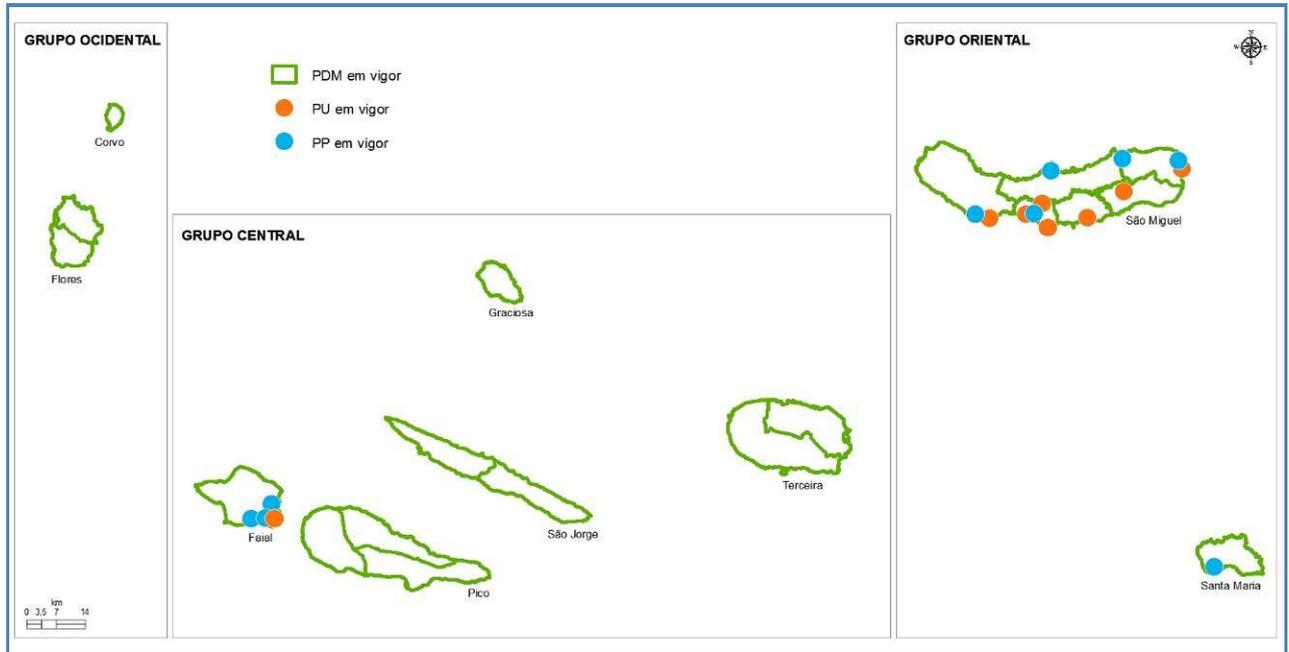
Com a adaptação do Regime Jurídico dos IGT à RAA, através do Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de maio, com a redação que foi conferida pelo Decreto Legislativo Regional n.º 43/2008/A, de 8 de outubro, foram criados os Planos de Ordenamento de Bacia Hidrográfica de Lagoa (POBHL), enquanto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

Na RAA têm sido desenvolvidas, nos últimos anos, diversas iniciativas políticas nos domínios do planeamento, ordenamento do território e conservação da natureza, traduzidas em produção legislativa e na elaboração de planos e de outros instrumentos de intervenção. Presentemente, estão em vigor o Plano Regional do Ordenamento do Território, 8 Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), 3 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 da RAA, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A, de 23 de abril, cujos objetivos visam estabelecer a utilização eficiente dos recursos hídricos, tendo em vista a valorização, proteção e a gestão sustentável da água no Arquipélago dos Açores. As linhas de orientação estratégica do PRA têm especial incidência na melhoria da oferta e gestão da procura da água para as populações e atividades económicas, na proteção da qualidade da água e dos recursos naturais, com destaque para os ecossistemas com especial interesse e ainda a prevenção e minimização da poluição e dos riscos associados a fenómenos hidrológicos extremos.

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

Quadro 2.6.2 | Orientações estratégicas relevantes do PRA

Orientação Estratégica	Linhas de Intervenção
Melhorar a oferta e gerir a procura de água para as populações e atividades económicas	<ul style="list-style-type: none"> i) Promover utilizações de água com fins múltiplos e minimizar, adequadamente, os conflitos de usos; ii) Garantir a proteção das origens de água;
Proteger a qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> i) Promover a proteção e melhoria da qualidade da água dos meios hídricos naturais superficiais, subterrâneos, costeiros e de transição; ii) Garantir que a descarga final de águas residuais urbanas e industriais não afete a qualidade e usos dos meios receptores;
Proteger os recursos naturais, com destaque para os ecossistemas de especial interesse.	<ul style="list-style-type: none"> i) Proteger e requalificar o recurso água e o meio envolvente, com vista à sua valorização ecológica, ambiental e patrimonial, assegurando a manutenção da riqueza e diversidade dos sistemas hídricos e dos ecossistemas aquáticos e terrestres associados; ii) Fomentar a minimização e a compensação dos impactos ambientais causados pela artificialização dos meios hídricos e garantindo a manutenção de um regime de caudais ambientais e, em particular, de caudais ecológicos;

Orientação Estratégica	Linhas de Intervenção
Prevenir e minorar riscos associados a fenómenos hidrológicos extremos e a acidentes de poluição	<ul style="list-style-type: none"> i) Promover a minimização de riscos associados a fenómenos hidrológicos extremos, designadamente pela aplicação correta dos instrumentos de ordenamento do território e tendo em consideração os fatores de risco existentes; ii) Minimizar as situações de risco de poluição acidental e efetuar a gestão adequada das substâncias perigosas; iii) Assegurar a prevenção e o controlo integrado da poluição associada às atividades industriais; iv) Promover a adequada gestão dos resíduos sólidos, reduzindo-se as potenciais fontes de poluição hídrica;
Articular o ordenamento do território com o ordenamento do domínio hídrico	<ul style="list-style-type: none"> i) Articular o ordenamento do território com o do domínio hídrico, definindo adequadas diretrizes e condicionamentos nos 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	<ul style="list-style-type: none"> i) Otimizar o quadro de gestão da água na Região, nomeadamente o regime de planeamento, o regime jurídico do domínio hídrico e o modelo de gestão dos sistemas aos diferentes níveis do ciclo da água, incluindo o saneamento de águas residuais;

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 RAA, o Plano Setorial (PS) da Rede Natura 2000 da RAA e os Planos Especiais e Municipais de Ordenamento do Território atualmente em vigor. Para cada instrumento são referenciados os objetivos, as orientações estratégicas e as medidas e propostas de ação preconizadas, considerando as matérias que possam ser pertinentes para a elaboração dos PGRH.

2.6.3.3 | Análise dos instrumentos de gestão territorial

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

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

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

As normas orientadoras de gestão e uso do território estabelecem as condições e os critérios de aplicação das opções estratégicas de base territorial para a RAA, compreendendo três grupos atendendo à sua natureza e aplicação: as normas gerais, que contêm as orientações de carácter genérico e transversal para o uso e gestão do território, referentes a cada um dos sistemas estruturantes; as normas específicas de carácter setorial, que definem as orientações setoriais ou por domínio de intervenção; as normas específicas de carácter territorial, que incluem as orientações para cada unidade territorial de ilha para efeitos de aplicação do PROTA.

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

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

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

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

de menor porte com vista à preservação dos ecossistemas e, conseqüentemente, à melhoria da qualidade das águas das lagoas.

Por último, das normas específicas de caráter territorial para a ilha das Flores, duas dizem respeito à área ambiental: *dar prioridade à resolução da carência em serviços e infraestruturas ambientais, elevando os níveis e a qualidade de atendimento para padrões adequados de forma generalizada em toda a ilha, com particular destaque para as duas sedes de concelho; aumentar os níveis de autossuficiência energética através do desenvolvimento da produção a partir de fontes hídricas e eólicas.*

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

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

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

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

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

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

O PSRN2000 foi aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, retificado pela Declaração de Retificação n.º 48-A/2006, de 7 de agosto, e alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 7/2007/A, de 10 de abril. Este plano define o âmbito e o enquadramento legal das medidas de conservação dos habitats e das espécies da fauna e flora selvagens, necessárias à prossecução dos objetivos de conservação dos valores naturais existentes, tendo em linha de conta o desenvolvimento económico e social das áreas abrangidas.

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

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

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

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

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

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

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

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

O POOC Flores, aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 24/2008/A, de 26 de novembro, tem como área de intervenção “as águas marítimas costeiras interiores e respetivos leitos e margens”, integrando a “zona terrestre de proteção”, cuja largura máxima é de 500m contados a partir da linha que limita a margem das águas do mar; e a “faixa marítima de proteção”, que tem como limite máximo a batimétrica dos 30m. Os objetivos específicos preconizados no POOC Flores são os seguintes:

- Definir critérios de prevenção para áreas de risco geológico;
- Defender a preservação do património natural dos espaços insulares;
- Promover a valorização do litoral e a fruição da orla costeira pela população;
- Qualificar as zonas de paisagem com interesse geológico;
- Estruturar condições de utilização de áreas com potencial interesse paisagístico;
- Identificar áreas e propostas prioritárias de intervenção para as situações de risco geológico;
- Promover a diversidade das práticas turísticas;
- Promover o empreendedorismo e a oferta de serviços;
- Promover o reforço de proximidade geográfica das Flores e do Corvo;
- Requalificar as ZB existentes.

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

- Estabelecimento do perfil das massas de água costeiras e limpeza das zonas costeiras, de forma a que estas apresentem um estado de “boa qualidade” com vista à melhoria da qualidade do ambiente e proteção da saúde humana;
- Educação e sensibilização ambiental;
- Manutenção de uma base de dados de apoio à gestão do domínio público hídrico;
- Implementação de um modelo de gestão ambiental participada dos recursos e valorização da componente biológica;
- Monitorização de elementos meteorológicos relevantes para a gestão dos recursos hídricos;

Monitorização dos recursos hídricos relevantes para a gestão do território.

2.6.3.3.5 | Plano Diretor Municipal das Lajes das Flores (PDM LAJES)

O PDM Lajes das Flores, aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 3/2007/A, de 2 de fevereiro, tem como objetivos, em termos biofísicos, tomar como valor absoluto a preservação da qualidade ambiental, atendendo às dimensões ecológica, paisagística e urbanística. Em termos sociais, pretende assegurar níveis adequados de acesso a equipamentos, infraestruturas e serviços. Das propostas relevantes para o planeamento e gestão dos recursos hídricos destacam-se as seguintes:

- Melhoria da qualidade da água para abastecimento público, através da proteção das captações, desinfecção dos caudais e respetiva monitorização da qualidade, incluindo campanhas de sensibilização da população;
- Promoção da qualidade da água, eliminando os focos de poluição pontual (descargas de efluentes domésticos ou industriais não tratados, lixeiras, etc.), bem como a poluição associada a atividades agropecuárias;
- Desenvolvimento das infraestruturas de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas e drenagem pluvial;
- Criação de um sistema de gestão de resíduos.

2.6.3.3.6 | Plano Diretor Municipal de Santa Cruz das Flores (PDM SANTA CRUZ)

O PDM Santa Cruz das Flores, aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 32/2006/A, de 16 de novembro, desenvolve as mesmas propostas para o planeamento e gestão dos recursos hídricos, pelo que a análise é idêntica à do PDM das Lajes das Flores.

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

<p>PROTA</p>	<p>Instrumentos de Desenvolvimento Territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; - Valorizar a classificação como Reserva da Biosfera.
<p>POTRAA</p>	<p>Instrumentos de Política Setorial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proteger, preservar e valorizar os recursos naturais; - Atribuir prioridade à elaboração de POBHL; - Articular os IGT com o desenvolvimento turístico da Região.
<p>PSRN2000</p>	<p>Instrumentos de Política Setorial</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 PSRN2000 com POTRAA.
<p>POOC Flores</p>	<p>Instrumentos de Natureza Especial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construir diques para controlo de caudais; - Estabelecer o perfil das massas de água costeiras e proceder à limpeza das zonas costeiras; - Promover ações de sensibilização ambiental; - Monitorizar os recursos hídricos relevantes para a gestão do território; - Melhorar os níveis de atendimento dos sistemas de saneamento básico.
<p>PDM Lajes e Santa Cruz das Flores</p>	<p>Instrumentos de Planeamento Territorial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proteger as captações de água e promover a respetiva monitorização da qualidade; - Eliminar os focos de poluição associados a descargas de efluentes das atividades agropecuárias; - Implementar infraestruturas de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas e de drenagem de águas pluviais; - Implementar um sistema de gestão de resíduos.

Numa apreciação global, importa, desde já, destacar o carácter algo genérico com que as matérias relativas ao planeamento e gestão dos recursos hídricos são tratadas pelos diferentes instrumentos. A proteção dos ecossistemas lacustres, através da elaboração de POBHL, são propostas preconizadas pelo PROTA, PSRN2000 e POTRAA,

revelando a crescente preocupação pela degradação das lagoas dos Açores e a necessidade de inverter esta tendência, através da elaboração de instrumentos regulamentares de ordenamento do território (PEOT). Dos aspetos focados pela generalidade dos instrumentos analisados salienta-se a melhoria dos níveis de atendimento das infraestruturas de saneamento básico (drenagem e tratamento de águas residuais), considerando que permanecem claras insuficiências de cobertura, bem como das infraestruturas de abastecimento de água. Também as orientações no sentido superar o passivo ambiental relacionado com a deposição descontrolada de resíduos, enquanto fonte de contaminação dos solos e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, surge como medida estratégica para a melhoria da qualidade ambiental. Por último, identificam-se algumas medidas avulsas que visam, de forma transversal, contribuir para proteção da água, as quais não são contextualizadas nem operacionalizadas em programas e ações.

2.7 | Caracterização dos usos e necessidades de água

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

- Urbano: contempla uso doméstico de água e outros usos equiparados, tal como comércio e serviços;
- Turismo: contempla uso de água em hotelaria associado à população flutuante estimada, caracterizada pelos turistas e ocupantes temporários da ilha, bem como outros usos ou atividades de índole turística considerados relevantes;
- Agricultura: contempla o uso de água para a produção agrícola, nomeadamente, para a rega de culturas;
- Pecuária: contempla o uso de água para a produção pecuária e outros usos associados à atividade;
- Indústria: contempla o uso de água na atividade associada à indústria, nomeadamente, indústria transformadora e extrativa, e outros usos associados à 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 permitirá realizar uma avaliação global das pressões associadas ao uso de água e consequentes efeitos na qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Importa referir que a aferição dos resultados foram dificultados pela ausência da mesma desagregação nos principais referenciais estratégicos do setor e inventários nacionais, obrigando por vezes a realizar determinadas assumpções e considerações extraordinárias que prejudicam a clareza na explanação e interpretação dos resultados.

Devido à grande quantidade de informação envolvida, apenas são apresentados os principais resultados ao nível do concelho e ilha, remetendo para anexo os resultados desagregados ao nível da freguesia, para a totalidade da série temporal assumida (2000 – 2009), e para todas as tipologias de uso ou setores intervenientes.

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. De acordo com os dados recolhidos concluiu-se que o consumo de água no setor doméstico, no concelho de Lajes das Flores é de aproximadamente 76 mil³ por ano, ao passo que em Santa Cruz das Flores é de 181 mil m³, totalizando para a ilha Flores um valor que ronda os 258 mil m³ (Quadro 2.7.1).

Quadro 2.7.1 | Consumo de água para o setor doméstico

Território	Consumo de água (m ³ /ano)						
	Doméstico						
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009 ¹⁰
Flores	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	211 609	258 475	n.d.
Lajes das Flores	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	76 486	76 486	n.d.
Santa Cruz das Flores	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	135 123	181 989	n.d.

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

n.d. – não disponível

Fonte: INSAAR

Relativamente ao setor de comércio e serviços, não existem dados disponíveis para os concelhos da ilha das Flores. Deste modo, apenas se pode considerar que o consumo de água na ilha das Flores para o setor urbano é de 258 mil m³, salvaguardando-se o facto de não estarem incluídos os valores específicos do setor comércio e serviços.

Turismo

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

Agricultura e Pecuária

Para a análise dos consumos de água nos setores da agricultura e pecuária não estão disponíveis dados que permitam apresentar os quantitativos dos consumos totais para a ilha das Flores.

Contudo, apresenta-se a informação disponibilizada pelo IROA, S.A. que permite analisar os dados relativos aos consumos de água da agricultura. Assim, a rede dedicada instalada na ilha das Flores disponibilizou 1 500m³ de água para o concelho de Lajes das Flores e 2 000m³ para Santa Cruz das Flores. Os volumes de água abastecida por rede

¹⁰ Fonte: Inquérito PGRHI, 2010.

dedicada sofreram um crescimento em 2007, podendo ser um indicio de um crescimento na implementação e utilização deste tipo de infraestrutura e serviços para abastecer o setor agrícola (Quadro 2.7.2).

Quadro 2.7.2 | Resultados do consumo de água (rede dedicada) para a agricultura

Território	Consumo de água proveniente da rede dedicada (m ³ /ano)					
	Agricultura					
	1999	2005	2006	2007	2008	2009
Flores	3 000	3 000	3 000	3 500	3 500	3 500
Lajes das Flores	1 000	1 000	1 000	1 500	1 500	1 500
Santa Cruz das Flores	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000

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

Fonte: IROA, S.A. Inquérito PGRHI, 2010

Não estando disponíveis dados relativos ao consumo de água da pecuária, bem como dos consumos para a agricultura e pecuária da rede pública, não é possível apresentar consumos totais de água nas atividades agrícola e pecuária na ilha das Flores.

Indústria

No quadro seguinte são apresentados os consumos de água pública estimados das atividades industriais existentes na ilha das Flores, nos anos de referência apresentados. Esta estimativa teve por base dados do INE e do INSAAR, que devido a incongruências, foram analisados e reajustados de forma a obter dados mais próximos da realidade.

De acordo com os resultados apresentados no Quadro 2.7.3, observa-se que as atividades industriais de Santa Cruz das Flores apresentam quantitativos de consumo mais elevados que das Lajes das Flores, 14 mil m³ e 8 mil m³ respetivamente, devido à maior concentração das atividades industriais nesse mesmo concelho.

Tendo em conta a evolução dos consumos de água, em 2006 atingiu-se o maior quantitativo consumido, tendo vindo a sofrer decréscimos desde então.

Quadro 2.7.3 | Consumo de água pública nas atividades industriais

Território	Consumo de água pública (m ³ /ano)								
	Indústria								
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Flores	15 741	17 315	15 741	15 741	31 483	33 057	34 631	29 909	22 038
Lajes das Flores	9 445	9 445	7 871	7 871	9 445	11 019	12 593	11 019	7 871
Santa Cruz das Flores	6 297	7 871	7 871	7 871	22 038	22 038	22 038	18 890	14 167

Fonte: INSAAR

Produção de Energia

Verifica-se um consumo de água na produção de energia termoelétrica que atinge os 108m³ por ano, ao passo que o consumo na produção de energia hidroelétrica é bastante variável, podendo praticamente atingir os 17 milhões m³ (Quadro 2.7.4). O consumo de água na atividade de produção termoelétrica de energia refere-se também a uso consumptivo de água para efeitos de refrigeração dos motores, sendo realizado em circuito fechado, bem como produção de vapor de água, utilizações várias em oficinas, e usos equivalentes a domésticos como, por exemplo, lavagens, sanitários e rega.

Os consumos apresentados para o setor de produção de energia hidroelétrica são relativos aos usos não consumptivos (caudal turbinado) registados nas centrais existentes na ilha das Flores, nomeadamente, a central hidroelétrica de Ribeira de Além da Fazenda de Santa Cruz das Flores.

Quadro 2.7.4 | Consumo de água na produção de energia

Consumo de água (m ³ /ano)					
Energia					
Território	2000	2002	2004	2006	2010 ¹¹
Flores	11 169 919	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Termoelétrica	108	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hidroelétrica	11 169 811	13 749 761	16 757 624	15 282 060	13 750 327

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 54m³ de água por ano nos portos das Flores e de 1 145m³ de água por ano nas unidades aeroportuárias, totalizando cerca de 1 200m³ de água por ano. Devido à ausência de informação disponível, não foi possível publicar quaisquer consumos de água em marinas ou portinhos existentes.

No Quadro 2.7.5 são apresentados os consumos totais para a ilha Flores por tipologia de uso. Salienta-se que o setor da energia é o que apresenta maiores quantitativos de consumo de água por ano, seguindo-se o setor urbano.

Quadro 2.7.5 | Consumo total de água por tipo de uso para a ilha Flores

Consumo totais de água		
Flores		
Tipologia de Uso	Consumo (m ³ /ano)	Ano de Referência
Urbano	258 475	2007
Turismo	n.d.	n.d.
Agricultura ¹²	3 500	2009
Indústria	22 038	2008
Produção de Energia	11 169 811	2000
Outros usos	1 199	2000
TOTAL - FLORES	11 455 023	-

2.7.2 | Necessidades de água por tipologia de uso

Urbano

O cálculo da estimativa das necessidades de água no setor urbano teve como base as captações apresentadas no Quadro 2.7.6. Optou-se por considerar exclusivamente as captações da tipologia rural para efeitos de cálculo das

¹¹ Não ausência de valor fidedigno para 2009 considerou-se o valor disponível mais atual relativo a 2007, e apenas contempla os valores relativos ao uso doméstico.

¹² Apenas estão considerados os consumos registados na rede dedicada para a agricultura, devido à ausência de dados dos valores de consumo para a agricultura e pecuária da rede pública.

necessidades hídricas dos concelhos abrangidos dado que não se detetaram diferenças significativas no padrão de 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%. Neste caso, verifica-se que a ilha das Flores apresenta uma necessidade hídrica para o setor urbano pouco dos 265 mil m³, sendo 98 mil m³ destinados a Lajes das Flores e 167 mil m³ para Santa Cruz das Flores (Quadro 2.7.7).

Quadro 2.7.6 | Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano

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

Quadro 2.7.7 | Necessidades totais de água para uso urbano

Necessidades de água (m ³ /ano)							
Urbano							
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
Flores	250 016	252 963	255 653	257 703	260 009	262 572	265 454
Lajes das Flores	94 293	94 933	95 510	96 022	96 919	97 944	98 328
Santa Cruz das Flores	155 724	158 030	160 144	161 681	163 090	164 628	167 126

Turismo

O cálculo da estimativa das necessidades de água no setor turismo teve como base as capitações apresentadas de seguida (Quadro 2.7.8). Optou-se por considerar exclusivamente as capitações da tipologia rural para efeitos de cálculo das necessidades hídricas dos concelhos abrangidos dado que não se detetaram diferenças significativas no padrão de consumo. Os resultados obtidos são relativos à população flutuante, considerando-se que se traduz em necessidades turísticas afetas à hotelaria. Assume-se, para efeitos de cálculo uma taxa de perdas de água na rede de abastecimento de 35%.

Tendo por base os valores das capitações acima apresentadas do setor urbano, para o setor do turismo obtiveram-se estimativas de necessidades de água na ordem dos 18 mil m³ por ano, sendo que Santa Cruz das Flores, como cidade principal da ilha, apresenta necessidades mais elevadas que Lajes do Pico (13 mil m³ e 5 mil m³, respetivamente) (Quadro 2.7.9).

Não foram identificados outros usos de índole turística suscetíveis de contribuir para as necessidades hídricas desta tipologia de uso.

Quadro 2.7.8 | Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso turístico (hotelaria)

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

Quadro 2.7.9 | Necessidades de água para uso turístico (hotelaria)

Território	Necessidades de água (m ³ /ano)						
	Turismo						
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009
Flores	17 324	17 402	17 466	17 517	17 586	17 663	17 723
Lajes das Flores	4 857	4 903	4 933	4 960	5 006	5 059	5 079
Santa Cruz das Flores	12 467	12 499	12 533	12 557	12 580	12 604	12 644

Agricultura

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

Pecuária

As necessidades hídricas afetas à produção pecuária foram estimadas com base em capitações por cabeça normal para cada tipo de cabeça, de acordo com os coeficientes apresentados no Quadro 2.7.10. Apenas se consideram representativos os efetivos pecuários bovinos e suínos.

De acordo com os dados de base provenientes do Recenseamento Geral da Agricultura (RGA) e cálculos subsequentemente efetuados, denota-se um ligeiro crescimento das necessidades hídricas em consequência do aumento do efetivo pecuário existente na ilha das Flores entre 1999 e 2009. Assim, estima-se que a ilha das Flores necessite de cerca de 83 mil m³ de água satisfazer as necessidades hídricas do seu efetivo pecuário, sendo que os concelhos das Lajes das Flores e Santa Cruz das Flores apresentam uma dotação praticamente equivalente das necessidades hídricas estimadas (Quadro 2.7.11).

Quadro 2.7.10 | 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 2.7.11 | Necessidades de água para uso pecuário

Território	Necessidades de água (m ³ /ano)	
	Pecuária	
	1999	2009
Flores	73 454	83 424
Lajes das Flores	38 096	40 687
Santa Cruz das Flores	35 358	42 736

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 das Flores necessite de cerca de 16 mil m³ de água para satisfazer as necessidades hídricas das suas atividades de indústria transformadora, sendo que cerca de 3 mil m³ são destinados a atividades localizadas no concelho de Lajes das Flores e 13 mil m³ em Santa Cruz das Flores (Quadro 2.7.12).

Quadro 2.7.12 | Necessidades de água para a indústria

Território	Necessidades de água (m ³ /ano)						
	2000	2001	Indústria transformadora		2007	2008	2009
			2004	2005			
Flores	9 430	n.d.	n.d.	9 200	13 800	11 500	16 330
Lajes das Flores	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3 220	2 070	2 939
Santa Cruz das Flores	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	10 580	9 430	13 391

As atividades económicas com maior dotação nas necessidades hídricas aferidas para a ilha das Flores são o abate de gado para a produção de carne (5dam³/ano), e indústria do leite e derivados (7dam³/ano).

Seguidamente, são apresentadas as necessidades de água para a indústria extrativa, que foram aferidas com base nos volumes licenciados pela DRAIC.

Verifica-se que as atividades extrativas existentes na ilha das Flores necessitam de 26 mil m³ de água, necessidades estas que se distribuem por duas empresas existentes do setor (Quadro 2.7.13).

Quadro 2.7.13 | Necessidades de água para as atividades de indústria extrativa

Ilha	Necessidades Hídricas		
	Indústria Extrativa		Volume licenciado (m ³ /ano)
	Local de Extração	Empresas (n.º)	
Flores	Ribeiras	2	26 600

Neste sentido, verifica-se que os consumos totais para a indústria¹³ rondam os aproximadamente os 43 mil m³.

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

¹³ Considerando apenas as principais atividades da indústria transformadora e extrativa.

dos valores de precipitação anuais. Contudo, tendo em consideração o histórico de caudal turbinado e respetiva energia produzida, estima-se uma média de 14,6hm³ de água turbinada por ano e uma capitação de 3851L/kWh para a ilha das Flores. Os dados mais recentes demonstram para 2010 um consumo na ordem dos 13,7hm³ de necessidades hídricas totais para a ilha das Flores (Quadro 2.7.14).

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 2.7.14 | Consumo de água na produção de energia

Território	Necessidades Hídricas (m ³ /ano)				
	Energia				
	2000	2002	2004	2006	2010 ¹⁴
Flores	11 169 919	13 749 869	16 757 732	15 282 168	13 750 435
Termoelétrica	108	108	108	108	108
Hidroelétrica	11 169 811	13 749 761	16 757 624	15 282 060	13 750 327

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 1,2 mil m³ de água por ano nas unidades portuárias e aeroportuárias existentes na ilha das Flores.

De seguida são apresentados as necessidades totais para a ilha das Flores por tipologia de uso (Quadro 2.7.15).

Quadro 2.7.15 | Necessidades totais de água por tipo de uso para a ilha das Flores

Necessidades totais de água Flores		
Tipologia de Uso	Necessidades (m ³ /ano)	Ano de Referência
Urbano	265 454	2009
Turismo	17 723	2009
Agricultura	N.A.	-
Pecuária	83 424	2009
Indústria	42 930	2009
Produção de Energia	14 627 986	2000-2010 ¹⁵
Outros usos	1 199	2000
TOTAL - Flores	15 038 716	-

¹⁴ Não ausência de valor fidedigno para 2009 considerou-se o valor disponível mais atual relativo a 2007, e apenas contempla os valores relativos ao uso doméstico.

¹⁵ Valor médio dada a forte variância do setor de produção de energia hidroelétrica.

2.7.3 | Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades

De acordo com os resultados estimados, a ilha das Flores apresenta umas necessidades hídricas totais na ordem dos 15 mil dam³ por ano. As disponibilidades hídricas totais mostram-se suficientes para comportar as necessidades hídricas estimadas, visto que se estimam umas disponibilidades hídricas superficiais na ordem dos 71 mil dam³ por ano e aproximadamente 101 mil dam³ 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 positivo, ainda que as necessidades hídricas representem em volume uma fração significativa (8,70%) face às disponibilidades hídricas (Quadro 2.7.16), principalmente devido à produção hidroelétrica.

Quadro 2.7.16 | Balanço hídrico para a ilha das Flores

Parâmetro	Balanço Hídrico	
	Flores Tipologia	Volumes anuais (m ³)
Necessidades hídricas	Urbano ¹⁶	265 454
	Turismo	17 723
	Agricultura	N.A.
	Pecuária	83 424
	Indústria	42 930
	Produção de Energia	14 627 986
	Outros usos	1 199
	Total	15 038 716
Disponibilidades hídricas	Superficiais	71 477 772
	Subterrâneas	101 400 000
	Total	172 877 772
BALANÇO HÍDRICO	Nec. / Disp. Supf.	21,04%
	Nec. / Disp. Subt.	14,83%
	Nec. / Disp. totais	8,70%

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

¹⁶ Considerando apenas setor doméstico.

entidades gestoras contactadas, tendo-se optado por uma taxa de perdas comumente assumida pelos referenciais bibliográficos do setor.

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

2.8.1 | Sistemas de abastecimento de água

2.8.1.1 | Modelos de gestão

O sistema de abastecimento de água na ilha das Flores é gerido, ao nível da vertente “Alta” e “Baixa”, pela Câmara Municipal das Lajes das Flores (CMLF) e pela Câmara Municipal de Santa Cruz das Flores (CMSCF).

2.8.1.2 | Atendimento do serviço

A totalidade da população da ilha das Flores é servida por sistemas de abastecimento de água.

2.8.1.3 | Origens de água e infraestruturas de captação

As captações de água são todas de origem subterrânea, tanto no concelho das Lajes das Flores como em Santa Cruz das Flores. Em termos gerais, as captações localizam-se na sua maioria na vertente Este da ilha (Figura 2.8.1).

No caso específico do concelho de Lajes das Flores, o abastecimento de água é realizado através de dez sistemas inseridos todos no território do concelho. Atualmente todos os sistemas dispõem de pelo menos uma captação de água, o que no total resulta em 23 captações disponíveis no concelho das Lajes das Flores (Quadro 2.8.1).

No caso do concelho de Santa Cruz das Flores contabilizam-se 38 captações de água de origem subterrânea, abastecendo nove sistemas de abastecimento de água (Quadro 2.8.1).

Quadro 2.8. 1 | Captações de água existentes no concelho das Lajes das Flores

Flores Captações de Água	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Total
N.º de Captações	23	38	61
N.º de Captações Superficiais	0	0	0
N.º de Captações Subterrâneas	23	38	61
Volume Captado (m ³ /ano)	n.d.	207 094	n.d.

Em termos gerais, na ilha das Flores somam-se 61 captações de água de origem subterrânea para consumo humano.

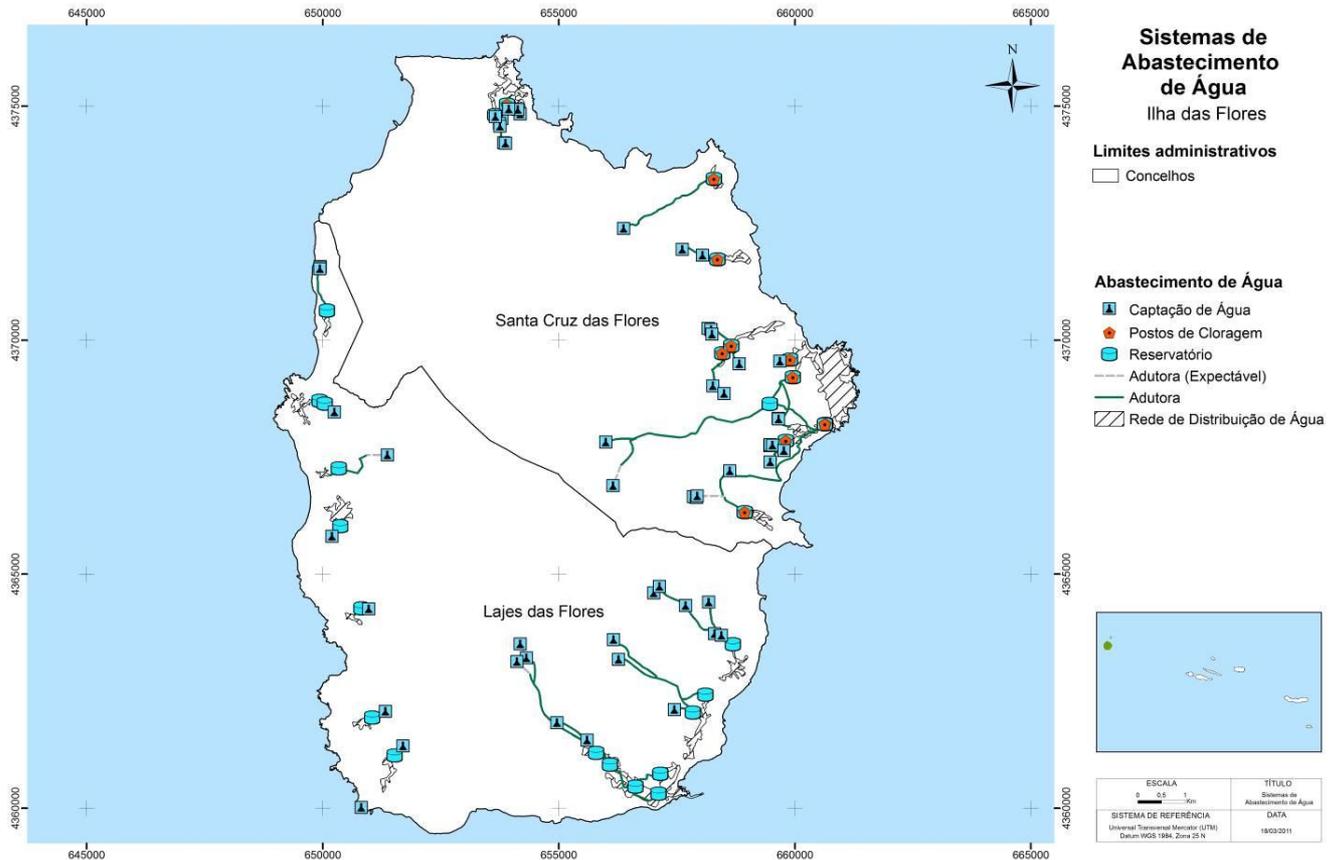


Figura 2.8. 1 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos de abastecimento de água na ilha das Flores.

2.8.1.4 | Infraestruturas de tratamento de água

Relativamente às infraestruturas de tratamento de água existem postos de cloragem apenas em captações no concelho de Santa Cruz das Flores, distribuindo-se por todos os sistemas de abastecimento. De salientar que não existem Estações de Tratamento de Água na ilha, nem postos de cloragem no concelho das Lajes das Flores (Quadro 2.8.2).

Quadro 2.8.2| Estações de tratamento de água e postos de cloragem existentes no concelho de Santa Cruz das Flores

Flores – Santa Cruz das Flores ETA / PC	Sistemas									
	Caveira	Santa Cruz das flores	Fazenda de Santa Cruz	Rua dos Barqueiros	Monte/ Vales	Monte/ Vimes	Ponta Delgada - Flores	Ponta Ruiva	Cedros	Todos os Sistemas
N.º de ETA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N.º de PC	1	2	2	1	1	1	2	1	1	12
Caudal Tratado (m³/ano)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	101 470

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

A distribuição da água faz-se por via das adutoras, não existindo sistemas para elevação da água. No que concerne ao armazenamento da água existem 30 reservatórios na ilha das Flores, sendo que 17 se localizam no concelho das Lajes das Flores e os restantes 13 em Santa Cruz das Flores (Quadro 2.8.3 e Quadro 2.8.4).

Quadro 2.8.3 | Reservatórios existentes no concelho das Lajes das Flores

Flores – Lajes das Flores Reservatórios	Tipo de Sistema										
	Lajedo	Costa do Lajedo	Lomba (Lajes das Flores)	Fazenda das Lajes	Lajes das Flores	Mosteiro (Flores)	Fajãzinha	Cuada	Ponta da Fajã	Fajã Grande	Todos os Sistemas
N.º Reservatórios	1	1	1	2	5	1	2	1	1	2	17

Quadro 2.8.4 | Reservatórios existentes no concelho de Santa Cruz das Flores

Flores – Santa Cruz das Flores Reservatórios	Tipo de Sistemas									
	Caveira	Santa Cruz das flores	Fazenda de Sant Cruz	Rua dos Barqueiros	Monte/Vales	Monte/Vimes	Ponta Delgada - Flores	Ponta Ruiva	Cedros	Todos os Sistemas
N.º Reservatórios	1	4	1	1	1	1	2	1	1	13

2.8.1.6 | Inventário de outras infraestruturas hidráulicas

Para das infraestruturas de abastecimento de água, destacam-se as infraestruturas hidráulicas e os açudes existentes na ilha das Flores, localizados no quadrante Este da ilha. Estes correspondem à central hidroelétrica da Ribeira de Além da Fazenda, responsável pelo fornecimento de energia a toda a ilha (Figura 2.8.2).

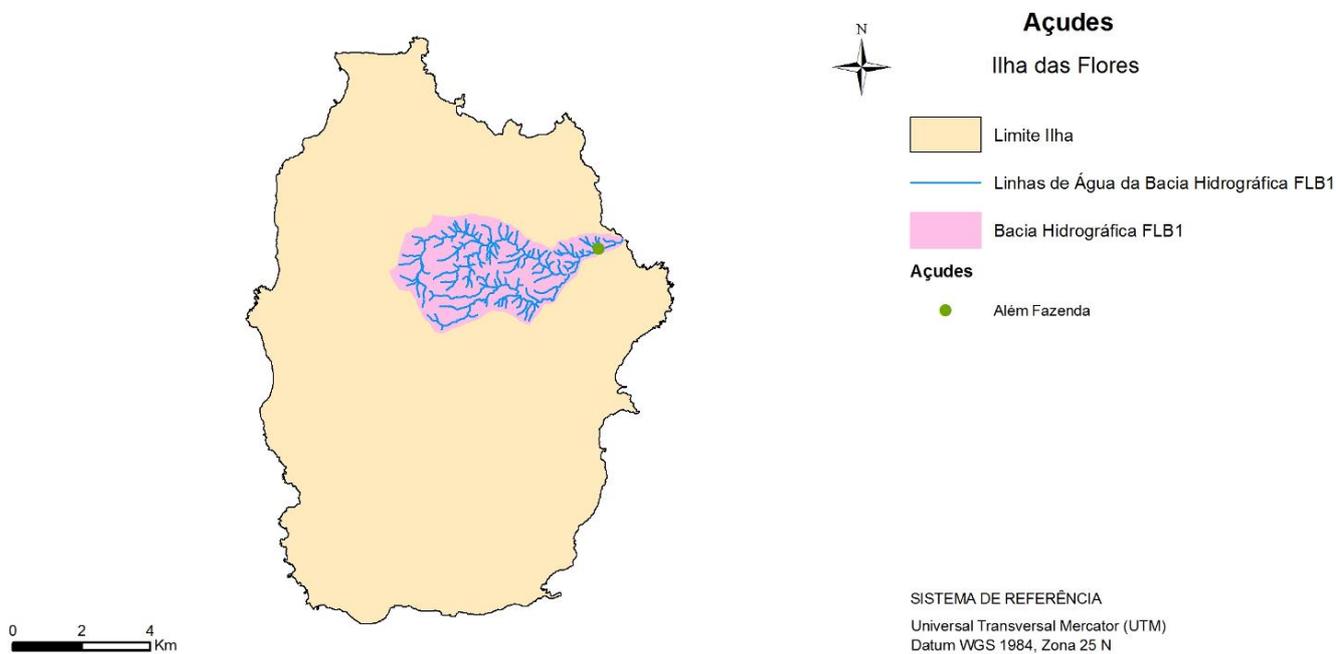


Figura 2.8. 2 | Infraestruturas hidráulicas e açudes da ilha das Flores.

2.8.2 | Sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais

2.8.2.1 | Modelos de gestão

Na ilha das Flores a gestão dos serviços de saneamento de águas residuais, nas vertentes em “Alta” e em “Baixa”, é da responsabilidade das câmaras municipais, nomeadamente da CMLF e da CMSCF.

2.8.2.2 | Atendimento do serviço

A população servida por sistemas de drenagem e tratamento primário de águas residuais é de apenas 5% na ilha das Flores.

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

As infraestruturas de coleta, transporte, relevação e rejeição de águas residuais estão representadas na Figura 2.8.3.

No que concerne às infraestruturas de elevação de água residuais há registo de uma estação elevatória localizada no concelho de Santa Cruz das Flores, contudo desconhece-se a situação do seu funcionamento.

2.8.2.4 | Infraestruturas de tratamento de água residuais

Por outro lado, relativamente às infraestruturas de rejeição de águas residuais registam-se as seguintes (Quadro 2.8.5).

Quadro 2.8.5 | Pontos de rejeição existentes na ilha das Flores

Flores Pontos de Rejeição	Sistemas		
	Santa Cruz das Flores (Norte)	Santa Cruz das Flores	Urbanização Angelo de Freitas
N.º Pontos de rejeição	2	2	1

De acordo com os dados do INSAAR, existem cerca de 5 pontos de rejeição na ilha das Flores, 4 no concelho de Santa Cruz das Flores e 1 nas Lajes das Flores (sistema Urbanização Ângelo de Freitas Henriques). Em todos os casos, a descarga é efetuada em meio recetor após tratamento e, pelo menos, em Santa Cruz das Flores estão em funcionamento. No caso do ponto de rejeição nas Lajes das Flores a situação do seu funcionamento não está disponível

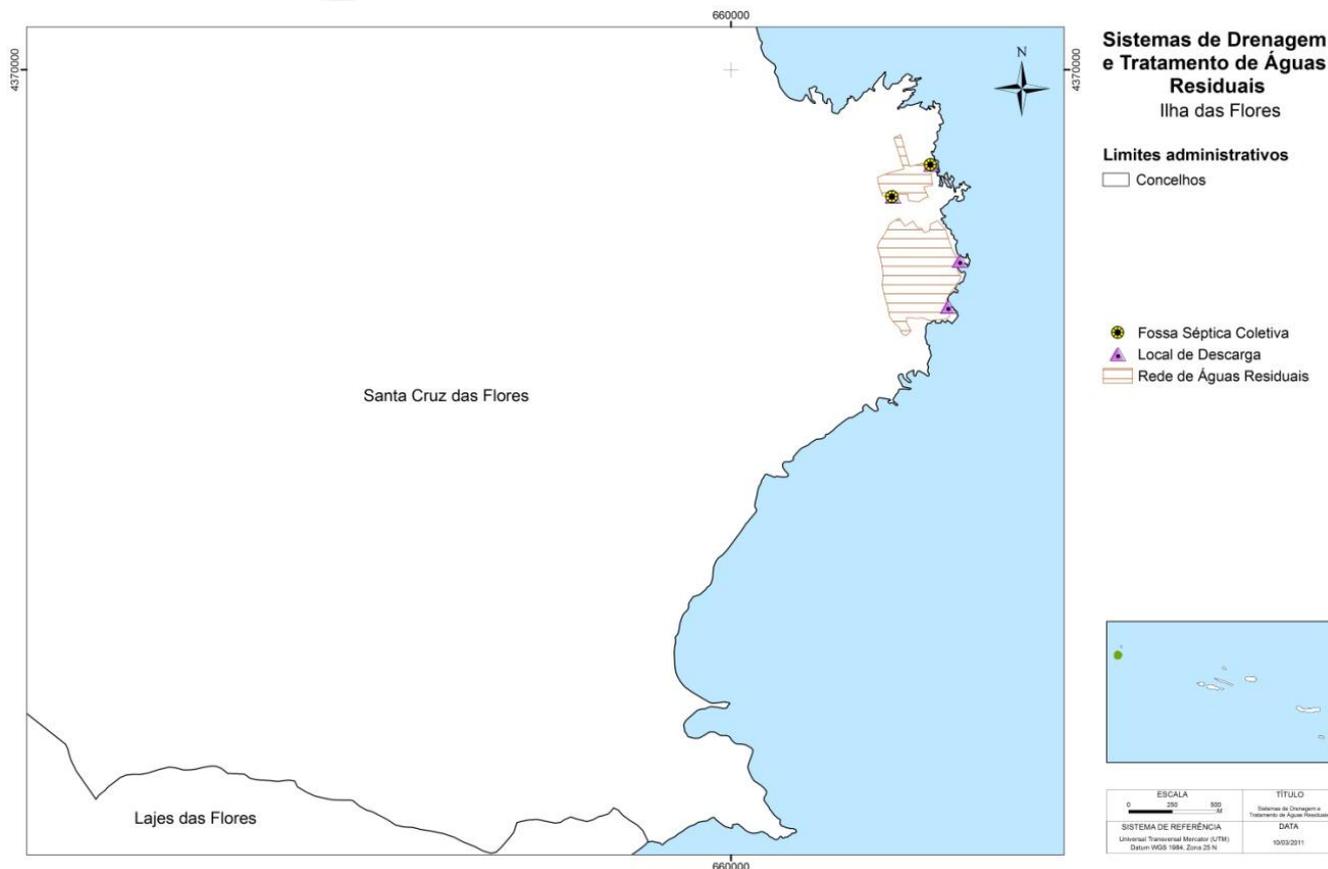


Figura 2.8.3 | Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais na ilha das Flores.

2.8.2.5 | Infraestruturas de tratamento de águas residuais

Para o tratamento de águas residuais existem duas fossas sépticas coletivas (FSC) no concelho de Santa Cruz das Flores, da responsabilidade de gestão da Câmara Municipal.

2.8.2.6 | Águas residuais produzidas por tipo

A estimativa dos volumes gerados pelo 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 2.8.6).

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 2.8.6 | Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem

Volumes gerados (m ³ /ano)						
Águas residuais urbanas						
Origem	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2000 ¹⁷			2009 ¹⁸		
Doméstico	128 214	48 355	79 858	136 130	50 425	85 706
Turístico	5 984	2 491	3 493	6 188	2 604	3 584
Industrial	935	n.d.	n.d.	1 141	205	935
Comércio e serviços	4 782	1 205	3 577	6 223	1 259	4 964

De referir que os volumes totais de águas residuais urbanas relativos ao ano de 2008 correspondem a cerca de quase 8 mil habitantes equivalentes¹⁹, sendo que cerca de 224 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: CBO₅, CQO, SST, Azoto e Fósforo (Quadro 2.8.7).

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

Quadro 2.8.7 | 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, carga de Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO₅) gerado é de cerca 90 mil kg, valor acima do observado em 2000 para o setor doméstico. Este é o setor que mais quantitativos gera este tipo de carga orgânica, sendo mais notável no concelho de Santa Cruz das Flores (Quadro 2.8.8).

Quadro 2.8.8 | Estimativa de CBO₅ gerado pelas águas residuais urbanas por concelho e tipo de origem

Carga de CBO ₅ gerado (kg/ano)						
Águas residuais urbanas						
Origem	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2000 ¹⁷			2009 ¹⁸		
Doméstico	85 476	32 237	53 239	90 754	33 617	57 137

¹⁷ Valores referentes à origem comércio e serviços são relativos ao ano de 2002 por ausência de informação de base.

¹⁸ Valores referentes às origens industrial e comércio e serviços são relativos ao ano de 2008 por ausência de informação de base.

¹⁹ Considerando que um habitante equivalente gera cerca de 90 litros por dia de águas residuais urbanas.

Carga de CBO ₅ gerado (kg/ano)						
Águas residuais urbanas						
Origem	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Turístico	3 989	1 661	2 329	4 126	1 736	2 389
Industrial	624	n.d.	n.d.	138	n.d.	n.d.
Comércio e serviços	3 188	803	2 385	4 149	840	3 309

Já no que concerne à carga de Carência Química de Oxigénio (CQO), aos Sólidos Suspensos Totais (SST), ao Azoto e Fósforo gerados a tendência verificada anteriormente aplica-se a estas cargas orgânicas, sendo o setor doméstico o que emite quantitativos mais elevados, seguindo-se o setor do comércio e serviços. Saliente-se que os valores registados sofreram um aumento de 2000 para 2009 (Quadro 2.8.9 a Quadro 2.8.12).

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

Carga de CQO gerado (kg/ano)						
Águas residuais urbanas						
Origem	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2000 ¹⁷			2009 ¹⁸		
Doméstico	170 951	64 474	106 478	181 507	67 233	114 274
Turístico	7 979	3 321	4 658	8 251	3 473	4 779
Industrial	1 247	n.d.	n.d.	1 521	274	1 247
Comércio e serviços	6 375	1 606	4 769	8 298	1 679	6 619

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

Carga de SST gerado (kg/ano)						
Águas residuais urbanas						
Origem	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2000 ¹⁷			2009 ¹⁸		
Doméstico	128 214	48 355	79 858	136 130	50 425	85 706
Turístico	5 984	2 491	3 493	6 188	2 604	3 584
Industrial	935	n.d.	n.d.	1 141	205	935
Comércio e serviços	4 782	1 205	3 577	6 223	1 259	4 964

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

Carga de azoto gerado (kg/ano)						
Águas residuais urbanas						
Origem	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2000 ¹⁷			2009 ¹⁸		
Doméstico	14 246	5 373	8 873	15 126	5 603	9 523
Turístico	665	277	388	688	289	289
Industrial	104	n.d.	n.d.	127	23	104
Comércio e serviços	531	134	397	691	140	552

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

Origem	Carga de fósforo gerado (kg/ano)					
	Águas residuais urbanas					
	Ilha das Flores	Lajes das Flores 2000 ¹⁷	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores 2009 ¹⁸	Santa Cruz das Flores
Doméstico	4 274	1 612	2 662	4 538	1 681	2 857
Turístico	199	83	116	206	87	119
Industrial	31	n.d.	n.d.	38	7	31
Comércio e serviços	159	40	119	207	42	165

De forma a estimar os volumes de águas residuais geradas encaminhadas para cada tipologia de tratamento existente ou descarregadas diretamente no meio ambiente foi necessário recorrer de forma integrada à base de dados do INSAAR e inquéritos recolhidos pelas entidades gestoras de forma a aferir qual a população ligada à rede de drenagem e que encaminhamento era dado por tipologia ou nível de tratamento aos volumes gerados por freguesia. Em resultado dessa integração de informação estimaram-se taxas de distribuição dos volumes gerados de águas residuais urbanas.

Relativamente à estimativa das cargas removidas e emitidas para o meio foram aferidas tendo em consideração as seguintes taxas de remoção por nível de tratamento (Quadro 2.8.13).

Quadro 2.8.13 | Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento

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

Em resultado, obtiveram-se os seguintes volumes e cargas removidas e emitidas a 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 total de águas residuais encaminhadas para Fossas sépticas Individuais (FSI) e FSC, em 2009, foi de 142 mil m³, valor ligeiramente acima ao registado em 2000 (134 mil m³). Deste total, mais de 93% das águas residuais urbanas são encaminhadas para FSI, e apenas 7% segue para as FSC (Quadro 2.8.14).

²⁰ Fonte: Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro.

²¹ Fonte: (1) Mackenzie&Davis; (2) Mano, 2002.

Quadro 2.8.14 | Estimativa do volume total de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino

Destino	Volume de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino (m ³ /ano)					
	Águas residuais urbanas					
	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2000			2009		
FSI	119 709	44 197	75 512	127 130	46 089	81 041
FSC	8 505	4 158	4 346	9 001	4 336	4 665
ETAR	0	0	0	0	0	0
Descarga direta	137 667	50 966	86 702	145 701	52 953	92 748

Tendo em conta as estimativas de cargas orgânicas removidas pelos diferentes tipos de destino das águas residuais, os maiores quantitativos de CBO₅, CQO, SST, Azoto e Fósforo são removidos pelas FSI, uma vez que também é o destino da maior parte das águas residuais produzidas (Quadro 2.8.15 a Quadro 2.8.19)

Quadro 2.8.15 | Estimativa de CBO₅ removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Destino	Carga de CBO ₅ removido e emitido (kg/ano)					
	Águas residuais urbanas					
	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2005			2008		
FSI	34 421	n.d.	n.d.	35 212	12 917	22 296
FSC	1 264	n.d.	n.d.	1 309	624	684
ETAR	0	0	0	0	0	0
Emitido	60 562	n.d.	n.d.	62 666	22 765	39 901

Quadro 2.8.16 | Estimativa de CQO removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Destino	Carga de CQO removido e emitido (kg/ano)					
	Águas residuais urbanas					
	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2005			2008		
FSI	68 843	n.d.	n.d.	70 425	25 833	44 592
FSC	2 528	n.d.	n.d.	2 618	1 249	1 369
ETAR	0	0	0	0	0	0
Emitido	121 123	n.d.	n.d.	125 331	45 530	79 801

Quadro 2.8.17 | Estimativa de SST removido das águas residuais urbanas por tipo de sistema de tratamento e emitido para o meio

Destino	Carga de SST removido e emitido (kg/ano)					
	Águas residuais urbanas					
	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2005			2008		
FSI	64 540	n.d.	n.d.	66 023	24 219	41 805
FSC	4 740	n.d.	n.d.	4 908	2 342	2 567
ETAR	0	0	0	0	0	0
Emitido	75 091	n.d.	n.d.	77 849	27 899	49 950

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

Carga de azoto removido e emitido (kg/ano)						
Destino	Águas residuais urbanas					
	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2005			2008		
FSI	717	n.d.	n.d.	734	269	464
FSC	0	0	0	0	0	0
ETAR	0	0	0	0	0	0
Emitido	15 324	n.d.	n.d.	15 798	5 782	10 016

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

Carga de fósforo removido e emitido (kg/ano)						
Destino	Águas residuais urbanas					
	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
	2005			2008		
FSI	86	n.d.	n.d.	88	32	56
FSC	0	0	0	0	0	0
ETAR	0	0	0	0	0	0
Emitido	4 726	n.d.	n.d.	4 871	1 783	3 088

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 2.8.20).

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 2.8.20 | Taxas de exportação de nutrientes para o setor agrícola

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

Fonte: Colho, Diogo, Almeida (UNL)

Assim, de acordo com o Quadro 2.8.21 estima-se que são emitidas cerca de 15 320kg por ano de Azoto e 1 584kg de fósforo.

Quadro 2.8.21 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas pela agricultura em 2009

Cargas orgânicas emitidas		
Território	Agricultura	
	Azoto (kg/ano)	Fósforo (kg/ano)
Lajes das Flores	7 726	794

Cargas orgânicas emitidas Agricultura		
Território	Azoto (kg/ano)	Fósforo (kg/ano)
Santa Cruz das Flores	7 594	790
TOTAL – Ilha das Flores	15 320	1 584

Pecuária

O cálculo das cargas de cargas orgânicas e nutrientes emitidos pela pecuária (Quadro 2.8.23) foi efetuado assumindo os coeficientes de emissão de nutrientes publicados pelo *Código de Boas Práticas Agrícolas*, e captações de cargas orgânicas emitidas publicadas por documentos de referência²² e representadas de seguida (Quadro 2.8. 22).Quadro 2.8.22

Quadro 2.8.22 | Coeficientes de emissão para o setor pecuário por tipo de cabeça

Tipo de cabeça	CBO ₅ (g/animal/dia)	Coeficientes de emissão		Azoto (kg/animal/ano)	Fósforo (kg/animal/ano)
		CQO (g/animal/dia)	SST (g/animal/dia)		
Bovinos	405	458	5 000	105	35

Quadro 2.8.23 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas para o meio pelo setor da pecuária

Destino	Carga orgânicas emitidas (kg/ano)						
	Ilha das Flores	Pecuária			Ilha das Flores	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
		Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores	Santa Cruz das Flores			
		1999		2009			
CBO ₅	715 325	371 632	343 693	829 298	399 867	429 432	
CQO	808 936	420 265	388 670	937 824	452 195	485 629	
SST	8 831 175	4 588 050	4 243 125	10 238 250	4 936 625	5 301 625	
Azoto	508 095	263 970	244 125	589 050	284 025	305 025	
Fósforo	169 365	87 990	81 375	196 350	94 675	101 675	

Indústria

A aferição do volume e cargas orgânicas geradas e rejeitadas no setor industrial tiveram em consideração as seguintes captações (Quadro 2.8.24). 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.

²² Plano de Bacia Hidrográfica do rio Lima.

Quadro 2.8.24 | 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-carçaça	1,8	6	140	15
Indústria de laticínios	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 3806 m³, sendo que a indústria de transformação de carnes contribui em mais de 50% para esse valor (Quadro 2.8.25).

Quadro 2.8.25 | Estimativa das águas residuais emitidas pelas principais atividades industriais

Águas Residuais emitidas pelas atividades industriais				
Tipo de Atividade	Volume rejeitado (m ³ /ano)		Freguesias afetadas	
	2000	2009	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Indústria de transformação de carnes	867	2 187	- Lajes das Flores - Mosteiro	- Santa Cruz das Flores
Indústria de laticínios	1 211	1 619	- Lajes das Flores	- Santa Cruz das Flores

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

No que concerne às cargas orgânicas emitidas para o meio, pelo setor industrial, tem-se verificado um aumento dos valores emitidos (Quadro 2.8.26).

Quadro 2.8.26 | 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	1 561	3 936	5 205	13 120	121	306	13	33
Indústria de laticínios	12 115	16 188	969	1 295	182	243	61	81
TOTAL – Flores	13 676	20 124	6 174	14 415	303	549	74	114

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 das Flores.

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 Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos geológicos (CVARG).

2.9.1 | Alterações climáticas

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

2.9.1.1 | A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática

Tal²³ 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 escoar em superfície ou se infiltra em profundidade contribuindo para as suas reservas.

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

²³ Nota prévia: neste capítulo é seguido de perto parte do texto original de Azevedo (2011) em fase de publicação.

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

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

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

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

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

2.9.1.2 | A evolução do clima dos Açores

Tendo como base a análise das séries climáticas produzidas ao longo do período de tempo em que são efetuadas observações meteorológicas regulares no arquipélago dos Açores, em particular as que resultam das observações nas ilhas de S. Miguel e Terceira, bem como o seu tratamento com base em diferentes metodologias de normalização dos dados²⁴, designadamente as adotadas no projeto SIAM_II²⁵, 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:

²⁴ 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.

²⁵ F. D. SANTOS E P. MIRANDA (editores) (2006) - ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM PORTUGAL - CENÁRIOS IMPACTOS E MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO - Projeto SIAM_II, Gradiva, Lisboa, 2006.

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

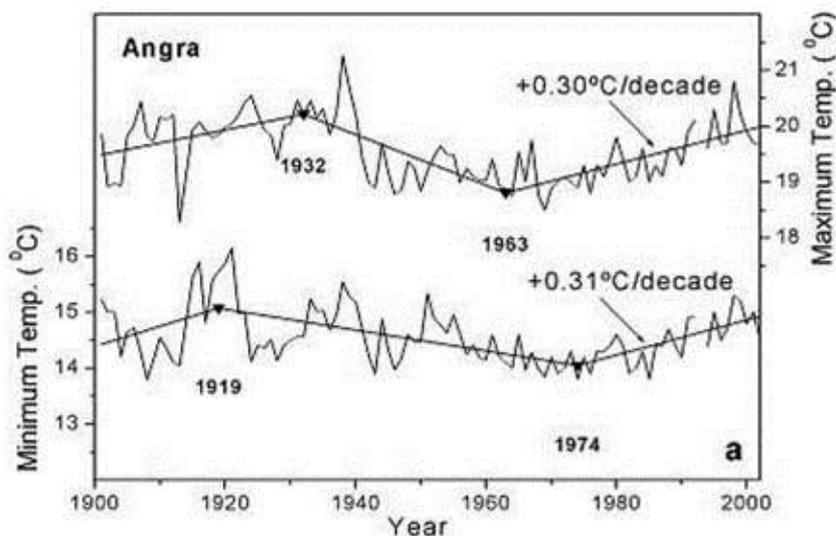


Figura 2.9.1 | Séries temporais de Tmin, Tmax – Angra do Heroísmo/Terceira.

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

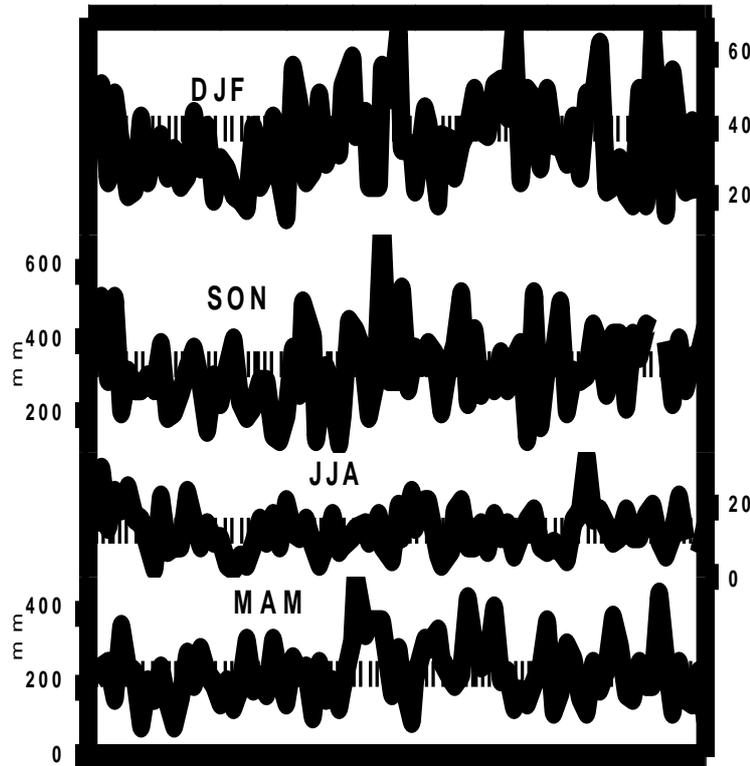


Figura 2.9.2 | Precipitação sazonal – Angra do Heroísmo (Terceira).

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

2.9.1.3 | Cenários e projeções climáticas para os Açores

Os cenários climáticos considerados no projeto SIAM_II constituem uma estimativa da provável evolução do clima global no próximo século. Para o efeito, consideram-se 3 cenários de emissão de gases de estufa e recorreu-se a dados de diversos modelos globais e regionais²⁶.

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

²⁶ 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.

No entanto, em todos os cenários da evolução do clima futuro na zona da bacia atlântica onde se enquadram as ilhas do Açores é possível verificar unanimidade na previsão de um aumento da temperatura do ar, muito embora este aumento não se preveja tão grave como nas regiões continentais, designadamente para o continente português. Este facto é atribuído à maior inércia térmica oceânica e às trocas de calor sensível e latente entre este meio e a atmosfera.

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

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

2.9.1.4 | Elevação do nível médio do mar

Segundo o quarto relatório do IPCC (2007), as causas para a elevação do nível médio do mar estão relacionadas com a expansão 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 (A1FI²⁷) ostenta uma elevação de 0,26-0,59m. No entanto esta subida do nível do mar não será geograficamente uniforme, com variações regionais de, aproximadamente 0,15m.

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 0,59m, valor este de pouca representatividade devido aos fatores já enumerados.

A elevação do nível do mar ocupará uma área de 0,23km² ao longo da orla costeira. As zonas mais afetadas pela elevação do nível médio do mar serão na vila de Santa Cruz das Flores (Figura 2.9.4), nas Lajes das Flores (Figura 2.9.5) e Ponta da Coelheira, Furnas e Ponta de Baixo (Figura 2.9.6).

²⁷ 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.

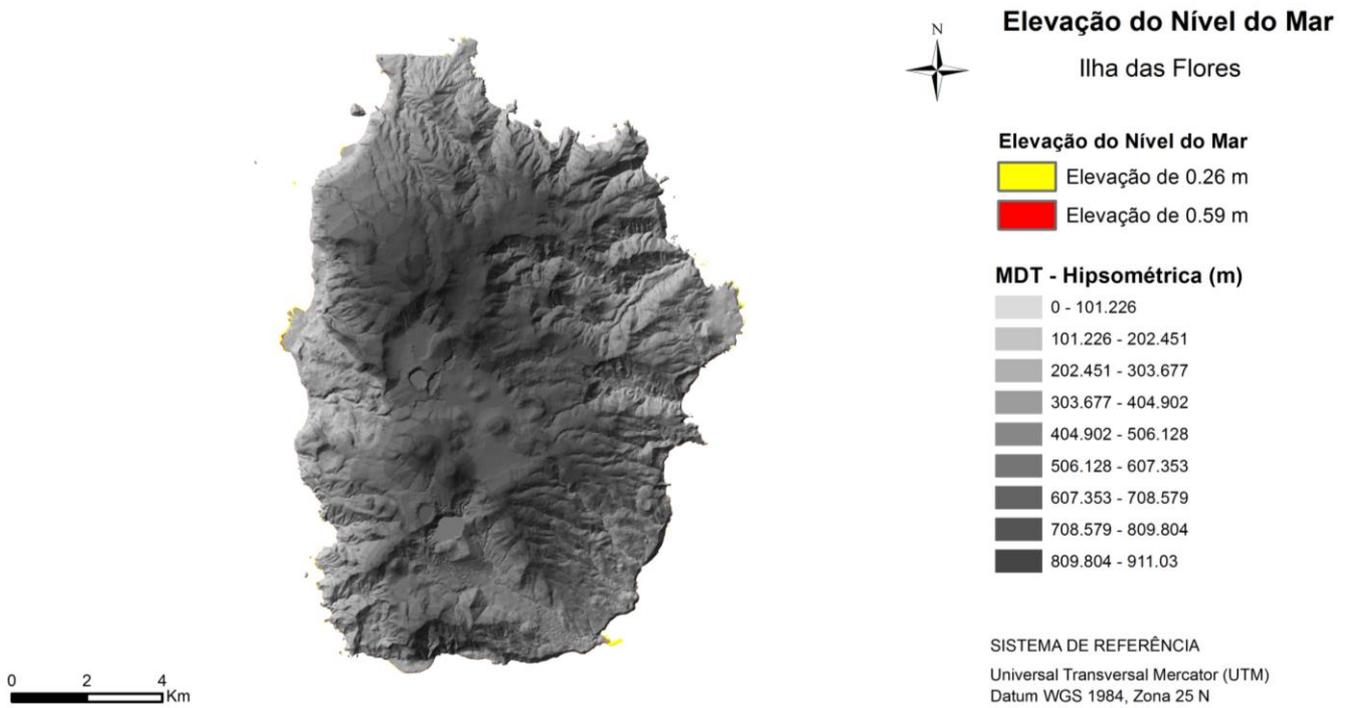


Figura 2.9.3 | Elevação do nível médio do mar na ilha das Flores.

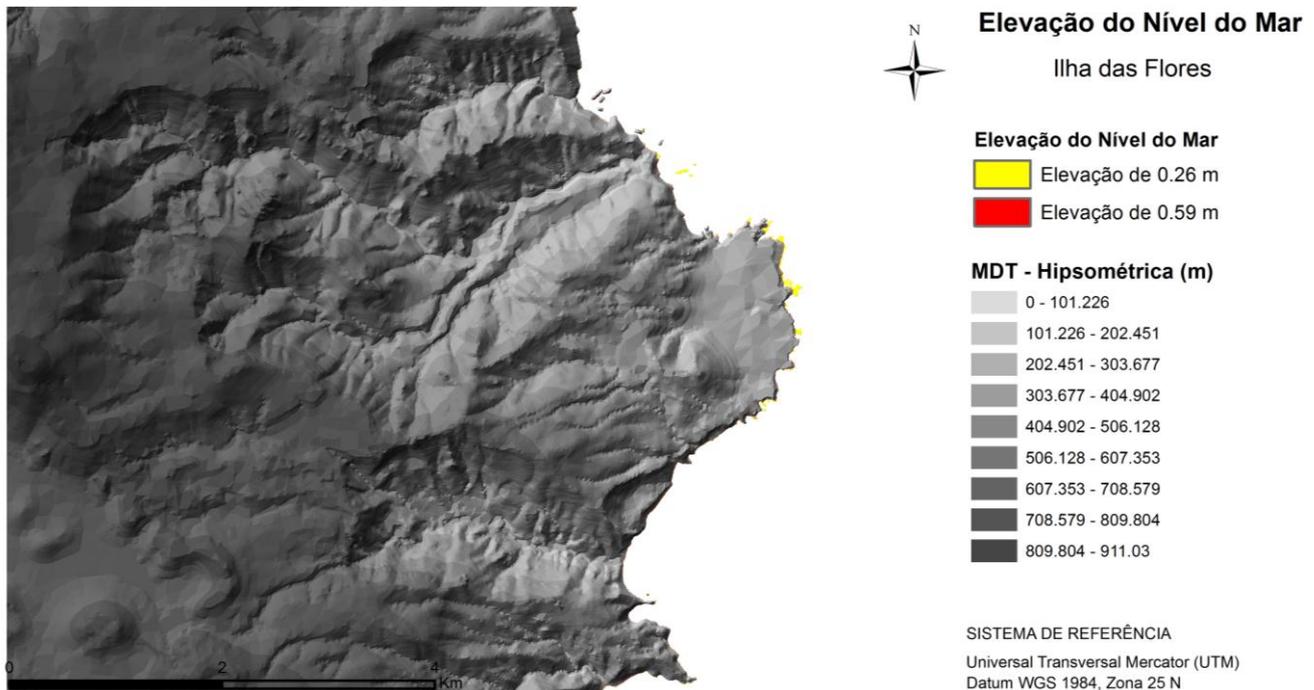


Figura 2.9.4 | Elevação do nível do mar em Santa Cruz das Flores.

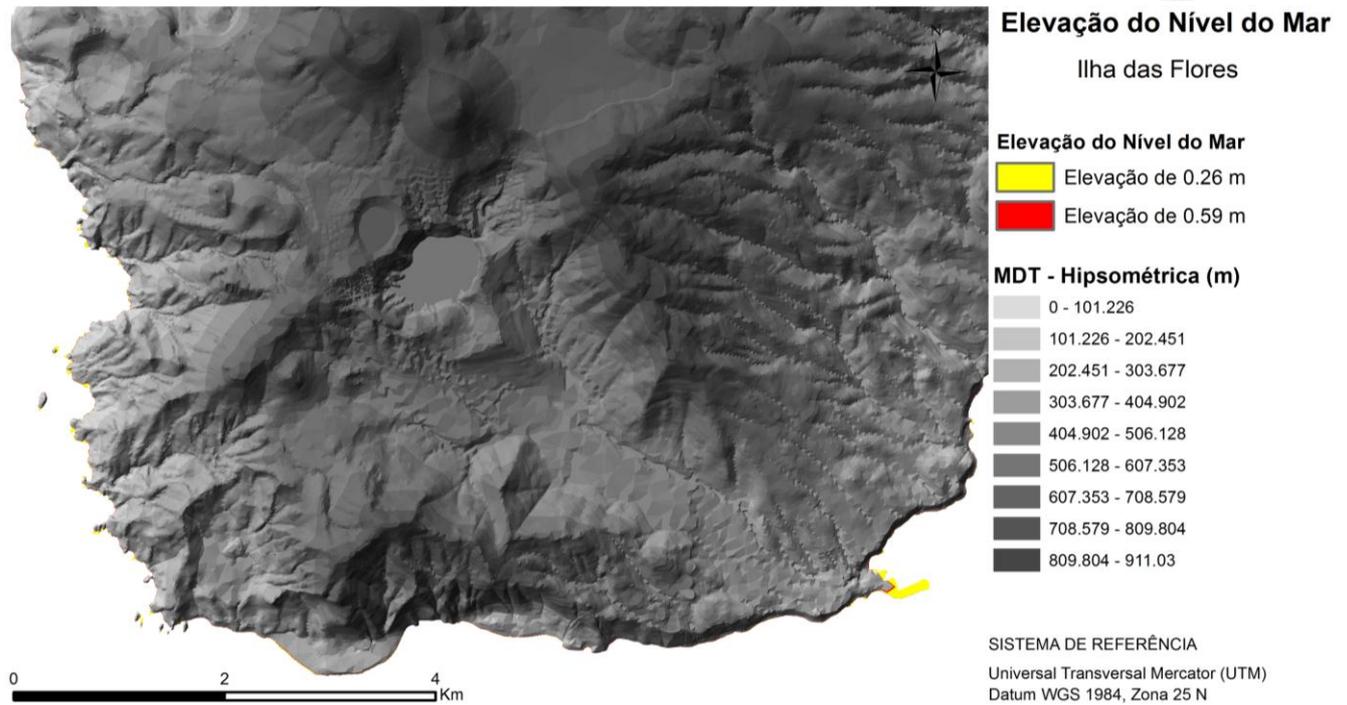


Figura 2.9.5 | Elevação do nível do mar nas Lajes das Flores.

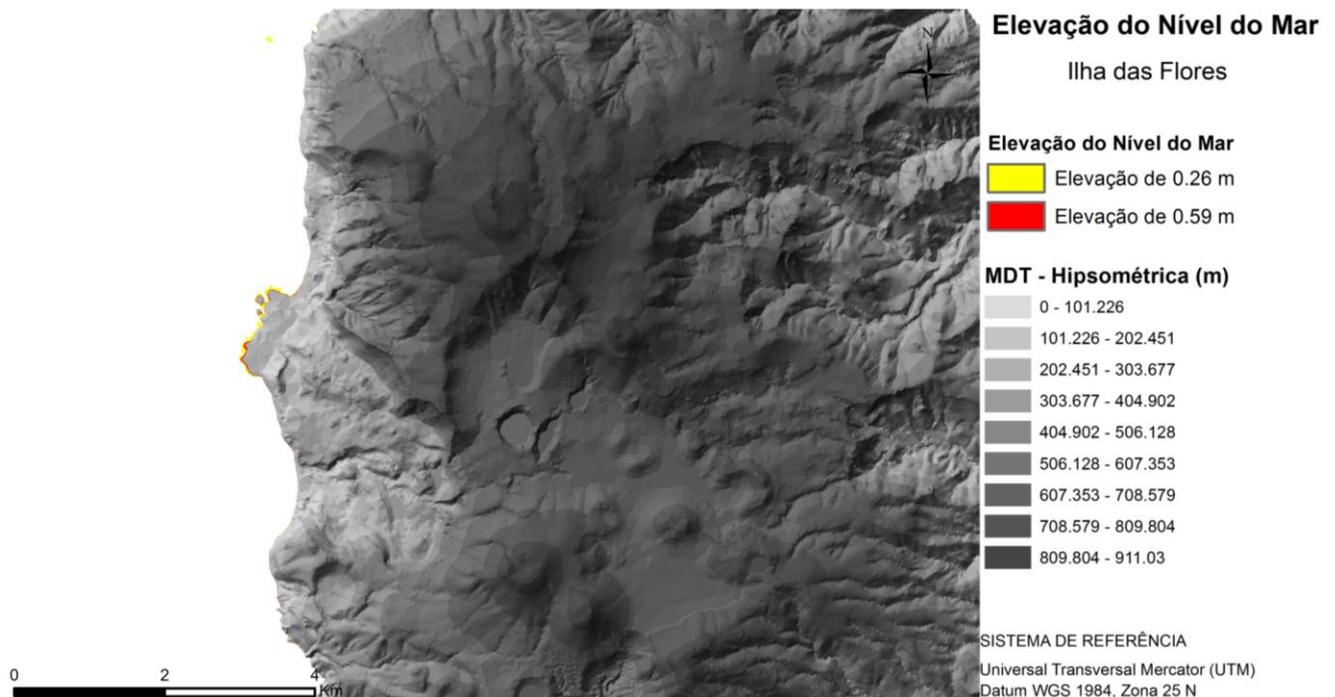


Figura 2.9.6 | Elevação do mar na zona na Ponta da Coelhoira, Furnas e Ponta de Baixo.

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 2.9.7.

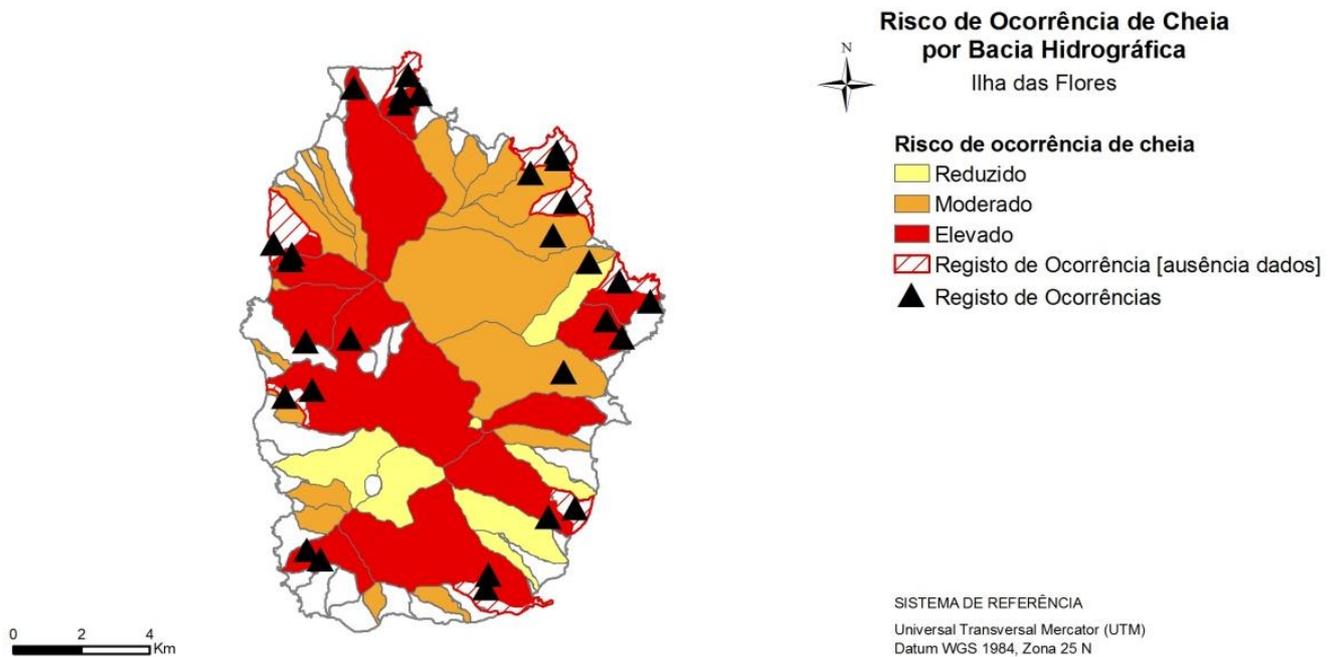


Figura 2.9.7 | Classificação das bacias hidrográficas da ilha das Flores de acordo com o seu risco de cheia.

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 2.9.7, 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					Final
		Histórico	Q_{esp}	D_d	OS		
FLA20	Bacias Agregadas	2	3	3	1	Elevado	
FLB1	Bacias Agregadas	2	1	3	1	Moderado	

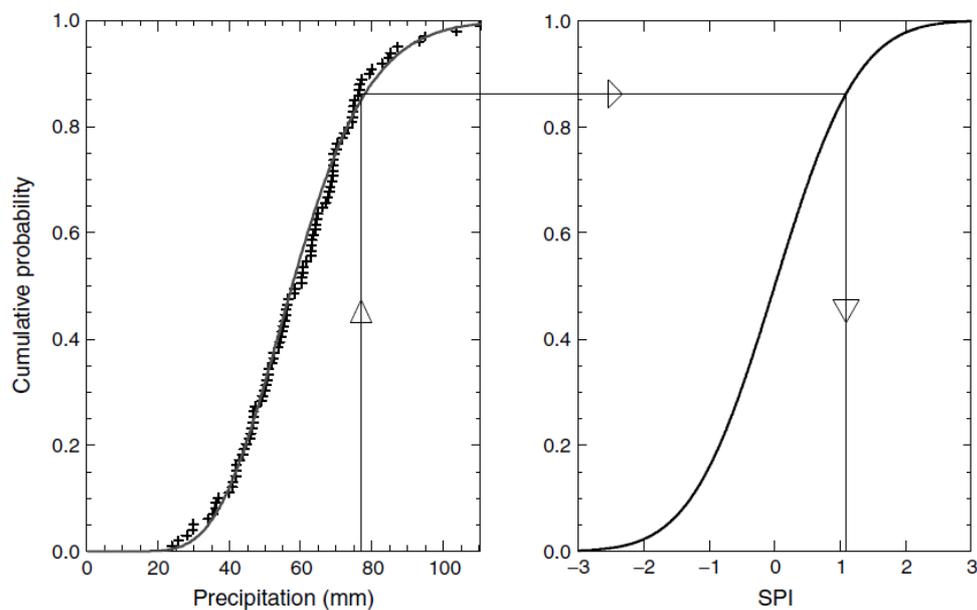
Código bacia	Nome bacia	Histórico	Classificação			Final
			Q _{esp}	D _d	OS	
FLB10	Rib. da Fazenda	-	2	1	1	Reduzido
FLB11	Rib. das Casas	2	3	3	1	Elevado
FLB12	Rib. dos Ilhéus	-	3	3	1	Moderado
FLB13	Rib. do M. Gordo	-	3	3	1	Moderado
FLB14	Rib. do Pomar	-	2	3	1	Moderado
FLB15	Rib. do Mouco	-	2	3	1	Moderado
FLB16	Rib. das Barrosas	-	3	3	1	Moderado
FLB17	Nome Desconhecido	-	3	3	1	Moderado
FLB18	Rib. da Urzela	-	2	3	1	Moderado
FLB19	Rib. da Fazenda	4	3	3	2	Elevado
FLB2	Bacias Agregadas	2	2	3	1	Elevado
FLB20	Rib. do Fundão	-	3	2	1	Moderado
FLB21	Rib. do Pomar	2	2	3	2	Elevado
FLB22	Grotão	2	3	3	1	Elevado
FLB23	Rib. dos Alquevins	-	3	3	1	Moderado
FLB24	Bacias Agregadas	2	2	2	1	Moderado
FLB25	Rib. da Lapa	-	3	2	1	Moderado
FLB26	Nome Desconhecido	-	3	3	1	Moderado
FLB27	Nome Desconhecido	-	2	2	1	Reduzido
FLB28	Ribeirinha	-	3	2	1	Moderado
FLB29	Nome desconhecido	-	3	3	1	Moderado
FLB3	Rib. do Moinho	2	3	3	1	Moderado
FLB30	Rib. dos Fanais	-	3	2	1	Moderado
FLB31	Rib. dos Casteletes	-	3	2	1	Moderado
FLB32	Nome Desconhecido	-	3	2	1	Moderado
FLB33	Rib. do Mosteiro	-	2	2	1	Reduzido
FLB34	Rib. Grande	3	1	3	1	Elevado
FLB35	Bacias Agregadas	-	2	2	1	Reduzido
FLB4	Bacias Agregadas	2	2	2	1	Moderado
FLB5	Rib. Funda	2	2	3	1	Elevado
FLB7	Rib. Funda	2	2	2	1	Elevado
FLB8	Ribeira dos Barqueiros	3	2	2	1	Elevado
FLB8	Rib. do Moirato	-	2	2	1	Reduzido
FLB9	Rib. do Campanário	3	2	2	1	Elevado
FLE5	Lagoa Funda das Lages	-	2	2	1	Reduzido
FLE6	Lagoa da Lomba	-	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 2.9.8).



Fonte: Lloyd-Hughes & Saunders (2002)

Figura 2.9.8 | Exemplo do processo de cálculo do índice SPI.

A aplicação da distribuição *Gamma* a registos de precipitação, foi considerada pela primeira vez por Thom (1958), demonstrando o bom ajuste da mesma a este tipo de variável. A distribuição *Gamma* é dada pela seguinte função densidade de probabilidade $g(x)$ (1):

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

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

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

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

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

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

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

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

O SPI-12 meses está diretamente associado 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 das Flores.

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 das Flores são devidamente identificados no Quadro 2.9.8.

Quadro 2.9.8 | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha das Flores

Ilha	Estação	Origem
Flores	Fazenda de Santa Cruz	DSRH
	P. D. Flores	DSRH
	Pico Casinhas	DSRH
	Terreiros	DSRH
	Boca Baleia	INMG
	Fajã Grande	INMG
	Stª. C. Flores	INMG
	Fazenda de Santa Cruz	DSRH

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

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 das Flores o período de avaliação foi definido atendendo ao período máximo dos registos existentes nos postos selecionados, tal como surge refletido no Quadro 2.9.9. Importa notar, todavia, que apesar de alguns postos selecionados possuírem registos de dados até à atualidade, todos eles apresentam uma falha de dados no período de setembro de 1996 a outubro de 2003, impossibilitando a avaliação contínua do índice SPI até à atualidade. Por esse motivo, apesar de inferior a 30 anos, o período de avaliação considerado foi de outubro de 1977 a setembro de 1995.

Quadro 2.9.9 | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha das Flores

Estação	Data de início	Data de fim	Período de Análise
Fazenda de Santa Cruz	Out-78	Set-95	Out 77 - Set 95
P. D. Flores	Set-84	Out-10	
Pico Casinhas	Jan-77	Out-10	
Terreiros	Set-84	Out-10	
Boca Baleia	Set-84	Out-10	
Fajã Grande	Jan-77	Set-95	
Stª. C. Flores	Jan-77	Set-95	

As séries de registos de algumas das estações selecionadas apresentavam falhas no período de avaliação definido, que foram devidamente colmatadas pelo método das duplas acumulações. Para isso, foram tomadas como base as séries

de registo completas de outros postos que, dentro da mesma ilha, melhor se correlacionavam com as séries em causa. No caso da ilha das Flores, as falhas foram completadas considerando como modelo a média das precipitações mensais das seguintes estações completas: P. D. Flores, Boca Baleia e Fajã Grande.

A partir dos dados completos de precipitação mensal dos postos indicados, foi determinada a série de precipitação mensal ponderada para a ilha das Flores 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 das Flores

Ano hid.	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1977/78	197,9	222,3	204,3	71,4	288,4	126,5	245,3	87,0	49,6	72,1	73,4	88,4
1978/79	182,0	191,7	221,1	281,1	244,5	115,6	233,4	231,3	123,8	67,2	49,2	86,5
1979/80	149,9	240,4	199,6	208,9	233,6	131,0	284,1	146,1	21,9	100,1	52,2	31,8
1980/81	213,3	354,8	197,2	47,9	240,4	242,8	79,1	102,6	99,0	12,7	57,3	103,0
1981/82	108,7	234,1	208,0	380,6	154,0	160,2	124,8	123,4	111,0	105,0	17,2	39,0
1982/83	203,1	139,3	250,9	152,7	117,9	58,6	97,5	72,1	34,6	25,2	35,7	151,7
1983/84	39,6	286,5	192,6	61,2	155,1	89,3	180,1	46,9	82,2	28,0	66,9	45,3
1984/85	224,5	226,7	68,7	434,0	179,0	195,8	165,6	79,4	79,0	54,9	84,1	116,4
1985/86	151,4	63,3	240,0	134,1	294,4	98,0	100,3	115,2	40,5	28,2	123,2	89,5
1986/87	454,6	147,0	101,3	132,4	110,5	122,2	55,5	63,4	104,2	52,0	32,0	51,0
1987/88	144,0	113,2	225,0	265,0	155,0	158,4	160,3	144,8	31,6	21,6	66,7	55,3
1988/89	61,3	78,7	436,5	78,0	91,3	137,5	119,2	45,9	77,2	262,6	20,9	92,8
1989/90	86,6	242,8	473,2	121,4	240,6	89,4	95,0	255,1	18,0	52,0	179,0	101,5
1990/91	88,0	271,0	74,0	220,0	209,0	158,4	282,0	95,8	73,4	150,4	32,4	83,9
1991/92	172,6	86,3	44,9	163,3	71,8	62,6	2,8	61,4	136,5	68,7	26,5	61,5
1992/93	15,4	70,1	116,0	208,7	63,5	179,3	88,6	141,5	81,0	47,2	38,2	83,9
1993/94	144,0	113,2	162,1	41,7	101,6	93,8	110,8	72,7	13,8	51,4	56,8	53,8
1994/95	144,0	48,6	185,0	156,3	170,0	108,2	128,3	128,0	64,8	58,5	54,1	79,5

2.9.3.2 | Cálculo do índice SPI - Ilha

A partir dos dados de precipitação mensal ponderada foi determinado o índice SPI para as escalas temporais a 3, 6 e 12 meses, para o período de avaliação considerado (outubro de 1977 – setembro de 1995). Os resultados para a ilha das Flores são apresentados nas Figuras 2.9.9, 2.9.10 e 2.9.11.

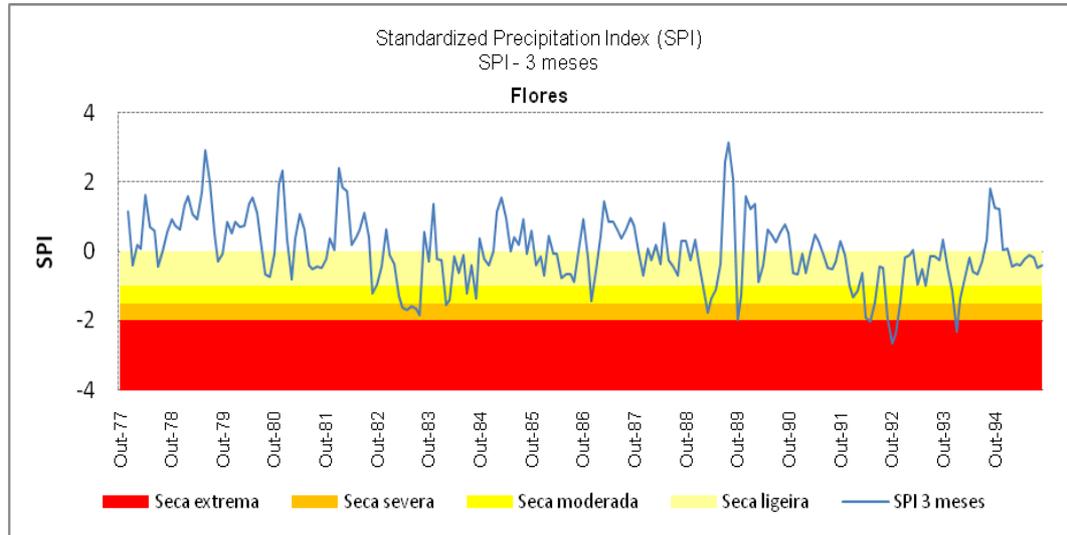


Figura 2.9.9 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha das Flores (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

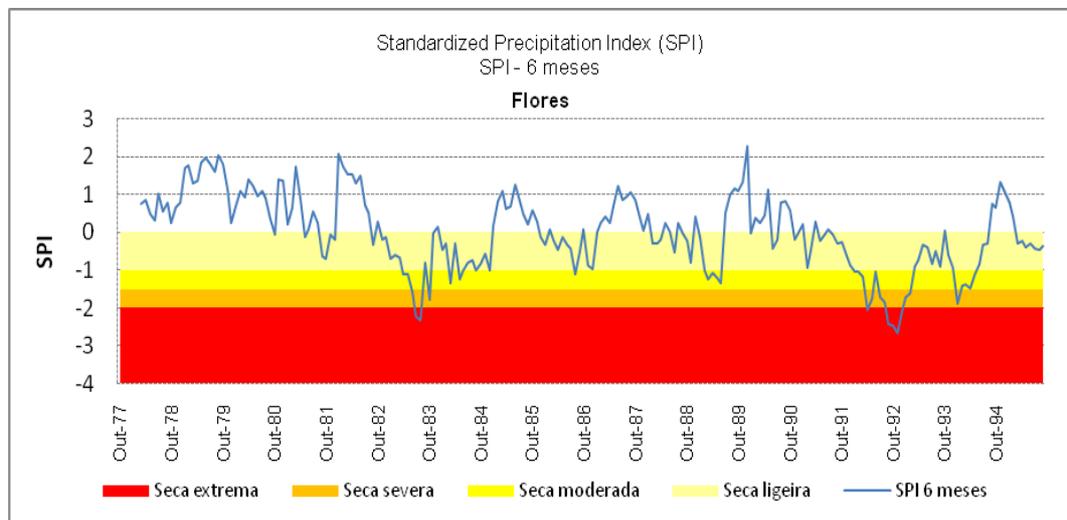


Figura 2.9.10 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha das Flores (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

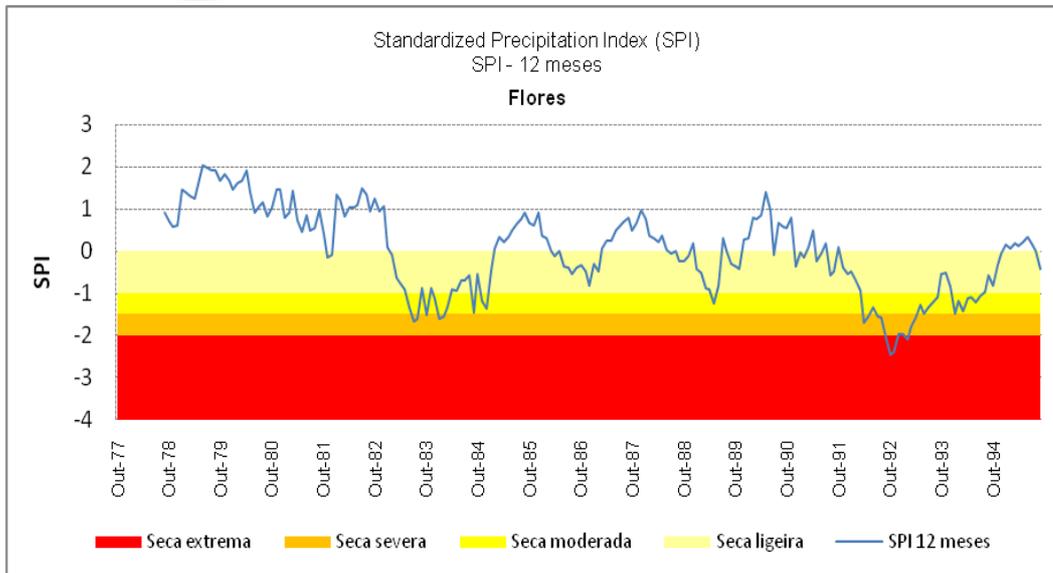


Figura 2.9.11 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha das Flores (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

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 das Flores, 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:

- De junho de 1983 a janeiro de 1984, tendo sido atingido o nível de seca severa;

- De setembro de 1984 a dezembro de 1984, correspondente a uma situação de seca moderada;
- De abril de 1992 a setembro de 1993, quando foi atingido o nível de seca extrema, situação mais grave do período em análise;
- De janeiro a julho de 1994, quando se verificou mais uma situação de seca moderada.

Analisando, por comparação, o SPI-3 e SPI-6 meses verifica-se que, também nessas escalas temporais, a situação mais gravosa do período analisado se verificou durante o ano de 1992. Verifica-se igualmente que, nas demais situações existiu uma alternância entre períodos de seca e de normalidade, o que justifica a menor severidade das mesmas.

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 2.9.12 a 2.9.32.

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)
Santa Cruz das Flores	245	6
Fajã Grande	2	19
Boca Baleia	396	42
Terreiros	374	16
Pico Casinhas	477	29
Ponta Delgada	50	18
Fazenda de Sta. Cruz	92	12

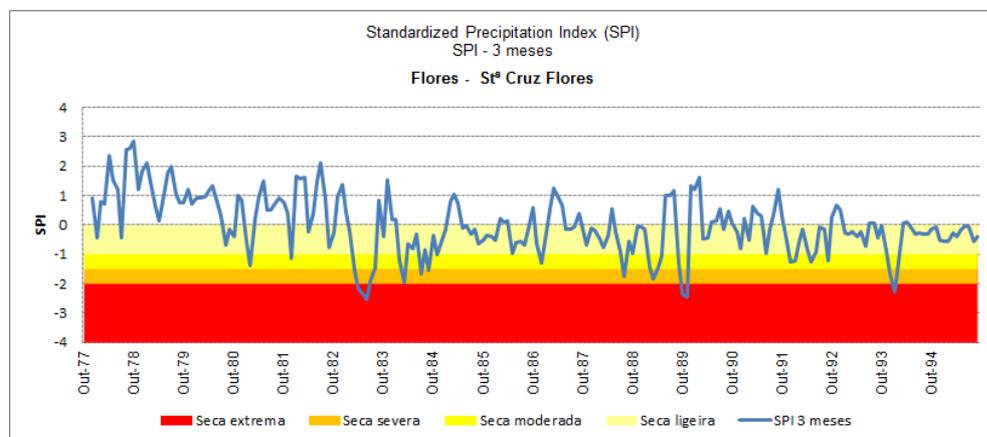


Figura 2.9.12 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Santa Cruz das Flores.

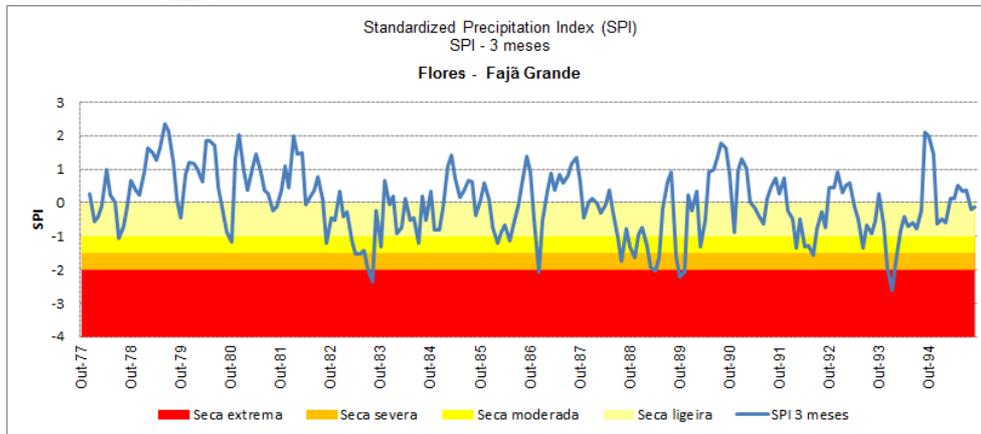


Figura 2.9.13 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Fajã Grande.

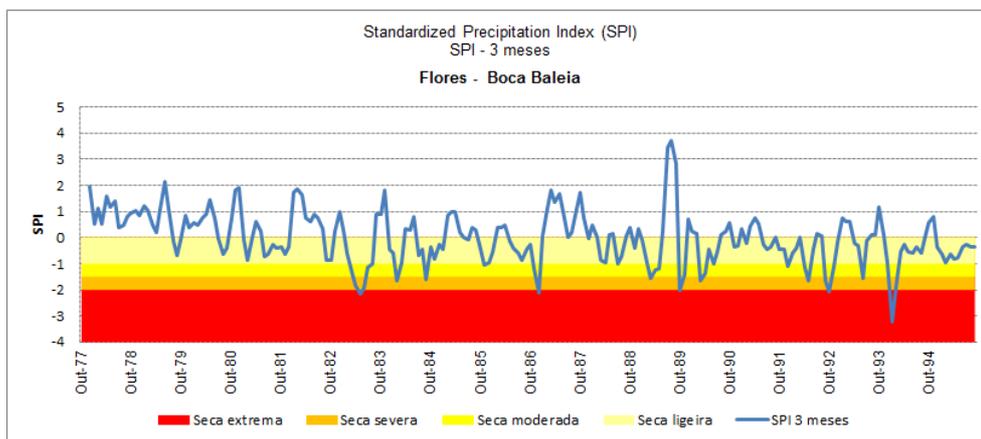


Figura 2.9.14 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Boca Baleia.

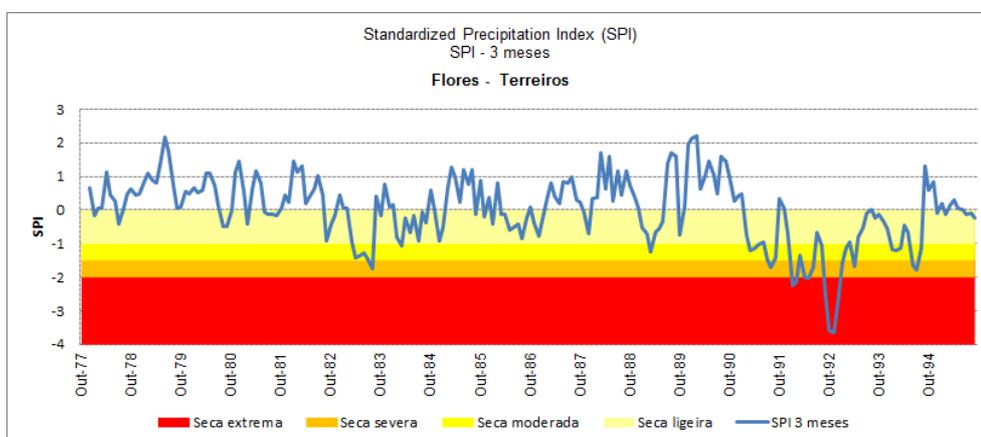


Figura 2.9.15 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Terreiros.

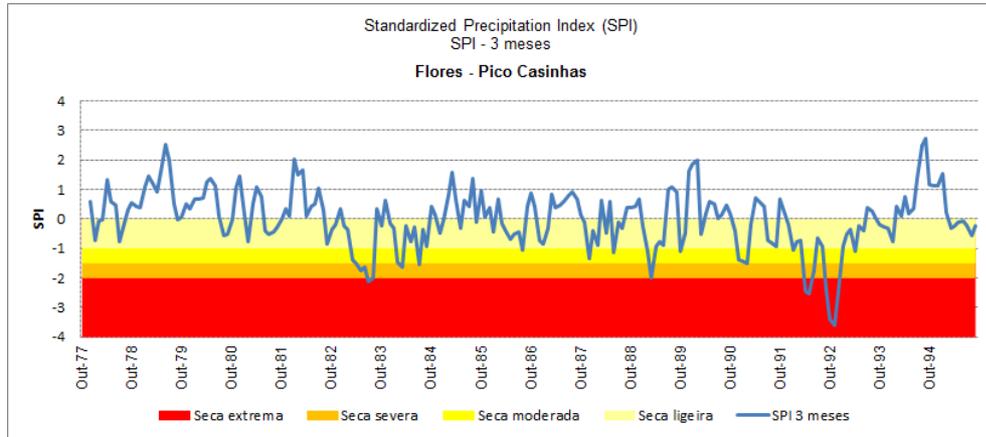


Figura 2.9.16 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Pico Casinhas.

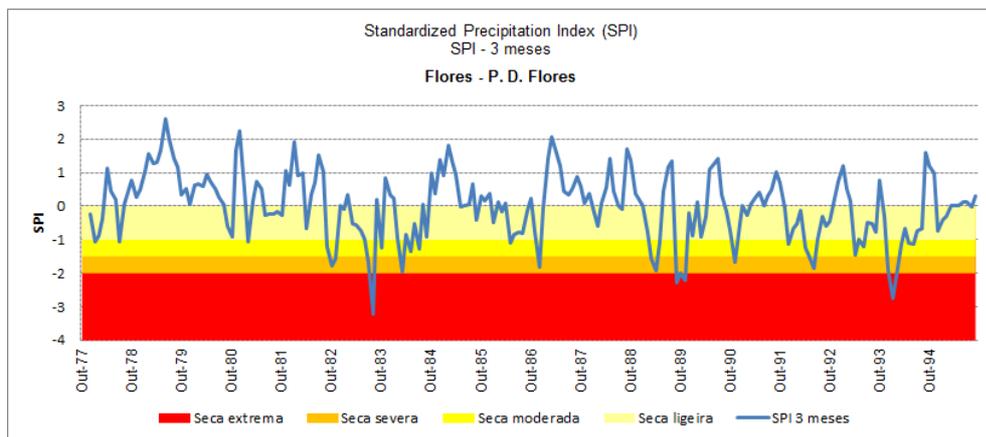


Figura 2.9.17 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto P.D. Flores.

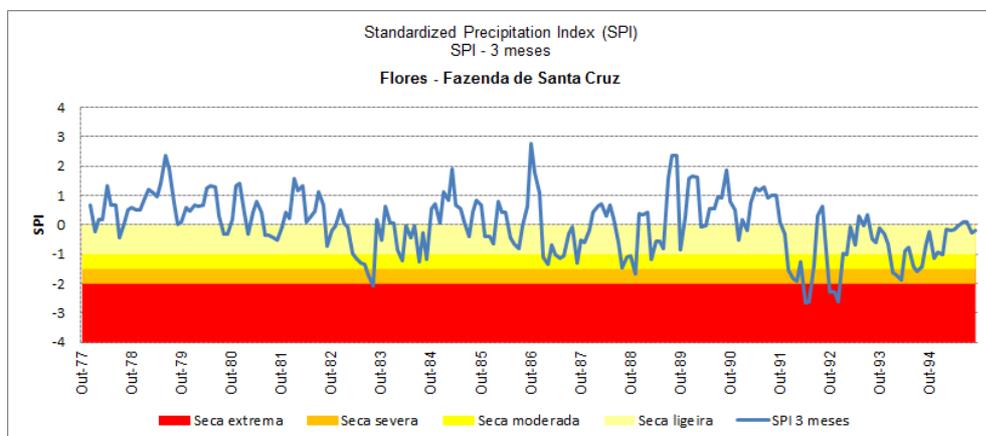


Figura 2.9.18 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Fazenda de Santa Cruz.

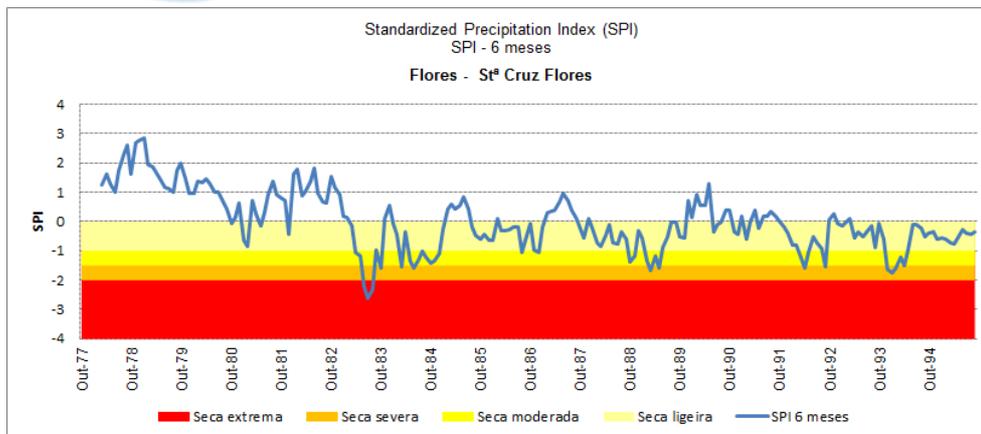


Figura 2.9.19 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Santa Cruz das Flores.

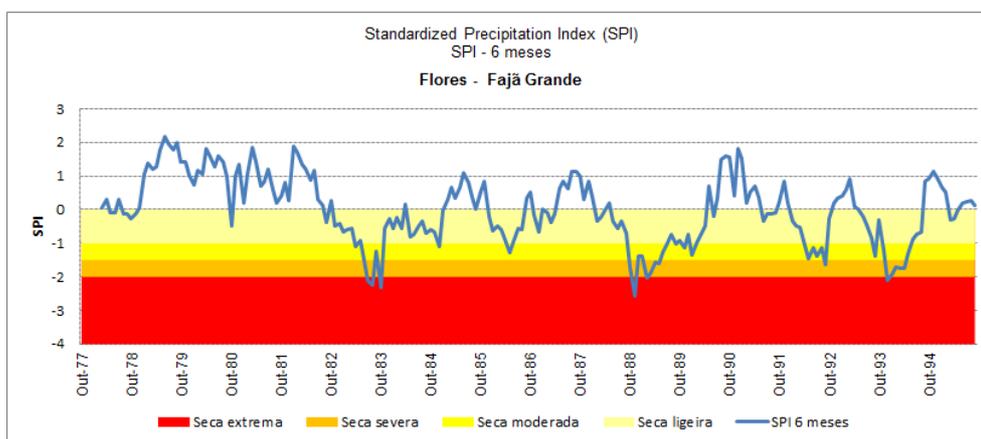


Figura 2.9.20 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Fajã Grande.

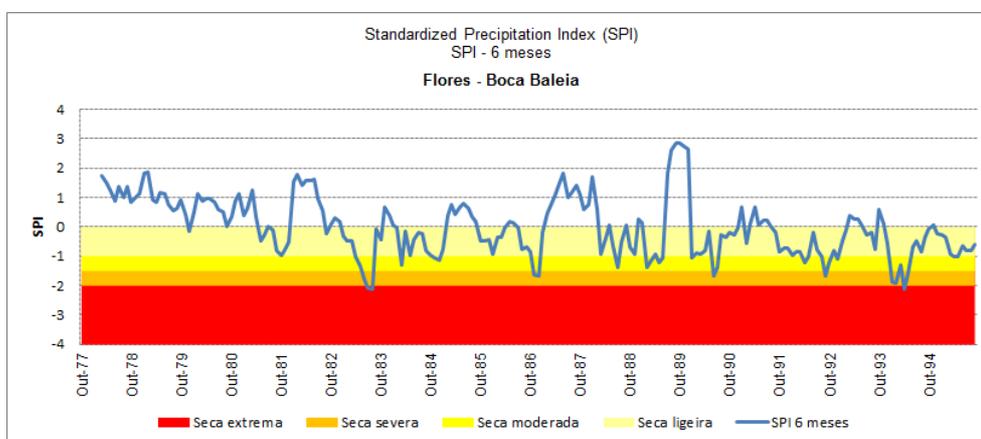


Figura 2.9.21 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Boca Baleia.

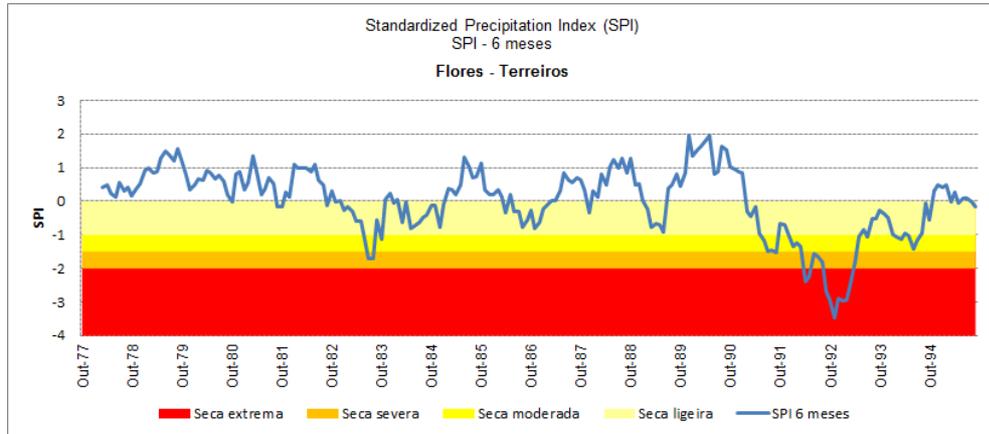


Figura 2.9.22 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Terreiros.

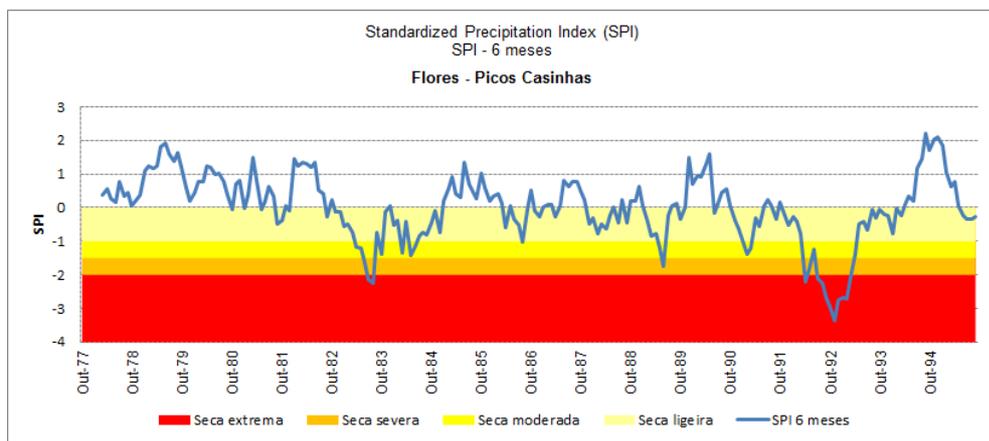


Figura 2.9.23 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Casinhas.

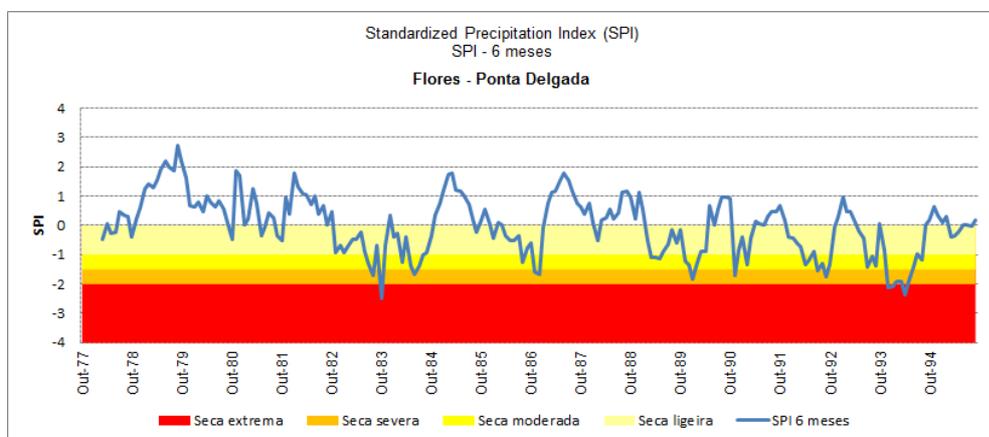


Figura 2.9.24 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Ponta Delgada.

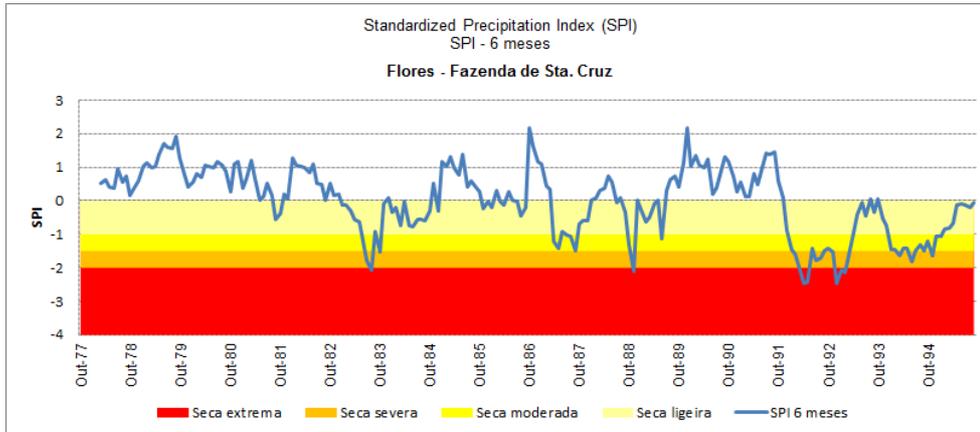


Figura 2.9.25 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Fazenda de Sta. Cruz.

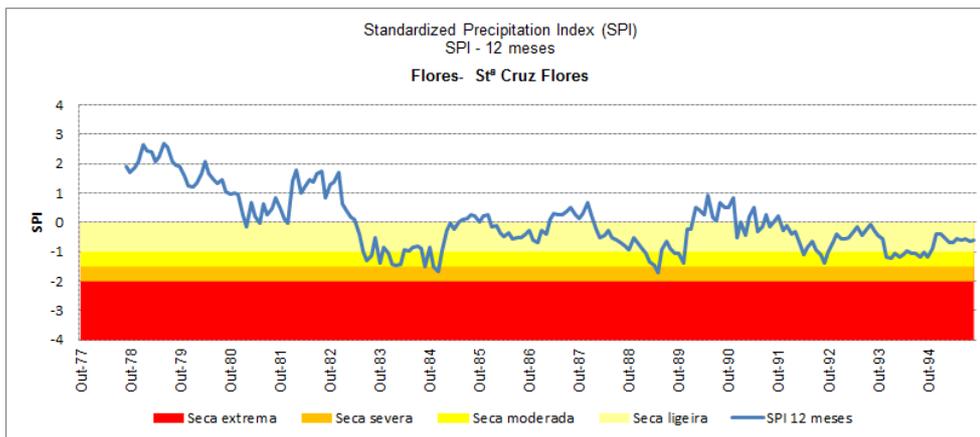


Figura 2.9.26 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Sta. Cruz Flores.

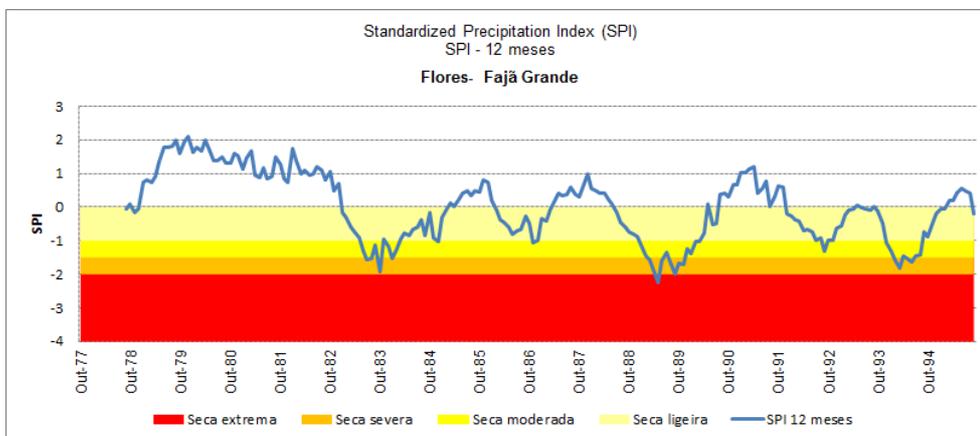


Figura 2.9.27 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Fajã Grande.

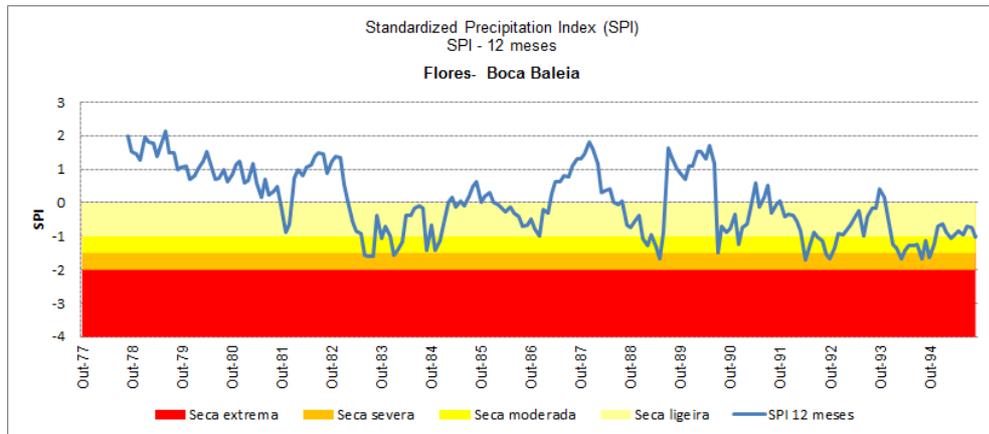


Figura 2.9.28 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Boca Baleia.

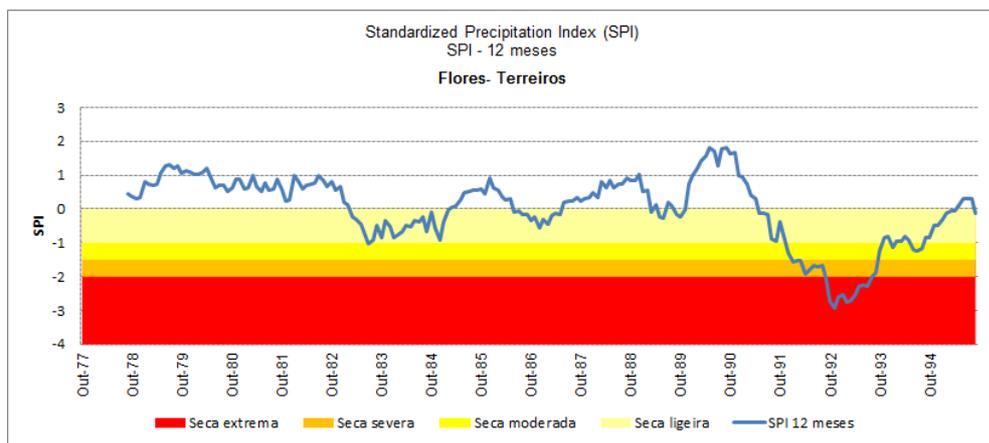


Figura 2.9.29 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Terreiros.

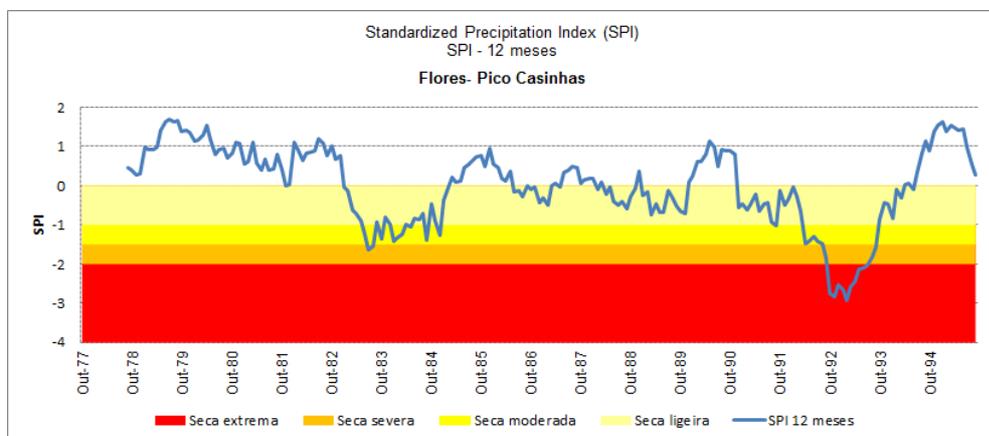


Figura 2.9.30 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Pico Casinhas.

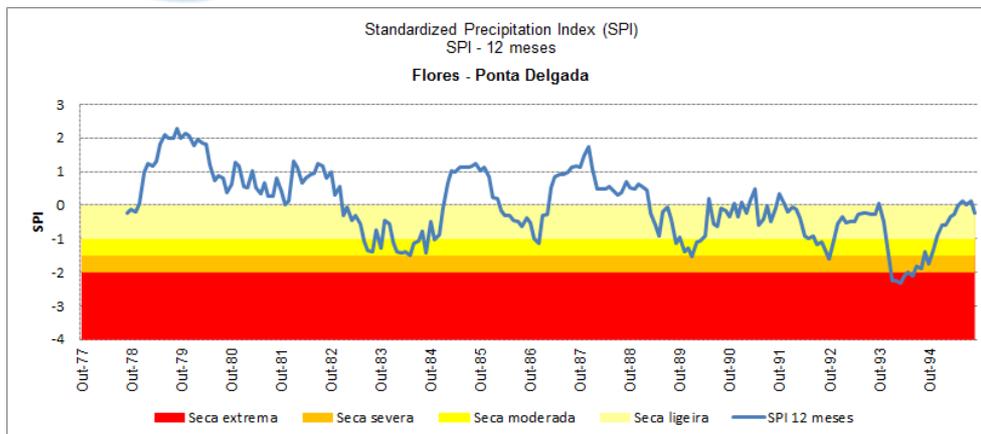


Figura 2.9.31 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Ponta Delgada.

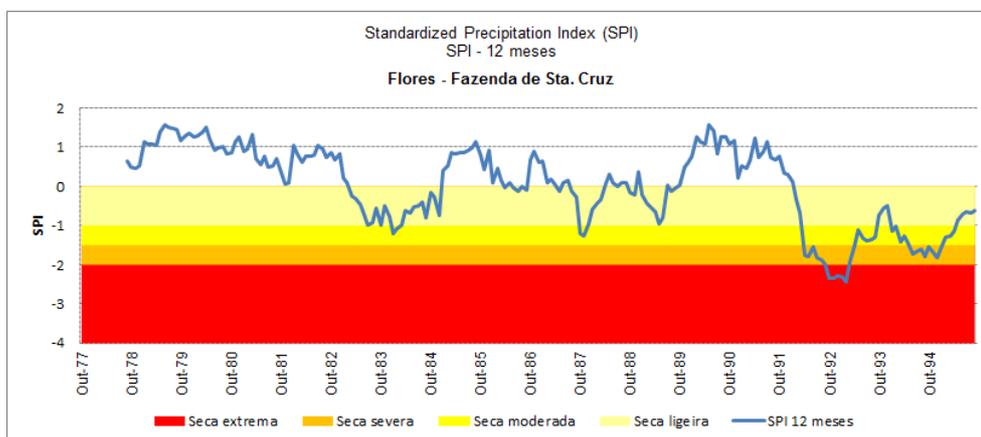


Figura 2.9.32 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Fazenda de Sta. Cruz.

Com base nos resultados obtidos foi efetuada uma avaliação da percentagem de meses, do período de análise, em que, cada posto, apresenta valores de SPI inferiores a -1,0, correspondentes a situações de seca moderadas a extremas. O resultado dessa avaliação para as 3 escalas temporais encontra-se sistematizada no Quadro 2.9.12.

Quadro 2.9.12 | Avaliação dos resultados do SPI por posto

Estação	SPI 3	SPI 6	SPI 12
	% meses em seca moderada a extrema	% meses em seca moderada a extrema	% meses em seca moderada a extrema
Santa Cruz das Flores	13.6	15.2	15.1
Fajã Grande	15.9	16.1	18.0
Boca Baleia	13.1	14.7	18.5
Terreiros	15.4	15.6	13.7
Pico Casinhas	12.6	12.8	14.6
Ponta Delgada	15.9	17.5	18.5
Fazenda de Sta. Cruz	17.8	19.0	18.5

No Quadro 2.9.12 são salientados os postos mais afectados 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 as áreas mais afetadas por situações de seca são representada pelos postos: Boca Baleia, Ponta Delgada e Fazenda de Sta.Cruz, representativos de cerca de 72km², 50,8% da área total da ilha.

2.9.4 | Erosão hídrica e transporte de material sólido

A análise da vulnerabilidade à erosão hídrica na ilha das Flores é fundamental para o planeamento e gestão dos recursos hídricos, tendo em consideração as consequências significativas que podem resultar deste tipo de fenómenos, nomeadamente a perda de solo e conseqüente redução da capacidade de infiltração e de retenção de água do solo, o que induz uma menor capacidade de absorção da água da chuva e, conseqüentemente, um maior escoamento e menor disponibilidade de água para a vegetação. Destas ações resultam a mobilização de sedimentos para as zonas costeiras e de transição, bem como eventuais implicações na qualidade da água.

A metodologia utilizada para a análise e cruzamento dos indicadores acima referenciados é adaptada da metodologia desenvolvida por Andrade *et al.* (1987) e Andrade (1990) e teve como suporte o cruzamento de cinco mapas temáticos com informação relativa à densidade de drenagem, ao declive, à precipitação média anual, à litologia e à ocupação do solo. Os valores da densidade de drenagem e da precipitação média anual são os constantes do ficheiro Excel SAV_Ribeiras_2011, cedido pela DROTRH). Estes valores correspondem à densidade de drenagem por bacia hidrográfica e à precipitação média por bacia hidrográfica. As classes e respetivos índices de erosão definidos para estes parâmetros são as 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	<1 018	1 018 – 1 268	1 268 – 1 519	1 519 – 1 769	> 1 769
	I.E.	1	2	3	4	5

Os declives foram calculados com recurso a uma ferramenta do ArgGis, para uma malha de 10X10 m, a partir das cartas do Instituto Geográfico do Exército (IGOE), à escala 1:25 000, tendo sido consideradas cinco classes (0 - 1,7°; 1,7° – 6,6°; 6,6° – 15,2°; 15,2° – 26,2°; ≥ 26,2°), em que os índices de erosão mais elevados correspondem aos maiores declives. Para a elaboração do mapa de litologias recorreu-se à carta geológica da ilha das Flores (Dias, 2001), e agruparam-se os materiais aflorantes segundo critérios litológicos, considerando apenas três classes: (1 – aluviões, depósitos de praia, depósitos de vertente, aterros, de natureza basáltica s. l., pedra - pomes, cinzas e depósitos

freatomagmáticos; 2 – piroclastos de natureza basáltica, depósitos grosseiros e brechas (\pm tufos) vulcânicos e séries lávico-piroclásticas de natureza basáltica s. l.; 3 – escoadas lávicas, agulhas e diques de natureza basáltica s. l. e traquítica s. l.) cujos índices de erosão são 1, 3 e 5 respetivamente. As cartas de ocupação do solo foram produzidas com base nas imagens do satélite LANDSAT 7 e foram cedidas pela DROTRH. Atribuíram-se os índices de erosão de acordo com o fator K, para as diferentes classes de utilização do solo.

Neste contexto, através do cruzamento da densidade de drenagem e declive, precipitação e litologia (ABCD) com a ocupação do solo (E) produziu-se o mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica para a ilha das Flores (Figura 2.9.33).

O processo de cruzamento de dados abrangeu toda a ilha e conduziu à atribuição de um valor de vulnerabilidade à erosão das lagoas existentes na ilha, o que não é tecnicamente correto. Por este motivo foi imposta uma cor azul às massas de água, de forma a anular a “aberração” resultante dos cálculos.

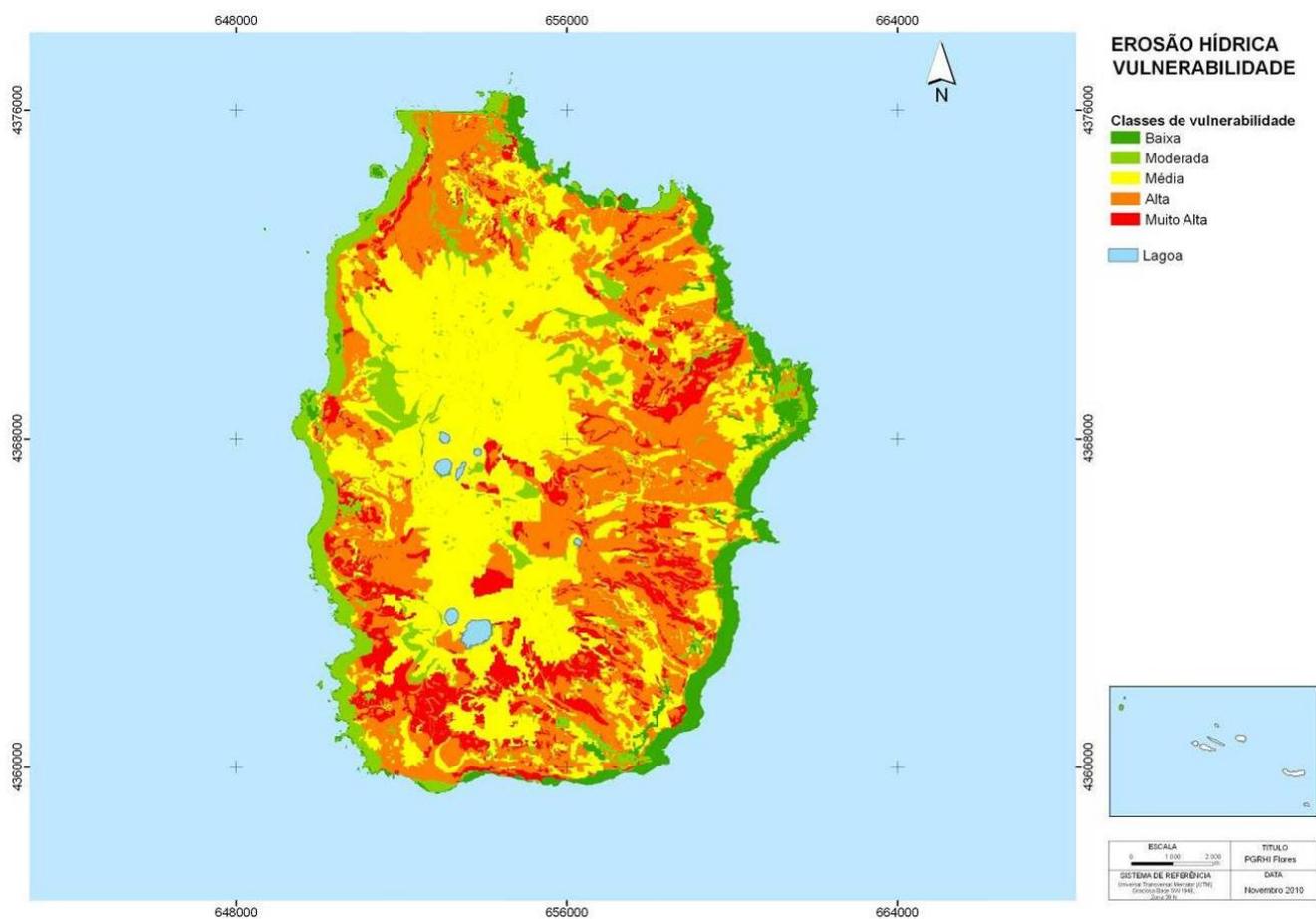


Figura 2.9.33 | Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha das Flores.

Como se pode observar na figura a vulnerabilidade à erosão é moderada na região do Plateau Central e mais significativa em todas as vertentes da ilha.

2.9.5 | Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral

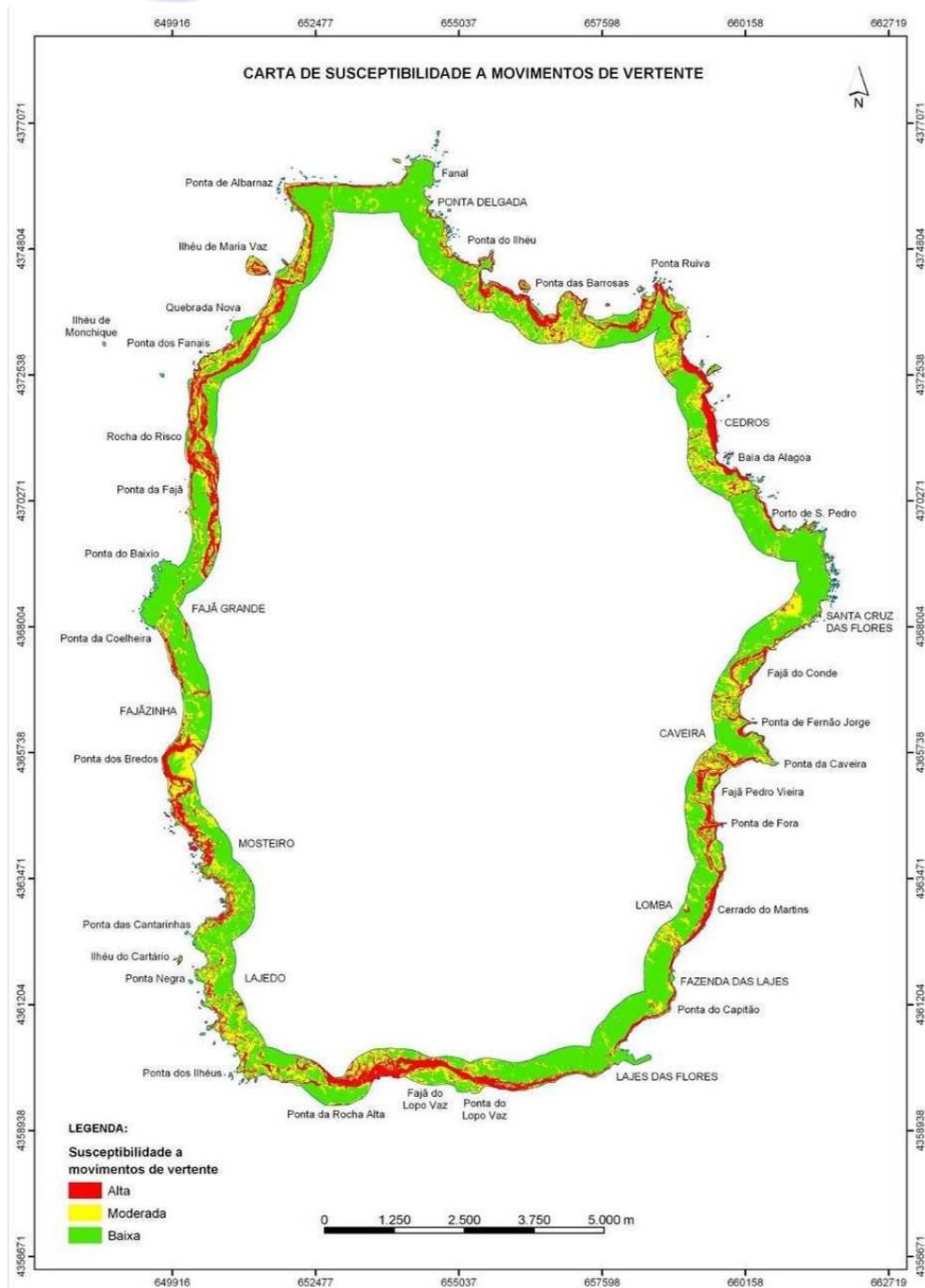
A erosão costeira resulta do défice sedimentar entre a carga sólida disponível e a capacidade de transporte sedimentar das ações energéticas dos agentes da natureza. Na generalidade do litoral costeiro dos Açores a erosão manifesta-se pelo desmonte das arribas costeiras, que pode conduzir ao desmoronamento parcial ou total dos edificadados, 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 que se refere à orla costeira, a ilha das Flores é caracterizada por um litoral predominantemente alcantilado com arribas altas que chegam a atingir mais de 500m de altura na costa oeste (Rocha do Risco) e mais de 260m na costa leste (Cedros). São poucos os locais da ilha onde a costa é baixa. Apenas algumas zonas da costa de Santa Cruz das Flores, Fajãzinha, Fajã Grande e algumas fajãs de menor dimensão se constituem como exceções (Pacheco *et al.*, 2006).

Em termos de recarga do litoral há que considerar a erosão que ocorre no interior da ilha, materializada em vales profundamente encaixados e o importante contributo proveniente do desmonte das arribas. O último movimento de vertente de grandes dimensões na ilha das Flores ocorreu a 22 de maio de 1980, na encosta sul num local denominado Rocha Alta. Atualmente, esta fajã (Figura 2.9.34) constituída pelo depósito referente a esse movimento de vertente, do tipo deslizamento rotacional, atinge cerca de 1000m de comprimento, ao longo da costa, e 400m de largura, pelo que aquando da sua ocorrência estas dimensões seriam certamente muito maiores tendo sido suavizadas pela própria dinâmica marinha. Aquando da realização do Plano de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) da ilha das Flores, foi produzida uma carta de suscetibilidade a movimentos de vertente que põe em evidência a elevada suscetibilidade da ilha a estes fenómenos (Figura 2.9.35).



Figura 2.9.34 | Vista geral da Ponta da Rocha Alta, na costa sul da ilha (foto de Wallenstein in: Pacheco et al., 2006).



Fonte: Pacheco et. al. (2006)

Figura 2.9.35 | Carta de suscetibilidade a movimentos de vertente da ilha das Flores.

De um modo geral, o perigo de erosão costeira demonstra a necessidade e importância de uma política clara de desenvolvimento sustentado e de planos de gestão e ordenamento, especialmente o plano da orla costeira, nomeadamente no que se refere ao uso do litoral. O conhecimento da erosão costeira e da capacidade de transporte sedimentar é importante na avaliação da envolvente das massas de água costeiras e de transição, com eventual

repercussão na qualidade da respetiva água. A quantidade de sedimentos em suspensão e a dispersão dos próprios sedimentos nas massas de água dependem fortemente do clima de agitação e das correntes que resultam das marés e da agitação marítima local.

Marés

Na Região dos Açores existem cinco marégrafos, localizados em:

- Santa Cruz das Flores (Latitude 39°27'.2N; Longitude 31°07'.2N);
- Angra do Heroísmo (Latitude 38°39'.0N; Longitude 27°13'.4N);
- Horta (Latitude 38°32'.0N; Longitude 28°37'.3N);
- Ponta Delgada (Latitude 37°44'.1N; Longitude 25°40'.3N);
- Vila do Porto (Latitude 36°56'.7N; Longitude 25°08'.9N).

A maré na faixa costeira dos Açores é do tipo semidiurno regular, ou seja com duas preia-mares e duas baixa-mares bem marcadas, com amplitude média em águas vivas variando entre 1 e 1,3m, consoante a estação. A amplitude média anual de maré varia entre 0,75 e 1m, valores que denunciam um litoral microtidal, segundo Davies (1964) *in* Hayes (1975), ou microtidal a mesotidal baixo, segundo Hayes (1979). Estas amplitudes estão provavelmente relacionadas com a extensão considerável de uma plataforma submarina, de pequena profundidade, ainda capaz de interagir e empolar a onda de maré.

No arquipélago dos Açores a maré enche de W e SW e na vazante propaga-se de E e NE (Instituto Hidrográfico, 1981). De acordo com a informação contida nas Tabelas de Maré, os valores de amplitude máxima previsível para condições meteorológicas médias, excedem cerca de 40cm, em aproximadamente 10% dos casos, os valores médios de águas vivas na Terceira, Faial e Flores. Contudo, em situações de temporal, estes máximos podem ser ultrapassados em consequência da sobrelevação temporária de origem meteorológica do plano de água.

A informação contida nas Tabelas de Maré sugere que, do extremo oriental para o extremo ocidental do arquipélago, se verifica que: 1) os valores da amplitude de maré diminuem; 2) as preia-mares máximas tendem a alcançar cotas inferiores; 3) as baixa-mares mínimas tendem a alcançar cotas superiores.

As correntes de maré são em geral fracas com exceções pontuais. As correntes oceânicas são relativamente fracas, inferiores a 0,5m/s e são essencialmente influenciadas pela Corrente do Golfo e pela Corrente subtropical do Norte. De dezembro a abril predominam as direções para SE e de maio a novembro para S.

Os elementos que se seguem foram recolhidos no site do Instituto Hidrográfico e dizem respeito a Santa Cruz das Flores, onde se localiza o marégrafo mais próximo. Este está localizado no porto. A análise Harmónica é efetuada a partir de um ano de observações maregráficas (1984). As alturas de Maré referidas ao Zero Hidrográfico que está 1,00m abaixo do nível médio adotado e 3,924m abaixo da marca de contacto situada na boca do poço.

A maré astronómica é do tipo semidiurno regular, com cotas médias que variam entre Preia-Mar (PM) +1,5 e Baixa-Mar (BM) +0,5 (águas vivas) e PM +1,3 e BM +0,8 (águas mortas). As cotas extremas das marés vivas são próximas de PM +1,7 e BM +0,4. A maré enche de W e SW e na vazante propaga-se para E e NE. O estudo da frequência dos níveis de

preia-mar e baixa-mar, efetuados a partir da informação contida nas Tabelas de Maré, mostra que nas Flores, 3,5% das preia-mares atingem cotas superiores a 1,6m e 1,8% das baixa-mares descem a cotas inferiores a 0,5m.

A maré meteorológica (sobreelevação devido à persistência de 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 dispõem de elementos relativos à maré meteorológica. A sobreposição da maré astronómica com a maré meteorológica deverá agravar as cotas anteriores pelo menos para:

- Cota máxima de Preia-Mar das Águas Vivas: 1,90 ZH;
- Cota máxima Baixa-Mar das Águas Vivas: 0,20 ZH.

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 2.9.14 | Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores

Ilha	Boia	Posição	Último registo
Graciosa	Graciosa (Noroeste)	39° 05' 21N – 27°57' 73W	Operacional
Flores	Flores (Sul)	39°21' 86N – 31°10' 00W	07/07/2009
Faial/Pico	No canal	38°35' 26N – 28°32' 26W	30/10/2008
Terceira	Praia da Vitória	38°45' 00N – 27°00' 58W	Operacional
São Miguel	Ponta Delgada	37°43' 53N – 25°43' 28W	20/11/2008
Santa Maria	Santa Maria (Sul)	36°55' 21N – 25°10' 02W	09/07/2009

Fonte: POOC Faial (2009)

Nestes ondógrafos são fornecidos on-line os seguintes dados: Altura Significativa (Hz), Altura máxima (Hmáx), Período Médio, Período Máximo Observado, Período Onda de Altura Máxima, Direção da Agitação e a Temperatura da água à superfície.

A comparação entre dados de agitação registados nos diferentes ondógrafos, para o mesmo período de tempo, evidencia a dependência da localização da boia em relação aos rumos da agitação e trajetórias dos temporais. Por exemplo, no dia 23 de março de 2006 registaram-se ondas com alturas máximas de 12m em Ponta Delgada (exposta a Sul, ondas de W) enquanto na Praia da Vitória os valores máximos não atingiram os 4m (POOC Graciosa, 2006).

Estas boias ondógrafo não estão instaladas há tempo suficiente nas águas oceânicas envolventes do Arquipélago dos Açores, de forma a possibilitar uma análise estatística adequada do clima de agitação, nomeadamente em termos de extremos associáveis a diversos períodos de retorno (por exemplo 100 anos).

A agitação marítima junto à costa depende do estado do mar ao largo, da batimetria da faixa de redução de profundidades e do contorno da linha de costa. No caso dos Açores a agitação marítima assume particular importância, uma vez que este arquipélago está situado em pleno Atlântico Norte, podendo a distância de coleta (fetch) ser imensa, assim como a variedade de rumos que aportam ao seu litoral.

Para uma melhor caracterização do clima de agitação podem-se utilizar:

- Os resultados do modelo de reconstituição da agitação Meteorological Office (Britânico), com rumos, alturas significativas e períodos de pico das ondas ao largo, no ano, no inverno e no verão;
- Os dados do U.S. Naval Oceanographic Office (USNOO), de 1963, sob a forma de rosas de agitação mensais, de ondulação e de vaga, com distribuição de alturas e de rumos (octantes) e indicações de relações alturas/períodos;
- A reconstituição do estado do mar em São Miguel (Pires, 1995), projeto STORMS, com modelação numérica para reconstituir as características da agitação a partir de campos sinóticos de vento (6 anos).

Segundo os dados USNOO, a distribuição anual da ondulação nos Grupos Central e Oriental é idêntica entre si, com os rumos de W e NW a serem os que têm maior número de incidências. No entanto, a homogeneidade da distribuição anual das incidências é menos marcada no Grupo Central, sendo a vaga de SW, W e NW mais frequente. No inverno, o rumo de NW perde alguma relevância a favor da vaga de S. Em relação à ondulação, no inverno os rumos de W apresentam maior energia, mas os rumos de SW e NW são igualmente importantes. Trata-se de um regime de agitação muito energético (POOC Graciosa, 2006).

A distribuição de rumos das ondas provenientes do largo é localmente afetada por fenómenos de empolamento, de refração, de difração e de reflexão. Há zonas parcialmente abrigadas, pelo menos em relação a alguns dos quadrantes, devido à existência de formações naturais (as “pontas”) ou de estruturas artificiais (quebra-mares). Os fenómenos de empolamento e de refração verificam-se na interação da agitação com os fundos e agravam ou desagravam localmente as alturas das ondas. A difração verifica-se em torno de “obstáculos” à propagação da agitação (uma ilha, um promontório, uma “ponta”, um rochedo). O “obstáculo” proporciona algum grau de proteção. As reflexões são mais acentuadas em paramentos verticais ou muito inclinados (arribas rochosas, cais, muros de suporte). As baías e enseadas proporcionam algum grau de abrigo natural em relação à agitação proveniente de alguns dos rumos (POOC Graciosa, 2006).

Deveria ter sido realizada modelação numérica para caracterização da agitação pelo menos para o porto das Lajes das Flores e eventualmente para Santa Cruz das Flores. Até à presente data não foram fornecidos quaisquer dados sobre o porto das Lajes. O acesso a estes dados também permitiria ajuizar quais os valores da agitação de projeto (alturas, períodos e rumos) que estão a ser considerados na conceção e dimensionamento dos quebra-mares.

2.9.6 | Movimentos de massas

O peculiar enquadramento geológico reflete-se, naturalmente, na elevada atividade sísmica e vulcânica registada na região, que normalmente é geradora de fenómenos secundários, como os movimentos de vertente. A situação Atlântica dos Açores é, por outro lado, propícia à ocorrência de períodos marcados por elevadas precipitações, fator que com

relativa frequência tem estado na base de importantes movimentos de vertente, como comprovam os eventos registados desde o seu povoamento. A característica mais marcante neste tipo de acontecimentos diz respeito ao seu carácter violento e impetuoso, marcado por vezes com perdas humanas, económicas, culturais e sociais.

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

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

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

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

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

Os sismos e outros tipos de vibrações nos solos (naturais e antropogénicas) provocam igualmente fenómenos denominados liquefação dos solos. A magnitude dos sismos é determinante no que se refere às áreas afetadas por movimentos de vertente causados por eventos sísmicos. Keefer (1984) sugere que a magnitude crítica para o desencadeamento de movimento de vertente é aproximadamente 4 (Mw). Movimentos de vertente desencadeados por um sismo de tal magnitude ocorrerão numa área na ordem da dezena de quilómetros, tal como se verificou no Vulcão

do Fogo a 20 e 21 de setembro de 2005 (Marques et al., 2005), quando um sismo de magnitude 4,3 (ML) gerou algumas centenas de movimentos de vertente por uma área de aproximadamente 10km². Por outro lado, sismos de magnitudes superiores, como o ocorrido a 9 de julho de 1998 no Faial (5,6MD), poderão gerar movimentos de vertente numa área na ordem da centena ou até milhar de km².

Nos sismos de menor magnitude podem ocorrer roturas do solo ou de rochas, dando a origem a deslizamentos translacionais superficiais e a queda de blocos, respetivamente. Nos sismos de grande magnitude usualmente estão na origem de movimentos translacionais profundos e de escoadas detriticas de grandes proporções. Exemplos disso são: (1) a escoada de detritos desencadeada pelo sismo de 9 de julho de 1998 na Ribeira do Risco, com um volume aproximado de material envolvido da ordem dos 25 0000m³ (Madeira et al., 1998) e a escoada de detritos desencadeada pelo sismo de 22 de outubro de 1522, com um volume de material envolvido aproximado de 4,6 milhões de m³ (Marques, 2004), a qual provocou a morte de 5 000 pessoas e a destruição de Vila Franca do Campo, então capital de S. Miguel (Frutuoso, 1522 - 1591†).

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

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

Atualmente, no âmbito do projeto Riscos, através de uma prestação de Serviços para a SRAM, estão em elaboração as cartas de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente à escala de ilha, para todo o arquipélago dos Açores. Neste sentido, até à presente data ainda estão a ser realizados os trabalhos de inventariação de movimentos de vertente, de modo a levar à execução dos algoritmos matemáticos necessários para a produção dos mapas de suscetibilidade, que no futuro poderão ser integrados neste documento de modo a melhorar a qualidade do mesmo.

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

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

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

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

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

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

Na ilha das Flores estão inventariadas 46 nascentes para abastecimento público. A grande maioria das nascentes situa-se, predominantemente, nas vertentes das principais bacias hidrográficas e bacias de menor dimensão, principalmente nas nascentes dos afluentes de 1ª ordem, nos taludes das linhas de água e na base de taludes rochosos (Figura 2.9.36). A quase inexistência de sismicidade na ilha das Flores faz com que o desencadeamento dos processos de instabilidade geomorfológica não esteja intimamente associado a este fenómeno geológico, mas sim derivados de episódios meteorológicos extremos.

Segundo Azevedo (1998), a precipitação média anual situa-se acima dos 1 400mm nas zonas inferiores e 2000mm em todo o *Plateau* Central da ilha, condição importante na recarga de aquíferos e na subsistência de elevado conteúdo em água no solo (e.g. teor de água elevado e sucção matricial baixa) durante todo o ano hidrológico, fatores que, conjuntamente com as características do solo, fracturação interna dos maciços e tipologia da vegetação, contribuem para a instabilidade de vertentes.

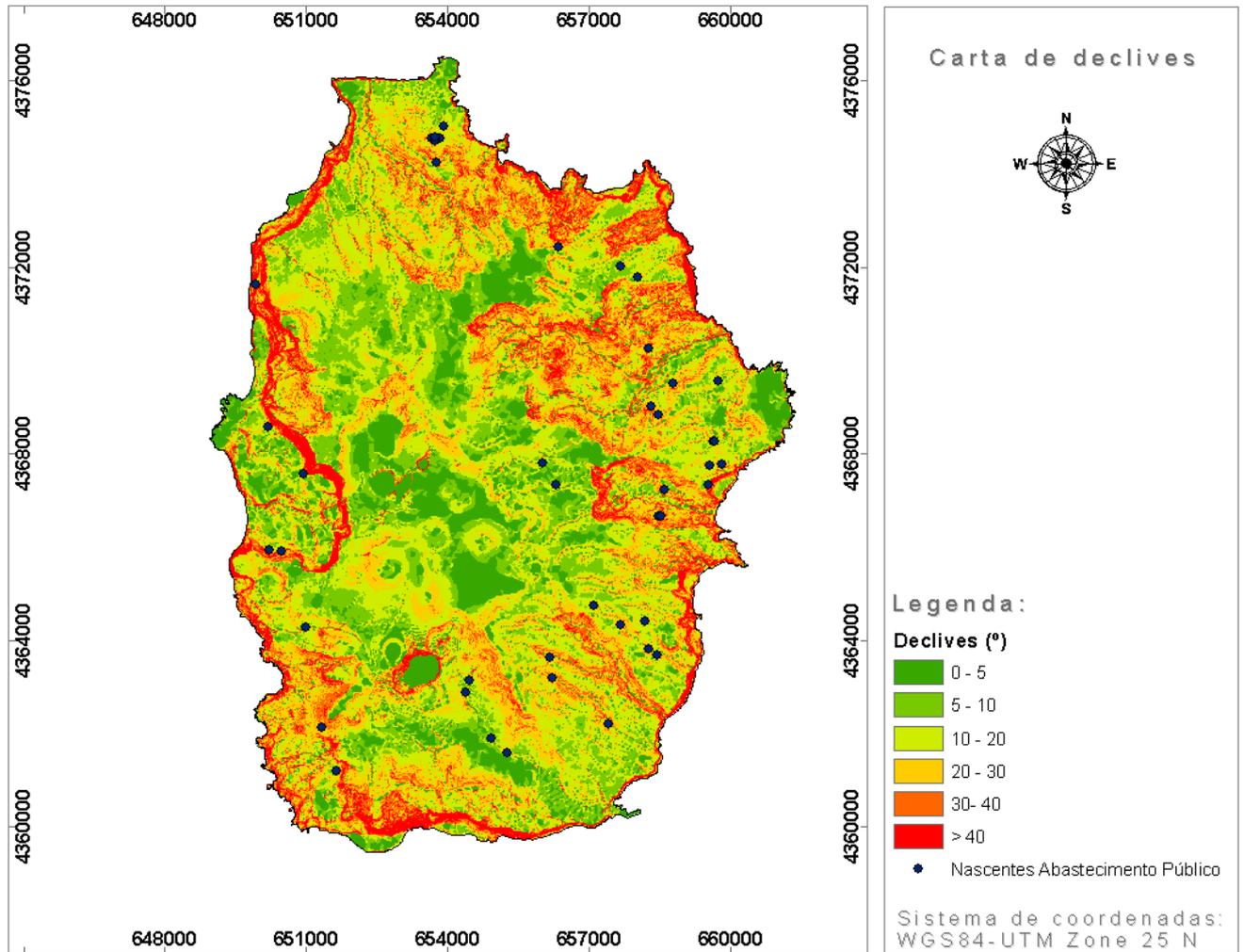


Figura 2.9.36 | Mapa de declives da ilha das Flores e localização das nascentes para abastecimento público.

São vários os exemplos recentes da instabilidade de vertentes (e.g. Fajã Grande), bem como as várias evidências morfológicas na ilha, principalmente na orla costeira e em setores mais declivosos na zona central da ilha.

Face à natureza geológica e morfológica onde estão implantadas as nascentes para abastecimento, sublinha-se a possibilidade de se gerarem movimentos de vertente com a tipologia de queda de blocos e de deslizamentos translacionais, muitos dos quais com evolução para escoadas detríticas (Figura 2.9.37), passíveis de destruir as infraestruturas existentes.

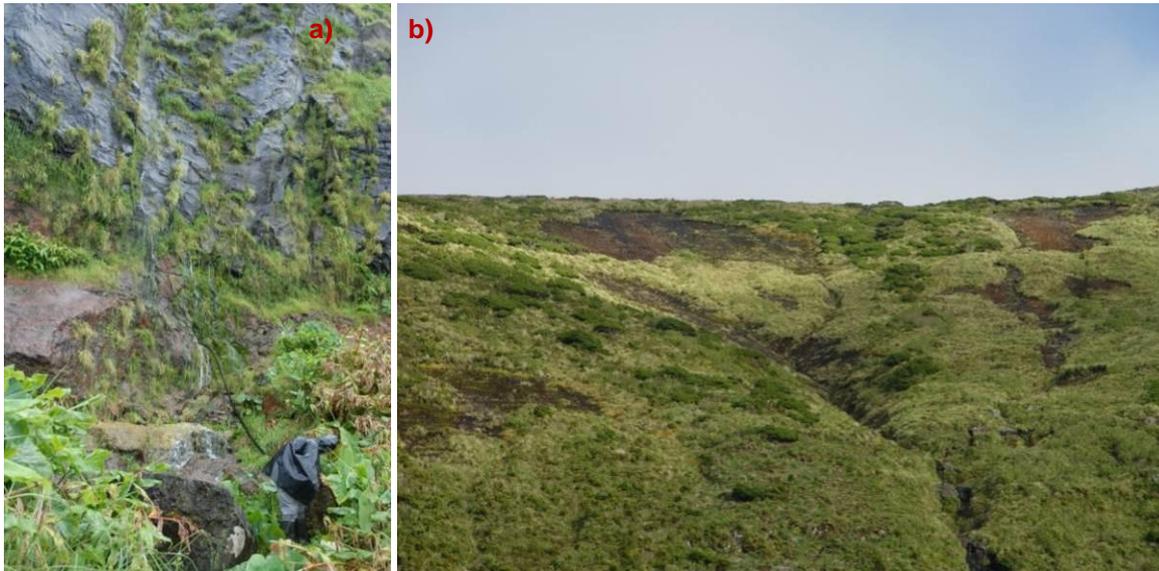
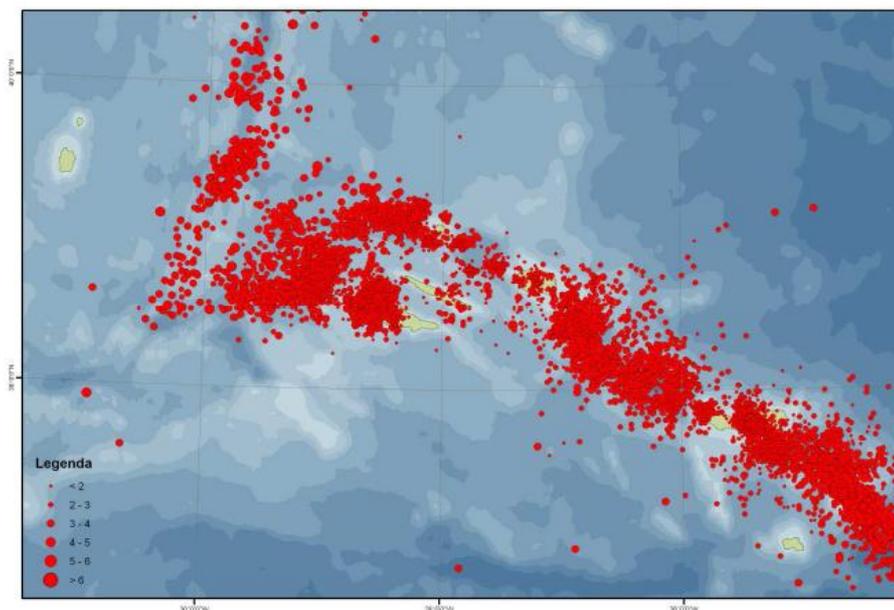


Figura 2.9.37 | (a) Exemplo de uma nascente na ilha das flores onde é possível verificar o destacamento de blocos rochosos de dimensões apreciáveis proveniente do talude sobranceiro; (b) cicatrizes de deslizamentos translacionais com evolução para escoadas detriticas.

2.9.7 | Sismos

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

Neste contexto merece especial destaque a atividade registada ao nível da CMA e ao nível do RT (Figura 2.9.38).



Fonte: dados do CIVISA, 2009

Figura 2.9.38 | 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 (Quadro 2.3.1).

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.

As ilhas das Flores e do Corvo, situadas na placa litosférica Norte Americana, a W da Crista Média Atlântica, encontram-se fora da influência direta da atividade sismovulcânica que caracteriza o *Rift* da Terceira (*s.l.*) e a Crista Média Atlântica, evidenciando, assim, baixo risco sísmico. Contudo, apesar de se encontrarem numa área relativamente estável, estas ilhas podem estar sujeitas à ocorrência de sismos de elevada magnitude ao nível da Crista Média Atlântica. Mesmo nestas condições, desconhece-se a ocorrência de qualquer evento sísmico com repercussões nas ilhas. Contudo, evidências neotectónicas (Azevedo, 1998) e a indicação de movimento relativo entre as ilhas Flores e Corvo (Batista *et al.*, 1999) sugerem que a reativação dos sistemas tectónicos ativos não deve ser definitivamente excluída.

2.9.8 | Vulcões

A atividade vulcânica observada na região dos Açores tem-se centrado, predominantemente, ao longo do *Rift* da Terceira (*s.l.*). Desde o início do povoamento das ilhas, no século XV, foram registadas pelo menos 28 erupções vulcânicas, 15 das quais em terra e 13 no mar (Figura 2.3.5), que cobrem um vasto leque de estilos eruptivos e magnitudes (Medeiros, 2009). Estas erupções concentram-se preferencialmente ao longo do eixo de orientação geral WNW-ESE, havendo a registar nos últimos cinco séculos erupções nas ilhas do Pico, Faial, S. Jorge, Terceira e S. Miguel.

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

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

A ilha das Flores não teve qualquer erupção vulcânica desde o seu povoamento. No entanto, a existência de manifestações de vulcanismo secundário, como as nascentes termais da Costa do Lagedo e do Poio Moreno, a presença de depósitos vulcânicos com cerca de 2 000-3 000 anos (Azevedo, 1999), que corresponde a um tempo geológico muito curto, e a presença de diversas formas vulcânicas relativamente bem preservadas, demonstram a possibilidade de ocorrência de episódios eruptivos no futuro.

Considerando a localização e o estado de conservação das estruturas vulcânicas presentes na ilha, a implantação de eventuais centros eruptivos é mais provável que ocorra na região do Plateau Central, do que nos domínios periféricos subaéreos ou submarinos. De acordo com a história eruptiva recente das Flores, admite-se que eventuais futuras erupções sejam marcadas por um acentuado carácter explosivo de natureza hidro-magmática, podendo no entanto evidenciar fases predominantemente magmáticas de explosividade moderada, do tipo estromboliano.

2.9.9 | Tsunamis

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

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

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

Baptista e Miranda (2009) referem que os *tsunamis* com origem sísmica gerados nos Açores não apresentam potencial para afetar zonas para além do próprio arquipélago, uma vez que resultam maioritariamente de mecanismos de desligamento com baixo potencial tsunamigénico. No entanto, um evento que se localize fora dos limites do arquipélago pode apresentar um potencial tsunamigénico para a região dos Açores dada a existência de oceano livre. O exemplo mais significativo relaciona-se com o originado na sequência do terramoto de 1 de novembro de 1755, que afetou as zonas costeiras do arquipélago. O tsunami atingiu *run-up* de 11 a 15m na ilha Terceira, resultando na morte de 6 pessoas (Andrade *et al.*, 2006).

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

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

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

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

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

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

Tal como as restantes ilhas dos Açores, a ilha das Flores também pode ser afetada por *tsunamis*, que poderão ter origem local, regional ou atlântica.

Os dados históricos demonstram que o terramoto de 1755 desencadeou um tsunami registado nesta ilha com baixa intensidade.

A morfologia irregular, acidentada e alterada dos materiais que compõem as arribas da linha de costa da ilha está na base de imponentes manifestações de instabilidade geomorfológica, que tiveram na origem de importantes *tsunamis* locais, tal como foram os casos históricos de 1847 e o 1980, dando origem à designada Rocha Alta e Quebrada Nova, respetivamente.

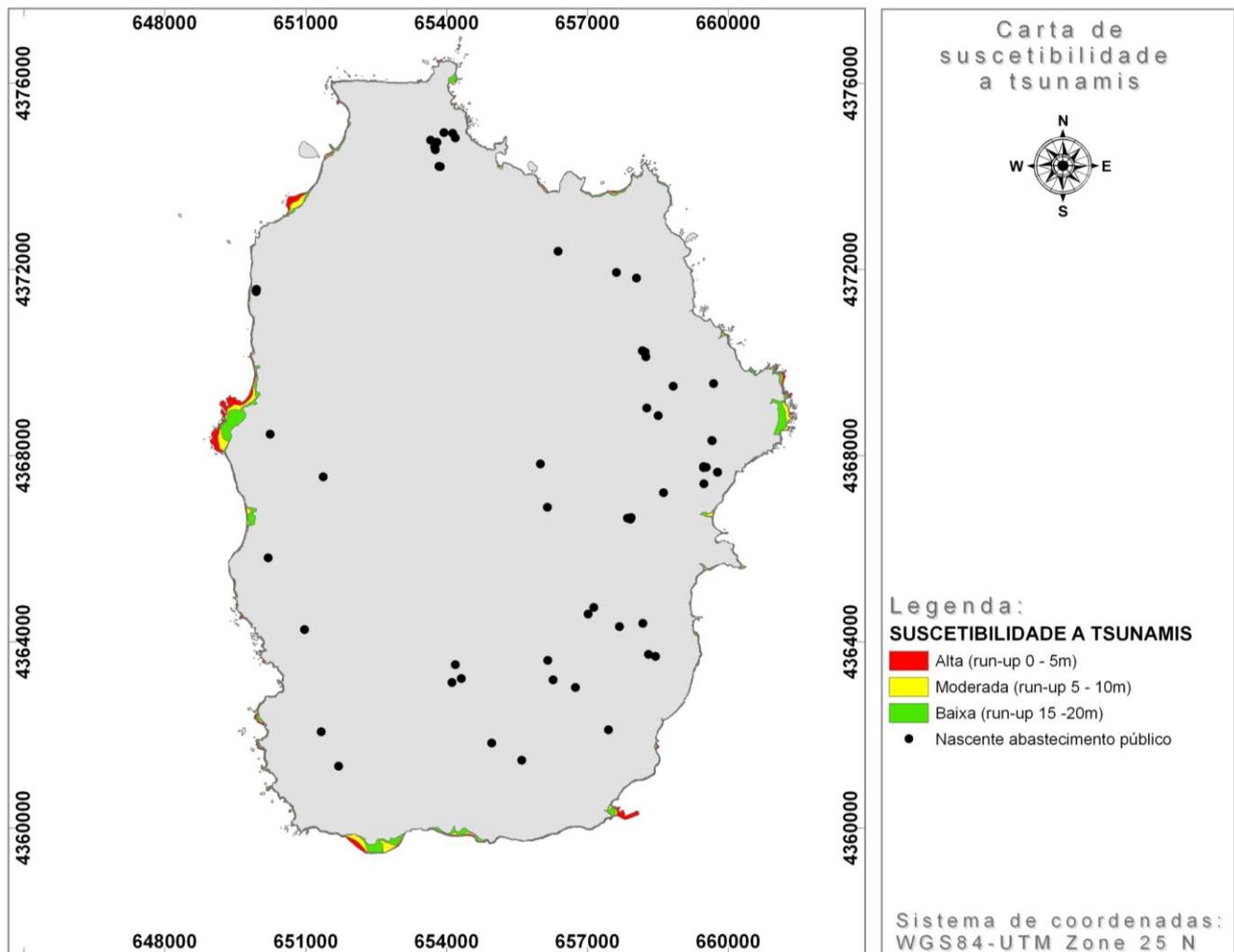
Os enormes volumes de materiais solicitados atingiram o mar, tendo sido responsáveis pela geração de *tsunamis*. As ondas geradas pela instabilidade geomorfológica que deu origem à designada Quebrada Nova afetaram toda a costa das Flores, provocando um total de 8 mortes e centenas de feridos nesta ilha. Este é, de facto, o mais mortífero *tsunami* registado no arquipélago dos Açores (Cabral, 2009)

A 22 de maio de 1980 ocorreu, mais uma vez, um importante movimento de vertente de grandes dimensões no litoral sul da ilha das Flores, entre a Ponta dos Ilhéus e a Ponta Lopo Vaz, que adquiriu a designação de Quebrada da Rocha Alta. A expressão atual do deslizamento de vertente observada na costa sul da ilha das Flores evidencia claramente o grande volume de material que entrou impetuosamente no mar. À semelhança do já referido para o evento de 1847, trata-se igualmente de uma situação de instabilidade de vertente associada a processos de erosão costeira. Não existe nenhum relato relativo à altura máxima que as ondas produzidas terão atingido, sendo o deslocamento da água dirigido preferencialmente para sul. O único relato da sua propagação lateral ao longo da linha de costa é o que se reporta ao porto das Lajes.

No dia 25 de setembro de 1940 quase toda a costa da ilha das Flores foi inundada pela ação do mar, tendo-se registado alguma destruição. Borges *et al.* (2008), sugerem que a inundação ocorrida poderá dever-se a um *meteotsunami*,

acrescentando que à data da ocorrência o mar estava calmo e o vento fraco, não tendo sido observados movimentos de vertentes subaéreos, nem registos de atividade sísmica significativa, local ou distante.

A carta de suscetibilidade a *tsunamis* das Flores (Figura 2.9.39) mostra que as áreas de inundação são muito reduzidas em virtude dos constrangimentos morfológicos (e.g., arribas altas e alcantiladas que caracterizam a orla costeira da ilha). Estas arribas atuam como barreiras limitando as áreas de inundação. No entanto as infraestruturas portuárias, as ZB e algumas zonas urbanas como parte da Fajã Grande, de Santa Cruz das Flores ou das Lajes das Flores poderão ser afetadas. Neste contexto, as nascentes para abastecimento público encontram-se maioritariamente a cotas suficientemente elevadas, constituindo elementos não vulneráveis à inundação por *tsunamis*.



Fonte: Carta produzida a partir da altimetria do IGeoE, na escala 1:25 000

Figura 2.9.39 | Carta de suscetibilidade a tsunamis. 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 associadas a estas centrais, devido às condições geológicas e climatológicas da região (Santos, 2006).

Segundo o Regulamento de Segurança de Barragens, Diário da República, 1.ª série – N.º 198 – 15 de outubro de 2007, artigo 4.º, o planeamento de emergência é um conjunto de medidas que integra a avaliação dos danos potenciais e os procedimentos a adotar pelos diferentes intervenientes com vista a fazer face a situações de emergência associadas a ondas de inundação. 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 2.9.15). 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.

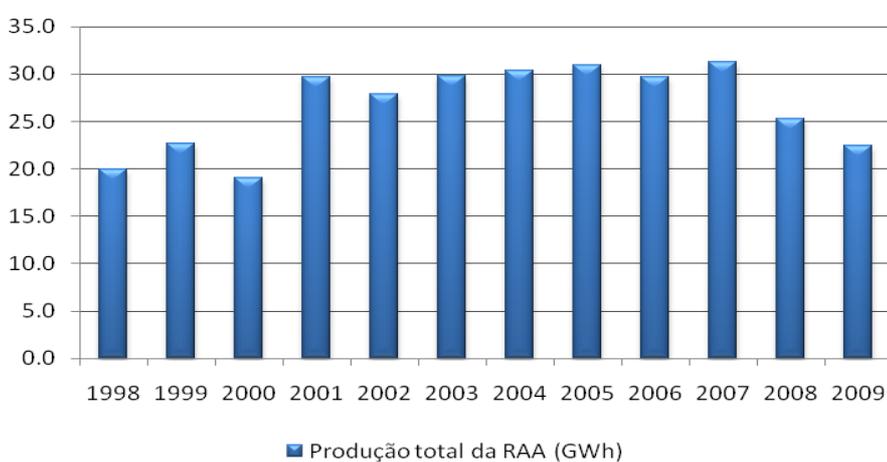
O Grupo Central consta de quatro centrais, três na ilha Terceira, Central hídrica de Nasce d' Água, de São João de Deus e da Cidade. As centrais da Terceira não têm um valor muito significativo na geração de eletricidade, não passando dos 2,6% no ano de 2010. A restante central localiza-se no Faial, 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 Electricidade e Gaz (EEG), do Grupo Electricidade 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 2.9.40 pode-se visualizar a produção total da energia gerada pelas centrais da RAA desde 1998, esta produção inclui as centrais de S. Miguel. O total da produção de energia elétrica produzida pelas centrais da RAA tem sido feita de uma forma muito constante, tendo uma exceção em 2009. O ano de melhor produção foi 2007 com 31,3GWh.



Fonte: EDA

Figura 2.9.40 | Energia produzida pelas centrais hídricas da RAA.

Quadro 2.9.15 | 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	1000	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	2073	EDA
Foz da Ribeira	S. Miguel	37,736	-25,29	1990	1030	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

Central Hídrica de Além Fazenda - Ilha das Flores

O Grupo Ocidental só possui de uma central hídrica, que se situa na ilha das Flores. Esta pertence ao lugar da Fazenda de Santa Cruz, da freguesia e concelho de Santa Cruz. A sua localização pode ser visualizada na Figura 2.9.41.

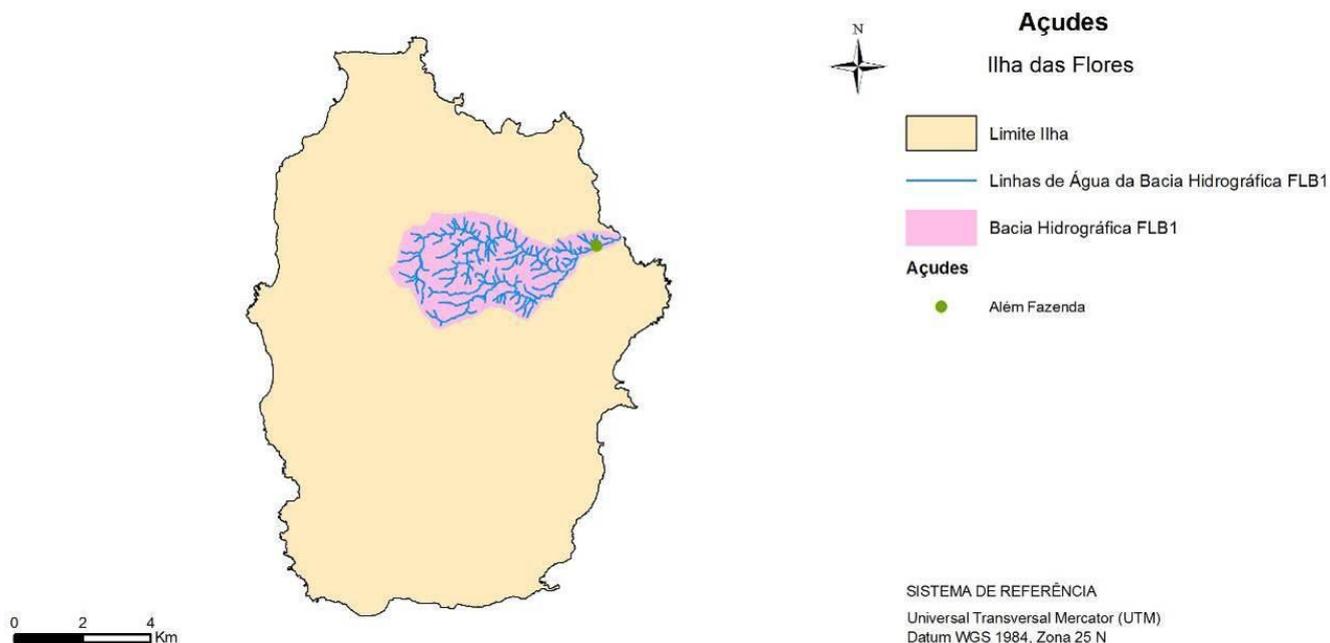


Figura 2.9.41 | Localização do açude da Central Hídrica de Além Fazenda e respetiva bacia.

A Central Hídrica de Além Fazenda foi construída em 1966 por decisão da Direção Geral dos Serviços de Hidráulica. O açude desta central foi construído em betão a 20m acima das fundações e com 70m de altura de desenvolvimento.

Em 2002 a capacidade de armazenamento desta barragem sofreu um aumento de 25%, devido à construção de um sistema de comportas de acionamento pneumático, tendo atualmente uma capacidade de armazenamento de 50 000m³. O canal desenvolve-se ao longo de 2 000m, terminando numa câmara de carga com um volume útil de 3 000m³. A conduta forçada de 260m de desenvolvimento permite uma queda bruta de 106m.

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 (Figuras 2.9.42 e 2.9.43).

A Central Hídrica de Além Fazenda tem uma percentagem de produção de energia elétrica muito elevada, de aproximadamente 34% da energia elétrica total gerada no ano de 2009, havendo meses em que esta percentagem ultrapassou os 50%.

Além desta central existem mais duas na ilha de S. Miguel que produzem tanta ou mais energia elétrica, no entanto não têm a mesma representatividade por existirem mais formas de produção de energia elétrica, como por exemplo a energia geotérmica, e pela área da ilha e a sua respetiva população.

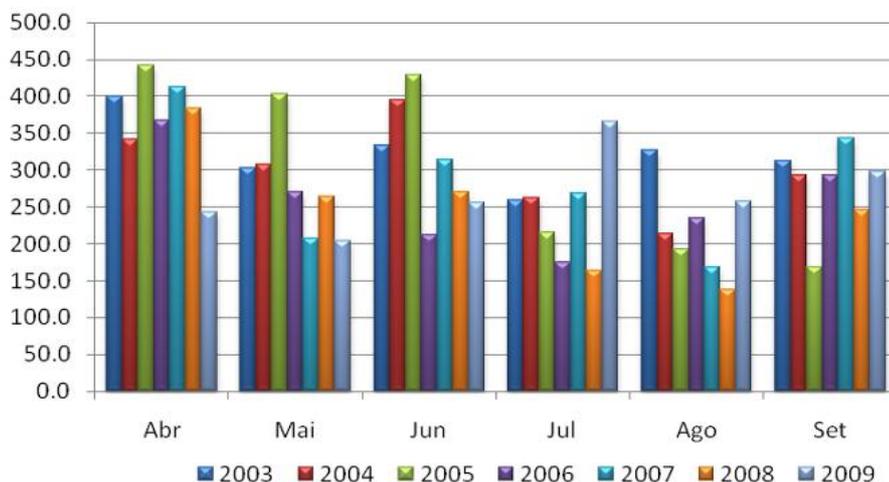


Figura 2.9.42 | Produção (MWh) da Central de Além Fazenda na estação de verão.

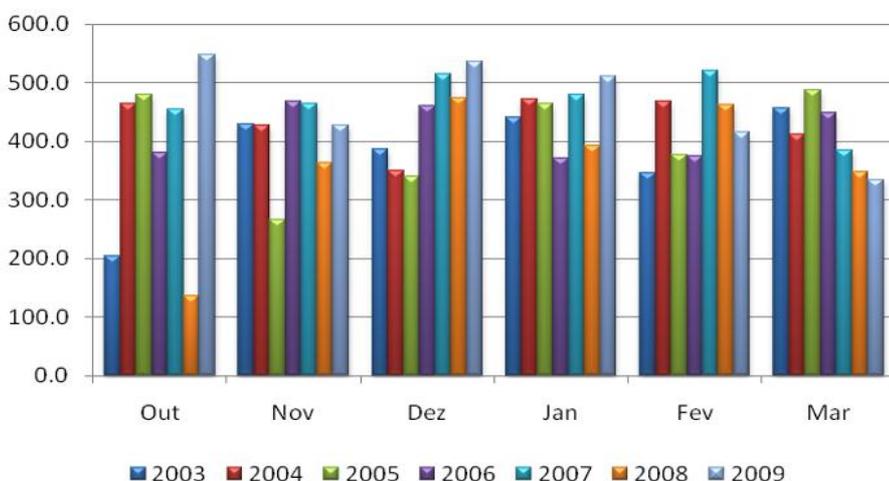


Figura 2.9.43 | Produção (MWh) da Central de Além Fazenda na estação de inverno.

Através da análise das Figuras 2.9.42 e 2.9.43, é notável uma maior produção na estação de inverno. Nesta estação a produção é muito semelhante ao longo de todos os anos e meses, mesmo assim é possível determinar meses com maior ou menor potencialidade. O mês com a percentagem mais baixa de produção corresponde ao mês de outubro, tendo o seu pior número em 2008 com 136,2MWh de produção. O pico de produção desta estação deu-se em 2009 no mês de outubro com uma produção de 548,6MWh.

A Figura 2.9.21 representa a estação de verão da Central Hídrica de Além Fazenda. Nesta estação os meses que correspondem aos menores valores de produção são julho e agosto, por serem meses de menores valores de

precipitação e de temperaturas mais elevadas. Os meses com uma percentagem de produção mais elevadas são abril e junho, tendo o seu pico em junho de 2005 com uma produção de 428,5MWh.

O único incidente surgido nas centrais da RAA, ocorreu na Central de Além Fazenda em 2000. Ocorreu um incêndio nas instalações da central que destruiu os armários elétricos dos grupos hídricos, sendo necessário uma intervenção para melhoramento geral das instalações, tendo sido terminada em 2003.

Na ilha das Flores existe o registo de mais um incidente associado a infraestruturas hidráulicas. O incidente ocorreu no açude da ribeira Grande, que fora construído com o intuito de proteção de uma ponte (Figura 2.9.44). Em 2008 o açude entrou em rutura, e acabou por rebentar em dezembro de 2010 (Figura 2.9.45), pondo em risco a ponte, que já tem um pilar bastante danificado.

A rutura deste açude deveu-se à má gestão hidráulica do mesmo, não fazendo limpeza e manutenção regularmente. Neste momento o açude ainda não foi reconstruído.



Fonte: EDA

Figura 2.9.44 | Açude da ribeira Grande a maio de 2007.



Fonte: EDA

Figura 2.9.45 | Açude da ribeira Grande a dezembro de 2010.

Até 2014 será construída uma central hídrica na freguesia da Fajã Grande da ilha das Flores, com o objetivo de produção de energia elétrica. Esta concessão terá validade de 75 anos, permitindo à EEG concretizar o projeto desta central hídrica.

A central hídrica da Fajã Grande aproveitará os caudais das ribeiras do Ferreiro, da ribeira Grande e de dois afluentes da margem esquerda (Figura 2.9.46), captando aproximadamente a uma cota de 170m. Esta localização dos açudes e da central permitirá a captação da precipitação de uma área total da bacia hidrográfica de 14,3Km², um valor equivalente ao que se aproveita na Central Hídrica de Além Fazenda. Esta central terá uma produção média anual de 5,6GWh, assegurando 47% das necessidades verificadas nesta ilha.

Com a construção da nova central hídrica e com remodelação e automatização da Central Hídrica de Além Fazenda, em 2014 a ilha das Flores passará a ter uma percentagem de energia elétrica através da energia renovável superior a 80%, tanto no verão com no inverno.



Fonte: EDA Informa, nº 136. 2010 setembro/outubro

Figura 2.9.46 | Localização dos açudes e da futura central que se localizará na Fajã Grande.

Além dos quatro açudes, e da câmara de carga representada na Figura 2.9.46, também serão construídos desarenadores entre estas duas estruturas, de forma a existir uma primeira separação das areias arrastadas pela água. A câmara de carga terá uma capacidade de 1 200m³, e tem como função regularizar e controlar o caudal captada, para depois conduzi-lo através de um conduta de aço forçada com 750mm de diâmetro e 1 025m de desenvolvimento, a água será conduzida sobre pressão até à central.

As infraestruturas de captação, os desarenadores e a câmara de carga serão equipados com equipamentos hidrodinâmicos e eletromecânicos preparados para um funcionamento automático e para rápidas intervenções de limpeza e manutenção do circuito hidráulico. A central será totalmente automatizada, sendo telecomandada através da nova central térmica das Lajes.

2.9.11 | Poluição acidental

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

2.9.11.1 | Poluição tóxica

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

- Instalações PCIP: as instalações mencionadas no Decreto-Lei n.º 172/2008, Anexo I, existentes na região do RH9 são:
 - 1.1 – Energia: Instalações de combustão com potência calorífica de combustão superior a 50MW;
 - 5.4 – Aterros de resíduos urbanos ou de outros resíduos não perigosos, com exceção dos aterros de resíduos inertes, que recebam mais 10t por dia ou com uma capacidade total superior a 25 000t;
 - 6.4 – Instalações destinadas a: a) Matadouros com uma capacidade de produção de carcaças superior a 50t por dia; b) ii) Matérias-primas vegetais com uma capacidade de produção de produto acabado superior a 300t por dia (valor médio trimestral); c) Tratamento e transformação de leite, sendo a quantidade de leite recebida superior a 200t por dia (valor média anual);
 - 6.6 – Instalações para a criação intensiva de aves de capoeira ou de suínos, com espaço para mais de: a) 40 000 aves; b) 2 000 porcos de produção (de mais de 30kg);
- Efluentes Urbanos:
 - Tratamento de águas residuais;
 - Descargas de águas residuais;
- Efluentes Industriais:
 - 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.

Em específico para as massas de água superficiais da ilha das Flores, designadamente para a ribeira da Badanela, ribeira Grande, bacia da lagoa Branca, bacia da lagoa Comprida, bacia da lagoa da Lomba, bacia da lagoa Negra e bacia da lagoa Rasa, não existem referências de instalações de cargas domésticas, industriais e agropecuárias. Assim, não existindo indústrias no local não se prevê a existência de risco de poluição tóxica nesta região, associadas a estas atividades. Para as restantes massas de água as fontes de poluição tóxica estão representadas no Quadro 2.9.16.

Quadro 2.9.16 | Fontes de poluição tóxica na ilha das Flores

Fontes de Poluição Tóxica	Concelho, Local	Tipologia
Fossas sépticas coletivas	Santa Cruz das Flores	Águas costeiras
Fossas sépticas coletivas	Lajes das Flores	Águas costeiras
Descargas diretas em meio recetor	Santa Cruz das Flores, Porto Velho	Águas costeiras
Descargas diretas em meio recetor	Santa Cruz das Flores, Porto das Poças	Águas costeiras
Matadouro	Santa Cruz das Flores	Águas costeiras
Cooperativas de laticínios	Santa Cruz /Lajes das Flores	Águas costeiras
Indústria extrativa	Lajes das Flores	Águas costeiras
Pressão associada à pressão turística	Santa Cruz /Lajes das Flores	Águas costeiras
Substâncias Perigosas	Santa Cruz /Lajes das Flores	Águas costeiras
Armazenagem de combustíveis - Petrogal	Lajes das Flores, Porto das Lajes	Águas costeiras
Efluentes domésticas	Santa Cruz /Lajes das Flores	Águas subterrâneas
Efluentes industriais	Santa Cruz /Lajes das Flores	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 das Flores em específico são identificadas no Quadro 2.9.17 algumas atividades que poderão contribuir como fontes de poluição difusa sobre determinadas massas de água.

Quadro 2.9.17 | Fontes de poluição difusa na ilha das Flores

Atividade	Concelho, Local	Tipologia
Fossas sépticas individuais	Santa Cruz das Flores, ribeira da Badanela	Águas superficiais
Pecuária	Santa Cruz das Flores, ribeira da Badanela	Águas superficiais
Agricultura e exploração florestal	Santa Cruz das Flores, ribeira da Badanela	Águas superficiais
Fossas sépticas individuais	Santa Cruz das Flores, ribeira Grande	Águas superficiais
Fossas sépticas individuais	Lajes das Flores, ribeira Grande	Águas superficiais
Pecuária	Santa Cruz das Flores, ribeira Grande	Águas superficiais
Pecuária	Lajes das Flores, ribeira Grande	Águas superficiais
Agricultura e exploração florestal	Santa Cruz das Flores, ribeira Grande	Águas superficiais
Agricultura e exploração florestal	Lajes das Flores, ribeira Grande	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	Lajes das Flores, lagoa Branca	Águas superficiais

Atividade	Concelho, Local	Tipologia
Exploração florestal e matos	Lajes das Flores, lagoa Branca	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	Santa Cruz das Flores, lagoa Comprida	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	Lajes das Flores, lagoa Comprida	Águas superficiais
Exploração florestal e matos	Santa Cruz das Flores, lagoa Comprida	Águas superficiais
Exploração florestal e matos	Lajes das Flores, lagoa Comprida	Águas superficiais
Pecuária	Lajes das Flores, lagoa Funda	Águas superficiais
Exploração florestal e matos	Lajes das Flores, lagoa Funda	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	Lajes das Flores, lagoa da Lomba	Águas superficiais
Matos	Lajes das Flores, lagoa da Lomba	Águas superficiais
Matos	Lajes das Flores, lagoa Negra	Águas superficiais
Pecuária (Bovinos)	Lajes das Flores, lagoa Rasa	Águas superficiais
Matos	Lajes das Flores, lagoa Rasa	Águas superficiais
Pecuária	Santa Cruz /Lajes das Flores	Águas subterrâneas
Atividade agrícola e florestal	Santa Cruz /Lajes das Flores	Águas subterrâneas
Agropecuária	Santa Cruz /Lajes das Flores	Águas costeiras
Lixeira	Santa Cruz /Lajes das Flores	Águas costeiras

3 | Caracterização das Massas de Água

3.1 | Massas de água superficiais

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

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

3.1.1 | Tipos de massas de água

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

Para a ilha das Flores, e segundo a definição apresentada na DQA (Parlamento & UE, 2000), estão presentes massas de água relevantes das seguintes categorias:

- Ribeiras;
- Lagoas;
- Águas costeiras.

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

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

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

especificidades derivadas das condições geográficas, climáticas e geológicas do arquipélago e de modo a permitir uma maior representatividade desta categoria.

A DQA define para o sistema A, 25 ecorregiões com base nas massas de água interiores (rios e lagos), para os seus Estados-Membros. Como na RAA as massas de água interiores foram tipificadas de acordo com o sistema B, não poderemos delimitar uma ecorregião para este tipo de massas de água. Nos termos do Decreto-Lei n.º 112/2002, de 17 de abril, o Arquipélago dos Açores encontra-se na Região Hidrográfica 9 de Portugal (RH9), que integra todas as bacias hidrográficas de todas as ilhas do arquipélago, incluindo as respetivas águas subterrâneas e águas costeiras.

3.1.1.1.1 | Ribeiras

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

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

	Fatores	Variável	Classes
Fatores obrigatórios	Latitude	Latitude (°)	Classe única que contém os limites da região hidrográfica
	Longitude	Longitude (°)	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; Dudgeon, 2008; Hughes *et al.*, 2009; Fisher *et al.*, 2010).

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

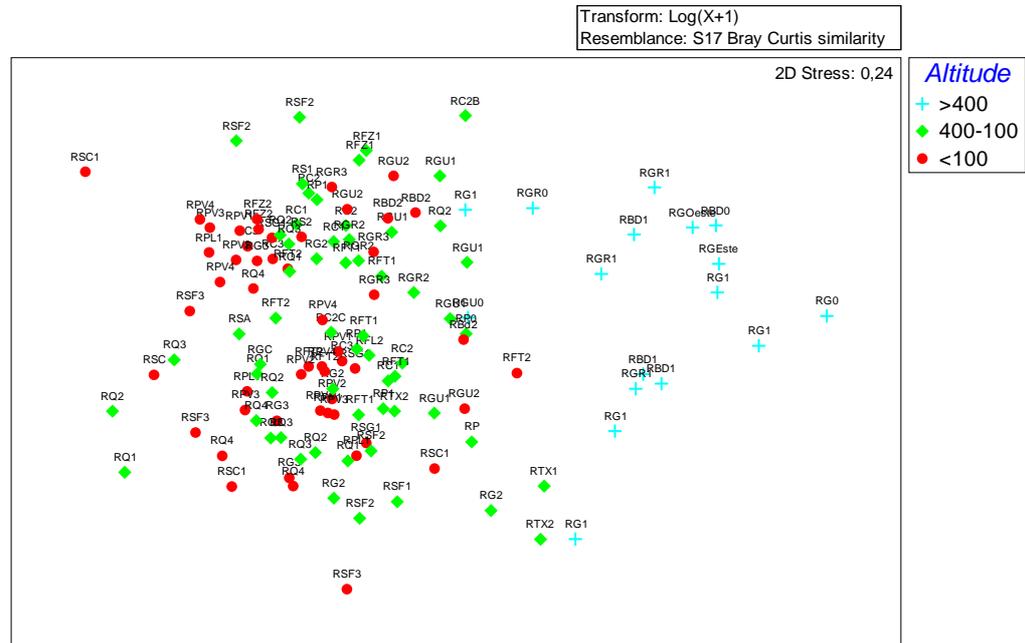


Figura 3.1.1 | Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas de todas ribeiras integrantes da rede de monitorização da Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1)

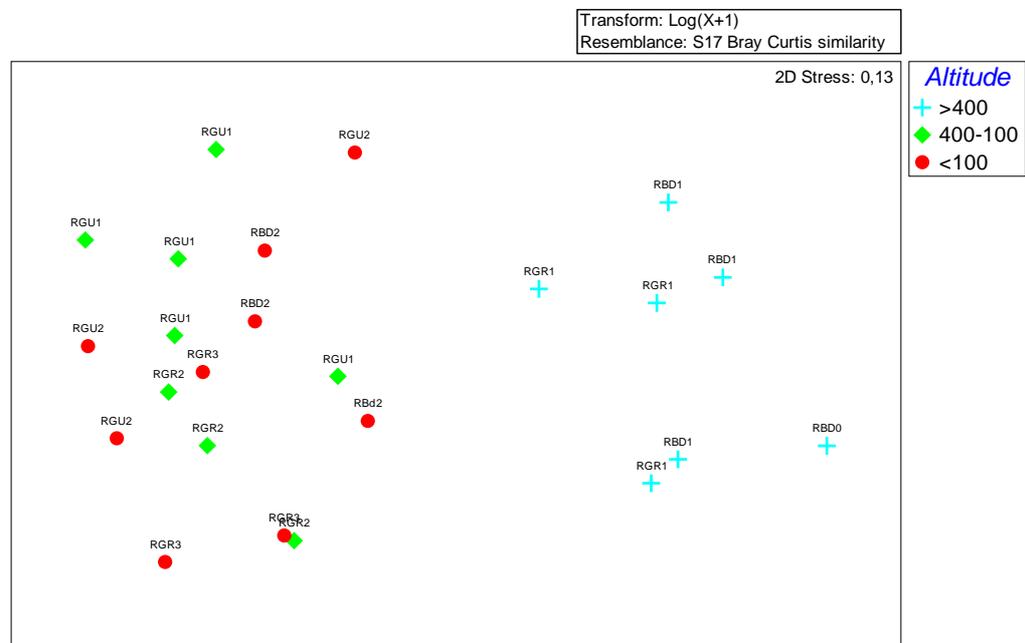


Figura 3.1.2 | Análise de ordenação por nMDS das comunidades de diatomáceas bentónicas das ribeiras consideradas de referência na Região Hidrográfica Açores, com sobreposição do fator altitude. (ver códigos do locais de amostragem no Quadro 4.1.1)

Independentemente de eventuais variações entre ilhas, os resultados da caracterização das ribeiras dos Açores sugerem a necessidade de separação de, pelo menos, dois tipos altitudinais que reflitam de forma mais coerente e homogênea as características morfoclimáticas e biológicas destes ecossistemas. Contudo, a baixa representatividade

dos locais incluídos na rede de monitorização de ribeiras da RH9 não permitem estabelecer com rigor os limites de separação altitudinal entre esses tipos. Por outro lado, a divisão das ribeiras em tipos baseados na altitude, conduziria à fragmentação e à conseqüente redução do número de ribeiras abrangidas por este sistema de classificação pois o número de massas de água com dimensão superior a 10km² 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

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

De acordo com os critérios acima descritos identificou-se duas massas de água na categoria rios para a ilha das Flores que corresponde ao tipo B-R-C/P/S/P, ribeira da Badanela e ribeira Grande (Figura 3.1.3).

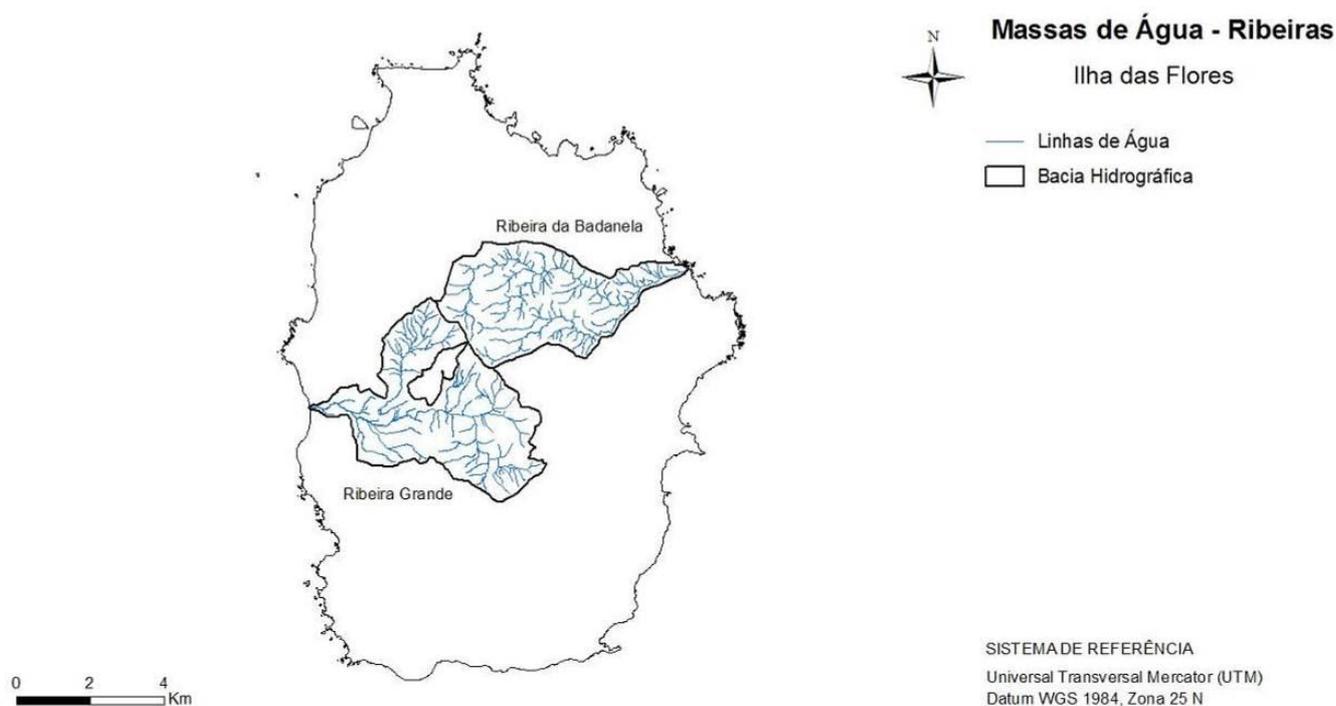


Figura 3.1.3 | Massa de água designada na categoria rios na ilha das Flores.

3.1.1.1.2 | Lagoas

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

Uma segunda proposta foi elaborada por Gonçalves *et al.* (2006b), onde os autores, após uma classificação morfo-climática, definiram três tipos de lagoas para o Arquipélago dos Açores. Nesta tipologia, os principais fatores de separação assentaram na profundidade e na dimensão da massa de água das lagoas. Para a definição das tipologias, estes autores, apresentaram uma proposta que assenta na análise dos fatores indicados no Quadro 3.1.3.

Quadro 3.1.3 | Lista de fatores utilizados na definição da tipologia de lagoas na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

	Fatores	Variável	Classes
Fatores obrigatórios	Latitude	Latitude (°)	Classe única que contém os limites da região hidrográfica
	Longitude	Longitude (°)	Classe única que contém os limites da região hidrográfica
	Altitude	Altitude (m)	Baixa: $B < 200$ Média: $200 < M < 900$ Grande: $G > 900$
	Dimensão	Área do plano de água (km ²)	Micro: $0,01 < MI < 0,5$ Muito pequena: $0,5 < MP < 5$ Pequena: $5 < P < 10$ Média: $10 < M < 100$ Grande: $G > 100$
	Geologia	Tipo de solo	Rochas ácidas (traquitos s.l.) Rochas básicas (basaltos s.l.)
Fatores facultativos	Profundidade média	Profundidade média das águas (m)	Pouco Profunda: $PP < 3$ Profunda: $3 < P < 15$ Muito Profunda: $MP > 15$
	Forma	Coeficiente de circularidade – K_0	Alongada $k_0 < 0,5$ Elíptica $k_0 > 0,5 - < 0,8$ Circular $k_0 > 0,8$
	Tempo de residência	Tempo (anos)	Curto $< 0,3$ Médio $> 0,3 - < 1$ Longo > 1
	Características de mistura	Mistura	Holomítico Monomítico
Outros fatores	Enquadramento geomorfológico		Caldeira de subsidência Maar Cratera em cone de pedra pomos Cratera em cone de escórias Anel de tufos Depressão tectónica Depressão topográfica
	Índice de permanência		Muito pequeno $< 0,1$ Pequeno $> 0,1 - < 0,5$ Médio $> 0,5 - < 1$ Grande > 1
	Índice de desenvolvimento das margens		Pequeno $< 1,2$ Médio $< 1,2 - < 1,5$ Grande $> 1,5$
	Área da bacia hidrográfica	Área (Km ²)	Muito Pequena $< 0,01$ Pequena $> 0,01 - < 0,1$ Média $> 0,1 - < 1$ Grande > 1
	Declive média da bacia hidrográfica		Pequeno $< 25\%$ Médio $25 \text{ a } 50\%$ Grande $> 50\%$
	Precipitação média anual da bacia hidrográfica	Precipitação (mm)	Baixa < 2000 Média $> 2000 - < 4000$ Elevada > 4000

Para os fatores altitude e profundidade média adotaram as classes propostas no Anexo II da DQA. Relativamente à latitude e longitude optaram por considerar uma classe única para todo o arquipélago, considerando que o seu gradiente não se traduz numa diferenciação ecológica destes sistemas. Atendendo às dimensões das lagoas regionais, definiram-se cinco classes de dimensão, consideram como limite mínimo para a classe de micro dimensão 1ha (0,01km²), o intervalo entre 0,5 e 5 Km² para as de muito pequena dimensão, entre 5 e 10 Km² 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 80 ha) localizadas no interior de caldeiras de subsidência, compreendidas entre os 300 e 500m de altitude. São lagoas profundas, monomíticas, com índices de permanência e tempos de residência elevados. O segundo tipo de lagoas, predominante na ilha das Flores, incluem-se lagoas de reduzida dimensão localizadas maioritariamente no interior de crateras de explosão hidromagmática (*Maars*), compreendidas entre os 400 e 550m de altitude. As lagoas deste tipo são igualmente profundas mas têm índices de permanência muito inferiores. O terceiro tipo, presente nas ilhas de São Miguel, Pico, Flores e Corvo, é representado por lagoas de reduzida dimensão, de baixa profundidade, consequentemente sem estratificação, e com um índice de permanência muito baixo ($\leq 0,1$), compreendidas entre os 600 e 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.

Os mesmos autores definiram assim dois tipos de lagoas nos Açores: lagoas profundas (B-L-M/MI-MP/S/P) e lagoas pouco profundas (B-L-M/MI/S/PP). O tipo B-L-M/MI-MP/S/P é caracterizado por lagoas profundas, monomíticas, de pequena a grande dimensão, localizadas no interior de caldeiras de subsidência ou crateras de explosão hidromagmática (*Maars*), situadas a média altitude. Nestas lagoas a zona limnética é bastante maior que a zona litoral o que resulta no predomínio das comunidades planctónicas relativamente às bentónicas. O tipo B-L-M/MI/S/PP caracteriza-se por lagoas de baixa profundidade, consequentemente sem estratificação, de muito pequena dimensão, com um índice de permanência muito baixo ($\leq 0,1$) e localizadas a média a elevada altitude. Nestas lagoas a zona limnética está praticamente ausente, predominando, por isso, as comunidades bentónicas litorais.

A ilha das Flores apresenta seis massas de água na categoria de lagos segundo os critérios definidos para a RH9, distribuídos pelos tipos B-L-M/MI-MP/S/P (Negra, Funda, Rasa, Lomba, Comprida) e B-L-M/MI/S/PP (Branca) (Figura 3.1.4)

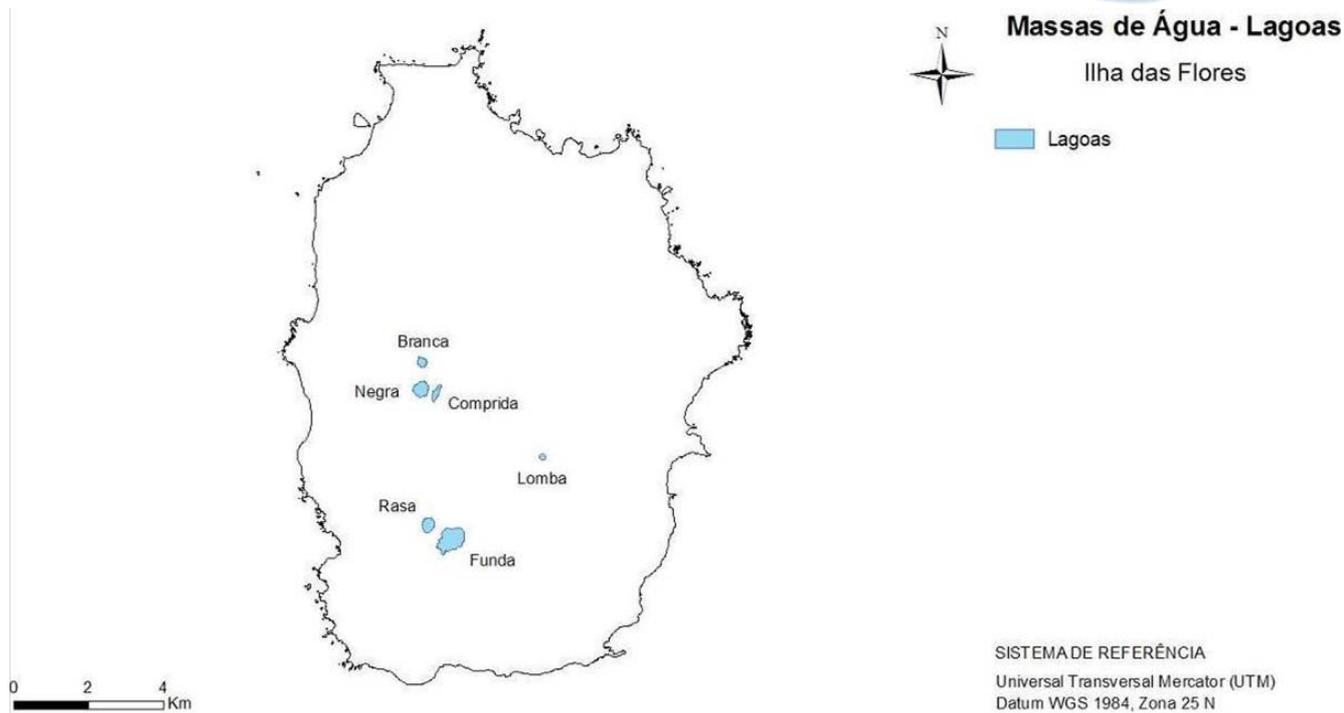


Figura 3.1.4 | Massa de água designada na categoria de lagoas na ilha das Flores.

3.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição

Segundo a DQA, designam-se por **águas costeiras** “as águas de superfície localizadas entre terra e uma linha cujos pontos se encontram a uma distância de uma milha náutica (1 852m), na direção do mar, a partir do ponto mais próximo da linha de base a de delimitação das águas territoriais, estendendo-se, quando aplicável ao limite exterior das águas de transição”.

Por sua vez, as **águas de transição** designam as “massas de água de superfície na proximidade da foz dos rios, que têm um caráter parcialmente salgado em resultado da proximidade de águas costeiras, mas que são significativamente influenciadas por cursos de água doce”. As massas de água salobra que ocorrem na Região dos Açores não constituem sistemas na proximidade da foz de rios, nem são significativamente influenciados por cursos de água doce. No entanto, constituem massas de água que, pela sua situação de fronteira entre o ambiente terrestre e o ambiente marinho, apresentam características intermédias, nomeadamente no que se refere à salinidade. Encontram-se nestas condições algumas lagoas costeiras que, apesar da sua grande importância em termos ecológicos e socioeconómicos, não são sujeitas a procedimentos de monitorização de quantidade e qualidade das suas águas (PRA, 2001b).

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

Os fatores previstos para a definição da tipologia destas massas de água são apresentados no Quadro 3.1.4. Entre os fatores, poderá discriminar-se a latitude e longitude específica de cada grupo de ilhas. A generalidade dos restantes fatores é comum a qualquer ilha.

Quadro 3.1.4 | Lista de fatores propostos para a definição da tipologia das águas superficiais costeiras e de transição da RH9

Categorias	Descritores	Fatores	Variáveis/critérios	Classes
Águas de transição	Obrigatórios	Latitude	Latitude (°)	36° 45' - 39° 43'
		Longitude	Longitude (°)	24° 32' - 31° 17'
	Facultativos	Amplitude das marés	Amplitude média das marés (m)	Pequena amplitude: P < 2 Média amplitude: 2 < M < 4 Grande amplitude: G > 4
		Salinidade	Salinidade anual (‰) média	Água doce: A < 0,5 Oligohalina: 0,5 < O < 5 Mesohalina: 5 < M < 18 Polihalina: 18 < P < 30 Euhalina: 30 < E < 40
	Facultativos	Profundidade	Profundidade média das águas (m)	Pouco profunda: PP < 3 Profunda: 3 < P < 15 Muito profunda: MP > 15
		Temperatura média	Temperatura média das águas (°C)	A definir com base nos dados da rede de monitorização
Águas costeiras	Obrigatórios	Latitude	Latitude (°)	36° 45' - 39° 43'
		Longitude	Longitude (°)	24° 32' - 31° 17'
	Facultativos	Amplitude das marés	Amplitude média das marés (m)	Pequena amplitude: P < 2 Média amplitude: 2 < M < 4 Grande amplitude: G > 4
		Salinidade	Salinidade anual (‰) média	Água doce: A < 0,5 Oligohalina: 0,5 < O < 5 Mesohalina: 5 < M < 18 Polihalina: 18 < P < 30 Euhalina: 30 < E < 40
	Facultativos	Profundidade	Profundidade média das águas (m)	Pouco profunda: PP < 30 Intermédia: 30 < I < 200 Profunda: P > 200
		Temperatura média	Temperatura média das águas (°C)	A definir com base nos dados da rede de monitorização

Assim, tendo em conta os condicionalismos anteriormente descritos, as águas costeiras foram classificadas de acordo com os fatores obrigatórios de 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)

As Figuras 3.1.5 e 3.1.6 apresentam as massas de água costeiras delimitadas para a ilha das Flores e, devido à sua proximidade, a delimitação total do conjunto das ilhas Corvo e Flores (Grupo Ocidental).

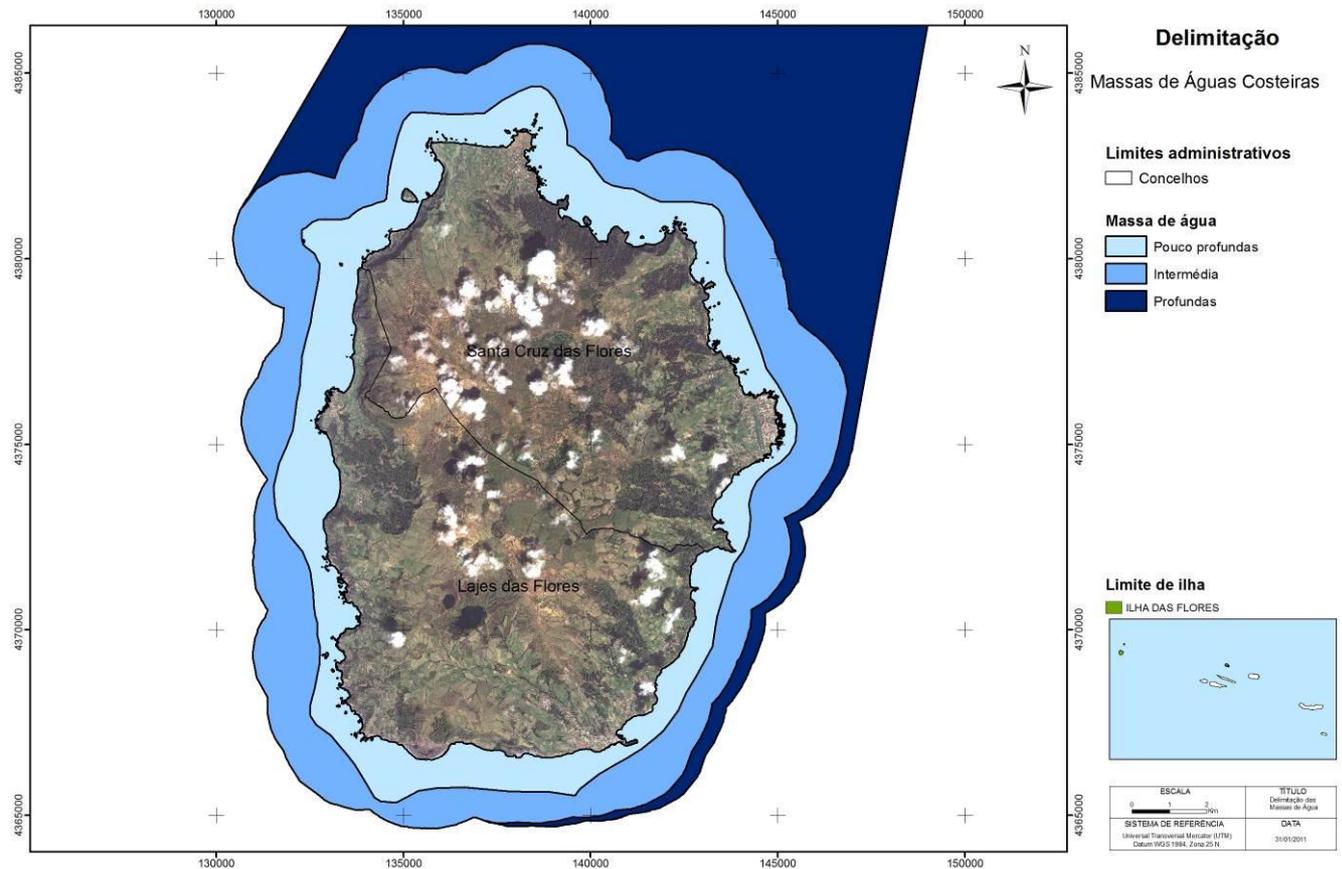


Figura 3.1.5 | Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha das Flores.

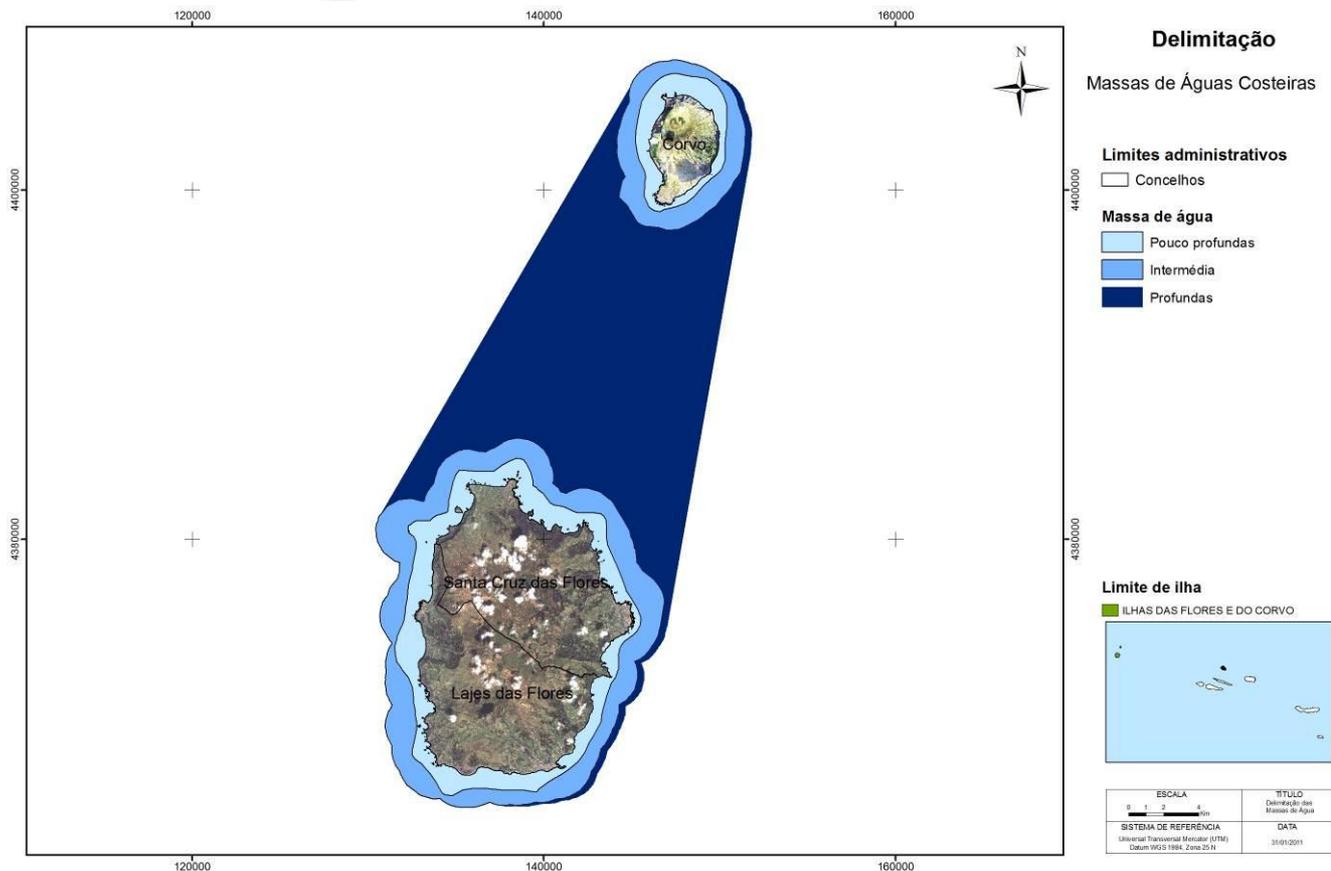


Figura 3.1.6 | Massas de água costeiras para as ilhas Corvo e Flores (Grupo Ocidental).

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 das Flores

Designação do tipo	Código	Fatores Obrigatórios		
		Ecorregião	Profundidade	Sanidade (%)
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	Atlântico Norte	Pouco Profunda	Euhalina
A-C-E//FLO1	PT09FLOCI1	Atlântico Norte	Intermédia	Euhalina
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	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. Como foi acima referido, e 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 (RSCRHAA, 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 DROTHR da SRAM não evidencia, de acordo com os dados atualmente disponíveis, alterações hidromorfológicas significativas em nenhuma das ilhas da RAA, nem especificamente para as Flores.

Refira-se ainda que para a identificação definitiva de uma massa de águas provisoriamente candidata a fortemente modificada, é necessário avaliar os elementos hidromorfológicos de referência que sejam afetados pela alteração física, e verificar o incumprimento dos valores correspondentes ao Bom estado. Para tal, é fundamental concluir a caracterização das condições de referência do estado ecológico para as massas de água superficiais da Região.

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 de 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 artificiais estanques, o fator geologia não foi tido em conta, uma vez que a qualidade da água não é influenciada pela natureza do solo adjacente.

À data do referido relatório foram identificadas para a RH9 três lagoas artificiais: uma no Faial, uma na Terceira e uma no Corvo.

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

Neste contexto, foi assumido que estas massas de água não devem ser incluídas nos PGRHI.

3.1.1.2 | Distribuição dos tipos

No Quadro 3.1.7 é apresentada a distribuição dos tipos e número de massas de água para as categorias de águas de superfície acima referidas para a ilha das Flores.

Quadro 3.1.7 | Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha das Flores

Categoria	Designação do tipo	Código	Número de Massas de Água
Ribeiras	B-R-C/P/S/P		2
Lagoas	AL_P		5
	AL_PP		1
Águas de transição	-		-
Águas costeiras	A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	1
	A-C-E//FLO1	PT09FLOCI1	1
	A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	1
Águas fortemente modificadas	-		-
Águas artificiais	-		-

3.1.1.3 | Identificação das condições de referência

A implementação de uma rede de monitorização das massas de água interiores da RH9 para a caracterização físico-química e biológica dessas massas de água iniciou-se em 2003 nas ilhas de São Miguel e Santa Maria, tendo sido alargada às ilhas do Pico, Faial, Flores e Corvo em 2005. Esta rede teve como objetivo caracterizar as massas de água da RH9 e definir e/ou confirmar os locais de referência para a determinação do estado ecológico. Os resultados obtidos para as águas superficiais interiores (Gonçalves *et al*, 2005; Gonçalves *et al*, 2006a; Gonçalves *et al*, 2007; 2008; Gonçalves *et al*, 2009a; b) permitiram confirmar que alguns dos locais designados à priori como referências possuem comunidades características de meios com reduzido impacto antrópico mas que outros apresentam alterações significativas nesses comunidades. Seguidamente, apresentam-se os locais considerados referência para cada categoria e tipo de massa de água superficiais interiores.

3.1.1.3.1 | Ribeiras

Segundo Relatório Síntese de Caracterização da Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores (SRAM & INAG, 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 nº 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 deste locais de referência utilizaram-se unicamente os macroinvertebrados bentónicos e as diatomáceas bentónicas como elementos biológicos, cuja composição e abundância foi usada para a caracterização das condições de referência. Excluíram-se os seguintes elementos de suporte: a fauna piscícola, os macrófitos e fitoplâncton. Os primeiros porque a totalidade da fauna piscícola (com exceção da enguia – *Angilla anguilla*) foi introduzida para a prática da pesca desportiva. Os macrófitos não foram utilizados por falta de dados relativos à sua distribuição e à ecologia das espécies presentes. Por último, o fitoplâncton foi retirado com base nos primeiros

resultados das campanhas de monitorização, onde se concluiu que este não têm expressão nas ribeiras devido ao regime marcadamente torrencial, característico da RH9.

Os resultados da caracterização biológica (Gonçalves *et al*, 2005; Gonçalves *et al*, 2006a; Gonçalves *et al*, 2007; 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, nas 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 3.1.8.

Quadro 3.1.8 | Locais de referência para o tipo de ribeiras existente na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

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 flocculosa* 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.

Como se verifica no Quadro 3.1.8 estão identificados dois locais de referência para a categoria rios na ilha das Flores.

3.1.1.3.2 | Lagoas

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

Esta metodologia foi seguida por Gonçalves *et al*, (2006b) e Gonçalves (2008) que avaliaram o grau de impacto de diversas pressões exercidas sobre as massas de água, recorrendo a informações bibliográficas (Porteiro, 2000), cartográficas e a observações no campo (Quadro 3.1.9). As lagoas com uma pressão antrópica mínima ou nula foram selecionadas por estes autores como locais de referência. Ainda de acordo com esses autores e tendo por base a análise de pressões, as lagoas Fogo (São Miguel) e Negra (Flores) foram consideradas locais de referência, contudo, a validação biológica da designação como referência destas lagoas tendo por base estudos de sedimentos (Gonçalves, 2008) ou da composição das comunidades fitoplanctónicas (Gonçalves, 2008; Gonçalves *et al*, 2008), revelou que essas massas de água apresentam atualmente um significativo afastamento das comunidades prístina pelo que devem ser excluídas dos locais de referência.

Tendo em conta a remoção das lagoas do Fogo e Negra do conjunto de locais de referência para os lagos dos Açores, a fusão dos tipos morfo-climáticos AL_G/P e AL_P/P num único tipo de lagoas (B-L-M/MI-MP/S/P) e a ausência de dados sobre a lagoa Seca (lagoa considerada sem impactos significativos mas sobre a qual não existem elementos de caracterização físico-química e biológica) consideraram-se cinco locais de referência para as lagoas dos Açores, conforme indicado no Quadro 3.1.10.

Quadro 3.1.9 | Lista das pressões com impacto significativo nas lagoas dos Açores utilizada por Gonçalves *et al*,(2006b)

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

Quadro 3.1.10 | Locais de referência para os dois tipos de lagoas existentes na Região Hidrográfica Arquipélago dos Açores

Tipo	B-L-M/MI-MP/S/P	B-L-M/MI/S/PP
Lagoas	Rasa – Rs (Flores)	Branca – Bn (Flores)
	Comprida – Cm (Flores)	Empadadas Sul – Em-S (São Miguel)
		Canário – Cn (São Miguel)

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

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

Os valores concretos das métricas que servirão de referência à classificação do estado das massas de água desta categoria, vulgarmente referidas como condições de referência, são indicados no capítulo 5 (Quadros 5.1.9 e 5.1.11), onde se descreve o sistema de classificação proposto para a avaliação do estado das massas de água da RH9.

Como se verifica no Quadro 3.1.10 estão identificados três locais de referência para a categoria lagoas para a ilha das Flores, distribuídos pelas tipologias B-L-M/MI-MP/S/P (2) e B-L-M/MI/S/PP(1).

3.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Na ilha das Flores, 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 (< -30 m) 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 homogêneas 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 Águas Subterrâneas

3.2.1 | Delimitação das massas de águas

Como referido no ponto 2.3.4 do presente relatório, na ilha das Flores foram delimitadas três massas de água. A respetiva delimitação, realizada no âmbito do relatório de caracterização preliminar da RH 9, assentou sobre os sistemas aquíferos cartografados no decurso da elaboração do Plano Regional da Água (DROTRH, 2006). A representação cartográfica das massas de água subterrânea pode encontrar-se no referido subcapítulo do relatório.

As massas de água delimitadas são as seguintes:

- Massa de água Superior

Com uma área aflorante da ordem de 84,3km², esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 59,8% da superfície das Flores, correspondendo ao setor central da ilha, e confronta em toda a sua bordadura com as restantes massas delimitadas. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se nos concelhos de Santa Cruz das Flores e Lajes das Flores.

- Massa de água Intermédio

Com uma área aflorante da ordem de 33,6km², esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 47,4% da superfície das Flores, ocupando predominantemente a bordadura da ilha, confrontando com as restantes massas delimitadas. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se nos concelhos de Santa Cruz das Flores e Lajes das Flores.

- Massa de água Inferior

Com uma área aflorante da ordem de $9,3\text{km}^2$, esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 6,6% da superfície das Flores e ocupa predominantemente a bordadura da ilha, em particular nos setores SSW e N, confrontando com as restantes massas delimitadas. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se nos concelhos de Santa Cruz das Flores e Lajes das Flores.

3.2.2 | Caracterização das massas de águas

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 das Flores foi efetuada com base nos trabalhos de Zbyszewski *et al.* (1967), Mourisseau (1987), Azevedo (1998), Cruz (2001, 2004) e França *et al.* (2005).

3.2.2.1.1 | Massa de água Superior

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude, fissurados e 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 Superior, unidades CS2 e CS3, que domina o setor central da ilha das Flores.

Considerando a escala estratigráfica proposta por Azevedo (1998) a massa de água compreende as seguintes litologias:

- CS2-E – Séries lávico-piroclásticas de basaltos porfíricos (sequência de escoadas lávicas e depósitos piroclásticos intercalados);
- CS2-F – Séries lávico-piroclásticas de basaltos afíricos e havaítos (sequência de escoadas lávicas e depósitos piroclásticos intercalados);
- CS3-G – Depósitos de escórias basálticas *s.l.*;
- CS3-H – Depósitos de cinzas e *lapilli* de natureza basáltica *s.l.*, com fragmentos líticos associados.

3.2.2.1.2 | Massa de água Intermédio

Esta massa de água corresponde a um sistema de altitude e basal constituído por aquíferos essencialmente fissurados, intercalados com níveis porosos, podendo ocorrer aquíferos livres e semiconfinados descontínuos.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo Superior, unidade CS1, que aflora na bordadura da ilha das Flores. Considerando a escala estratigráfica proposta por Azevedo (1998) a massa de água compreende as seguintes litologias:

- CS1-A – Séries lávico-piroclásticas e diques de natureza basáltica (sequência de escoadas lávicas e depósitos piroclásticos intercalados);

- CS1-B – Séries lávico-piroclásticas, agulhas e diques de natureza basáltica e havaítica (sequência de escoadas lávicas e depósitos piroclásticos intercalados);
- CS1-C – Escoadas lávicas de natureza havaítica e mugearítica;
- CS1-D – Escoadas lávicas, agulhas e diques de natureza benmoreítica e traquítica.

3.2.2.1.3 | Massa de água Inferior

Esta massa de água corresponde a um sistema constituído por formações de permeabilidade muito reduzida que, no entanto, localmente, podem apresentar aquíferos descontínuos, de altitude e basais, predominantemente fissurados.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo de Base, unidades CB1 e CB2, que afloram predominantemente nalguns setores da área costeira da ilha das Flores, nomeadamente a N e a SW, bem como nalguns retalhos no interior. Considerando a escala estratigráfica proposta por Azevedo (1998) a massa de água compreende as seguintes litologias:

- CB2-e – Brechas e tufos vulcânicos predominantemente autoclásticos, que incluem a formação vulcanoclástica do Lagedo;
- CB2-d – Séries lávico-piroclásticas de natureza intensamente palagonitizadas (sequência de escoadas lávicas e depósitos piroclásticos intercalados), incluindo no setor SW da ilha os basaltos palagonitizados do lagedo – Costa do Lagedo, e a NE a formação vulcanoclástica inferior de Ponta Delgada – Fazenda de Santa Cruz;
- CB1-c – Depósitos grosseiros e brechas vulcânicas palagonitizadas, incluindo n setor SW da ilha a formação vulcanoclástica inferior do Mosteiro – Lagedo, e a NE a formação vulcanoclástica inferior de Ponta Delgada – Fazenda de Santa Cruz;
- CB1-b - Séries lávico-piroclásticas de natureza basáltica e Havaítica palagonitizadas (sequência de escoadas lávicas e depósitos piroclásticos intercalados), incluindo no setor SW da ilha os basaltos e Havaitos palagonotizados do Mosteiro – Lajedo e os basaltos palagonitizados da Fajãzinha, e no setor NE os basaltos palagonitizados da Ponta do pesqueiro, os basaltos e Havaitos palagonitizados de Ponta Delgada – Fazenda de Santa Cruz e os basaltos palagonitizados da Ribeira da Cruz;
- CB1-a - Brechas vulcânicas com matriz palagonítica, incluindo no setor SW da ilha as Formações vulcanoclásticas superiores do Mosteiro - Lajedo, da Fajãzinha e das Lajes e, no setor NE as formações vulcanoclásticas da Ponta do Pesqueiro, de Ponta Delgada - Fazenda de Santa Cruz, da Fazenda de Santa Cruz e da Ribeira da Cruz.

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 das Flores são, no geral, elevados, totalizando 101,4hm³/ano. A massa de água com recursos mais elevados é a designada por Superior, a que corresponde um valor de 80hm³/ano, enquanto nas massas Intermédia e Inferior esse volume desce, respetivamente, para totais da ordem de 18,8hm³/ano e 2,4hm³/ano (Figura 1.1 a 1.3).

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 subterrânea das Flores são respetivamente iguais a 48hm³/ano (Superior), 11,3hm³/ano (Intermédio) e 1,4hm³/ano (Inferior) (Figuras 3.2.1 a 3.2.3).

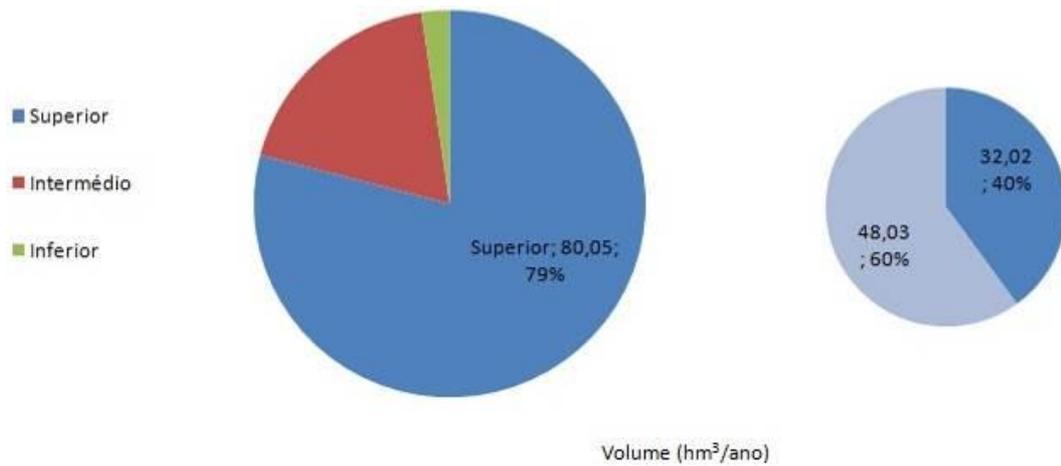


Figura 3.2.1 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Superior no contexto geral da ilha das Flores (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

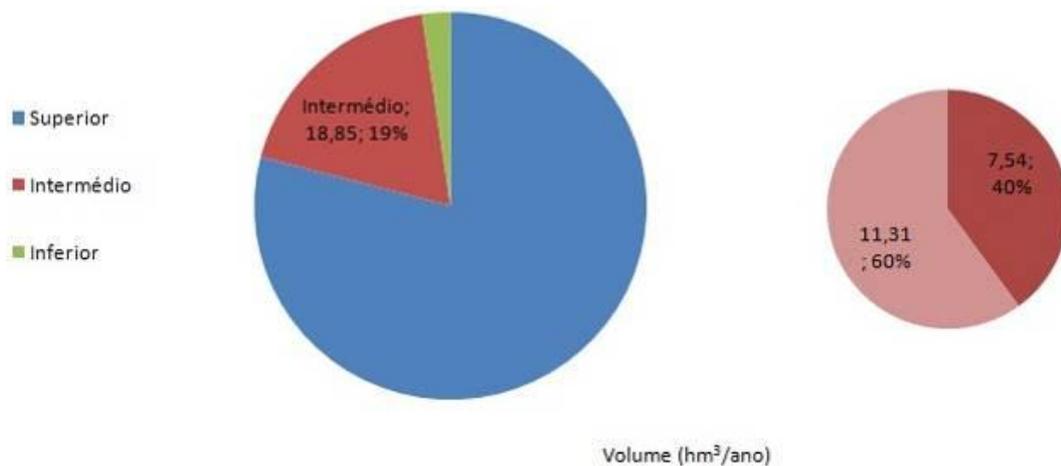


Figura 3.2.2 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Intermédio no contexto geral da ilha das Flores (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

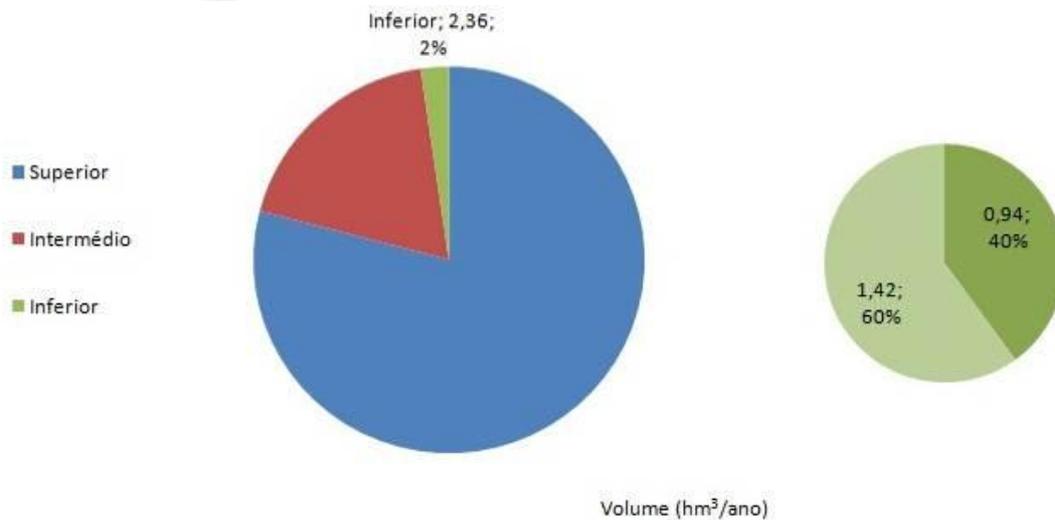


Figura 3.2.3 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Inferior no contexto geral da ilha das Flores (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

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.*, 1968; Azevedo, 1998);
- 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
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 – $Ipr \leq 8$;
- Recarga reduzida – $8 < Ipr \leq 12$;
- Recarga moderada – $12 < Ipr \leq 16$;

- Recarga elevada – $16 < lpr \leq 20$;
- Recarga muito elevada – $lpr > 20$.

Na Figura 3.2.4 apresenta-se o conjunto de operações efetuadas no decurso do cruzamento da informação constante nos cinco mapas temáticos.

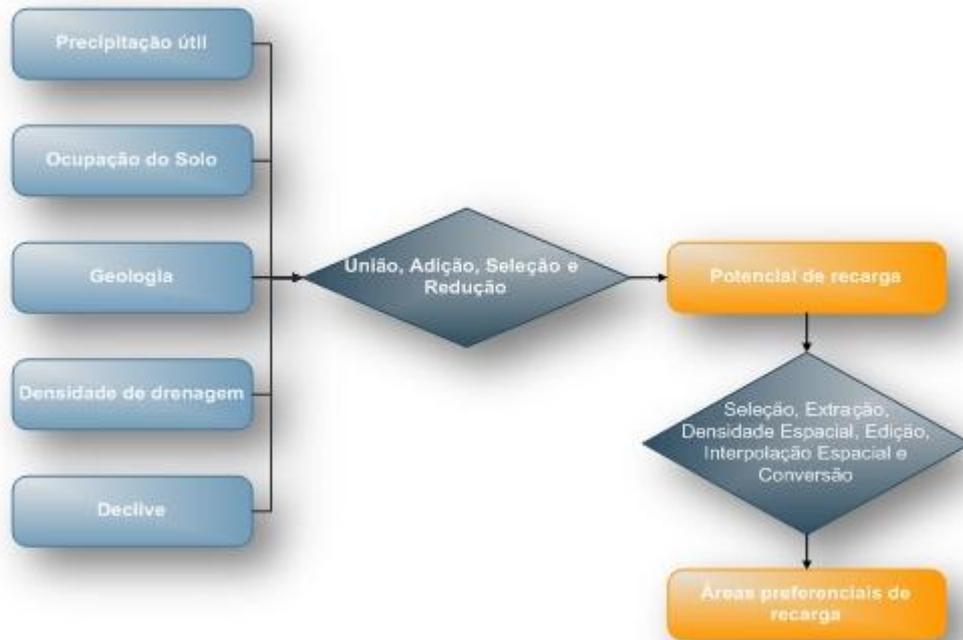


Figura 3.2.4 | Análise espacial utilizada no cruzamento dos mapas temáticos.

Na Figura 3.2.5 representa-se a distribuição das zonas preferenciais de recarga na ilha das Flores, classificadas em função das categorias acima mencionadas. A análise do cartograma permite evidenciar que na ilha predominam as classes de recarga elevada a reduzida, embora se observem regiões representativas de todas as classes.

As classes de recarga elevada e muito elevada predominam nas zonas de maior altitude, em especial na região central da ilha. A classe de recarga reduzida está particularmente bem representada na zona costeira da ilha, em particular nos setores central e oriental das Flores.

Considerando o âmbito territorial das massas de água subterrâneas, constata-se que na massa Superior as classes de recarga dominantes são a elevada a muito elevada, o que é compatível com a taxa de recarga estimada, igual a 32%.

Na área dominada pelas massas de água Intermédio e Inferior, a classe de recarga predominante corresponde à classe reduzida. Os resultados obtidos para estas massas enquadram-se na gama de valores de taxa de recarga estimados na ilha das Flores, apresentados no ponto 2.3.5 do presente relatório, que variam entre 14% na massa Inferior e 18% na massa Intermédio.

A ocupação do solo nas áreas classificadas como de recarga elevada a muito elevada corresponde predominantemente a vegetação natural, em especial na metade N da ilha, e a vegetação natural e a pastagem a S, neste último caso podendo implicar impactes negativos sobre a qualidade da água subterrânea (Figura 3.2.6).

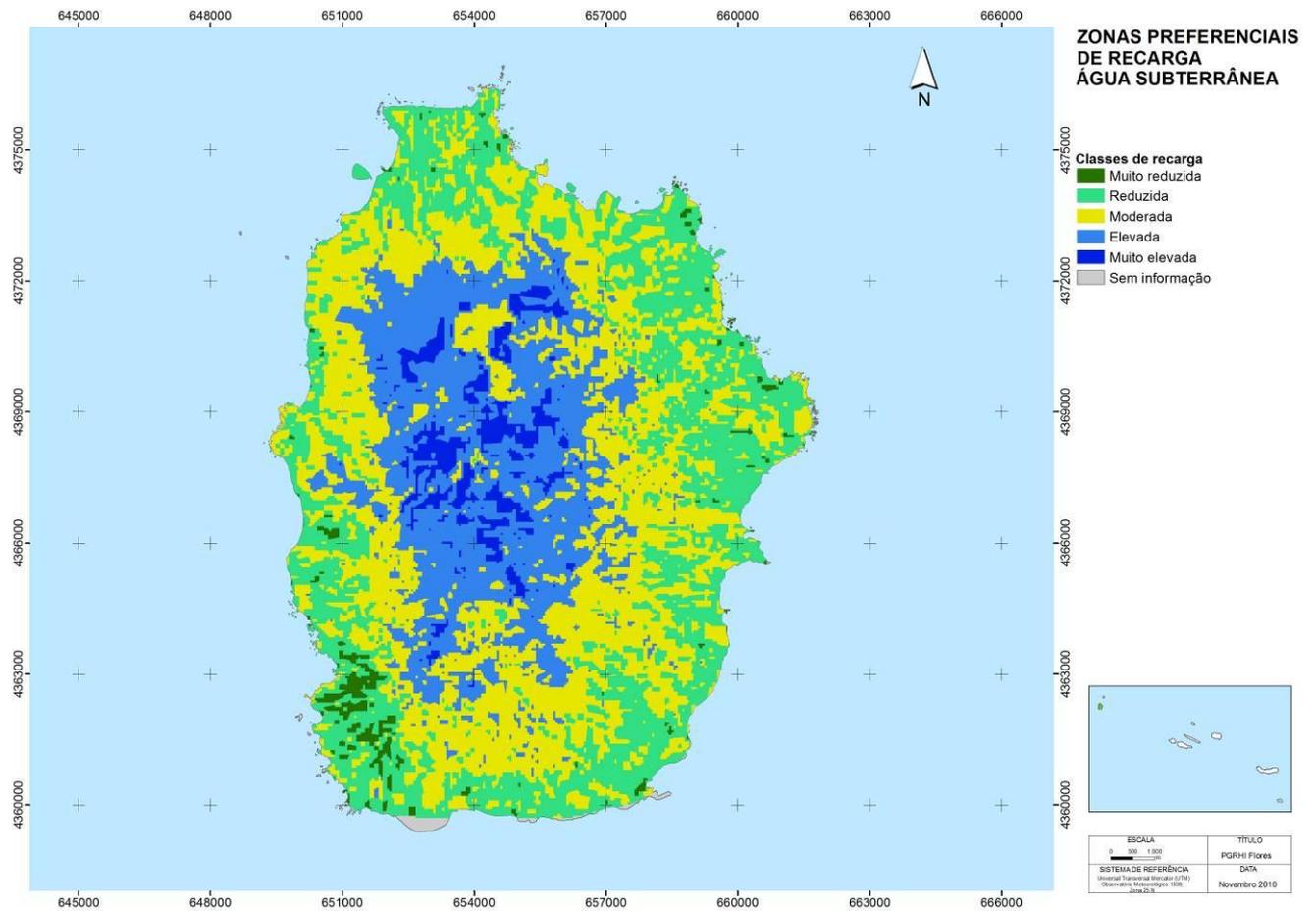


Figura 3.2.5 | Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha das Flores.

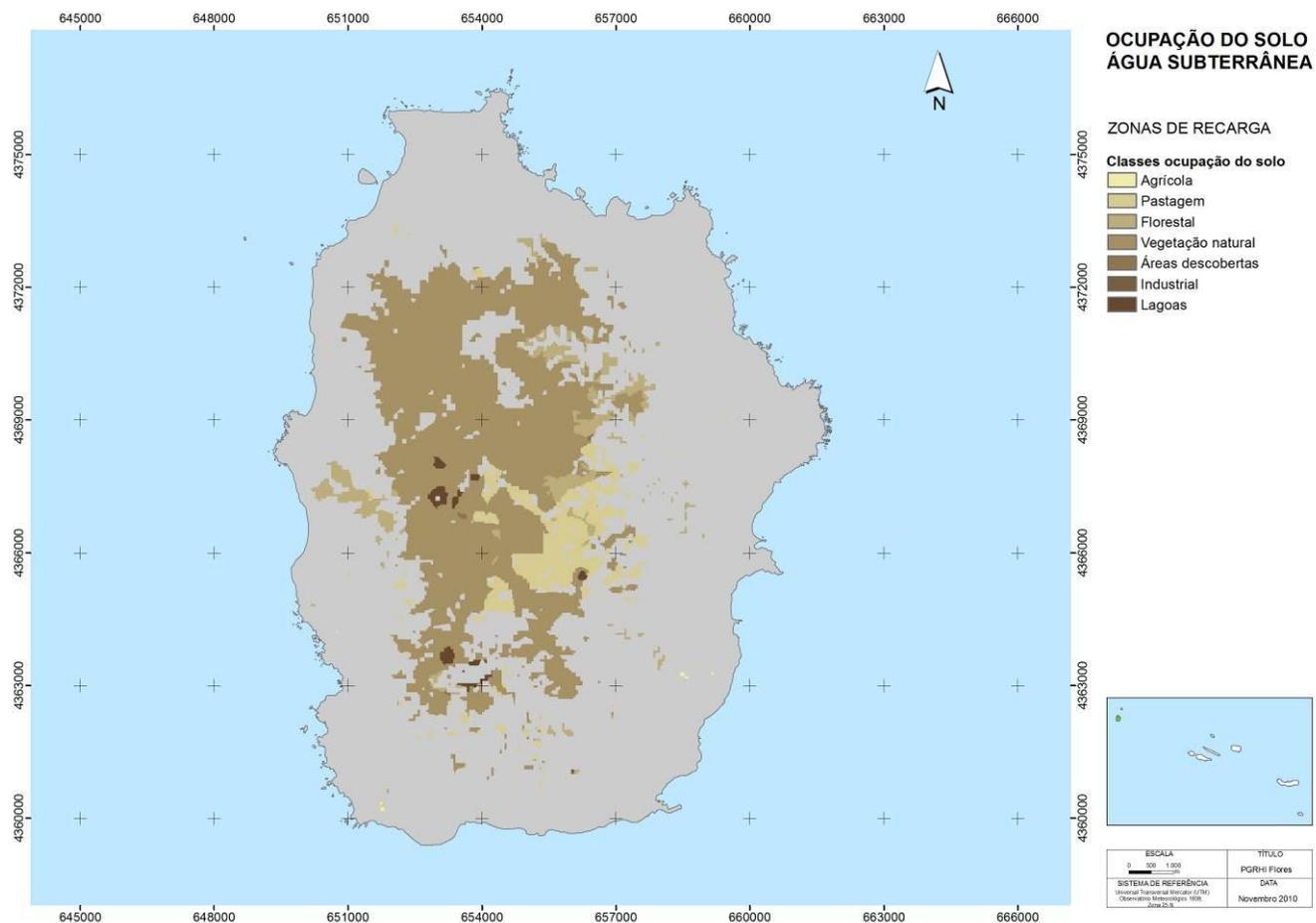


Figura 3.2.6 | Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.

3.2.2.4 | Massas de água em risco

O Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, estabelece que as massas de água subterrâneas consideradas como em risco da não cumprir os objetivos da Diretiva-Quadro da Água, como definidos na Lei da Água, devem ser alvo de uma caracterização aprofundada, que deve incluir informações relevantes sobre o 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 58/2005, de 29 de dezembro).

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

- As características geológicas da massa de água subterrânea, incluindo a extensão e o tipo das unidades geológicas;

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

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

A identificação dos sistemas superficiais associados, incluindo ecossistemas terrestres e massas de água superficiais, com os quais a massa de água subterrânea está dinamicamente relacionada, é efetuada considerando as massas de água de superfície designadas no âmbito do relatório síntese de caracterização da RH9 (DROTRH, 2006). Não existem estudos que permitam estabelecer esta relação do ponto de vista quantitativo, o que dificultou, inclusivamente, a determinação do estado quantitativo (ponto 5 do presente relatório), e inibe efetuar estimativas das direções e caudais de transferência de águas.

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

No caso vertente da ilha das Flores, 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 10m³ 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 das Flores, a água que se destina ao consumo humano provém de captações em massas de água subterrâneas (nascentes). Assim, considerando a legislação em vigor, não existem zonas designadas para a captação de águas superficiais destinadas ao 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 XIII do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto (Artigo 42º, alínea 2).

Contudo, no que se refere à exploração de recursos biológicos marinhos, nos Açores as zonas delimitadas com este propósito visam proteger as populações de lapas e de amêijoas, estas últimas apenas existentes na lagoa da Caldeira de Santo Cristo (ilha de São Jorge).

As Zonas de Reserva Integral da Apanha de Lapas existentes nos Açores foram fixadas pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 14/93/A, 31 de julho (artigo 4º), que aprova o regulamento da apanha de lapas, com a Declaração de Retificação n.º 182/93, 30 de setembro. A Portaria n.º 43/93, de 2 de setembro, estabelece as condições para a captura de moluscos univalves sem fins comerciais.

Na ilha das Flores encontram-se demarcadas as seguintes Reservas Integrais da Apanha de Lapas (Figura 3.3.1): Ponta Ruiva até Santa Cruz, incluindo os ilhéus, Ponta dos Bredos até Ponta Lopo Vaz e Baixa da Rosa até Ponta Delgada, incluindo os ilhéus.

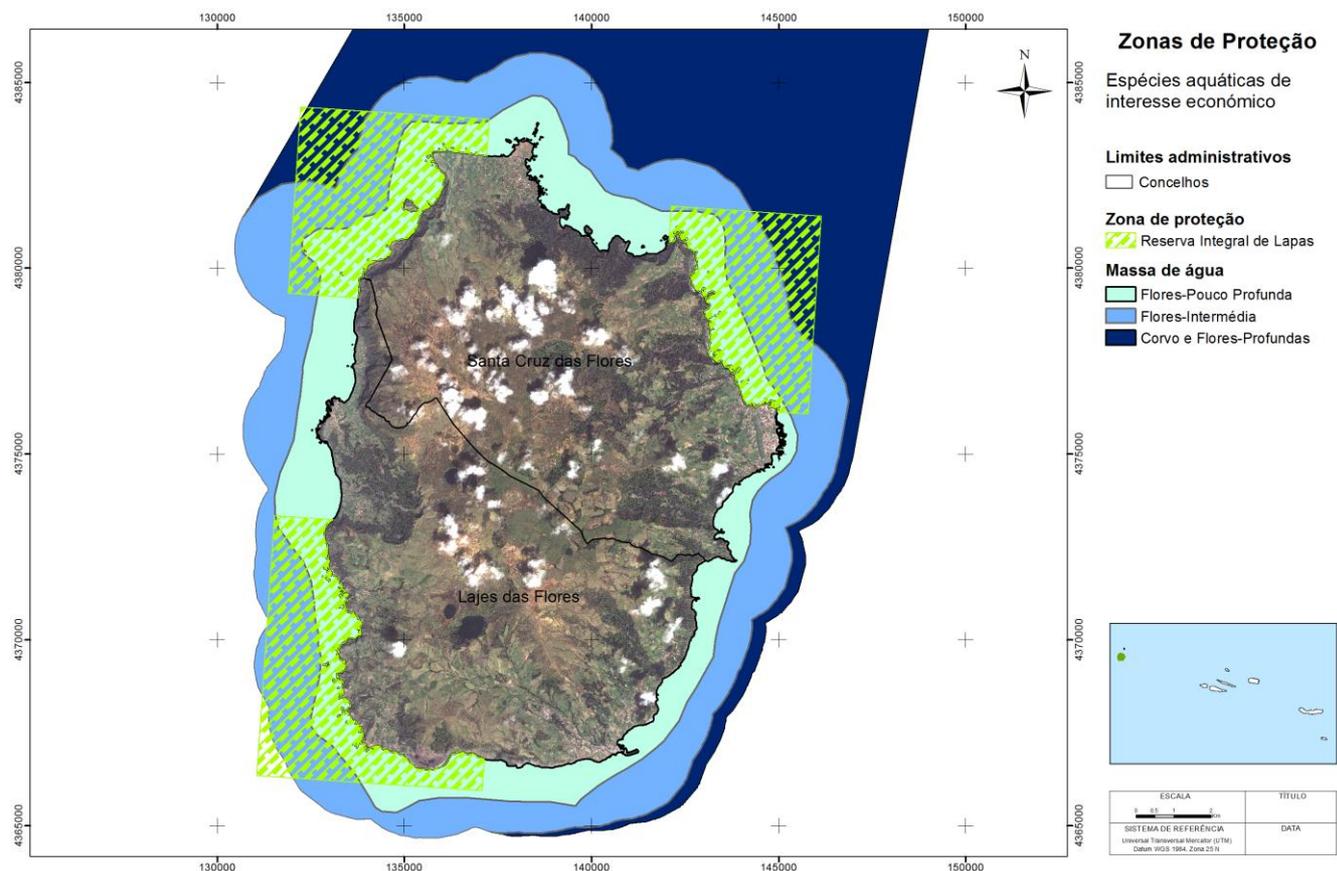


Figura 3.3.1 | Reservas Integrais da Apanha de Lapas na ilha das Flores.

Estas zonas de reserva foram integradas no Parque Natural da ilha das Flores (Decreto Legislativo Regional n.º 8/2011/A, de 23 de março), tendo sido atribuídas diversas categorias de classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza.

3.3.1.2.1 | Águas conquícolas (PRA)

Nos Açores essa classificação não existe. No continente, as águas aquícolas para fins conquícolas e piscícolas são definidas em função da qualidade da água e no caso das primeiras ainda em função da qualidade dos bivalves. Compete ao IPIMAR proceder à classificação das águas conquícolas (Art. 41º, alínea 1), bem como fixar, para as águas classificadas, as normas de qualidade aplicáveis aos parâmetros listados no Anexo XIII (Art. 42º, alínea 2).

3.3.1.3 | Massas de água designadas como águas de recreio

Na RH9, as massas de água designadas como águas de recreio reportam-se às águas balneares. O Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho, instituiu o regime jurídico de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro, relativa à gestão da qualidade das águas balneares.

Para a análise da conformidade da água compatível com a prática banhar (Decreto Lei n.º 236/98, de 1 de agosto), a DRA realiza análises sistemáticas durante a época banhar (controlo mensal experimental), que decorre normalmente entre 1 de junho e 30 de setembro, considerando os seguintes parâmetros físicos e biológicos: coliformes totais; *escherichia coli*; enterococos intestinais; óleos minerais; substâncias tensoactivas; fenóis; pH; oxigénio dissolvido, turvação; temperaturas do ar e da água do mar.

Em 2010, foram designadas 53 águas balneares no Arquipélago dos Açores, das quais duas pertencem à ilha das Flores (Quadro 3.3.1): Fajã Grande (concelho das Lajes das Flores); Santa Cruz das Flores (concelho de Santa Cruz das Flores).

Quadro 3.3.1 | Águas balneares na ilha das Flores (2010)

Ilha	Concelho	Designação	Classificação da qualidade
Flores	Lajes das Flores	Fajã Grande	Excelente
	Santa Cruz das Flores	Santa Cruz das Flores	Excelente

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

No decorrer da respetiva época banhar 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 banhar monitorizada na ilha das Flores apresenta “Excelente Qualidade”.

3.3.1.4 | Zonas sensíveis em termos de nutrientes

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

Zonas Vulneráveis

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

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

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

Na RH9 encontram-se designadas 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 POBHL, aprovados ou em fase de elaboração.

Na ilha das Flores, a Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro, classifica a lagoa Funda com o estatuto de zona vulnerável, cuja área de proteção corresponde à bacia hidrográfica .

Zonas sensíveis

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

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

- *Lagos naturais de água doce, outras extensões de água doce, estuários e águas costeiras que se revelem eutróficas ou suscetíveis de se tornarem eutróficas num futuro próximo se não forem tomadas medidas de proteção;*

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

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

O quadro normativo em vigor foi 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 RAA.

A Rede Natura 2000 compreende as áreas classificadas como 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 464ha), das quais 23 são ZEC (33 639ha) e 15 são ZPE (11 825ha), abrangendo áreas marinhas e terrestres.

Na ilha das Flores existem duas ZEC e duas ZPE, que totalizam aproximadamente 4570ha, dos quais 3558ha correspondem a área terrestre e 1020ha a área marinha (Figura 3.3.2 e Quadro 3.3.2): ZEC Zona Central – Morro Alto e Costa Nordeste; ZPE Costa Nordeste e Costa Sul e Sudoeste.

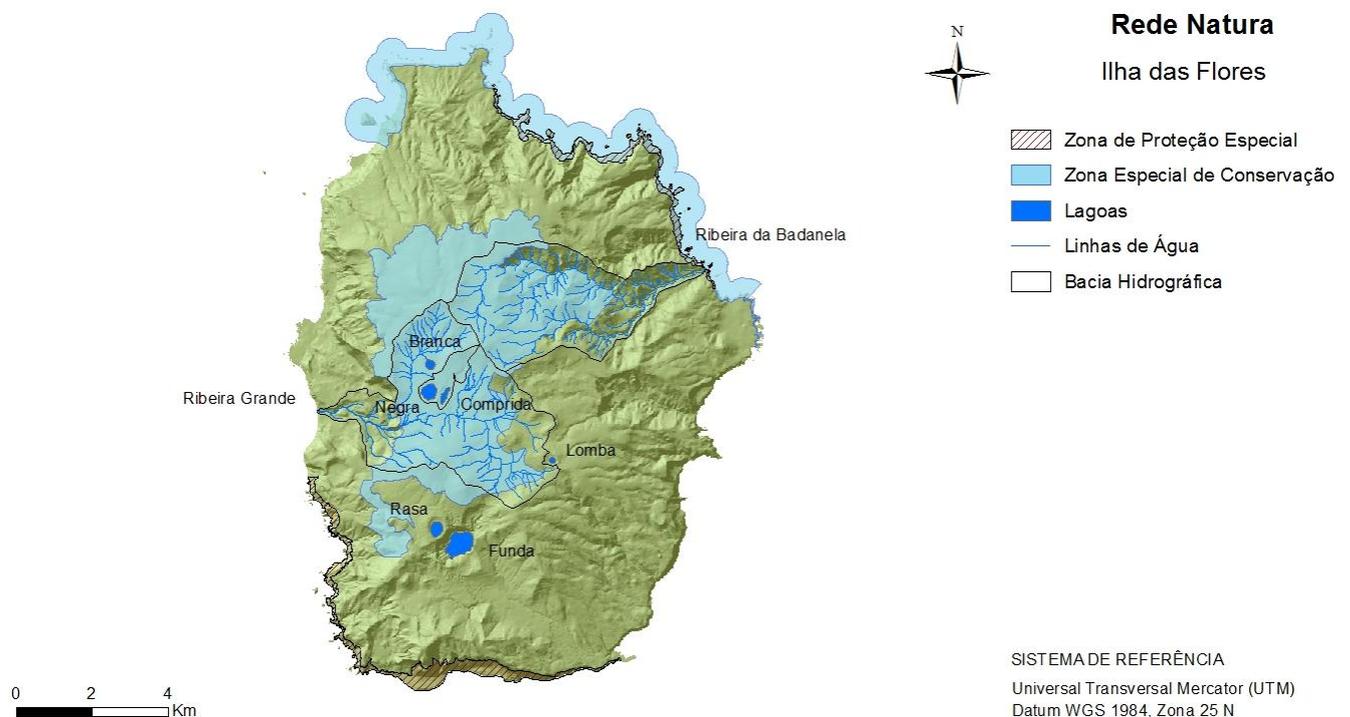


Figura 3.3.2 | Rede Natura 2000 na ilha das Flores.

Quadro 3.3.2 | Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha das Flores

Ilha	ZEC/ZPE	Código	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²
Flores	ZEC	PTFLO0002	Zona Central - Morro Alto	2 931,1	29,3	100,0	-	-	-	2 931,1	29,3
		PTFLO0003	Costa Nordeste	234,9	2,3	18,8	1 015,9	10,2	81,2	1 250,8	12,5
	ZPE	PTZPE0022	Costa Nordeste	139,1	1,4	98,0	2,8	0,0	2,0	141,9	1,4
		PTZPE0028	Costa Sul e Sudoeste	252,8	2,5	99,5	1,2	0,0	0,5	254,0	2,5

Os troços superiores e intermédios das ribeiras Grande e da Badanela, massas de água designadas na categoria de ribeiras na RH9, encontram-se abrangidos pela ZEC Zona Central – Morro Alto, bem como as lagoas Negra, Comprida e Branca, também designadas na categoria de lagos na RH9. Estão assim sujeitas ao registo das zonas protegidas nos termos do n.º 2 do Artigo 48º da Lei da Água e do n.º 1 do Artigo 6º da DQA.

Parque Natural de Ilha

A reforma instituída pelo Decreto Legislativo Regional n.º 15/2007/A, de 25 de junho, respeitante ao novo regime jurídico de classificação e gestão da Rede Regional de Áreas Protegidas, veio consagrar os Parques Naturais de Ilha e o Parque Marinho dos Açores (PMA) como as duas tipologias de áreas protegidas na RAA. Uma das vertentes da implementação deste diploma concretizou-se com a criação do Parque Natural da Ilha das Flores (PNI das Flores), através do Decreto Legislativo Regional n.º 8/2011/A, de 23 de março.

O PNI das Flores 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 das Flores as duas reservas florestais naturais parciais da Caldeira Funda e Rasa e do Morro Alto e Pico da Sé, 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 das Flores abrange as Áreas Importantes para as Aves – *Important Bird Area* (IBA) e as zonas húmidas de importância internacional, designadas ao abrigo da Convenção de Ramsar, designadamente as seguintes: Costa das Flores (IBA); Planalto Central das Flores – Morro Alto (Lista Ramsar).

Nestes termos, o PNI das Flores integra 9 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 das Flores, que totaliza cerca de 8 289ha, dos quais 4316ha correspondem a área terrestre e 3 970ha a área marinha: Reservas Naturais (Morro Alto e Pico da Sé, Ilhéu de Maria Vaz e Caldeiras Funda e Rasa); Monumento Natural (Rocha dos Bordões); Áreas Protegidas para a Gestão de *Habitats* ou Espécies (Costa Nordeste, Costa Sul e Sudoeste e Ponta da Caveira); Área de Paisagem Protegida (Zona Central e Costa Norte); Área Protegida de Gestão de Recursos (Costa Norte).

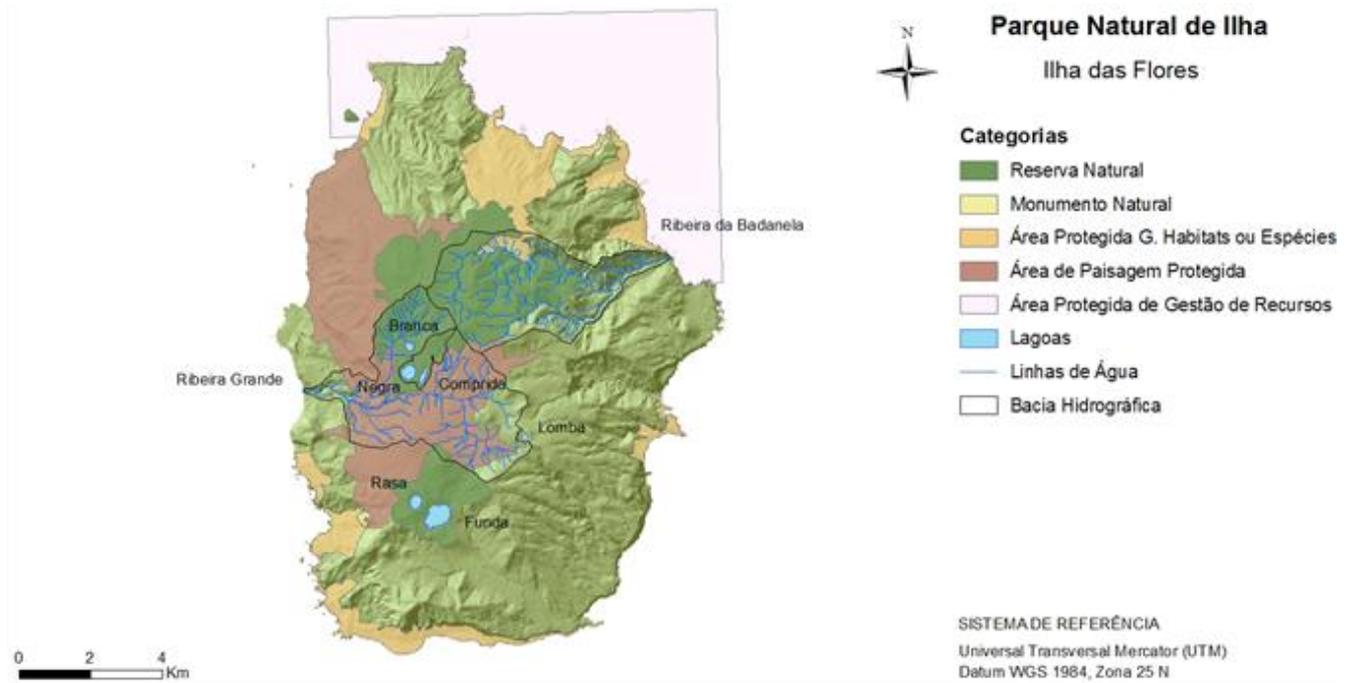


Figura 3.3.3 | Parque Natural da Ilha das Flores.

Quadro 3.3.3 | Áreas que integram o Parque Natural da Ilha das Flores

Ilha	Área Protegida	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
			(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²
Flores	Reserva Natural	Morro Alto e Pico da Sé	1 592,7	15,9	100,0	–	–	–	1 592,8	15,9
		Ilhéu de Maria Vaz	9,8	0,1	100,0	–	–	–	9,8	0,1
		Caldeiras Funda e Rasa	426,0	4,3	100,0	–	–	–	426,0	4,3
	Monumento Natural	Rocha dos Bordões	10,3	0,1	100,0	–	–	–	10,3	0,1
	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies	Costa Nordeste	557,5	5,6	100,0	–	–	–	5,6	–
		Costa Sul e Sudoeste	254,0	2,5	100,0	–	–	–	2,5	–
		Ponta da Caveira	74,8	0,7	100,0	–	–	–	74,8	0,7
	Área de Paisagem Protegida	Zona Central e Costa Oeste	1 390,6	13,9	100,0	–	–	–	1 390,6	13,9
	Área Protegida de Gestão de Recursos	Costa Norte	–	–	–	3 970,2	39,7	100,0	3 970,2	39,7

Os troços superiores e intermédios das ribeiras Grande e da Badanela, massas de água designadas na categoria de ribeiras na RH9, encontram-se abrangidos pelo PNI das Flores, a primeira pela Área de Paisagem Protegida da Zona Central e Costa Oeste e pela Reserva Natural do Morro Alto e Pico da Sé, a segunda pela Área Protegida para a Gestão de *Habitats* ou Espécies da Costa Nordeste e pela Reserva Natural do Morro Alto e Pico da Sé. Da mesma forma, as lagoas Negra, Comprida, Branca, Rasa e Funda, também designadas na categoria de lagos na RH9,

encontram-se inseridas em áreas do PNI das Flores, as três primeiras na Reserva Natural do Morro Alto e Pico da Sé e as duas últimas na Reserva Natural das Caldeiras Funda e Rasa. Nestes termos, estas massas de água estão sujeitas ao registo das zonas protegidas nos termos do n.º 2 do Artigo 48º da Lei da Água e do n.º 1 do Artigo 6º da DQA.

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

As normas e os critérios para a delimitação das zonas de proteção às captações de água subterrânea, quando estas sejam destinadas ao abastecimento público de aglomerados populacionais com mais de 500 habitantes, ou quando o caudal é superior a 100m³/dia, são estabelecidas de acordo com o Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro. No diploma mencionado, que transpõe para a ordem jurídica interna a obrigatoriedade de definir as áreas de proteção, são definidas 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 das Flores todas as massas de água delimitadas são destinadas à produção de água para consumo humano (Quadro 3.3.4). Como referido no ponto 3.4.2. do presente relatório, na ilha das Flores inventariou-se um total de 42 nascentes captadas com um volume de extração superior a $10\text{m}^3/\text{dia}$, a maior parte das quais destinadas à produção de água para uso humano. Estes pontos distribuem-se predominantemente nas massas de água Intermédia (26 nascentes; 61% dos pontos na massa de água) e Superior (12 nascentes; 50% dos pontos na massa de água).

O somatório da extração média anual nas captações é igual a $1,47\text{hm}^3/\text{ano}$ (Quadro 3.3.4). A massa de água Intermédia é aquela em que se verificam as maiores extrações nas captações com um caudal médio maior que $10\text{m}^3/\text{ano}$ ($0,94\text{hm}^3/\text{ano}$), valor muito superior ao volume registados nas outras massas, respetivamente igual a $0,17\text{hm}^3/\text{ano}$ (Inferior) e $0,36\text{hm}^3/\text{ano}$ (Superior).

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 das Flores encontra-se reportada no Quadro 3.3.5 podendo verificar-se que 60 captações possuem estas zonas já delimitadas, embora ainda não regulamentadas (Coutinho *et al.*, 2008).

Dos elementos supramencionados, pode concluir-se que todos os pontos de água captados para uso humano nas massas de água Intermédia e Inferior possuem zonas de proteção já definidas. Por seu turno, na massa de água Superior apenas 17 em 18 nascentes no total possuem áreas de proteção delineadas. Em qualquer caso, ressalva-se que relativamente aos pontos de água para os quais não existem áreas de proteção estudadas este procedimento não é obrigatório, na medida que não atingem os critérios de volume de extração e/ou de população servida impostos pela legislação. Esta questão impõe-se igualmente na grande maioria dos pontos de água captados para os quais as áreas já foram definidas.

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.

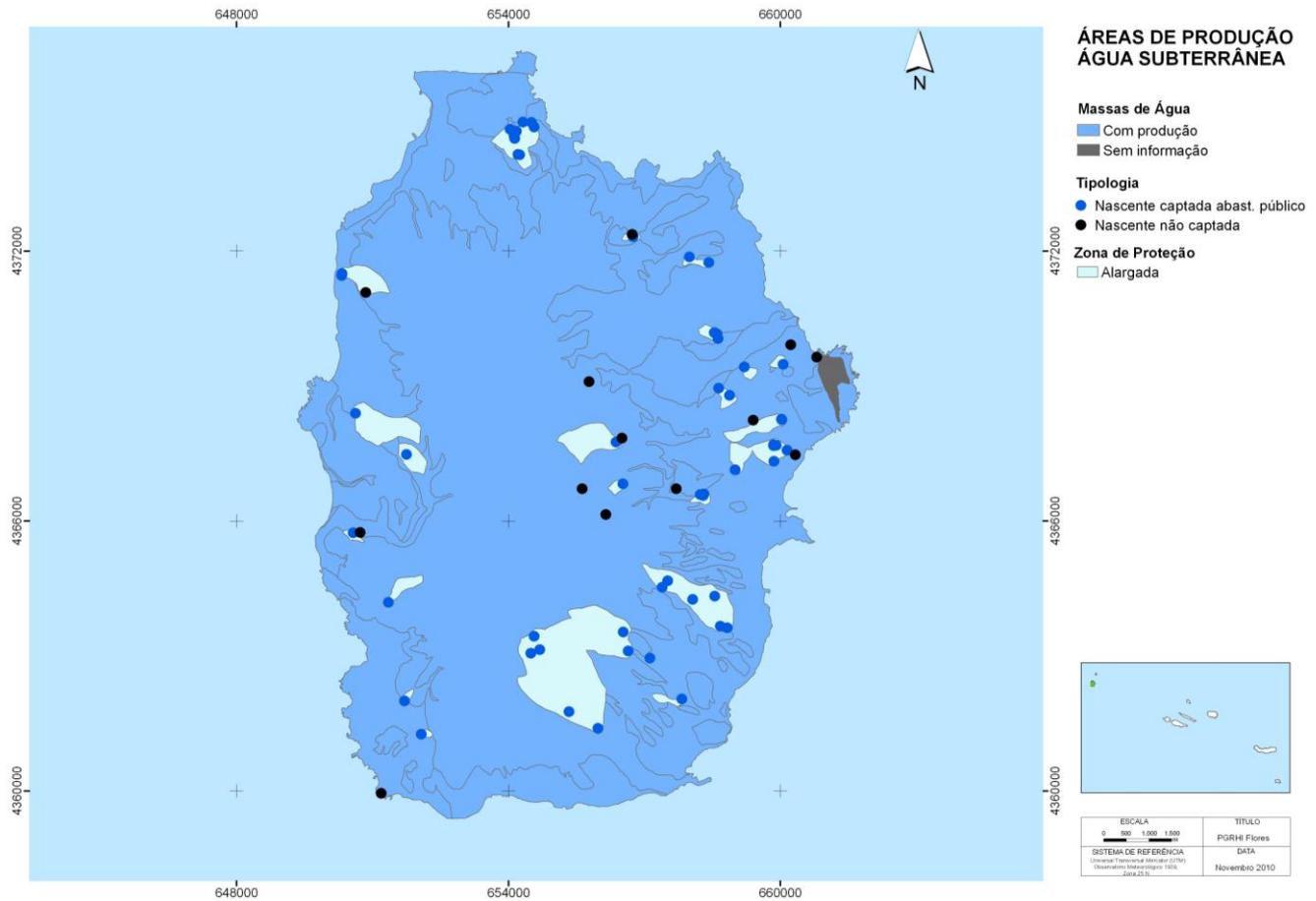


Figura 3.3.4 | Massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação. No cartograma representa-se igualmente as áreas de proteção alargada das nascentes captadas para uso humano.

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			
Superior	24	0	18	0	0,36	0,37	97,47
Intermédio	43	0	38	0	0,94	1,05	89,78
Inferior	7	0	5	0	0,17	0,24	70,83

Quadro 3.3.5 | Caracterização das áreas de proteção dos pontos de água captados para consumo humano, de acordo com o Decreto-Lei n.º 382/99, de 22 de setembro

Massa de Água	Nº total de captações		Nº total de captações com PP	
	N.º Nascentes Captadas	N.º Furos Captados	N.º Nascentes c/ PP	N.º Furos c/ PP
Superior	18	0	17	0
Intermédio	38	0	38	0
Inferior	5	0	5	0

3.3.2.3 | Zonas de infiltração máxima

Relativamente às áreas de máxima infiltração estas não são alvo de qualquer medida regulamentadora específica. Não obstante, o facto de estarem consideradas no sistema de valorização e proteção ambiental definido no PROTA, que entre outros aspetos abrangem o sistema hídrico, nas suas componentes superficial e subterrânea, faz com que indiretamente estejam abrangidas nas normas de carácter geral deste Plano. Assim as áreas ecológicas complementares definidas no âmbito do PROTA devem ser entendidas como a macro-estrutura ecológica regional a integrar na revisão ou na elaboração dos Plano Municipal de Ordenamento do Território (PMOT), sem prejuízo das adaptações necessárias, com um regime transitório até à publicação da RER.

Em qualquer caso, em virtude do seu carácter genérico no que concerne às zonas de infiltração, 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 tóxicas e difusas de poluição, das utilizações existentes e previstas e das alterações morfológicas significativas”.

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

3.4.1.1 | Águas superficiais interiores

De acordo com o constante no Relatório Síntese da Caracterização da Região Hidrográfica do Arquipélago dos Açores (DROTRH, 2006), correspondente à Implementação da Diretiva Quadro Água no cumprimento dos seus Art.º 5 e 15º, na RH9, e apesar de existirem vários estudos sobre a qualidade das massas de água superficiais não havia, à data, uma

análise precisa do impacto 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 da Badanela

3.4.1.1.1.1 | Poluição tóxica

Cargas domésticas

Os parâmetros de qualidade considerados, associados aos efluentes urbanos a analisar são os que se seguem: CBO₅ (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 da Badanela. 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 tóxica. Pelo tanto, a carga respetiva a efluente domésticos na bacia da Badanela foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Cargas domésticas”.

Cargas industriais

De acordo com os dados disponíveis não foram identificadas instalações industriais na MA em questão.

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia Ribeira da Badanela foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Pecuária”.

Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe menção para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica cujo ponto de descarga se localize na bacia da Ribeira da Badanela.

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 da Badanela, 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 da Badanela, considerando a Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) para o concelho de Sta. Cruz das Flores, 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 referência 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 da Badanela 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 de Sta Cruz das Flores. Na Figura 3.4.1 representa-se a distribuição da população na bacia da Badanela, valores de população respeitantes ao ano de 2001. No Quadro 3.4.1 encontram-se tabelados os valores de população residente e flutuante para o concelho de Sta. Cruz das Flores e para a bacia da Badanela, para o ano de 2009, de acordo com as estimativas do INE.

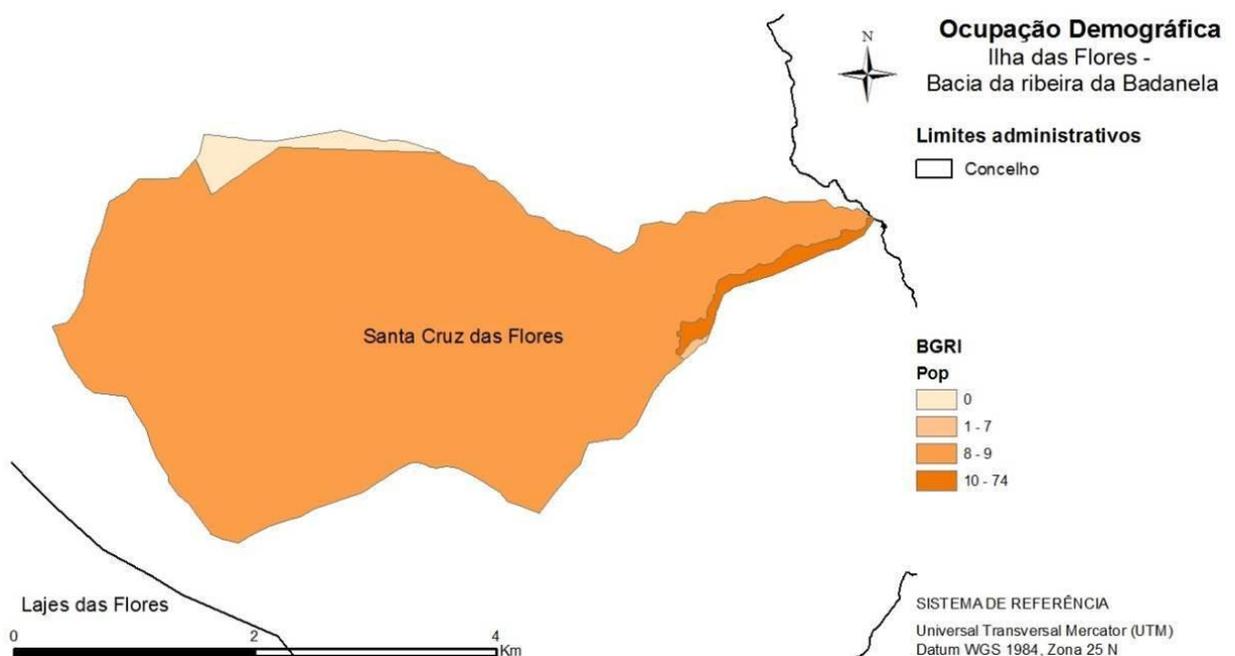


Figura 3.4.1 | Ocupação demográfica da bacia da ribeira da Badanela.

Quadro 3.4.1 | Valores de população residente e flutuante para o concelho de Sta. Cruz das Flores e para a bacia da Badanela

Local	Pop. Residente 2009 (hab)	Pop. Flutuante 2009 (hab)	Pop. Total 2009 (hab)
Concelho de Sta. Cruz das Flores	2 609	109	2 718
Bacia da Badanela	96	4	100

Conforme representado na Figura 3.4.1, 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 permitiram estimar valores de volume e carga associados, de acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.2, por habitante equivalente.

Quadro 3.4.2 | Valores de capitação doméstica dos poluentes considerados

Parâmetro	Capitação (g/hab.dia)
CBO ₅	60
CQO	120
SST	90
N total	10
P total	3

Fonte: ⁽¹⁾ Plano Regional da Água; ⁽²⁾ Metcalf & Eddy

Tal como referido, foi assumido que a população compreendida na bacia da Badanela se encontra atendida por FSI, para esta tipologia de infraestrutura de recolha de águas residuais foram admitidas as eficiências de tratamento constantes do Quadro 3.4.3. Faz-se ainda representar no mesmo quadro os valores relativos à carga doméstica, tratada pelas FSI, adstrita à bacia da Badanela.

Quadro 3.4.3 | Eficiência de tratamento de FSI e carga doméstica dos poluentes considerados para a bacia da Badanela

Parâmetro	Eficiência de tratamento FSI (%)	Carga doméstica (t/ano)
CBO ₅	40	1,26
CQO	40	2,53
SST	50	1,58
N total	5	0,34
P total	2	0,11

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia da Badanela, 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 da Badanela. 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, e suíno, entendem-se estas duas tipologias animais como preponderantemente representativas

da totalidade da carga compreendida na bacia. Assim, o encabeçamento pecuário na bacia da Ribeira da Badanela é de 206 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 3.4.4, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

Quadro 3.4.4 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da Ribeira da Badanela

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (t/ano)
CBO ₅	405 g/animal.dia ⁽¹⁾	30,5
CQO	458 g/animal.dia ⁽¹⁾	34,4
SST	5000 g/animal.dia ⁽¹⁾	376,0
N total	105 kg/animal.ano ⁽²⁾	21,6
P total	35 kg/animal.ano ⁽²⁾	7,2

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 da Badanela.

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) (INAG, 2001a), caso aplicável à bacia da Badanela.

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) (INAG, 2001a) para Portugal Continental. O Quadro 3.4.5 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.2 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da Badanela.

Quadro 3.4.5 | 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.

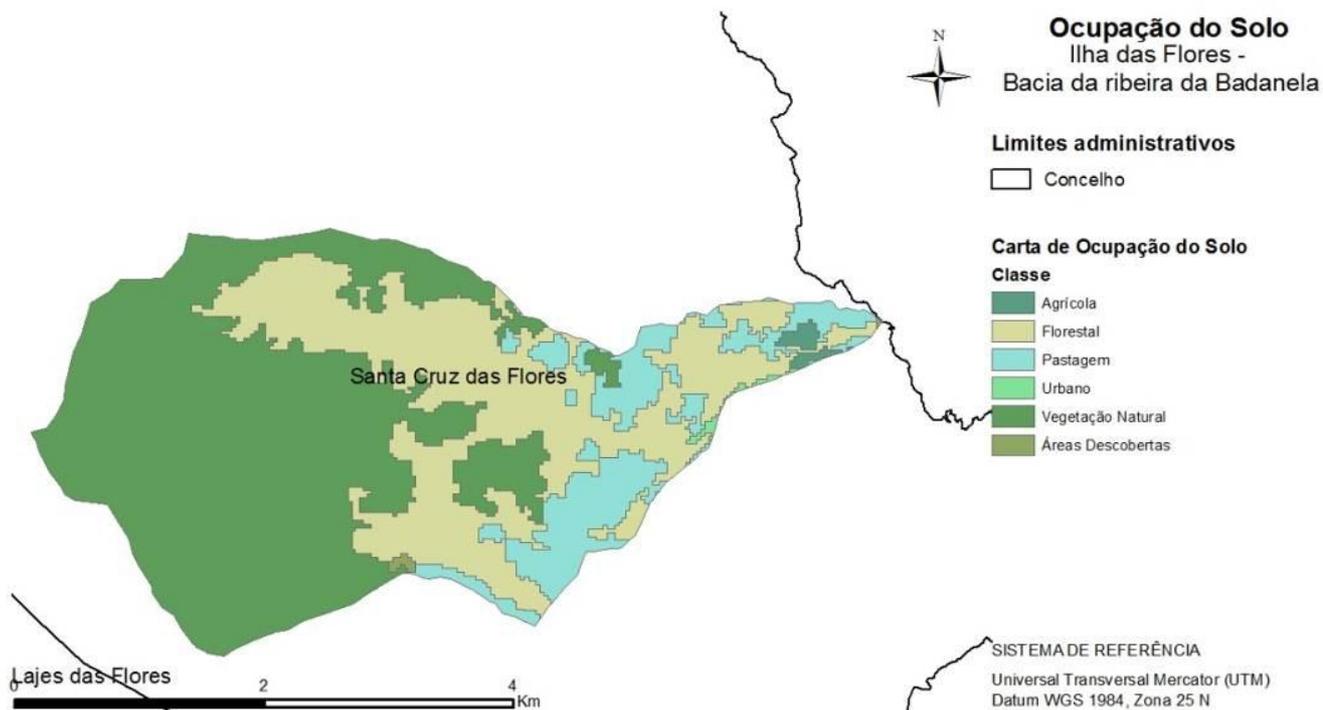


Figura 3.4.2 | Ocupação do solo na bacia da ribeira da Badanela.

No Quadro 3.4.6 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para cada uma das fontes consideradas.

Quadro 3.4.6 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da Badanela

Classe de ocupação do solo	N total (t/ano)	P total (t/ano)
Área florestal	0,850	0,213
Área agrícola heterogénea	0,081	0,002
Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea	1,980	0,220
Total	2,912	0,434

Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de dados relativos a descargas pontuais considera-se que, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da Badanela.

No Quadro 3.4.7 apresentam-se as cargas totais estimadas em função do setor de atividade analisado.

Quadro 3.4.7 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da Badanela

Parâmetro	Carga doméstica (t/ano)	Pecuária (t/ano)	Agricultura e exploração florestal (t/ano)	Total (t/ano)
CBO ₅	1,26	30,5	-	31,8
CQO	2,53	34,4	-	36,9
SST	1,58	376,0	-	377,6
N total	0,34	21,6	2,9	24,8
P total	0,11	7,2	0,4	7,7

Na Figura 3.4.3 procura-se sistematizar a informação apresentada no Quadro 3.4.7.

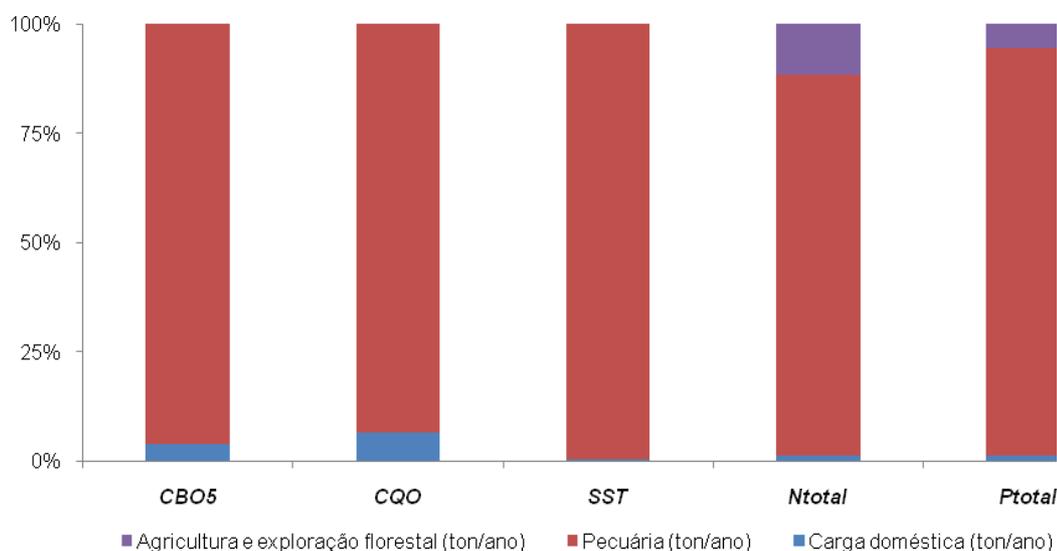


Figura 3.4.3 | Cargas totais por fonte poluente.

Da análise da Figura 3.4.2 constata-se que as cargas brutas de origem pecuária apresentam preponderância sobre qualquer outro dos setores analisados para a bacia da Badanela. Contudo, ressalva-se a relativa importância dos valores de carga doméstica, atendendo ao baixo efetivo populacional 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 água em apreço não existe, à data, qualquer registo da existência de captações de água superficiais.

3.4.1.1.1.4 | Alteração hidrológica

De acordo com os dados disponibilizados existe um açude localizado a 840m da foz da ribeira da Badanela, tratando-se de um açude que corresponde à central hídrica de Além Fazenda, constituída por quatro grupos geradores e uma potência instalada de 1 110kVA. A localização desta central encontra-se representada na Figura 3.4.4.



Figura 3.4.4 | Açude existente na ribeira da Badanela.

Assume-se o funcionamento deste aproveitamento hidroelétrico como a fio-de-água, onde essencialmente o nível é aproximadamente constante, com valores de caudais diários afluentes idênticos aos efluentes. Assim, o valor dos volumes mensais turbinados aproximam os valores de escoamento verificados próximo da foz da ribeira da Badanela, dada a sua proximidade à secção terminal da bacia. Estes valores fazem-se representar no gráfico da Figura 3.4.5.

Pese ainda a existência de um consumo associado a esta massa de água para efeitos de arrefecimento da fração térmica da central de Além Fazenda, cerca de $100\text{m}^3/\text{ano}$, o andamento dos valores de caudais mensais não denota qualquer alteração de fundo, ficando apenas presente a marcada sazonalidade dos mesmos, revelando assim uma incapacidade de regularização sazonal. Contudo, salienta-se a inexistência de um registo prévio à implantação da obra de retenção em apreço, não sendo pelo tanto possível aferir com certeza que não terá existido uma alteração ao regime de escoamento natural da ribeira.

Não se entende, tal como a sazonalidade dos registos o evidência, que a presença do açude em apreço introduza uma capacidade de regularização significativa à bacia da ribeira da Badanela, uma vez que esta apresenta um valor de escoamento médio anual de cerca de 10hm^3 , face a um volume represado no açude que necessariamente se traduzirá num tempo de residência bastante reduzido ou nulo. Pelo tanto, entende-se a pressão hidrológica introduzida pelo açude como negligenciável.

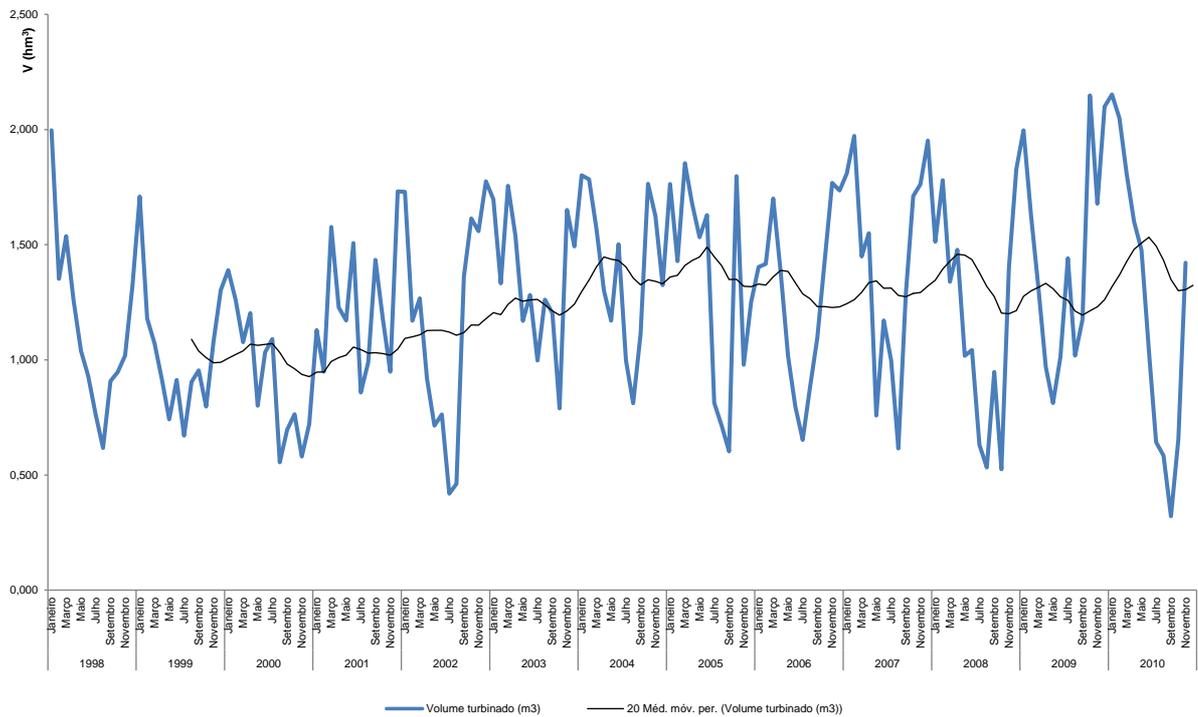


Figura 3.4.5 | Volumes mensais turbinados na central de Além Fazenda na ribeira da Badanela.

3.4.1.1.1.4 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes;
- 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.

De acordo com os dados disponibilizados existe um açude, correspondente ao local de implantação da central hídrica de Além Fazenda, localizado a 840m da foz da ribeira da Badanela que, pelos critérios acima mencionados se considera uma barreira, limitando a conectividade da massa de água.

Frequentemente, o efeito de barreira provocado pela existência de pequenas barragens e açudes neste tipo de mini aproveitamento hidroelétrico, encontra-se mitigado pela existência de dispositivos de transposição. No entanto, dada a ausência de mais informação acerca desta infraestrutura, não se pode avaliar esta possível mitigação.

3.4.1.1.2 | Bacia hidrográfica da ribeira Grande

3.4.1.1.2.1 | Poluição tóxica

Cargas domésticas

Os parâmetros de qualidade considerados, associados aos efluentes urbanos a analisar são os que se seguem: CBO₅ (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 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 Grande. 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 tóxica. Pelo tanto, a carga respetiva a efluente domésticos na bacia da ribeira Grande foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Cargas domésticas”.

Cargas industriais

De acordo com os dados disponíveis não foram identificadas instalações industriais na MA em questão.

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia da Ribeira Grande foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Pecuária”.

Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe menção para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica cujo ponto de descarga se localize na bacia da Ribeira Grande.

3.4.1.1.2.2 | Poluição difusa

Cargas domésticas

Tal como referido anteriormente, a ausência de infraestruturas de saneamento de águas residuais domésticas na bacia da ribeira Grande, 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 da ribeira Grande.

Tendo por base a Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) para os concelhos de Sta. Cruz das Flores e Lajes das Flores, foram 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 referência 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 da ribeira Grande 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 os concelhos de Sta. Cruz das Flores e das Lajes das Flores. Na Figura 3.4.6 representa-se a distribuição da população na bacia da ribeira Grande, valores de população respeitantes ao ano de 2001. No Quadro 3.4.11 encontram-se tabelados os valores de população residente e flutuante para os concelhos de Sta. Cruz das Flores e Lajes das Flores e para a bacia da ribeira Grande, para o ano de 2009, de acordo com as estimativas do INE.

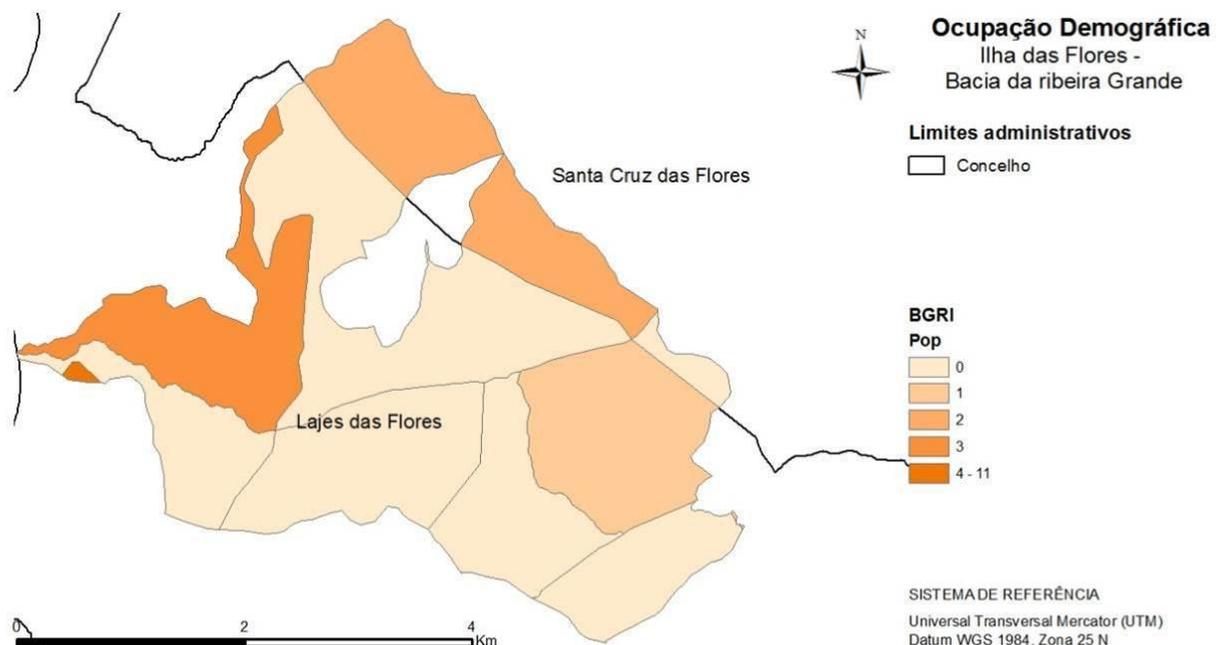


Figura 3.4.6 | Ocupação demográfica da bacia da ribeira Grande.

Quadro 3.4.8 | Valores de população residente e flutuante para os concelhos de Sta. Cruz das Flores e Lajes das Flores, e para a bacia da ribeira Grande

Local	Pop. Residente 2009 (hab)	Pop. Flutuante 2009 (hab)	Pop. Total 2009 (hab)
Concelho de Sta. Cruz das Flores	2 609	109	2 718
Concelho de Lajes das Flores	1 535	79	1 614
Bacia da ribeira Grande	18	1	19

Conforme representado na Figura 3.4.4, verifica-se uma maior concentração populacional na sub-seção 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 3.4.9, por habitante equivalente.

Quadro 3.4.9 | Valores de capitação doméstica dos poluentes considerados

Parâmetro	Capitação (g/hab.dia)
CBO ₅	60
CQO	120
SST	90
N total	10
P total	3

Fonte: PRA

Tal como referido foi assumido que a população compreendida na bacia da ribeira Grande se encontra atendida por FSI, para esta tipologia de infraestrutura de recolha de águas residuais foram admitidas as eficiências de tratamento constantes do Quadro 3.4.10. Faz-se ainda representar no mesmo quadro os valores relativos à carga doméstica bruta adstrita à bacia da ribeira Grande.

Quadro 3.4.10 | Eficiência de tratamento de FSI e carga doméstica dos poluentes considerados para a bacia da ribeira Grande

Parâmetro	Eficiência de tratamento FSI (%)	Carga doméstica (Kg/ano)
CBO ₅	40	237,02
CQO	40	473,54
SST	50	296,07
N total	5	63,20
P total	2	20,13

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia da ribeira Grande, 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 377 cabeças normais bovinas.

Para utilização da unidade de animais-equivalentes, como unidade base para o cálculo da estimativa das cargas poluentes, foi necessário converter o número do efetivo animal através do coeficiente de conversão definidos no Plano Nacional da Água (PNA) que, para a tipologia animal de bovinos, é de 1.

De acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.11, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

Quadro 3.4.11 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da Ribeira Grande.

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (t/ano)
CBO ₅	405 g/animal.dia ⁽¹⁾	55,7
CQO	458 g/animal.dia ⁽¹⁾	63,0
SST	5000 g/animal.dia ⁽¹⁾	688,0
N total	105 kg/animal.ano ⁽²⁾	39,6
P total	35 kg/animal.ano ⁽²⁾	13,2

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 da ribeira Grande.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluir de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da ribeira Grande.

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 3.4.12 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.7 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da ribeira Grande.

Quadro 3.4.12 | 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.

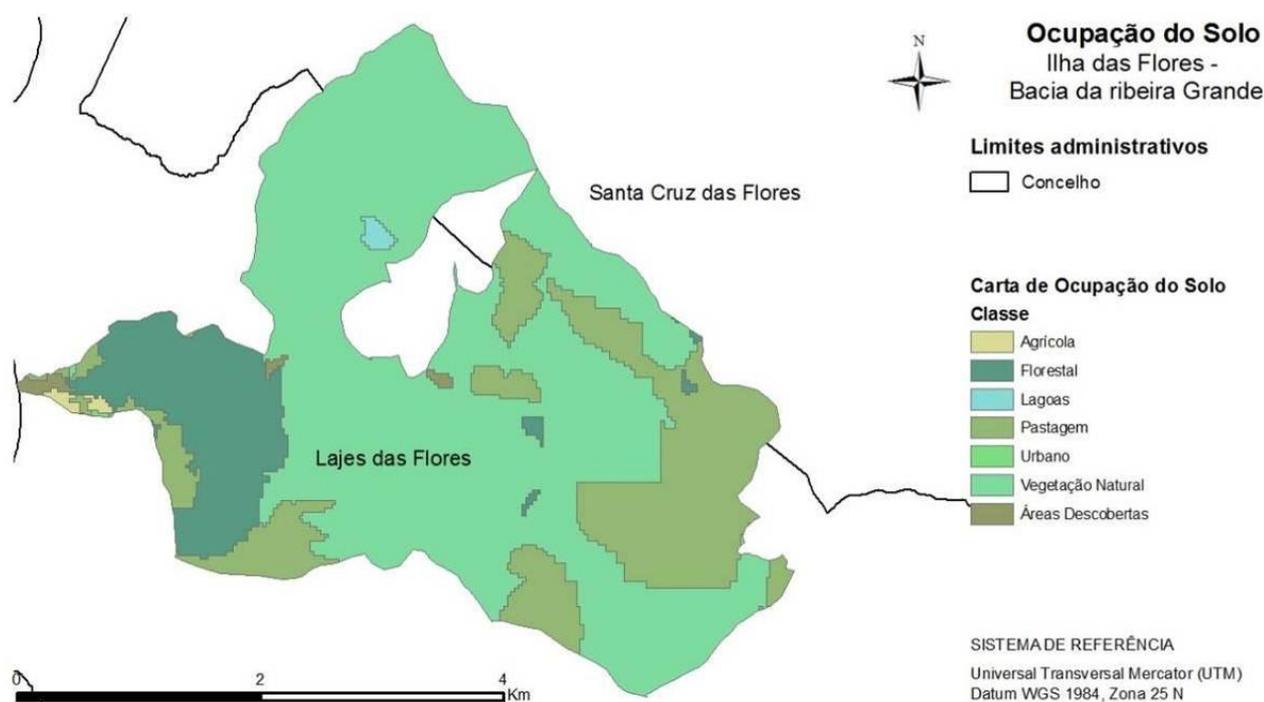


Figura 3.4.7 | Ocupação do solo na bacia da ribeira Grande.

No Quadro 3.4.13 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para cada uma das fontes consideradas.

Quadro 3.4.13 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da ribeira Grande

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Área florestal	371,1	92,8
Área agrícola heterogénea	52,0	1,0
Zonas com vegetação arbustiva ou herbácea	2 778,0	308,7
Total	3 201,1	402,5

Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de dados relativos a descargas pontuais, considera-se que para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da ribeira Grande. No Quadro 3.4.14 apresentam-se as cargas totais estimadas em função do setor de atividade analisado.

Quadro 3.4.14 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da ribeira Grande

Parâmetro	Carga doméstica (t/ano)	Pecuária (t/ano)	Agricultura e exploração florestal (t/ano)	Total (t/ano)
CBO ₅	0,24	55,7	-	55,9
CQO	0,47	63,0	-	63,5
SST	0,30	688,0	-	688,3
N total	0,06	39,6	3,20	42,86
P total	0,02	13,2	0,4	13,6

Na Figura 3.4.8 procura-se sistematizar a informação apresentada no Quadro 3.4.14.

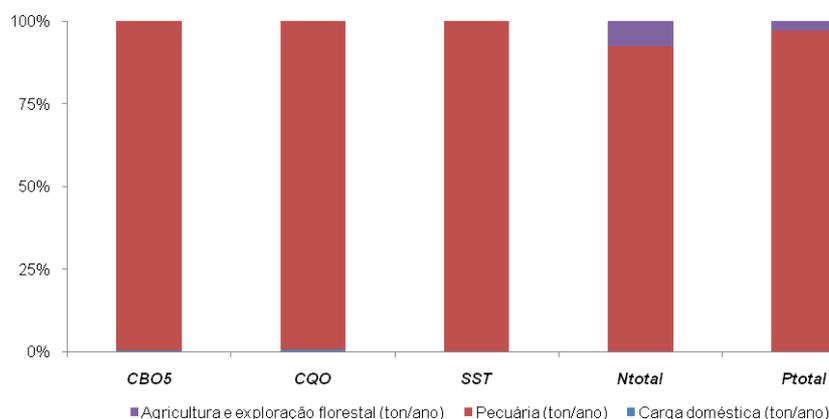


Figura 3.4.8 | Cargas totais por fonte poluente.

Da análise da Figura 3.4.6 constata-se que as cargas brutas de origem pecuária apresentam preponderância sobre qualquer outro dos setores analisados para a bacia da ribeira Grande.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação Razoável (capítulo 5.1.1.4) - as cargas brutas aferidas revelam-se como uma pressão potencialmente significativa em face da capacidade de autodepuração do meio. Embora se identifique a existência de carga pecuária na MA, pericialmente não se julga ser capaz de justificar o atual estado, em particular na foz, uma vez que os pontos de monitorização em maior altitude apresentam bons resultados. O marcado regime torrencial desta ribeira poderá estar na origem da situação encontrada na sua foz.

3.4.1.1.2.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço não existe, à data, qualquer registo da existência de captações de água superficiais.

3.4.1.1.2.4 | Alteração hidrológica

Na ausência de registos hidrométricos relativos à ribeira Grande, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

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 água em apreço esteja sujeita a uma pressão significativa de natureza hidrológica.

3.4.1.1.2.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes;
- 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 500 m. De acordo com a informação disponibilizada, não existe qualquer registo de alteração morfológica.

3.4.1.1.3 | Bacia hidrográfica da lagoa Branca

3.4.1.1.3.1 | Poluição tóxica

Cargas domésticas

De acordo com a Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) para os concelhos das Flores, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

Cargas industriais

De acordo com os dados disponíveis não foram identificadas instalações industriais na MA em questão.

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia da lagoa Branca foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Pecuária”.

Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa Branca.

3.4.1.1.3.2 | Poluição difusa

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia da lagoa Branca, 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 da lagoa Branca. 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 entende-se o encabeçamento bovino como representativo da totalidade da carga compreendida na bacia. Assim, o encabeçamento pecuário na bacia da lagoa Branca é de 7 cabeças normais bovinas.

Para utilização da unidade de animais-equivalentes, como unidade base para o cálculo da estimativa das cargas poluentes, foi necessário converter o número do efetivo animal através do coeficiente de conversão definidos no Plano Nacional da Água (PNA) que, para a tipologia animal de bovinos, é de 1.

De acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.15, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

Quadro 3.4.15 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa Branca

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (t/ano)
CBO ₅	405 g/animal.dia ⁽¹⁾	1,03
CQO	458 g/animal.dia ⁽¹⁾	1,17
SST	5000 g/animal.dia ⁽¹⁾	12,78
N total	105 kg/animal.ano ⁽²⁾	0,74
P total	35 kg/animal.ano ⁽²⁾	0,25

Fonte: ⁽¹⁾ Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; ⁽²⁾ Código de Boas Práticas Agrícolas

Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa Branca.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluír de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de

ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa Branca.

Como base de informação foi produzida cartografia temática digital versada sobre a ocupação de solos das bacias das lagoas das Flores. Esta foi elaborada por recurso a fotointerpretação dos ortofotomapas provenientes da Direção de Serviços de Recursos Hídricos (DSRH). Para efeitos de aplicação da presente metodologia à bacia da lagoa Branca, foi considerada apenas a classe de ocupação de solo relativa à área florestal. Da análise destas cartas de ocupação do solo é possível verificar que não existe ocupação agrícola nestas zonas da ilha.

As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de fósforo basearam-se em estudos de Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M. (2007). As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de azoto basearam-se nos valores apresentados por Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M. (2003) para Portugal Continental. O Quadro 3.4.16 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.9 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa Branca.

Quadro 3.4.16 | 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

Fonte: ⁽¹⁾ Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; ⁽²⁾ Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.

Através da análise da carta de ocupação do solo da bacia da lagoa Branca, é possível verificar que não existe área agrícola, como tal, apenas se pode considerar a área florestal. No Quadro 3.4.17 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para a fonte considerada.

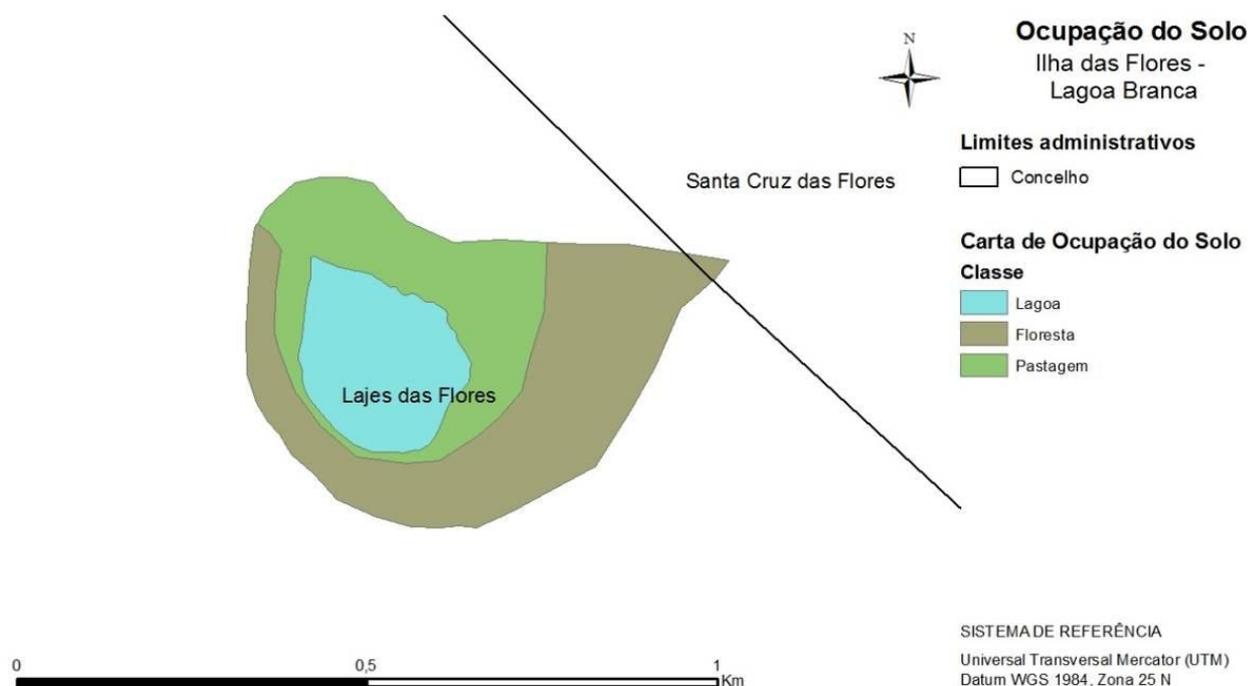


Figura 3.4.9 | Ocupação do solo na bacia da lagoa Branca.

Quadro 3.4.17 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Branca

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Área florestal	21,43	5,36

Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa Branca. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.18.

Quadro 3.4.18 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa Branca

Parâmetro	Pecuária (t/ano)	Vegetação arbustiva (t/ano)	Total (t/ano)
CBO ₅	1,03	-	1,03
CQO	1,17	-	1,17
SST	12,78	-	12,78
N total	0,74	0,021	0,76
P total	0,25	0,005	0,26

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4.18, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação 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.

3.4.1.1.3.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

3.4.1.1.3.5 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.2, a lagoa Branca dispõe um valor de escoamento superficial médio anual de 184m³/d, em ano médio.

Na ausência de registos hidrométricos relativos à lagoa Branca, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

No entanto, e dada a ausência de consumos associados a esta massa de água, consumptivos ou não, previsivelmente não existem alterações hidrológicas de origem antropogénica. É contudo impossível apontar uma tendência de variação, dada a ausência de registos.

3.4.1.1.3.6 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa Branca.

3.4.1.1.4 | Bacia hidrográfica da lagoa Comprida

3.4.1.1.4.1 | Poluição tóxica

Cargas domésticas

De acordo com a Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) para os concelhos das Flores, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

Cargas industriais

De acordo com os dados disponíveis não foram identificadas instalações industriais na MA em questão.

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia da lagoa Comprida foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Pecuária”.

Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa Comprida.

3.4.1.1.4.2 | Poluição difusa

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia da lagoa Comprida, 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 da lagoa Comprida. 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 entende-se o encabeçamento bovino como representativo da totalidade da carga compreendida na bacia. Assim, o encabeçamento pecuário na bacia da lagoa Comprida é de 11 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 3.4.19, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

Quadro 3.4.19 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa Branca.

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (t/ano)
CBO ₅	405 g/animal.dia ⁽¹⁾	1,63
CQO	458 g/animal.dia ⁽¹⁾	1,84
SST	5000 g/animal.dia ⁽¹⁾	20,08
N total	105 kg/animal.ano ⁽²⁾	1,16
P total	35 kg/animal.ano ⁽²⁾	0,39

Fonte: ⁽¹⁾ Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; ⁽²⁾ Código de Boas Práticas Agrícolas

Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa Comprida.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluir de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria

de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa Comprida.

Como base de informação foi produzida cartografia temática digital versada sobre a ocupação de solos das bacias das lagoas das Flores. Esta foi elaborada por recurso a fotointerpretação dos ortofotomapas provenientes da Direção de Serviços de Recursos Hídricos (DSRH). Para efeitos de aplicação da presente metodologia à bacia da lagoa Comprida, foram consideradas apenas duas classes de ocupação de solo: área florestal e matos. Da análise destas cartas de ocupação do solo é possível verificar que não existe ocupação agrícola nestas zonas da ilha.

As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de fósforo basearam-se em estudos de Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M. (2007). As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de azoto basearam-se nos valores apresentados por Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M. (2003) para Portugal Continental. O Quadro 3.4.20 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.10 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa Comprida.

Quadro 3.4.20 | 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
Matos	2,70	0,30

Fonte: ⁽¹⁾ Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; ⁽²⁾ Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.

Através da análise da carta de ocupação do solo da bacia da lagoa Comprida, é possível verificar que não existe área agrícola, como tal, apenas se pode considerar a área relativa à floresta e matos. No Quadro 3.4.21 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para cada uma das fontes consideradas.

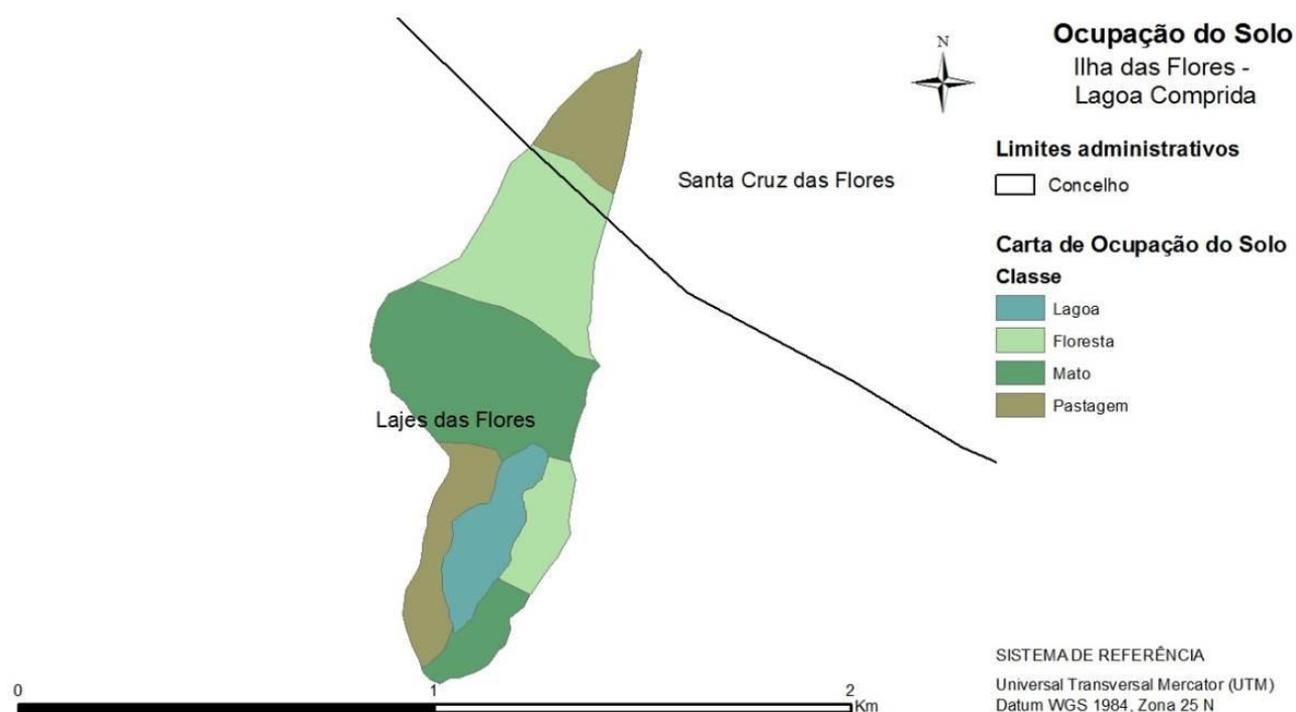


Figura 3.4.10 | Ocupação do solo na bacia da lagoa Comprida.

Quadro 3.4.21 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Comprida

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Área florestal	30,69	7,67
Matos	49,46	5,50

Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa Comprida. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.22.

Quadro 3.4.22 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa Comprida

Parâmetro	Pecuária (ton/ano)	Vegetação arbustiva (ton/ano)	Total (ton/ano)
CBO ₅	1,63	-	1,63
CQO	1,84	-	1,84
SST	20,08	-	20,08
N total	1,16	0,08	1,24
P total	0,39	0,01	0,40

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4.22, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação 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.

3.4.1.1.4.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

3.4.1.1.4.4 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.2, a lagoa Comprida dispõe um valor de escoamento superficial médio anual de 1041m³/d, em ano médio.

Na ausência de registos hidrométricos relativos à lagoa Comprida, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

No entanto, e dada a ausência de consumos associados a esta massa de água, consumptivos ou não, previsivelmente não existem alterações hidrológicas de origem antropogénica. É contudo impossível apontar uma tendência de variação, dada a ausência de registos.

3.4.1.1.4.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa Comprida.

3.4.1.1.5 | Bacia hidrográfica da lagoa Funda

3.4.1.1.5.1 | Poluição tóxica

Cargas domésticas

De acordo com a Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) para os concelhos das Flores, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

Cargas industriais

De acordo com os dados disponíveis não foram identificadas instalações industriais na MA em questão.

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia da lagoa Funda foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Pecuária”.

Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa Funda.

3.4.1.1.5.2 | Poluição difusa

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia da lagoa Funda, consideraram-se como dados de base os valores apresentados no Recenseamento Agrícola 2009 (RGA99).

Foi adicionalmente aferido um valor de coeficiente de pastagem, procurando traduzir a representatividade das áreas de pastagem contidas na bacia da lagoa Funda. 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 lagoa Funda é de 75 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 3.4.23, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

Quadro 3.4.23 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa Funda

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (t/ano)
CBO ₅	405 g/animal.dia ⁽¹⁾	11,09
CQO	458 g/animal.dia ⁽¹⁾	12,54
SST	5000 g/animal.dia ⁽¹⁾	136,88
N total	105 kg/animal.ano ⁽²⁾	7,88
P total	35 kg/animal.ano ⁽²⁾	2,63

Fonte: ⁽¹⁾ Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; ⁽²⁾ Código de Boas Práticas Agrícolas

Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa Funda.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluir de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria

de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003, caso aplicável à bacia da lagoa Funda.

Como base de informação foi produzida cartografia temática digital versada sobre a ocupação de solos das bacias das lagoas das Flores. Esta foi elaborada por recurso a fotointerpretação dos ortofotomapas provenientes da Direção de Serviços de Recursos Hídricos (DSRH). Para efeitos de aplicação da presente metodologia à bacia da lagoa Funda, foram consideradas apenas duas classes de ocupação de solo: área florestal e matos. Da análise destas cartas de ocupação do solo é possível verificar que não existe ocupação agrícola nestas zonas da ilha.

As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de fósforo basearam-se em estudos de Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M. (2007). As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de azoto basearam-se nos valores apresentados por Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M. (2003) para Portugal Continental. O Quadro 3.4.24 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.11 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa Funda.

Quadro 3.4.24 | 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
Matos	2,70	0,30

Fonte: ⁽¹⁾ Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; ⁽²⁾ Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.

Através da análise da carta de ocupação do solo da bacia da lagoa Funda, é possível verificar que não existe área agrícola, como tal, apenas se pode considerar a área relativa à floresta e matos. No Quadro 3.4. 250 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para cada uma das fontes consideradas.

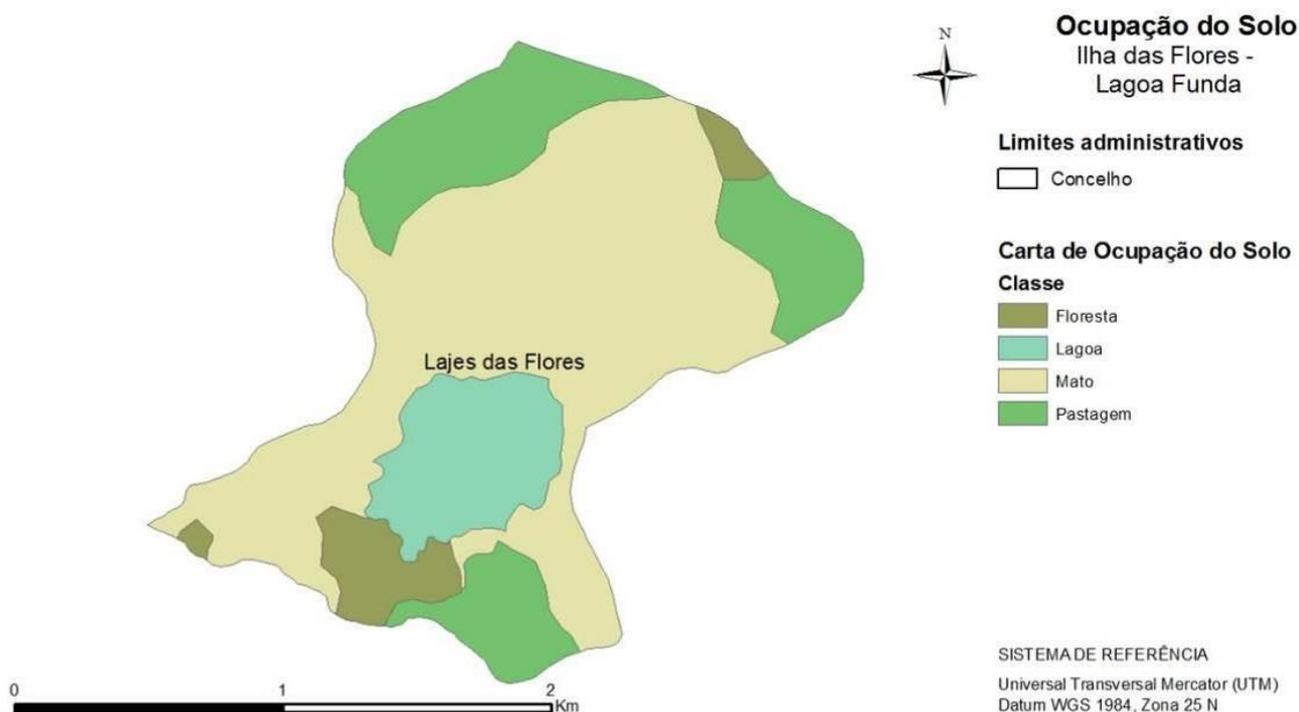


Figura 3.4.11 | Ocupação do solo na bacia da lagoa Funda.

Quadro 3.4.25 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Funda

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Área florestal	38,0	9,5
Matos	475,7	52,9

Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa Funda. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.26.

Quadro 3.4.26 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa Funda

Parâmetro	Pecuária (t/ano)	Vegetação arbustiva (t/ano)	Total (t/ano)
CBO ₅	11,09	-	11,09
CQO	12,54	-	12,54
SST	136,88	-	136,88
N total	7,88	0,51	8,39
P total	2,63	0,06	2,69

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4.26, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação Mediocre (capítulo 5.1.1.4) - as cargas brutas aferidas revelam-se como uma pressão significativa em face da capacidade de autodepuração do meio.

3.4.1.1.5.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

3.4.1.1.5.4 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.2, a lagoa Funda dispõe de um valor de escoamento superficial médio anual de 7 221m³/d, em ano médio. Na Figura 3.4.12 representam-se os valores deste escoamento, conjuntamente com a variação de nível da lagoa Funda, registada entre os anos hidrológicos de 2003/04 e 2009/10.

Embora o período de análise seja do ponto de vista hidrológico não muito significativo, e concomitantemente existam várias lacunas de registo, é possível verificar uma sazonalidade nos valores mensurados, bem como alguma variação interanual. Acresce a ausência de utilização, consumptiva ou não, desta massa de água. Não é assim perceptível qualquer tendência de fundo que sugira a existência de alterações ao regime hidrológico da lagoa Funda.

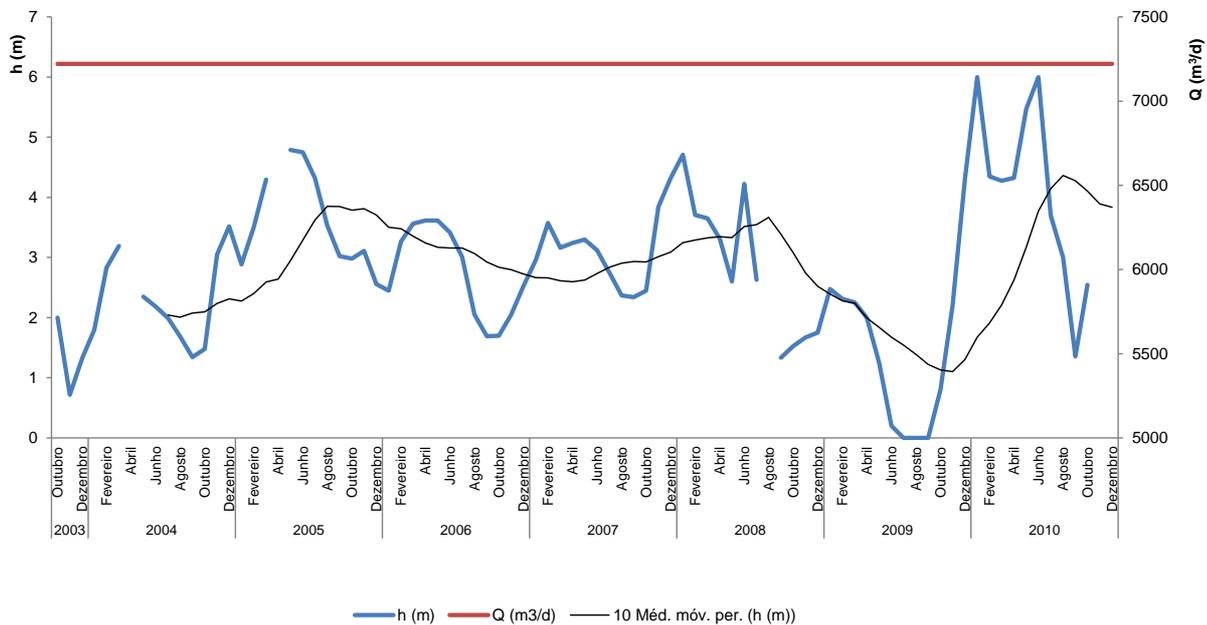


Figura 3.4.12 | Variação de nível da lagoa Funda.

3.4.1.1.5.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa Funda.

3.4.1.1.6 | Bacia hidrográfica da lagoa da Lomba

3.4.1.1.6.1 | Poluição tóxica

Cargas domésticas

De acordo com a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) para os concelhos das Flores, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

Cargas industriais

De acordo com os dados disponíveis não foram identificadas instalações industriais na MA em questão.

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia da lagoa da Lomba foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Pecuária”.

Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa da Lomba.

3.4.1.1.6.2 | Poluição difusa

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia da lagoa da Lomba, consideraram-se como dados de base os valores apresentados no Recenseamento Agrícola (RA09).

Foi adicionalmente aferido um valor de coeficiente de pastagem, procurando traduzir a representatividade das áreas de pastagem contidas na bacia da lagoa da Lomba. 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 entende-se o encabeçamento bovino como representativo da totalidade da carga compreendida na bacia. Assim, o encabeçamento pecuário na bacia da lagoa da Lomba é de 2 cabeças normais bovinas.

Para utilização da unidade de animais-equivalentes, como unidade base para o cálculo da estimativa das cargas poluentes, foi necessário converter o número do efetivo animal através do coeficiente de conversão definidos no Plano Nacional da Água (PNA) que, para a tipologia animal de bovinos, é de 1.

De acordo com as capitações apresentadas no Quadro 3.4.27, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

Quadro 3.4.27 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa da Lomba

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (t/ano)
CBO ₅	405 g/animal.dia ⁽¹⁾	0,30
CQO	458 g/animal.dia ⁽¹⁾	0,33
SST	5000 g/animal.dia ⁽¹⁾	3,65
N total	105 kg/animal.ano ⁽²⁾	0,21
P total	35 kg/animal.ano ⁽²⁾	0,07

Fonte: ⁽¹⁾ Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; ⁽²⁾ Código de Boas Práticas Agrícolas

Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa da Lomba.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluir de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa da Lomba.

Como base de informação foi produzida cartografia temática digital versada sobre a ocupação de solos das bacias das lagoas das Flores. Esta foi elaborada por recurso a fotointerpretação dos ortofotomapas provenientes da Direção de Serviços de Recursos Hídricos (DSRH). Para efeitos de aplicação da presente metodologia à bacia da lagoa da Lomba, foi considerada apenas a classe de ocupação de solo matos, ou vegetação arbustiva. Da análise destas cartas de ocupação do solo é possível verificar que não existe ocupação agrícola nestas zonas da ilha.

As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de fósforo basearam-se em estudos de Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M. (2007). As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de azoto basearam-se nos valores apresentados por Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M. (2003) para Portugal Continental. O Quadro 3.28 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.13 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa da Lomba.

Quadro 3.4.28 | 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⁾
Matos	2,70	0,30

Fonte: ⁽¹⁾ Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; ⁽²⁾ Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.

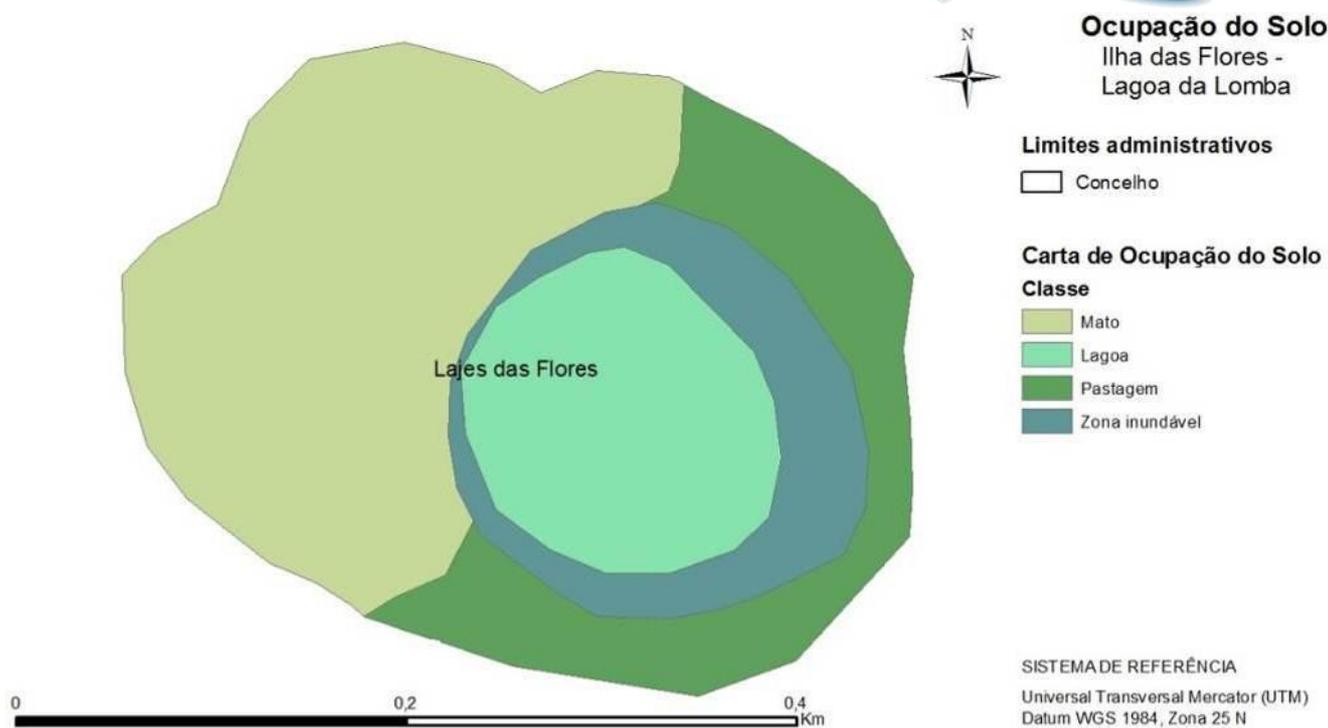


Figura 3.4.13 | Ocupação do solo na bacia da lagoa da Lomba.

Através da análise da carta de ocupação do solo da bacia da lagoa da Lomba, é possível verificar que não existe área agrícola, como tal, apenas se pode considerar a área relativa a vegetação arbustiva. No Quadro 3.4.29 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para a fonte considerada.

Quadro 3.4.29 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa da Lomba

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Matos	12,9	1,4

Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa da Lomba. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.30.

Quadro 3.4.30 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa da Lomba

Parâmetro	Pecuária (Kg/ano)	Vegetação arbustiva (Kg/ano)	Total (Kg/ano)
CBO ₅	295,65	-	295,65
CQO	334,34	-	334,34
SST	3 650,00	-	3 650,00
N total	212,00	12,90	222,90
P total	70,00	1,43	71,43

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4.30, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação 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.

3.4.1.1.6.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

3.4.1.1.6.4 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.2, a lagoa da Lomba dispõe de um valor de escoamento superficial médio anual de 60m³/d, em ano médio.

Na ausência de registos hidrométricos relativos à lagoa da Lomba, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

No entanto, e dada a ausência de consumos associados a esta massa de água, consumptivos ou não, previsivelmente não existem alterações hidrológicas de origem antropogénica. É contudo impossível apontar uma tendência de variação, dada a ausência de registos.

3.4.1.1.6.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa da Lomba.

3.4.1.1.7 | Bacia hidrográfica da lagoa Negra

3.4.1.1.7.1 | Poluição tóxica

Cargas domésticas

De acordo com a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI) para os concelhos das Flores, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

Cargas industriais

De acordo com os dados disponíveis não foram identificadas instalações industriais na MA em questão.

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia da lagoa Negra foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Pecuária”.

Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa Negra.

3.4.1.1.7.2 | Poluição difusa

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia da lagoa Negra, consideraram-se como dados de base os valores apresentados no Recenseamento Agrícola 2009 (RA09).

Com o objetivo de aferir um valor de coeficiente de pastagem, procurando traduzir a representatividade das áreas de pastagem contidas na bacia da lagoa Negra, foi produzida cartografia temática digital versada sobre a ocupação de solos das bacias das lagoas das Flores. Esta foi elaborada por recurso a fotointerpretação dos ortofotomapas provenientes da Direção de Serviços de Recursos Hídricos (DSRH). Na Figura 3.4.11 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa Negra.

Tal como é perceptível da análise da Figura 3.4.14, e para efeitos de aplicação da presente metodologia à bacia da lagoa Negra, não se verifica a existência de qualquer área de pastagem. Desta forma, não foi considerada qualquer carga de origem pecuária afluente ao meio.

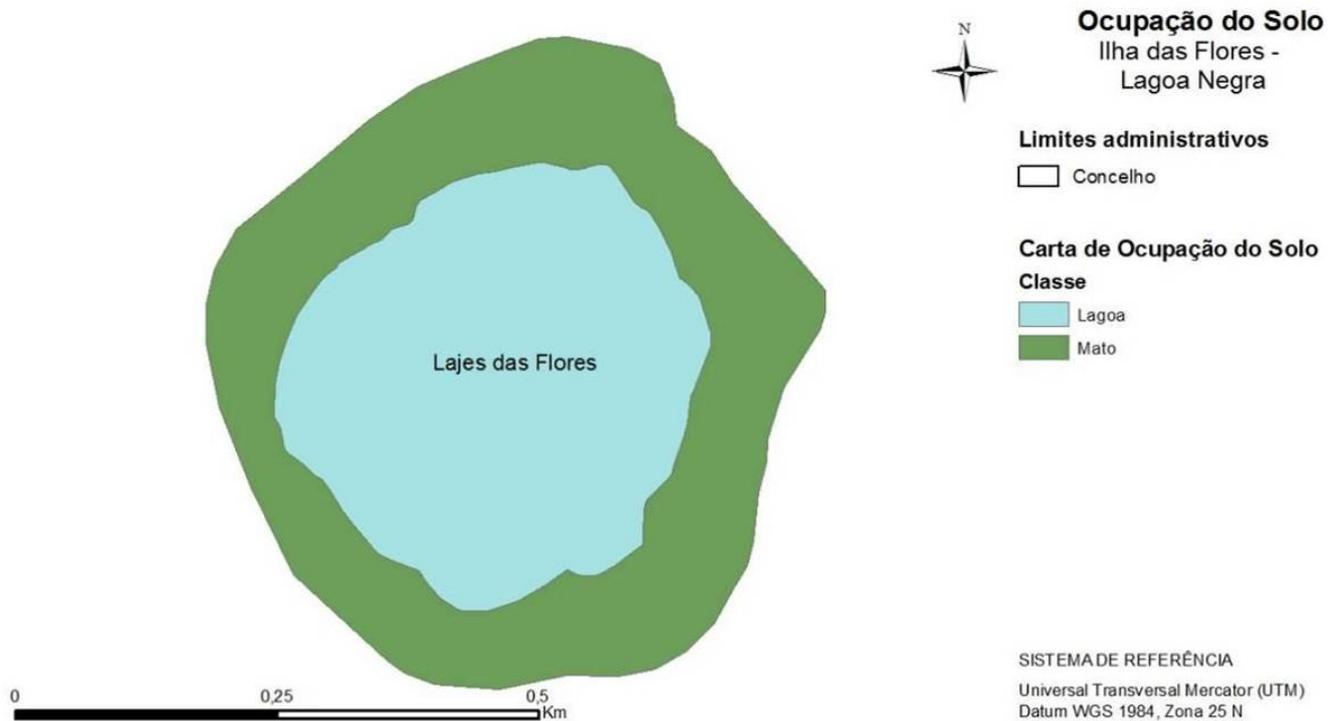


Figura 3.4.14 | Ocupação do solo na bacia da lagoa Negra.

Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa Negra.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluir de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa Negra.

Da análise da carta de ocupação do solo, Figura 3.4.14, é possível verificar que existe apenas ocupação por vegetação arbustiva nesta bacia.

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 3.4.31 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo.

Quadro 3.4.31 | 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⁾
Matos	2,70	0,30

Fonte: ⁽¹⁾ Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; ⁽²⁾ Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.

Dada a referida ocupação do solo da bacia da lagoa Negra, são apresentadas no Quadro 3.4.32 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para a fonte considerada.

Quadro 3.4.32 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Negra

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Matos	37,81	4,20

Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa Negra.

Pelo acima exposto, considera-se a massa de água em apreço isenta de cargas poluentes de origem antropogénica, uma vez que apenas vegetação, que se entende natural, estará a contribuir com formas de azoto e fósforo para o estado trófico da lagoa Negra.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação Razoável (capítulo 5.1.1.4) - as cargas brutas aferidas revelam-se como uma pressão potencialmente significativa em face da capacidade de autodepuração do meio. Não obstante, e pese embora o desconhecimento de eventuais focos de poluição não quantificados, o atual estado da MA poder-se-á ficar a dever a questões de origem não antropogénica, tais como a dinâmica sedimentar da lagoa, ou outras por apurar.

3.4.1.1.7.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

3.4.1.1.7.4 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.2, a lagoa Negra dispõe de um valor de escoamento superficial médio anual de 156m³/d, em ano médio.

Na ausência de registos hidrométricos relativos à lagoa Negra, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

No entanto, e dada a ausência de consumos associados a esta massa de água, consumptivos ou não, previsivelmente não existem alterações hidrológicas de origem antropogénica. É contudo impossível apontar uma tendência de variação, dada a ausência de registos.

3.4.1.1.7.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa Negra.

3.4.1.1.8 | Bacia hidrográfica da lagoa Rasa

3.4.1.1.8.1 | Poluição tóxica

Cargas domésticas

De acordo com a Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI) para os concelhos das Flores, não foi encontrado registo de qualquer aglomerado populacional compreendido na bacia em análise. Como tal, não serão contabilizadas cargas relativas a esta componente.

Cargas industriais

De acordo com os dados disponíveis não foram identificadas instalações industriais na MA em questão.

Agropecuária

A carga respetiva a efluente agropecuário na bacia da lagoa Rasa foi estimada de forma difusa, conforme descrito em maior detalhe na secção “Poluição difusa – Pecuária”.

Síntese da poluição tóxica

Até ao ano de referência do plano, não existe referência para qualquer fonte de poluição de natureza tóxica presente na bacia da lagoa Rasa.

3.4.1.1.8.2 | Poluição difusa

Pecuária

No âmbito da avaliação das cargas poluentes geradas pela pecuária, afluentes à bacia da lagoa Rasa, 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 da lagoa Rasa. 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 entende-se o encabeçamento bovino como representativo da totalidade da carga compreendida na bacia. Assim, o encabeçamento pecuário na bacia da lagoa Rasa é de 3 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 3.4.33, o encabeçamento encontrado permitiu estimar valores de carga bruta associados, que se encontram representados no mesmo Quadro.

Quadro 3.4.33 | Valores de capitação pecuária dos poluentes considerados e respetivas cargas pecuárias para a bacia da lagoa Rasa.

Parâmetro	Capitação	Carga pecuária (t/ano)
CBO ₅	405 g/animal.dia ⁽¹⁾	0,44
CQO	458 g/animal.dia ⁽¹⁾	0,50
SST	5000 g/animal.dia ⁽¹⁾	5,48
N total	105 kg/animal.ano ⁽²⁾	0,32
P total	35 kg/animal.ano ⁽²⁾	0,11

Fonte: ⁽¹⁾ Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima; ⁽²⁾ Código de Boas Práticas Agrícolas

Exploração florestal e matos

O trabalho realizado teve como objetivo a aferição dos valores de carga, atendendo a valores de taxas de exportação tabelados bibliograficamente, em função do conhecimento da área em análise e das classes de uso de solo existentes na bacia da lagoa Rasa.

As fontes agrícolas e florestais são de difícil quantificação devido à sua grande variabilidade e dificuldade de identificação sendo, no entanto, consideradas como importantes fontes de poluição em águas superficiais. Para o presente trabalho optou-se por adotar taxas de exportação de azoto total (N total) e de fósforo total (P total), gerados em áreas agrícolas e florestais, e cujas respetivas cargas poluentes se entendem afluir de forma difusa à rede hidrográfica. Este tipo de abordagem consiste na utilização de cargas por unidade de área e de tempo, para cada categoria de ocupação de solo. A carga poluente é obtida pelo produto das cargas unitárias, pelas áreas parciais de cada categoria

de solo. Este tipo de modelo é recomendado para situações onde exista alguma insuficiência de dados (Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M., 2003), caso aplicável à bacia da lagoa Rasa.

Como base de informação foi produzida cartografia temática digital versada sobre a ocupação de solos das bacias das lagoas das Flores. Esta foi elaborada por recurso a fotointerpretação dos ortofotomapas provenientes da Direção de Serviços de Recursos Hídricos (DSRH). Para efeitos de aplicação da presente metodologia à bacia da lagoa Rasa, foi considerada apenas a classe de ocupação de solo relativa à vegetação arbustiva. Da análise destas cartas de ocupação do solo é possível verificar que não existe ocupação agrícola nestas zonas da ilha.

As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de fósforo basearam-se em estudos de Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M. (2007). As taxas de exportação utilizadas para a estimação da carga de azoto basearam-se nos valores apresentados por Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M. (2003) para Portugal Continental. O Quadro 3.4.34 sumaria os valores utilizados para as taxas de exportação de Azoto e Fósforo. Na Figura 3.4.15 faz-se representar a ocupação do solo da bacia da lagoa Rasa.

Quadro 3.4.34 | 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⁾
Matos	2,70	0,30

Fonte: ⁽¹⁾ Diogo, P., Coelho, P. & Almeida, M.; ⁽²⁾ Porteiro, J., Calado, H. & Pereira, M.

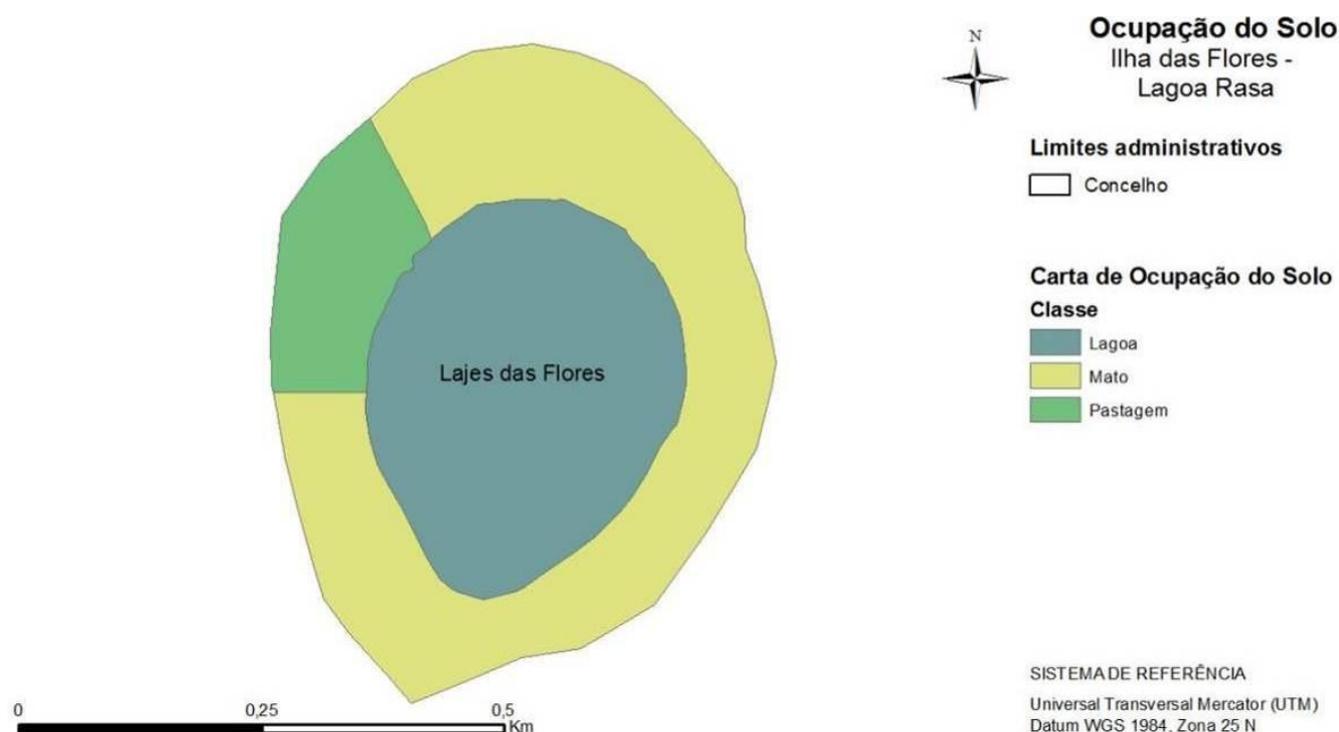


Figura 3.4.15 | Ocupação do solo na bacia da lagoa Rasa.

Através da análise da carta de ocupação do solo da bacia da lagoa Rasa, é possível verificar que não existe área agrícola, como tal, apenas se pode considerar a área relativa a vegetação arbustiva. No Quadro 3.4.35 são apresentadas as cargas totais de Azoto e Fósforo para a fonte considerada.

Quadro 3.4. 35 | Cargas dos poluentes considerados de acordo com a classe de ocupação do solo para a bacia da lagoa Rasa

Classe de ocupação do solo	N total (Kg/ano)	P total (Kg/ano)
Matos	35,88	3,99

Síntese da poluição difusa

Dada a inexistência de descargas pontuais, para efeitos do presente trabalho, a totalidade das cargas difusas estimadas será equivalente à totalidade das cargas poluentes para a bacia da lagoa Rasa. Estas correspondem aos valores apresentados no Quadro 3.4.36.

Quadro 3.4.36 | Cargas por setor e totais de acordo com os poluentes considerados para a bacia da lagoa Rasa

Parâmetro	Pecuária (Kg/ano)	Vegetação arbustiva (Kg/ano)	Total (Kg/ano)
CBO ₅	443,48	-	443,48
CQO	501,51	-	501,51
SST	5 475,00	-	5 475,00
N total	315,00	35,88	350,88
P total	105,00	3,99	108,99

Como é perceptível pelos valores apresentados no Quadro 3.4. 36, a pecuária evidencia-se como o setor responsável pela introdução de carga poluente no meio.

De acordo com o estado estabelecido para a presente massa de água – classificação 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.

3.4.1.1.8.3 | Captações de água

Na massa de água em apreço, e de acordo com a campanha do INSAAR 2008, não existe qualquer captação superficial.

3.4.1.1.8.4 | Alteração hidrológica

Conforme descrito no capítulo 2.4.2, a lagoa Rasa dispõe de um valor de escoamento superficial médio anual de 127m³/d, em ano médio.

Na ausência de registos hidrométricos relativos à lagoa da Lomba, não é possível aferir qualquer alteração ao seu regime de escoamento natural.

No entanto, e dada a ausência de consumos associados a esta massa de água, consumptivos ou não, previsivelmente não existem alterações hidrológicas de origem antropogénica. É contudo impossível apontar uma tendência de variação, dada a ausência de registos.

3.4.1.1.8.5 | Alteração morfológica

Na avaliação das pressões morfológicas causadas por infraestruturas hidráulicas sobre as massas de água interiores, foram considerados pertinentes os seguintes tipos de obras:

- Açudes em afluentes na rede hidrográfica tributária;
- Regularizações fluviais na rede hidrográfica tributária;
- Transvases entre massas de água.

As alterações morfológicas causadas por açudes consistem, fundamentalmente, no efeito de barreira, com a resultante restrição da conectividade de habitat.

Entende-se esta tipologia de pressão como significativa para o caso de açudes com mais de 3 m de altura, e caso o referido efeito de barreira não se encontre mitigado pela presença de dispositivos de transposição para a ictiofauna.

As alterações morfológicas causadas por regularizações fluviais foram consideradas como pressões nos seguintes casos:

- Troços em que o leito de linhas de água tributárias foi substancialmente alterado;
- Alterações introduzidas à margem inundável.

Considera-se uma pressão morfológica por regularização como significativa caso exista um revestimento do fundo na rede hidrográfica tributária, ou margens sistematicamente artificializadas por uma extensão superior ou igual a um terço do seu perímetro.

Não é perceptível, por fotointerpretação, a existência de qualquer alteração morfológica na bacia da lagoa Rasa.

3.4.1.2 | Águas costeiras e de transição

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

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

A metodologia proposta apresenta duas fases distintas: uma relacionada com a identificação das principais forças motrizes e uma segunda onde se identificam e quantificam as principais pressões relevantes. A identificação das principais forças motrizes (ou *Driving Forces* na terminologia DPSIR), que se definem como qualquer intervenção humana que produza um efeito ambiental, baseou-se na análise de diversos trabalhos e na experiência e no conhecimento da região.

Deste modo a identificação das pressões, para as massas de água costeiras e de transição, decorre do desenvolvimento de um modelo que pretende qualificar as pressões originadas em todas as bacias hidrográficas da ilha, a partir das estimativas das cargas geradas domésticas, industriais e da agropecuária, entre outros setores relevantes, que podem atingir as águas costeiras através das linhas de água ou por descargas diretas

3.4.1.2.1 | Forças motrizes

Da análise efetuada, as forças motrizes identificadas prendem-se com: a população, a pecuária, a agricultura, a indústria, o desenvolvimento portuário e outras fontes.

População

A população da ilha das Flores distribui-se de forma assimétrica, sendo que a bacia urbana de Santa Cruz das Flores (Figura 3.4.16 e Figura 3.4.17) apresenta uma população de cerca de 760 habitantes, seguida das bacias hidrográficas envolventes e a bacia urbana da Lajes das Flores com uma população da ordem 350 habitantes. Estas regiões terão particular interesse na determinação de cargas de origem doméstica, expondo uma probabilidade mais elevada no que respeita à pressão exercida.

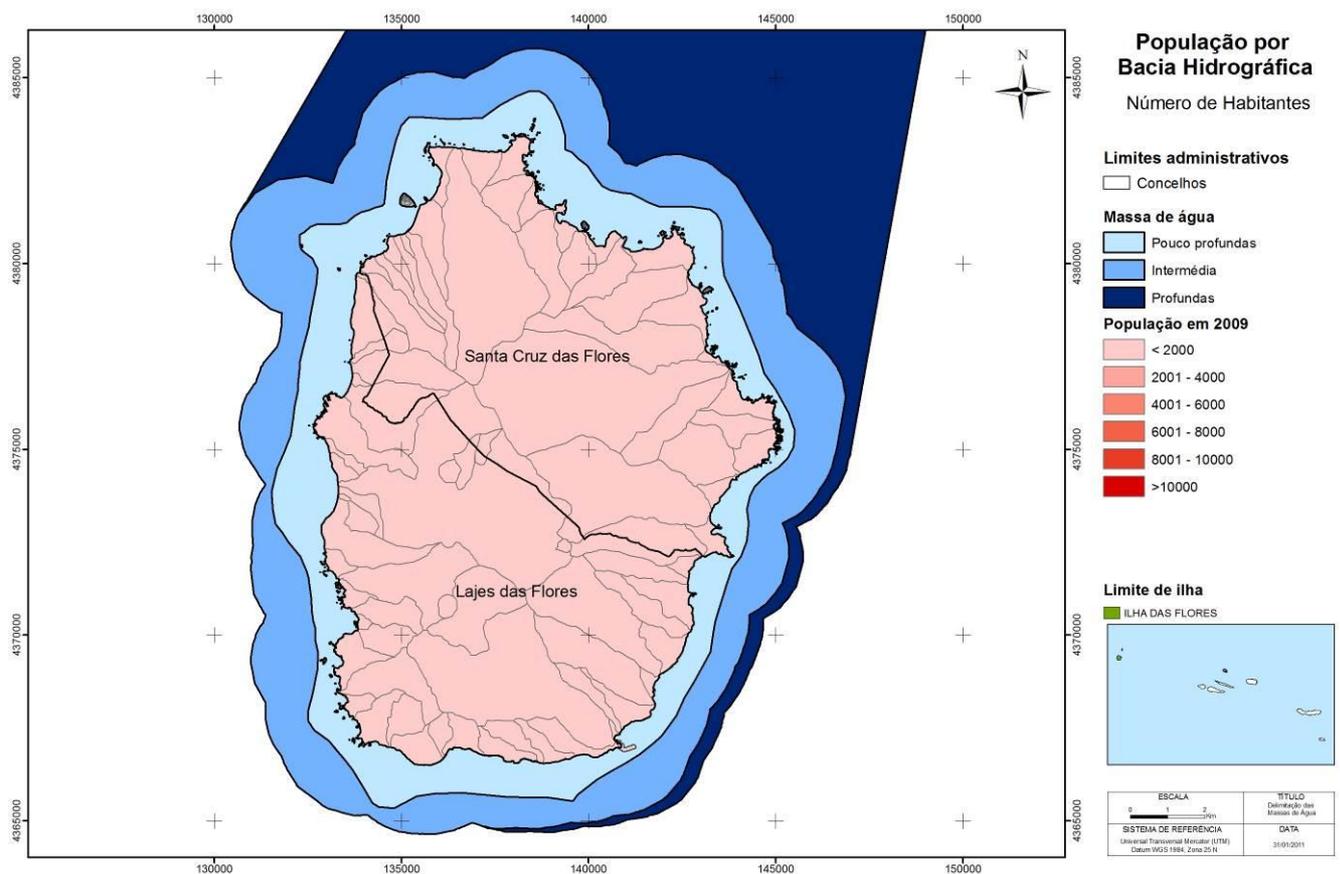


Figura 3.4.16 | Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha das Flores.

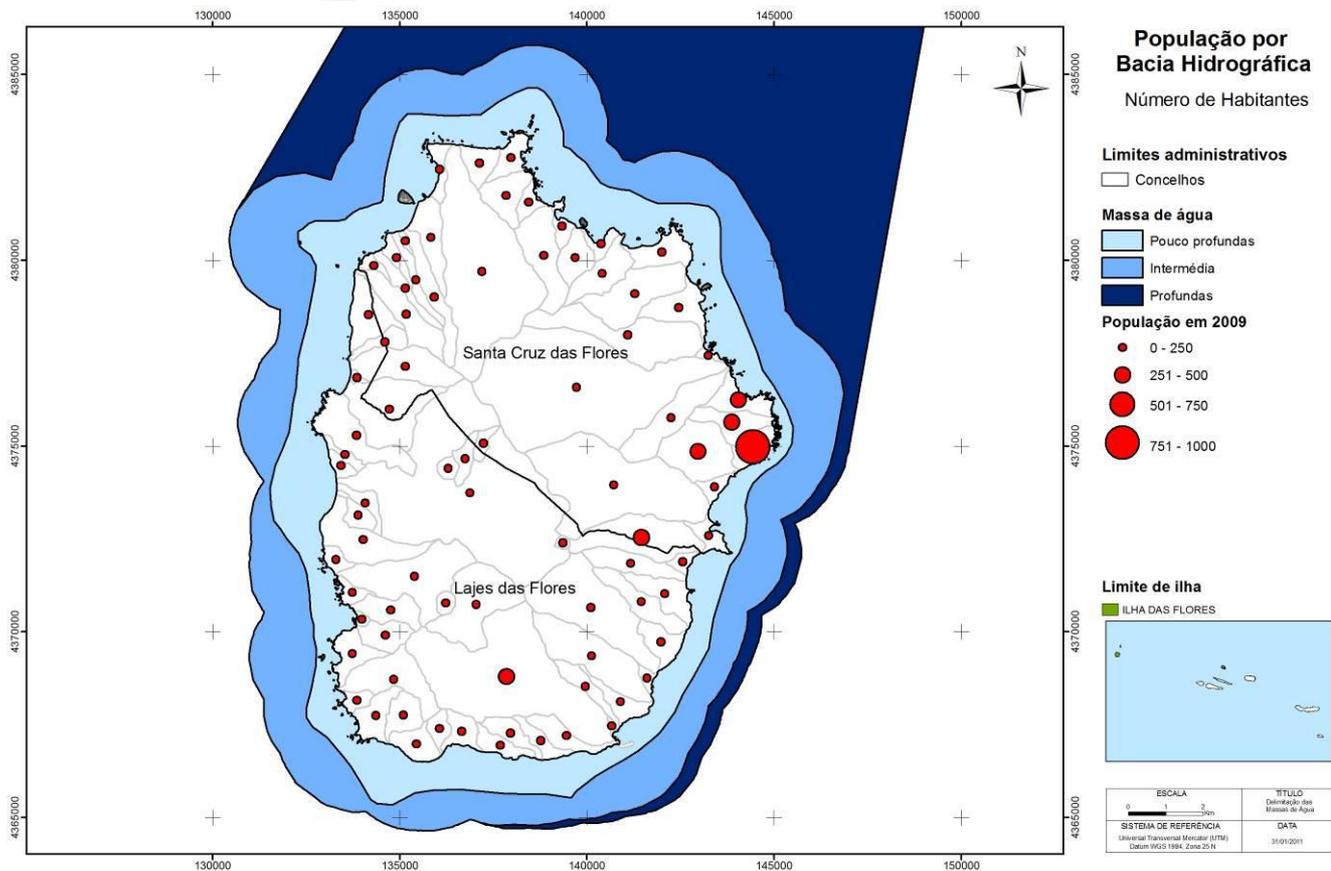


Figura 3.4.17 | Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha das Flores.

Atualmente, esta ilha apresenta uma densidade populacional da ordem dos 29 hab/km², verificando-se que a densidade populacional sofreu um ligeiro acréscimo 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 nas sedes de concelho desta ilha.

Indústria

A ilha das Flores, a atividade industrial centrada na indústria transformadora apresenta um peso relativamente reduzido na economia da RAA, correspondendo a 0,2% do volume de negócios nas empresas deste setor de atividade na Região e 0,1% do valor acrescentado bruto.

Nesta ilha existem 16 empresas que desenvolvem atividade no setor das indústrias transformadoras, existindo diferenças significativas entre concelhos, sendo que o Concelho de Santa Cruz das Flores gera 93% do volume de negócios das empresas da indústria transformadora, 91% do valor acrescentado bruto e detém ainda 63% do número de empresas associadas a este setor (Quadro 2.5.20).

Para além da indústria tradicional, considera-se a indústria do turismo, visto que é uma atividade emergente, na RAA. Em 2009, a ilha das Flores tinha dois estabelecimentos hoteleiros, verificando-se uma grande importância das casas de hóspedes e alojamentos particulares na oferta turística da ilha. No que refere ao número de dormidas e hóspedes

vindos do estrangeiro apresentaram uma tendência crescente nos últimos anos correspondendo a uma grande diversidade de países de origem (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 das flores apresenta um efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos) de cerca de 8 425 animais, correspondentes a 1 047 explorações. Deste modo, é de esperar que este efetivo contribua 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 correspondem a cerca de 33,3% (47,3km²) da superfície da ilha, distribuindo-se irregularmente pelo território, embora ocorra uma maior concentração na metade Este da ilha (Lajes, Santa Cruz e Cedros) Esta predominância da pastagem deve-se à intensificação das explorações agropecuárias, conduzindo ao declínio dos espaços florestais e de vegetação natural, traduzida na Figura 3.4.18 pelo número de cabeças de gado bovino.

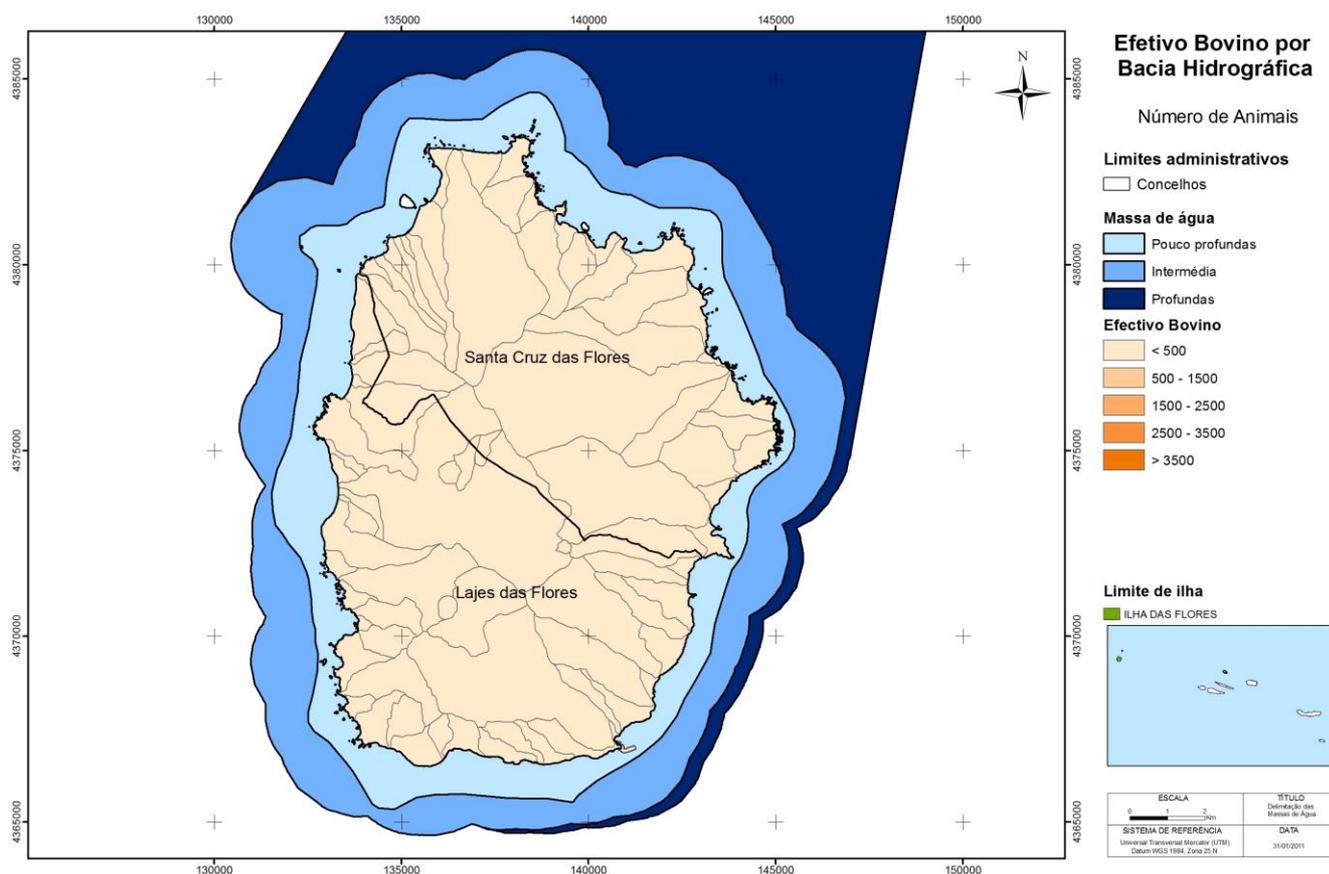


Figura 3.4.18 | Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha das Flores.

Analisando a Figura 3.4.19, verifica-se que as bacias hidrográficas das flores na sua maioria apresentam um número de animais inferior a 250, estando por isso na classe entre 0-250 animais. Apenas 6 bacias hidrográficas, de um total de 81 bacias, apresentam um número de animais na classe 251-500. Deste modo, será tida em consideração o contributo da carga poluente destas bacias hidrográficas na qualidade das massas águas costeiras.

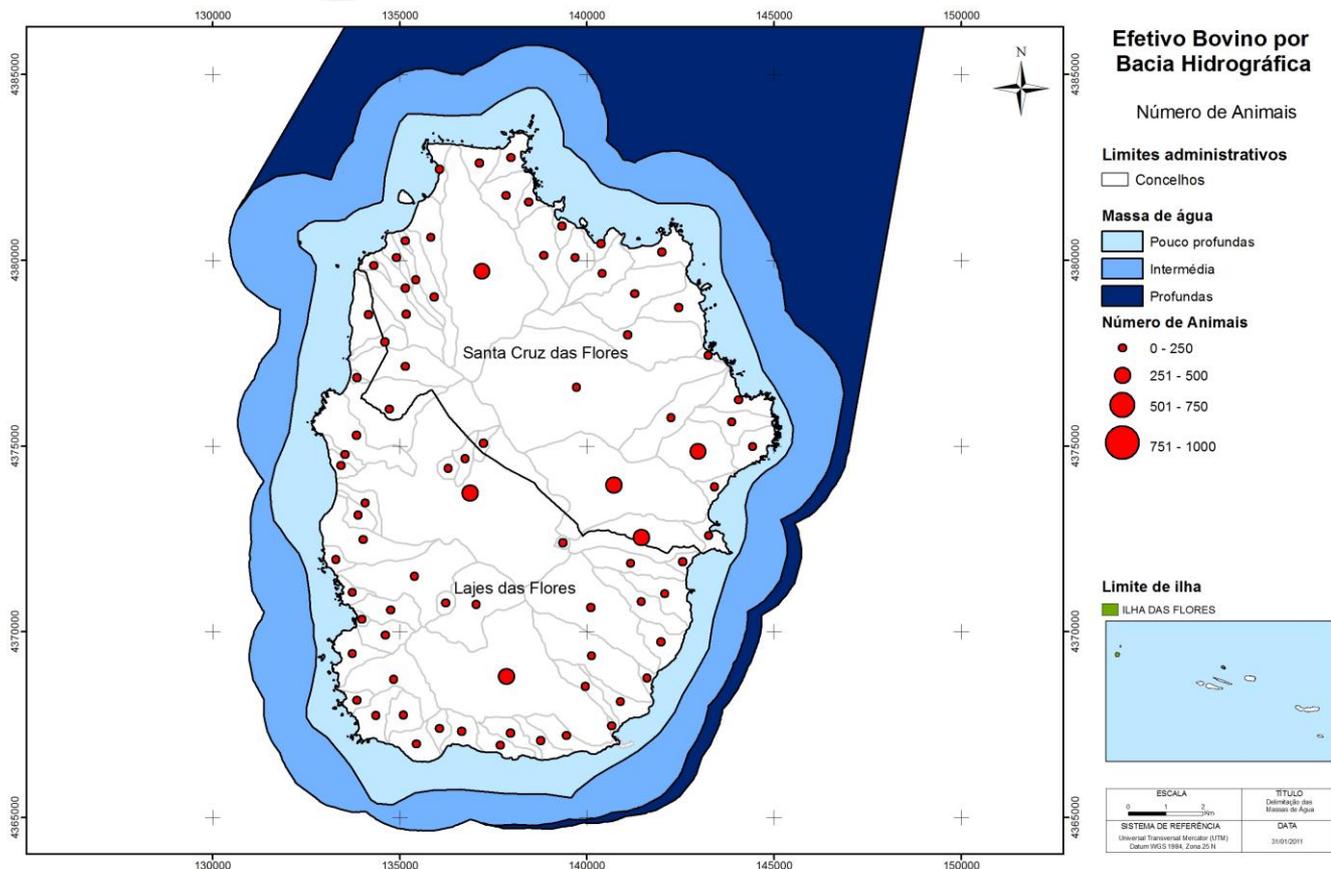


Figura 3.4.19 | Número de animais por bacia hidrográfica na ilha das Flores.

Agricultura e Floresta

Os espaços agrícolas, que representam cerca de 5,6% da ocupação do solo (7,9km²), estão circunscritos aos núcleos habitacionais, designadamente Ponta Delgada, Cedros, Santa Cruz, Caveira, Lomba, Fazenda e Lajes (Figura 2.6.3). As explorações de culturas permanentes com maior importância no contexto da ilha das Flores são os citrinos (com 22 hectares) e o cultivo de frutos sub-tropicais (com 5 hectares), (Quadro 2.5.13).

Na ilha das Flores, existem 530 explorações que praticam culturas temporárias e que ocupam uma extensão de 198 hectares, sendo que as culturas temporárias mais comuns na ilha das Flores são as forrageiras e batata (Quadro 2.5.15).

Relativamente à floresta, podem ser distinguidas dois tipos: a de vegetação natural, assume uma importância acrescida ocupando 32,9% da superfície (46,8km²), com particular incidência na zona do Planalto Central, e a mancha florestal, cuja representação atinge os 22,1% (31,3km²), encontram-se nos vales das ribeiras, estendendo-se às zonas de encosta de menor altitude.

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 das Flores (no porto das Lajes e de Santa Cruz), traduziu-se, no ano de 2010, em volumes da ordem das 135 toneladas, aos quais correspondem valores brutos na ordem de 517 milhares de euros, embora se trate de uma atividade com fortes flutuações.

O transporte de passageiros por via marítima assume atualmente, no conjunto da RAA, uma importância muito relativa. No entanto, o transporte marítimo de passageiros poderá (e deverá) assumir um papel mais relevante no curto-médio prazo e poderá ser uma componente de pressão sobre as águas costeiras (PROTA, 2008).

No que diz respeito ao transporte de mercadorias, os portos desempenham assim um papel primordial no abastecimento às ilhas e no escoamento da produção açoriana, pelo que este tem sido um setor privilegiado pelos investimentos regionais. Dentro das pressões mais significativas do tráfego marítimo de mercadorias, salienta-se o transporte de hidrocarbonetos. Evidencia-se ainda que as águas portuguesas são cruzadas diariamente, por largas dezenas de navios, sendo muitos deles navios petroleiros. Com efeito, muito do tráfego de crude, que se efetua desde os centros de produção até aos grandes centros de consumo (como é o caso do Norte da Europa), passa ao largo da costa portuguesa, elevando, de forma significativa, o risco de acidente.

Finalmente, a náutica de recreio tem, nos últimos anos, registado um crescimento significativo, como resultado da construção das marinas e núcleos de recreio náutico. No caso da ilha em análise, não existem infraestruturas de recreio náutico, apresentando contudo uma dinâmica de embarcações, 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 199 entradas de embarcações e cerca de 562 tripulantes.

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 3.4.37, baseada no IMPRESS (2002) e na experiência adquirida. As pressões foram divididas em quatro grupos: (i) Poluição em que são consideradas as fontes tóxicas e difusas de origem urbana, industrial, agrícola e pecuária; (ii) as morfológicas; (iii) as hidromorfológicas; (iv) as biológicas e usos e (v) outras.

As pressões de origem tóxica sobre as massas de água podem estar relacionadas com a ausência de tratamento de águas residuais doméstica, industrial e agrícola, com a ocupação urbana e agrícola dos solos.

As pressões de origem difusa estão relacionadas com as atividades agrícolas, pecuária e de pastagem.

As pressões morfológicas traduzem-se pelas alterações físicas nos leitos e nas margens das massas de água, de origem antropogénica, que têm como impacto 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 impacto alterações no estado e no potencial ecológico dessas massas de água. São exemplos de pressões hidromorfológicas:

As variações nas características hidrodinâmicas 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 impacto direto nos recursos vivos, do ponto de vista quantitativo ou qualitativo.

Quadro 3.4.37 | Lista de pressões consideradas

Pressão			
Poluição	Alterações morfológicas	Alteração do regime hidrológico	Biologia e Usos
Fontes tóxicas . 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 tóxica

As fontes de poluição tóxicas identificadas, são as descargas costeiras diretas, como os efluentes urbanos e os industriais. Os primeiros incluem as águas residuais domésticos de populações costeiras e os provenientes de Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR). Também as linhas de água que transportam efluentes urbanos, industriais e agrícolas podem ser consideradas como fontes de poluição tóxica para as massas de água costeiras.

Com base nos vários documentos consultados, 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

Apenas cerca de 33% da população é servida por saneamento básico. Regra geral as casas têm uma fossa com um sumidouro. Mesmo as populações com redes de drenagem raramente têm tratamento de esgotos e não se sabe a percentagem de população que está servida com este tipo de tratamento (PRA, 2001).

De facto, verifica-se que a população ligada aos sistemas de drenagem é inferior à população servida em quase todos os concelhos da Região pois, apesar de já existirem coletores, as ligações domiciliárias não são efetuadas, mantendo-se em funcionamento os sistemas individuais por fossas sépticas (PROTA, 2007).

De acordo com dados de 2000, identificavam-se quatro tipos de tratamento de águas residuais na Região, nomeadamente: tratamento preliminar, tratamento primário, tratamento secundário e FSC. De acordo com os dados INSAAR (2008), na ilha das Flores, estão cadastradas 3 FSC, que se mantêm como o meio de tratamento de águas residuais mais comum na Região.

O modelo de dispersão populacional e ao atraso estrutural que ainda se verifica na Região (muitas vezes devido à dificuldade em promover economias de escala), conduz a níveis de atendimento da rede de drenagem de águas residuais são bastante reduzidos o que se reflete na prevalência do recurso a FSI (PRA, 2006)

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

Assim, as descargas de efluentes urbanos 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.

Foram registadas na ilha das Flores as fontes de poluição resultantes de emissões em locais específicos e identificáveis (POOC – Flores 2008). Deste modo, estão identificados como pontos de rejeição de sistemas públicos de drenagem e tratamento de águas residuais 5 pontos (4 no concelho de Santa Cruz das Flores e 1 no concelho das Lajes das Flores), sendo 3 deles referentes a sistemas de drenagem de águas residuais que tem como rejeição FSC (2 no concelho de Santa Cruz das Flores e 1 no concelho das Lajes das Flores) e 2 referentes a descarga direta em meio recetor (ambos no concelho de Santa Cruz das Flores) (Figura 3.4.20). No concelho de Santa Cruz das Flores, os pontos de rejeição associados a FSC encontram-se na rua do cemitério e outra junto à estrada regional perto dos bairros novos, enquanto q as descargas diretas em meio recetor reportam-se às situações do Porto Velho e do Porto das Poças. O concelho das Lajes das Flores, com apenas um sistema público de drenagem e tratamento de águas residuais, tem um ponto de rejeição associado a uma fossa séptica coletiva localizada na urbanização Ângelo de Freitas Henriques.

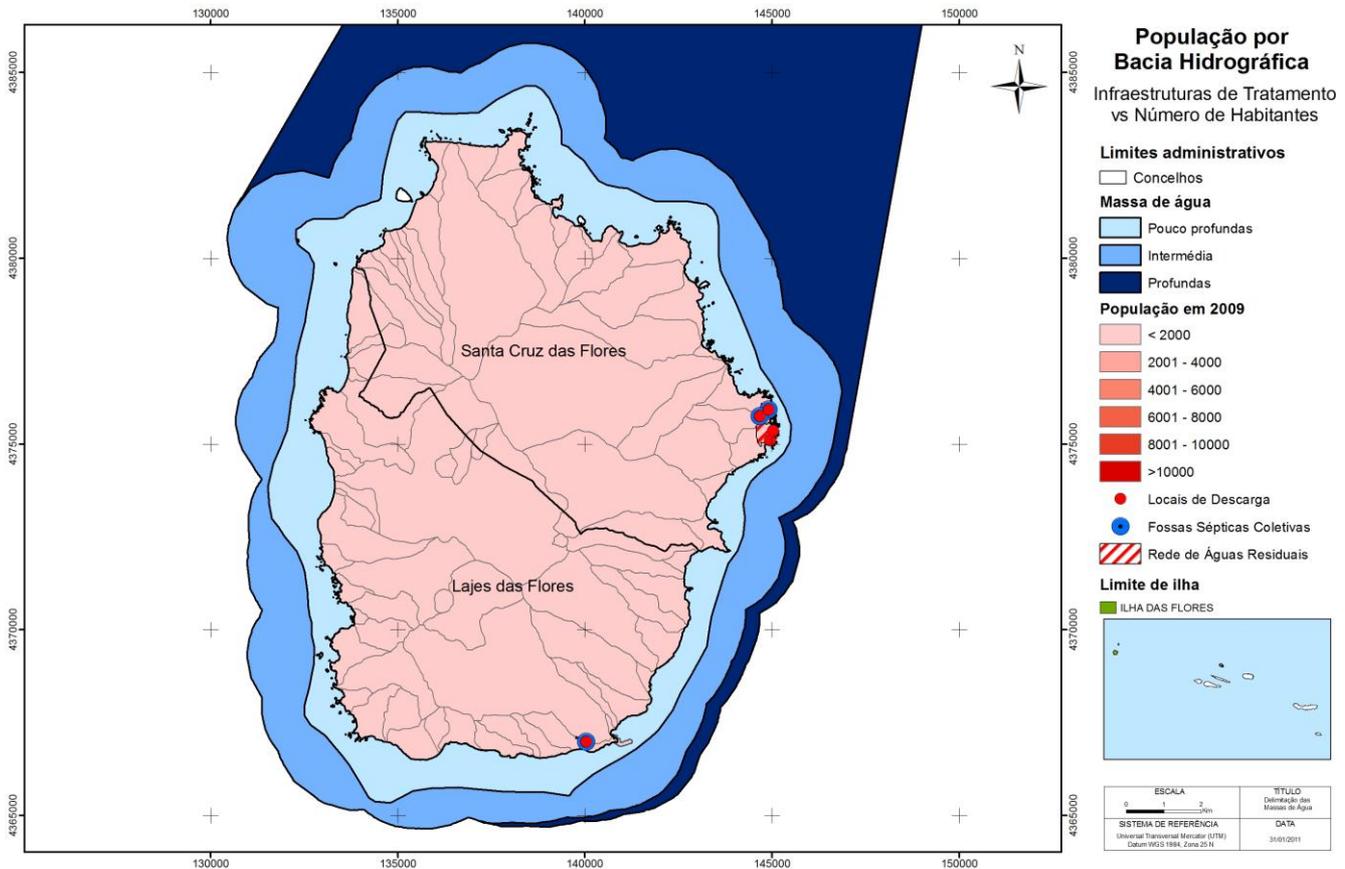


Figura 3.4.20 | Análise espacial população vs infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais.

A taxa de disponibilidade de saneamento na ilha das Flores de cerca de 20% da população (correspondendo essencialmente aos centros das Vilas da Lajes das Flores e Santa Cruz das Flores) (Figura 3.4.20). As restantes habitações localizadas nesta ilha baseiam-se em sistemas individuais de fossas sépticas com sumidouros/poços de infiltração ou, em alguns casos, pela descarga direta para linhas de água.

A ausência generalizada de sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais e a dispersão das fontes poluidoras podem criar condições de suscetibilidade à poluição e contaminação no meio natural.

No concelho das Lajes das Flores existe apenas uma rede de drenagem, que serve cerca de 51 pessoas e aflui a uma fossa séptica coletiva com poço absorvente.

Todas as restantes freguesias e lugares da ilha das Flores baseiam-se em sistemas individuais de fossas sépticas com sumidouros/poços de infiltração ou, em alguns casos, pela descarga direta para linhas de água.

3.4.1.2.3.2 | Efluentes industriais

A maior parte das indústrias instaladas nos Açores pertencem ao ramo alimentar, pelo que o volume mais significativo de efluentes gerados é de origem orgânica, e por isso biodegradáveis. O processo de licenciamento de descargas de efluentes industriais encontra-se ainda numa fase preliminar, não existindo dados precisos relativos à sua localização, caracterização e quantificação (PROTA, 2008).

Assim, as descargas diretas de efluentes industriais no meio hídrico ou no solo, sem tratamento ou sujeitas a tratamento pouco apropriado às suas especificidades, representam uma ameaça efetiva à qualidade das águas na Região. De acordo com o PRA, na ilha das Flores existem as seguintes indústrias agropecuárias:

- Todas as cooperativas de lacticínios;
- Matadouros de Santa Cruz das Flores.

Importa referir que no que se refere aos lacticínios e indústrias de abate de gado, apesar destas estarem ligadas ao coletor, e ao tratamento municipal, este não está dimensionado para estas indústrias, pelo que não se torna eficaz, contaminando os recursos hídricos locais.

No setor dos Lacticínios, em específico, verifica-se uma grande dispersão de pequenas unidades industriais de caráter familiar e artesanal, e que constituem grandes focos de poluição pontual e dispersa de solução complicada. Tendo em conta que a maioria destes tipos de indústrias de lacticínios não possui qualquer tipo de tratamento dos seus efluentes.

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 das Flores.

3.4.1.2.3.4 | Resíduos

As infraestruturas existentes em grande parte das ilhas mostram-se insuficientes para encaminhar convenientemente todas as tipologias de resíduos, provocando situações ambientalmente pouco adequadas para a gestão dos mesmos.

Não existem aterros municipais na ilha das Flores, existe sim a deposição direta de resíduos no solo, com os previsíveis impactes ambientais daí decorrentes.

É ainda de referir que por não se tratarem de infraestruturas controladas não é possível aferir os valores de deposição em lixeira/aterro.

Em ambos os concelhos da ilha das Flores não se efetua recolha seletiva com vista à reciclagem (exceção de pequenas iniciativas, como é o caso do aeroporto que implementou um sistema de recolha seletiva de resíduos). De referir que, de acordo com o PEGRA (Plano Estratégico de Gestão de Resíduos da RAA), está previsto para a ilha das Flores a construção de um Centro de Processamento e de um Centro de Valorização Orgânica por Compostagem (POOC – Flores, 2008).

3.4.1.2.3.5 | Indústria Extrativa

Na ilha das Flores, a indústria extrativa não apresenta pressões significativas no que respeita às águas costeiras e de transição.

Na Figura 3.4.21, apresentam-se os locais cadastrados pela SRAM, com o fim de exploração de inertes, verificando-se a existência de duas explorações, localizadas para o interior da ilha. De assinalar, no caso específico da extração de areias na ilha das Flores, que parte significativa das áreas licenciadas localizam-se na linha de costa oeste e este do concelho das Lajes de Flores.

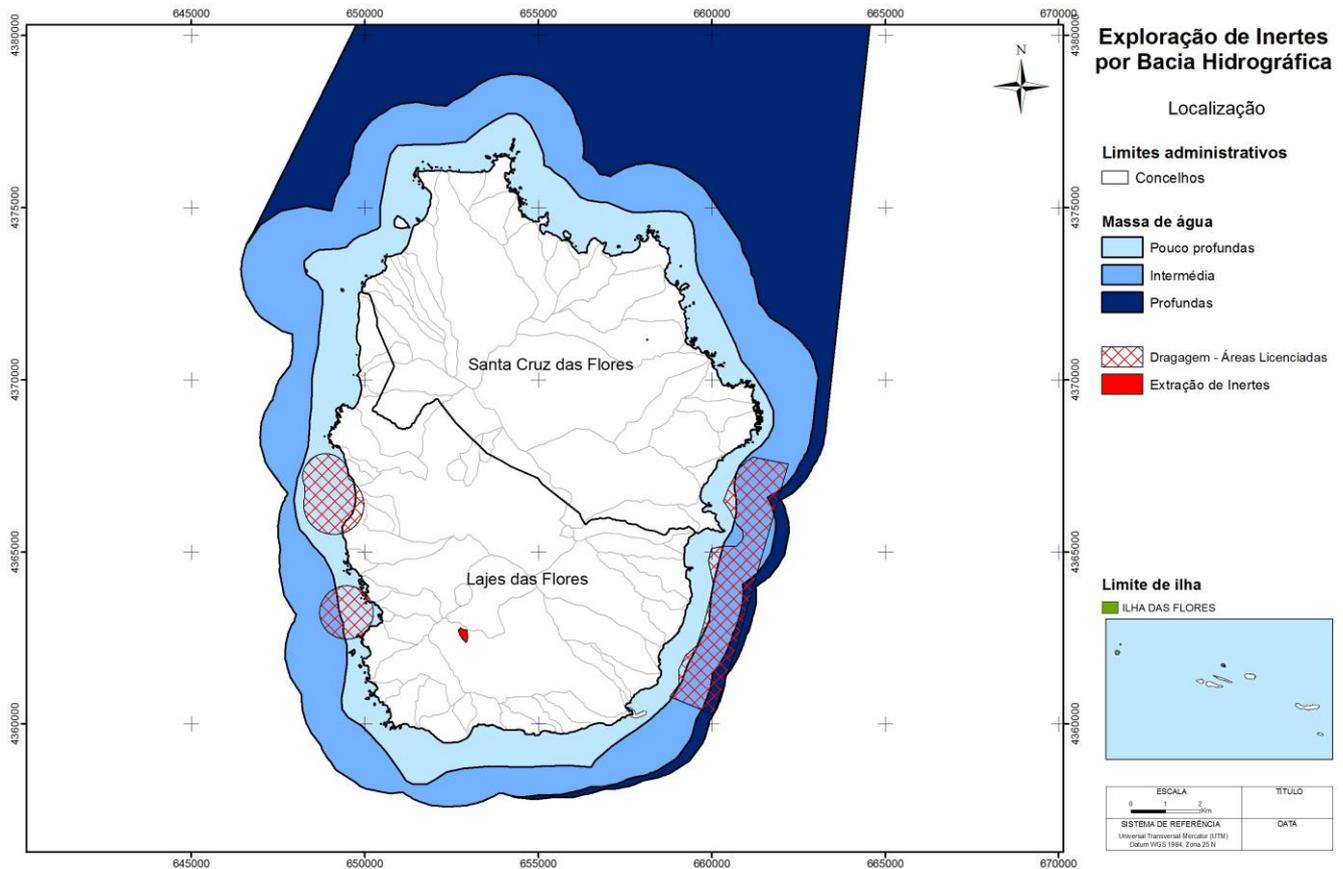


Figura 3.4.21 | Localização das explorações de inertes cadastradas e áreas de dragagem licenciadas.

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 das flores, existindo no ano 2009, 2 estabelecimentos hoteleiros. No que refere ao número de dormidas e hóspedes vindos do estrangeiro apresentaram uma tendência crescente nos últimos anos correspondendo a uma grande diversidade de países de origem.

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 entanto esta pressão não é considerada significativa na ilha das Flores.

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).

Constituem-se como origem das principais fontes de poluição por hidrocarbonetos (PRA, 2001):

- Acidentes marítimos tais como encalhes, afundamentos e abalroamentos de navios tanques petroleiros ou de outros navios que transportam cargas de hidrocarbonetos e combustível próprio;
- Todos os navios tanques petroleiros que despejem resíduos de combustível líquido e águas das cavernas poluídas por hidrocarbonetos;
- Todos os navios tanques petroleiros que despejem hidrocarbonetos derivados dos métodos de lavagem dos seus tanques e das operações de deslastragem;
- Todos os navios, que não sejam navios tanques petroleiros, que despejem o lastro e as lavagens dos tanques de combustível líquido;
- Todos os terminais que possam originar fugas de produtos durante as operações de carga/descarga e abastecimento de combustíveis aos navios e barcaças de todos os navios atracados num terminal ou amarrados a um terminal ao largo;

- Todas as operações de trasfega de hidrocarbonetos de um navio tanque petrolero para outro, tais como aliviamento ou descarga por intermédio de barçaças;
- Todas as fontes de origem terrestre tais como, óleos lubrificantes e outros hidrocarbonetos eliminados;
- Queda de hidrocarbonetos que se tenham evaporado para a atmosfera.

As substâncias perigosas movimentadas nos portos do Açores correspondem sobretudo a combustíveis líquidos, nomeadamente gasolina, gasóleo, jet-fuel e gás liquefeito. Estes chegam aos Açores, mais propriamente a S. Miguel uma vez por mês, vindo de Sines, em quantidades de cerca de 14 a 18 mil toneladas, e quatro vezes por ano chegam à Base dos EUA na ilha Terceira. Para as outras ilhas o transporte deste material inflamável é feito a partir da ilha de S. Miguel (PRA, 2001).

De acordo com o PRA, 2001, o desconhecimento por parte das autoridades marítimas acerca do volume e tipo de tráfego marítimo (e carga transportada) que atravessa a ZEE dos Açores, não fazendo escala nos portos da Região, não permite quantificar este mesmo tráfego nem determinar a probabilidade da ocorrência de um acidente com um petroleiro nas águas marinhas dos Açores.

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 3.4.38 apresentam-se as instalações de armazenagem de combustíveis, mais na ilha das Flores, e os volumes das substâncias armazenadas.

Quadro 3.4.38 | Instalações de armazenagem de combustíveis

Ilha	Empresa	Localização	Substâncias armazenadas	Volume por tanque (m ³)
Flores	Petrogal	Porto das Lages	Gasóleo	2x300
			Gasolina	4x50
			Slops	40

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 160m³ 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 Agropecuária;
- Outras pressões (escorrências de zonas urbanas, lixeiras a céu aberto, limpeza de fossas, operações associadas a atividades marítimas).

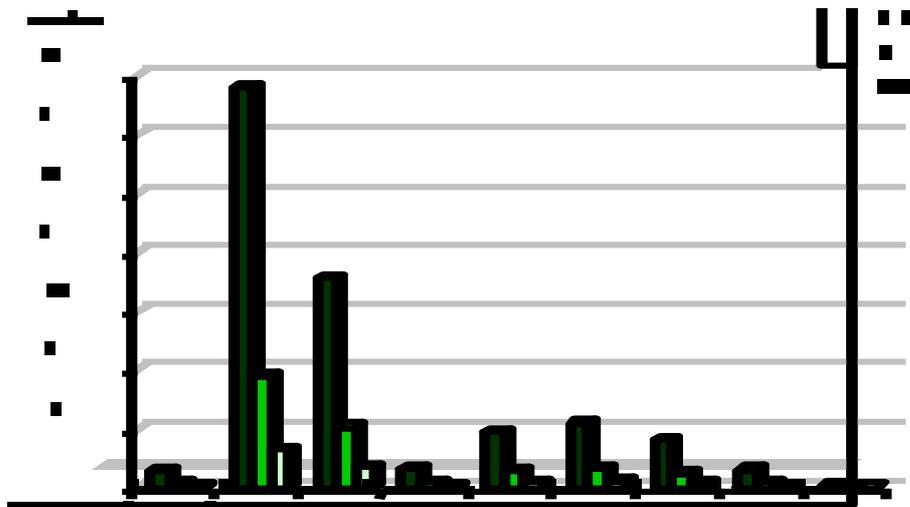
3.4.1.2.4.1 | Agricultura/Floresta e Agropecuária

A poluição difusa é caracterizada por ocorrer sobre áreas extensas, transportada por escoamento superficial ou dispersão aérea, entrando no meio recetor de forma difusa e intermitente. Pode ser considerada uma das principais causas de degradação ambiental na Região, constituindo a atividade agropecuária, a sua principal fonte (REOT, 2001).

Nos Açores, é bem visível o surgimento de uma auréola castanha no mar ao redor das ilhas, após uma grande chuvada, resultado da grande erosão a que os solos estão sujeitos. Paralelamente com os sedimentos, são arrastados fertilizantes, pesticidas e outras substâncias perigosas, que vão contribuir para a contaminação das águas costeiras e suas comunidades biológicas. Os sedimentos suspensos, particularmente areias finas e argilas, podem asfixiar os organismos marinhos, colmatando os seus órgãos respiratórios e de alimentação, e reduzem a luz disponível para a fotossíntese. Após assentamento, estes sedimentos podem cobrir as superfícies fotossintéticas, subterrizar os organismos bentónicos e tornar os substractos rochosos desadequados para a fixação de organismos (PRA, 2001).

A poluição difusa resultante, sobretudo, da atividade agropecuária, assume grande significado como fonte de contaminação dos recursos hídricos (águas interiores e costeiras). Por serem dispersas, irregulares e sem uma localização específica, as descargas não pontuais são de difícil controlo, especialmente numa Região onde o modelo económico assenta na bovinicultura.

Não estando ainda terminado o modelo de qualificação de pressões em desenvolvimento, conforme referido no ponto 3.4.1.2, os dados relativos à quantificação da contaminação difusa que atinge as zonas costeiras, e assumindo que as linhas de águas interiores (superficiais e subterrâneas) integram grande parte da contaminação difusa existente a montante das zonas costeiras, apresenta-se na Figura 3.4.22 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 3.4.22 | Cargas poluentes geradas pela atividade pecuária, por ilha na RAA.

O gráfico evidencia a fraca expressividade das cargas poluentes geradas pela atividade pecuária na ilha das Flores.

No que se refere às águas superficiais, o principal tipo de poluição detetado é de origem biológica. Este tipo de contaminação na ilha das Flores está normalmente associado à acumulação 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 leitões por parte dos animais e a bacias de linhas de água que são utilizadas como bebedouro ou local de ordenha. No Quadro 3.4.39, apresenta-se a quantificação de cargas de origem animal geradas na ilha das Flores.

Quadro 3.4.39 | Cargas de origem biológica na ilha das Flores

Agricultura + florestal (ton/ano)		Carga Pecuária (Ton/ano)				
Ntotal	Ptotal	CBO5	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
14,1	1,7	842,3	975,0	10 139,5	593,6	200,8
Agricultura + florestal (kg/dia km ²)		Carga Pecuária (kg/dia km ²)				
Ntotal	Ptotal	CBO ₅	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
0,3	0,03	16,4	18,9	197,0	11,5	3,9

A Figura 3.4.8 apresenta a espacialização das cargas de origem biológica associadas à pressão difusa para a ilha das Flores, relativas ao Azoto Total (agricultura, floresta, pecuária, doméstica, industrial).

Analisando a Figura 3.4.23, 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 km². Analisando em termos de carga de Ntotal média, verifica-se que a carga produzida é de cerca de 12,1kg N/dia km² e de cerca de 16,5kg N/dia km de linha de costa.

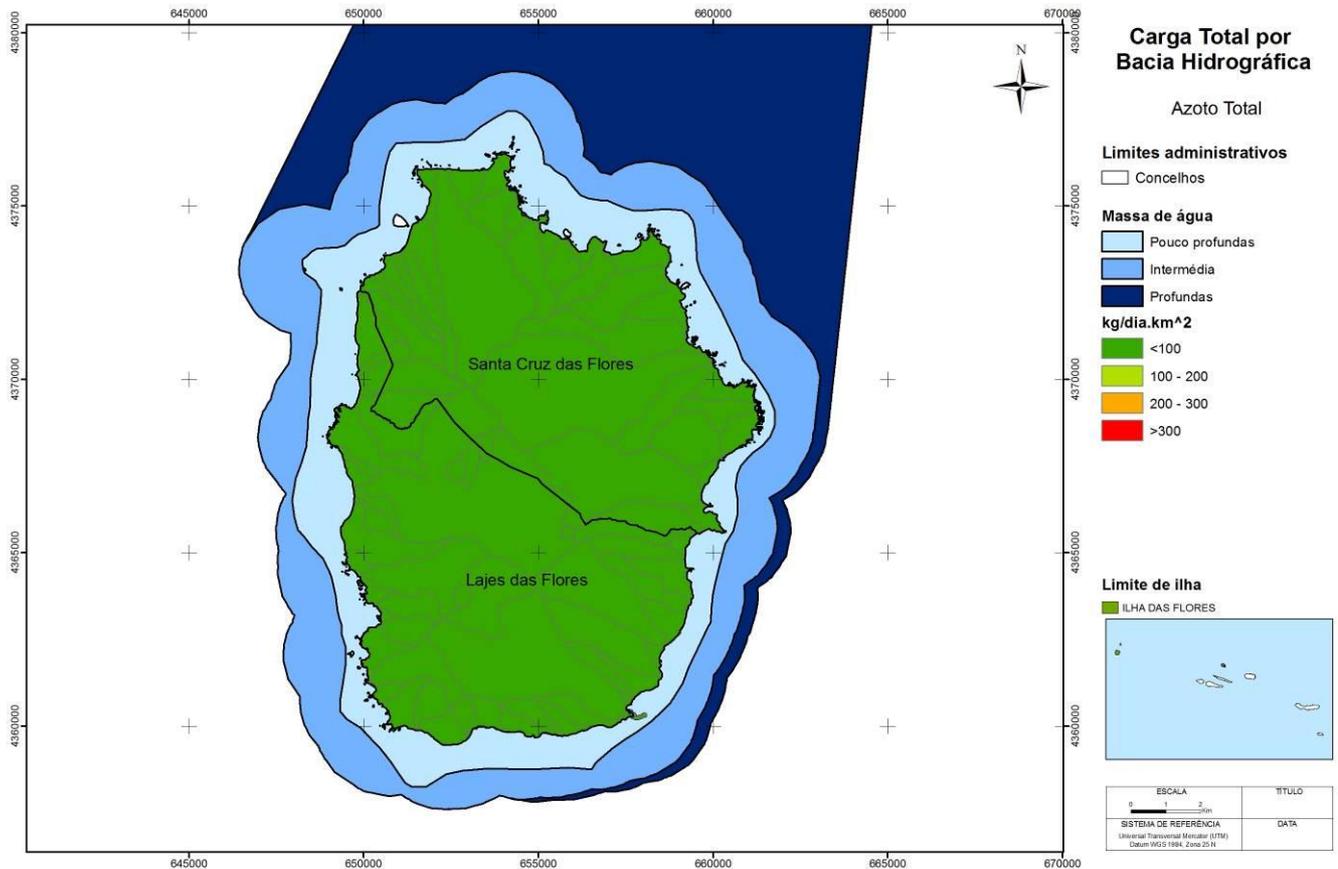


Figura 3.4.23 | Cargas de origem biológica para a ilha da Flores – Azoto total.

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 3,6kg N/dia km² e 4,9kg N/dia km.

No entanto, analisando a distribuição das cargas por bacia, verifica-se que apenas quatro bacias hidrográficas ultrapassam o limiar dos 25kg N/dia km², localizando-se três no concelho de Santa Cruz das Flores e uma no concelho das Lajes das Flores (Figura 3.4.24).

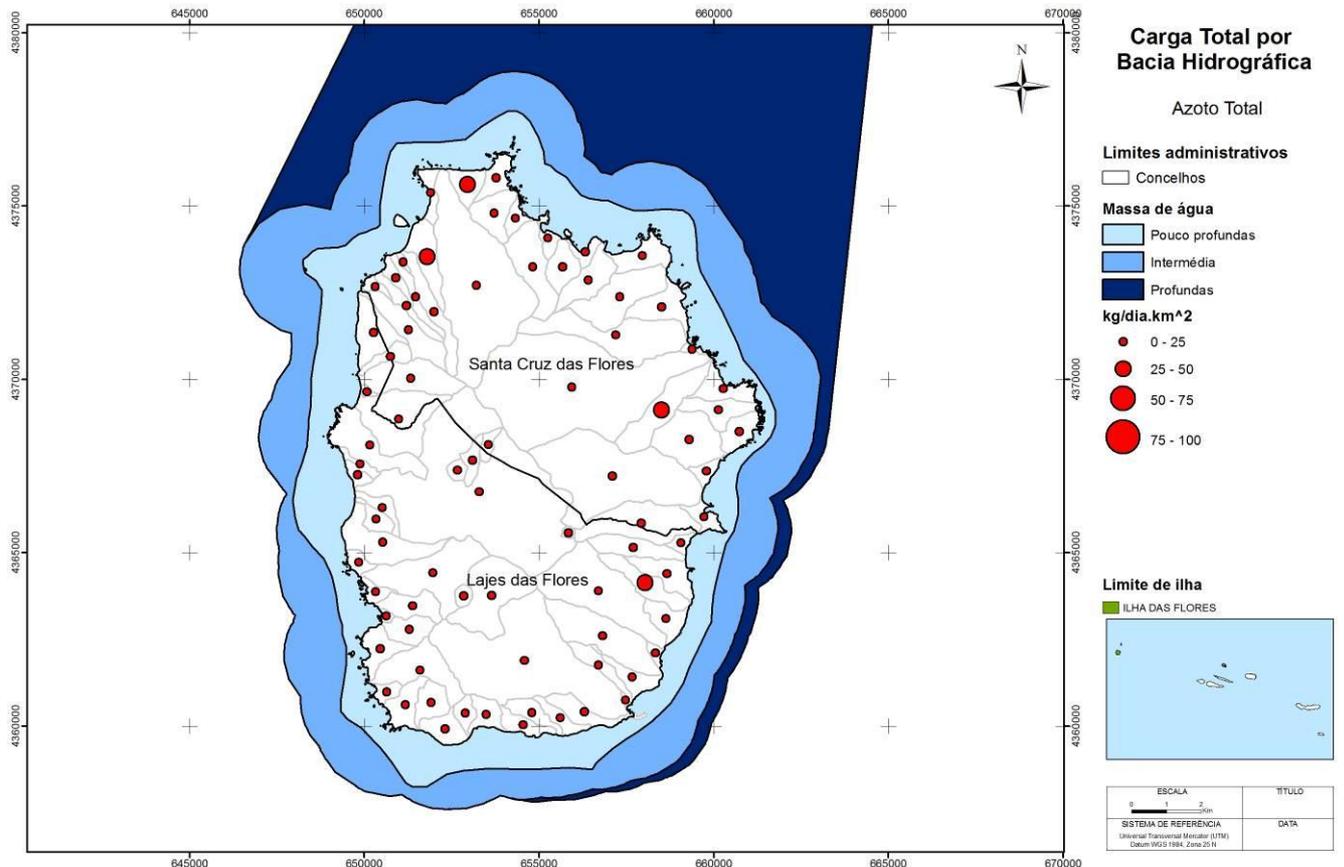


Figura 3.4.24 | Contribuição de cargas de origem biológica por bacia hidrográfica para a ilha do Faial – Azoto total.

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 a combustão dos lixos leva a um risco acrescido de poluição difusa para o meio marinho envolvente das ilhas, pois a elevada pluviosidade que caracteriza o clima local rapidamente transporta as substâncias e poeiras presentes nos fumos para a superfície do mar circundante. No entanto, alguns concelhos (Corvo; Calheta-São Jorge; Horta; Angra do Heroísmo e Praia da Vitória) já reverteram esta situação com a utilização de aterros sanitários;
- As 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 tanque 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, não contemplando assim a ilha das Flores.

Relativamente à extração de areias do fundo do mar na ilha das Flores, foi autorizada pela Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (DROTRH) a dragagem de areia na zona da Baía da Fajãzinha (entre a Ponta dos Bredos e Ponta da Coelhoira). Refira-se que esta extração assegura o abastecimento da ilha das Flores e da ilha do Corvo (POOC-Flores, 2008).

No Quadro 3.4.40 apresentam-se os volumes totais das licenças, atribuídas a empresas de dragagem da Região.

Quadro 3.4.40 | Volumes licenciados na RAA (m³/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: ¹Volume licenciado para a única empresa; ²Volume licenciado a um total de duas empresas; ³Volume 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 Costeiras

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 3.4.25 estão localizadas as obras de defesa costeira, maioritariamente na zona costeira Este, contribuindo para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal. Analisando a Figura 3.4.25, 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 de Santa Cruz das Flores e na região Portuária das Lajes das Flores.

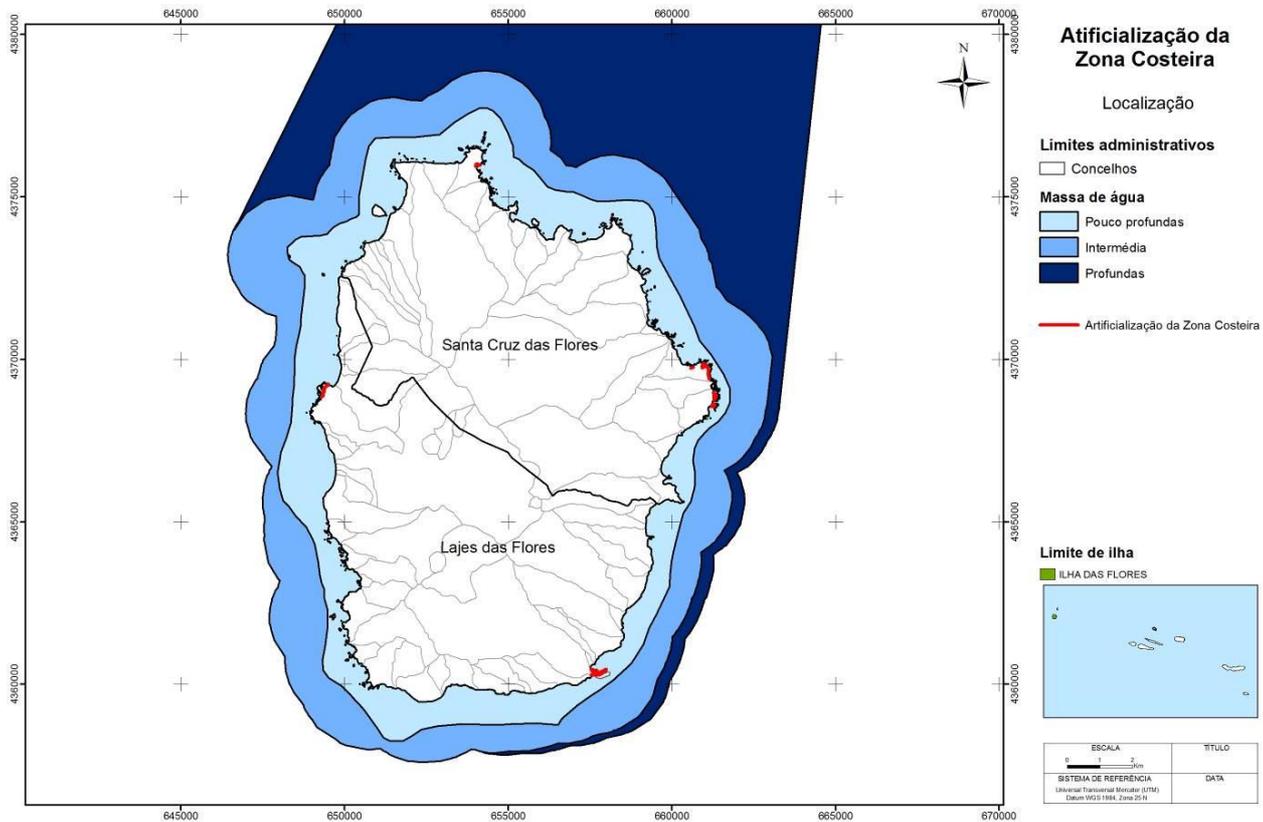


Figura 3.4.25 | Localização das obras de defesa costeira e portuária que contribuem para a artificialização da zona costeira.

A ilha das Flores apresenta estruturas de defesa costeira, tendo sido identificadas construções e infraestruturas em zonas vulneráveis, em situações de risco, que ficam dependentes de obras longitudinais aderentes, nomeadamente (POOC-Flores, 2008):

- Proteção da orla costeira de Santa Cruz das Flores;
- Proteção costeira da Vila das Lajes;
- Obra longitudinal aderente a Norte e Sul do Porto Velho – Santa Cruz das Flores;
- Obras na envolvente do porto das Poças (Santa Cruz), com cerca de 220 m de extensão, que inclui a área portuária.

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, 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 impactes nas águas costeiras.

Da análise da figura 3.4.26, verifica-se que as grandes obras portuárias se localizam na Lajes – Porto das lajes, onde está localizado um quebramar de grandes dimensões com cerca de 450 m comprimento, e Santa Cruz das Flores, com infraestruturas costeira com cerca de 150 m de comprimento.

De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio sobre os Portos da RAA, na ilha das Flores estão classificados: os portos das Lajes na classe B; Santa Cruz das Flores Classe C; Fajã Grande (Velho), Velho e Ponta Delgada na classe D e classificado como “portinho” as restantes infraestruturas.

No Quadro 3.4.41 encontram-se listados os portos (5) e portinhos (7) da ilha e a respetiva classificação dos portos.

Quadro 3.4.41 | Listagem de portos, portinhos e marinas da ilha das Flores

Portos		Portinhos	Marinas
Nome	Classe		
Fajã Grande (Velho)	D	Fajã Grande (Novo)	-
Lajes	B	Mosteiros	-
Santa Cruz das Flores	C	Lomba	-
Velho	D	Boqueirão	-
Ponta Delgada	D	Porto Canto de São Pedro	-
-	-	Ponta Ruiva	-

Fonte: POTRAA, 2007; POOC Flores, 2008

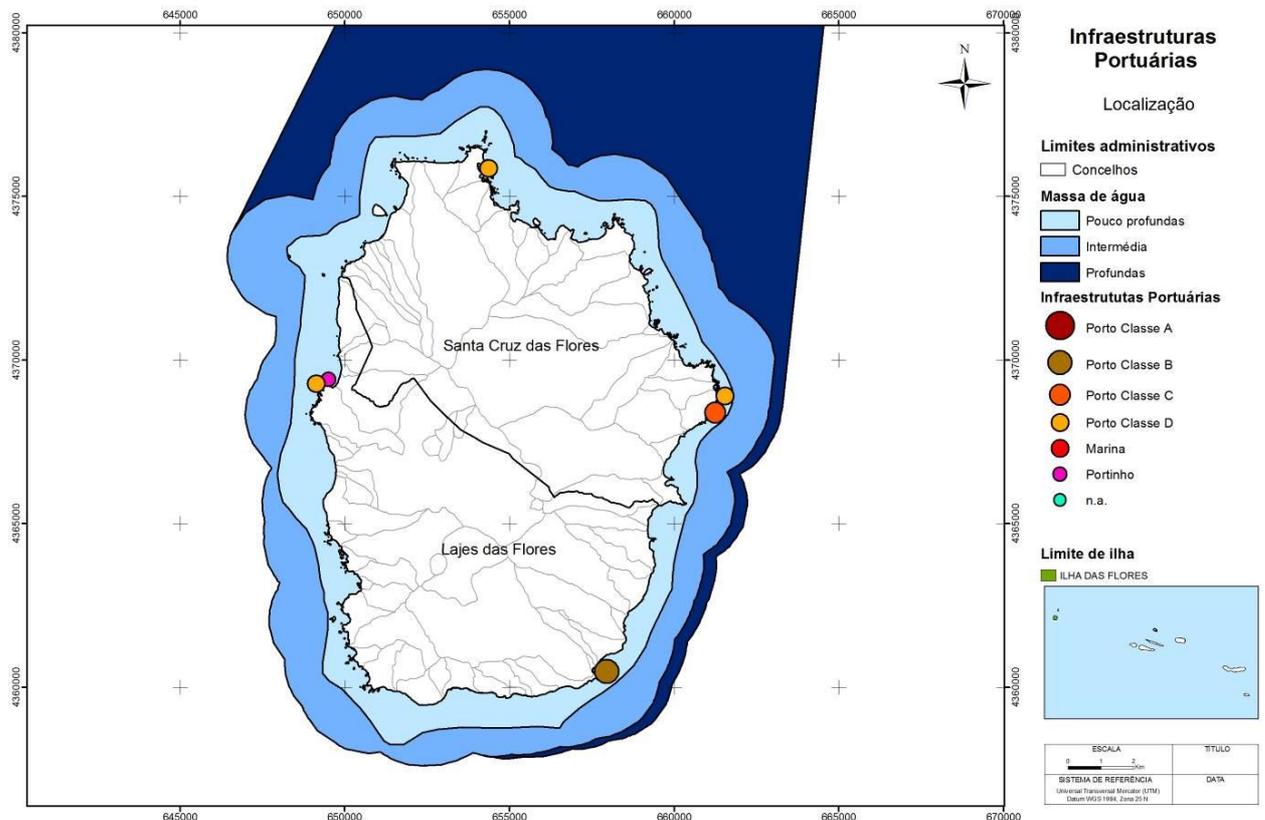


Figura 3.4.26 | Localização das infraestruturas portuárias.

Analisando a Figura 3.4.26, verifica-se que as infraestruturas portuárias com maior impacto estão associadas a núcleos urbanos, incrementando a pressão sobre as massas de água costeiras, sendo necessária uma atenção redobrada.

Segue-se ainda a identificação e breve descrição das estruturas portuárias e respetivos equipamentos existentes nas ilhas dos Açores, que também podem ser entendidas como zonas de costa artificializada e de pressão, conduzindo a eventuais alterações hidromorfológicas e hidrodinâmicas ao longo das zonas costeiras, com impactos nas águas costeiras e de transição.

O Porto das Lajes é a principal infraestrutura portuária da ilha. Encontrando-se atualmente em curso a “empreitada de reparação do molhe do porto das lajes”, devendo ser ponderada a valia socioeconómica e o potencial de impacto na ZB, a praia existente no “saco” do porto.

O Porto de Santa Cruz (Porto das Poças) é o ponto de partida de embarcações para observação de baleias e de viagens para o Corvo. Tem uma interessante inserção paisagística e envolvente patrimonial, estando em construção uma obra longitudinal aderente, com cerca de 220m de extensão, prolongando-se até ao porto.

O Porto Velho, em Santa Cruz das Flores insere-se em zona com afloramentos rochosos que funcionam como proteção natural. Proporciona atividades balneares.

O Porto da Fajã Grande (velho) usufrui de proteção natural com afloramentos rochosos. O porto de Ponta Delgada encontra-se encaixado numa pequena baía virada a sul, rodeada por arribas de pequena altura.

Na Fajã Grande (novo) o portinho, funciona como uma zona exclusivamente banhar não vigiada. Os acessos viários às infraestruturas estão cortados com quatro grandes blocos de enrocamento.

O portinho do Boqueirão encontra-se numa zona afunilada entre um promontório rochoso e a marginal, associada a uma antiga indústria baleeira. Funciona como ZB.

O portinho do Canto de S. Pedro tem acesso pelo topo norte da pista do aeroporto. Localiza-se numa pequena enseada com eixo orientado no sentido da ilha do Corvo.

Quanto aos portinhos da Ponta Ruiva e Lomba verificou-se que não existem ou não foram identificados infraestruturas dignas de registo nem acesso. O portinho dos Mosteiros encontra-se desativado e sem acesso (POOC Flores, 2008).

3.4.1.2.6 | Pressão biológica

A forte ocupação do litoral tem conduzido à redução das áreas de nidificação das aves migratórias. De entre as aves que utilizam o Arquipélago refiram-se o garajau comum, *Sterna hirundo*, o garajau rosado, *Sterna dougalli*, e a cagarra, *Calonectris diomedea borealis*, das quais o garajau rosado encontra-se ameaçado de extinção e as populações de cagarra parecem estar em regressão.

Além disso verifica-se em muitos aglomerados urbanos litorais o despejo de detritos na costa. A estes, que são de natureza vária, há ainda a acrescentar o lixo que é acidentalmente arrastado para a costa pelo mar. Podemos classificar estes detritos de acordo com a sua origem: os relacionados com atividades de recreio e o turismo, os de origem doméstica e os provenientes da atividade piscatória e da navegação.

Pescas

A RAA possui uma importante parcela da ZEE portuguesa, a maior da UE. Devido à natureza oceânica das ilhas, o número de bancos de pesca é reduzido e as plataformas que constituem uma possível zona de pesca são bastante irregulares. As capturas de peixes pélagicos (sobretudo tunídeos: bonito e patudo, mas também pequenos pelágicos: chicharro) e de peixes demersais (várias espécies, sendo o goraz a mais importante em termos económicos) constituem as duas pescarias principais dos Açores. Nos últimos anos, em termos de biomassa desembarcada, os demersais tornaram-se no principal recurso, sobretudo por decréscimo das capturas dos tunídeos (REOTA, 2003).

De facto, a biomassa de pescado desembarcado nos Açores tem vindo a diminuir, em grande parte devido às grandes oscilações nas capturas interanuais de tunídeos, devidas a razões ambientais ou ao depuramento destes recursos internacionais (OSPAR, 2000 - Convenção Internacional para a Proteção do Ambiente Marinho do Atlântico NE). A exploração dos recursos demersais parece ter atingido ou ultrapassado os valores máximos de esforços recomendados (Silva *et al.*, 1995; Menezes *et al.*, 1999; Pinho *et al.*, 1999).

De referir que cerca de 99% da pesca descarregada na ilha das Flores corresponde a peixes marinhos, dos quais se destacam os recursos pélagicos (tunídeos e chicharro) e os recursos de peixes demersais (diversas espécies de peixes, salientando-se pela importância económica o goraz, cherne e pargo). O total de moluscos e os crustáceos desembarques em lota (em 2010) correspondem à percentagem restante para perfazer os 100% (SREA, 2011) (Quadro 3.4.42).

Quadro 3.4.42 | Quantidade de pesca na ilha das Flores

Anos								
2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Quantidade Pesca (Kg)								
Demersal								
6 889	53 730	61 845	113 182	69 414	73 248	84 983	78 107	42 859
Pelágica								
890	6 755	2 268	262	5 245	17 470	23 847	13 631	92 560
Molusco								
-	171	152	103	230	1 005	339	534	210
Crustáceo								
-	-	-	-	-	6	-	-	4
Outras espécies								
-	-	-	-	-	-	-	167	148

De acordo com o PRA, 2001, o crescimento populacional e do turismo, e a exportação para outros mercados, intensificou a procura de especialidades locais, como o cavaco, *Scyllarides latus*, a lagosta, *Palinurus elephas*, as cracas, *Megabalanus azoricum*, as amêijoas, *Ruditapes decussatus*, as lapas, *Patella sp.*, o polvo, *Octopus vulgaris*, e o mero, *Epinephelus guaza* (Costa *et al.*, 1993).

Um exemplo de sobre-exploração é a apanha de lapas. A intensa exploração das lapas para consumo próprio e fins comerciais terá levado ao seu quase desaparecimento nalgumas ilhas. A proibição da apanha destes moluscos foi

então decretada nos grupos Oriental e Central (Santos *et al.*, 1994). Com esta interdição, as populações de lapas têm vindo a recuperar o seu efetivo. Em 1993 foi levantada a interdição embora hajam ainda algumas restrições à sua recolha. O valor comercial destas espécies chegou a ser muito elevado, tendo ocupado o sexto valor económico nas espécies transacionadas nas lotas do arquipélago (Monteiro, 1991). Diversos estudos têm demonstrado que, quer a densidade quer o tamanho máximo destas lapas, têm decrescido nos últimos 20 anos (Martins *et al.*, 1987).

Este facto tem sido atribuído essencialmente à sua exploração, embora possam também estar envolvidos outros fatores. Na ausência de predação exercida pelas lapas, por exemplo, as algas tendem a multiplicar-se, limitando a área de possível fixação das larvas daquele molusco e alterando toda a paisagem e composição do ecossistema.

Segundo Santos *et al.* (1994), 19 espécies de peixes 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 semi- fechadas, do que em grandes áreas marinhas abertas.

A sequência de alterações que caracterizam os sucessivos estados da eutrofização no mar, é a seguinte: a) aumento da produção primária, por aumento rápido e excessivo de fitoplâncton; b) alteração na composição das espécies vegetais; c) florescências ("blooms") muito densas, por vezes tóxicas; d) diminuição de oxigénio devido à decomposição das algas que pode levar a condições de anóxia; e) efeitos adversos em peixes e invertebrados; f) impacto na amenidade; g) alteração na estrutura das comunidades bentónicas. Nem todas estas características são observadas em todos os casos e a sequência no seu todo nem sempre é óbvia.

A eutrofização pode alterar o valor recreativo das águas marinhas e prejudicar a prática de diversas atividades tais como, a pesca ou os banhos, daí resultando não só impactos sociais negativos com percas em termos económicos.

De referir, de acordo com a bibliografia consultada ao nível de florescências algais, a problemática da *Caulerpa webbiana*, mais localizada nas ilhas do Faial e Pico e a inexistência de casos de eutrofização nas águas marinhas do Arquipélago dos Açores. Porém, a monitorização das águas em relação a estes aspetos é ainda escassa.

Existe pouca informação disponível sobre o fitoplâncton das águas marinhas da região, sabendo-se, no entanto, existirem espécies de fitoplâncton responsáveis por florescências algais noutras regiões do globo.

As fontes mais comuns de nutrientes no meio marinho, são os efluentes domésticos, as escorrências agrícolas provenientes de práticas de agropecuárias intensivas e efluentes industriais das unidades de processamento alimentar.

A elevada exposição das costas das diversas ilhas do Arquipélago, consequência da sua posição oceânica e grande distância entre elas, bem como a natureza oligotrófica das suas massas de água apresentam-se como vantagens à dispersão de nutrientes e poluentes, o que por si só diminui o risco de eutrofização. Porém em zonas protegidas, como

é o caso de baías, portos e marinas, o risco de eutrofização e ocorrência de blooms algais potencialmente tóxicos, torna-se maior.

Nos Açores é possível identificar algumas zonas de risco, nomeadamente as Lagoas de Santo Cristo e Cubres, na ilha de São Jorge e a Baía das Lajes do Pico, na ilha do Pico.

3.4.1.2.7 | Avaliação das pressões nas águas costeiras e de transição

De acordo com os documentos consultados (IMPRESS, 2002 e Borja, *et al.*, 2004), onde é efetuada uma revisão de ferramentas para a determinação de pressões em meios marítimos, verifica-se que não existe praticamente nenhum método para a avaliação de pressões para estas massas de água.

Deste modo, partindo do catálogo de pressões, foram identificadas e caracterizadas as pressões existentes para a ilha das Flores, 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 3.4.43);

Quadro 3.4.43 | Determinação do nível de pressão pela carga de nutrientes, em águas costeiras e de transição, produzido pelas descargas de nutrientes. 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.

Fonte: Modificado de Borja *et al.* (2005)

- 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 3.4.44 e Quadro 3.4.48);

Quadro 3.4.44 | Número máximo de amostras que poderão não ser conformes (DL 152/97 de 19 de julho, Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A)

Série de amostras colhidas durante um ano	Número máximo de amostras que poderão não ser conformes
4-7	1
8-16	2
17-28	3
29-40	4
41-53	5
54-67	6
68-81	7
82-95	8
96-110	9
111-125	10
126-140	11
141-155	12
156-171	13
172-187	14
188-203	15
204-219	16
220-235	17
236-251	18
252-268	19
269-284	20
285-300	21
301-317	22
318-334	23
335-350	24
351-365	25

- Sedimentos poluídos – relaciona-se com a superfície de sedimentos contaminados, de acordo com a portaria n.º 1450/2007, de 12 de novembro (Quadro 3.4.45), 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 3.4.46).

Quadro 3.4.45 | 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
		Metals			
Arsénio	<20	20-50	50-100	100-500	>500
Cádmio	<1	1-3	3-5	5-10	>100

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Metais					
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	>1000
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 de habitats e introdução de poluentes nos ecossistemas (Quadro 3.4.67). 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 3.4.67);
- 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 3.4.46);
- Pressões biológicas – avaliação do volume de pescas, bem como a introdução de espécies exóticas (Quadro 3.4.46);

Quadro 3.4.46 | Determinação do nível de pressão global gerado pelas pressões mais relevantes em águas costeiras e de transição

Nível de pressão			Ausente	Baixo	Moderado	Elevado
Poluição	Água (%)		<5	6-15	16-30	>30
	Sedimentos (%)	Transição	<10	11-25	26-50	>50
		Costeira	<5	6-10	11-25	>25
Regime hidrológico	Dragagem de sedimentos ($10^4 m^3/ano$)	Portos	<1	1-10	11-20	>20
		Outros	<0.1	0.1-1	2-10	>10
Alteração morfológicas	Defesa Costeira (%)	Transição	<10	11-30	30-60	>60
		Costeira	<5	6-10	11-30	>30
	Divisão da Massa de Água (%)	Transição	<10	11-25	26-50	>50
	Profundidade média (m)	Transição	>3	3-1,5	1,5-0,75	<0,75

Nível de pressão		Ausente	Baixo	Moderado	Elevado	
	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 3.4.47). O levantamento e a quantificação foram elaborados com base em documentos bibliográficos, dados/informação geográfica e ortofotomapas.

Quadro 3.4.47 | 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	2	Marinas		Obras de defesa aderente	nº empresas
Com tratamento	3	Portos de pesca	3	Esporões	Mudanças na biodiversidade
Fontes difusas		Comerciais	2	Quebra-mares (>400 m)	Introdução de espécies
Descargas Industriais		Portinhos	1	Quebra-mares (<400 m)	Introdução de doenças
Combustíveis	1	Estruturas de defesa		Outros	Recreio
Indústria transformadora (nº de empresas)	16	Obras de defesa aderente	4		Áreas balneares
Construção		Esporões			
Fontes difusas		Quebra-mares (>400 m)	1		
Agricultura e Floresta		Quebra-mares (<400 m)	1		
Fontes difusas	75	Dragagens			
Pecuária		Sedimentos 10 ⁴ m ³ /ano	0,5		
Fontes difusas (nº de bacias)	76				

Pressão			
Poluição	Alterações morfológicas	Alteração do regime hidrológico	Biologia e Usos
Indústria Extrativa			
Sedimentos			
Bagacina			
Materiais basálticos	2		
Outros materiais			
Lixiviados de Aterros Sanitários	1		
Transportes Marítimos			
Embarcações comerciais (nº de entradas anuais)	69		

Deste levantamento foram apuradas/estimadas cerca de 289 pressões relevantes exercidas sobre as águas costeiras da ilha das Flores. A distribuição de pressões foi realizada tendo em consideração a área e o perímetro da ilha das Flores, com o objetivo de quantificar, em termos médios, as pressões exercidas sobre as massas de água costeiras que circundam a ilha em análise.

No entanto, deve ter-se em consideração que existem fundamentalmente duas áreas que, em termos de valores máximos, assumem uma particular relevância. Estas áreas localizam-se nas Lages, Porto das Lages, e no núcleo urbano de Santa Cruz das Flores, em particular nas pressões associadas a carga orgânica domésticas, hidromorfológicas e portuária comercial. 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 destaca-se, em particular, a pecuária, que é responsável por cerca de 95% da carga orgânica produzida.

No Quadro 3.4.48 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 3.4.48 | 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		Flores
Forças Motrizes	População (n/km ²)	29
	Industria (km ²) (n)	0,1
		16
	Portos	6

Forças motrizes principais		Flores	
	Pescas (t/ano)		135
	Agricultura	(km ²)	7,9
		(n)	607
	Pecuária (Pastagem)	(km ²)	47,3
		(n)	1047
	Total (n)		289
Pressões	(n/km ²)		2
	(n/km)		2,8

Das pressões enumeradas, foi identificado um conjunto de pressões relevantes, apresentadas e quantificadas no Quadro 3.4.49.

Quadro 3.4.49 | Quantificação das pressões relevantes para a ilha das Flores

Pressões Relevantes			Flores
Nutrientes	Carga total média (km ²)	Kg N/dia.km ²	12,1
	Carga total média (km)	Kg N/dia.km	16,5
Poluição	Água (%)*		0
	Sedimentos (%)		n.a.
Dragagem de sedimentos (10 ⁴ m ³ /ano)		Portos	n.a.
		Outros	0,5
Defesa Costeira (%)			1
Artificialização da linha de costa (%)			3
Ancoradouros (n)		Portos	40
		Outros	n.a.
Espécies Exóticas (n)			n.a.

*De acordo com o relatório de monitorização “Caracterização das massas de água costeiras da ilha das Flores.”

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.km²), resultante da soma da carga de todas as bacias hidrográficas, e uma segunda considerando essa mesma carga distribuída pelo perímetro da ilha das Flores, assumindo uma distribuição uniforme da carga para toda a ilha. Analisando a primeira aproximação, de acordo com a Quadro 3.4.64, 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 3.4.64, 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 3.4.64, 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, 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 das Flores a atividade industrial 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 4860m³ 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 consideradas todas as obras de defesa que apresentem a função de proteger zonas urbanas (obras de defesa aderente e esporões) ou portuárias (quebra-mares). Decorrente da análise efetuada, com base na fotografia aérea, concluiu-se que apenas 1% da linha de costa da ilha das Flores apresentava obras de defesa costeira, tendo sido a pressão classificada como Ausente. Destas, destacam-se fundamentalmente a o quebra-mares do Porto comercial das Lages e as obras na envolvente do porto das Poças (Santa Cruz), com cerca de 220 m de extensão.

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 apenas 3% da linha de costa se apresenta artificializada, o que conduziu à classificação de pressão Ausente.

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 40 embarcações. Contudo este valor é apenas indicativo, devendo ser considerado com reserva. Deste modo, e de acordo com Quadro 3.4.10, esta pressão é classificada como Ausente. Apesar de terem sido considerados outros locais de ancoragem/amarração, no caso da ilha das Flores, a sua expressão não possui qualquer significado.

Por último, e quanto às espécies exóticas, não existem dados nem conhecimento sobre a existência de espécies exóticas marinhas nesta região, tendo sido classificada com Ausente. Contudo, com a intensificação tráfego marítimo, em particular através das embarcações de recreio, poderá ocorrer a introdução de novas espécies, devendo ser efetuada uma monitorização efetiva.

3.4.1.2.7.2 | Identificação das pressões significativas

De acordo com a DQA, “as pressões significativas devem ser identificadas”, seja qualquer pressão ou combinação de pressões que possam contribuir para que as massas de água não alcancem o Bom estado ecológico.

Assim, e de acordo com Borja *et al.*, 2004 e 2005, já referido anteriormente, os quatro níveis estabelecidos corresponderão a níveis de significância de pressão de acordo com a seguinte descrição:

- Pressão elevada (significativa), quando existe uma elevada probabilidade de produzir um impacto ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão moderada (significativa), quando existe alguma probabilidade de produzir um impacto ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão baixa (não significativa), quando existe uma elevada probabilidade de não ser produzido um impacto ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão ausente (não significativa), quando não é produzido impacto sobre a massa de água.

No sentido de estabelecer a significância da pressão, recorrendo aos intervalos propostos nos Quadro 3.4.43 e Quadro 3.4.46 classificou-se cada uma das 9 pressões relevantes (Quadro 3.4.50).

Quadro 3.4.50 | 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 ⁴ m ³ /ano) - Portos	A
Dragagem de sedimentos (10 ⁴ m ³ /ano) - Outros	B
Defesa Costeira (%)	A
Artificialização da linha de costa (%)	A
Ancoradouros (n) - Portos	A
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 das Flores é classificada como Ausente (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 0-1, 0.18 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 impactes ambientais detetados, obtidos com base no estado ecológico de cada massa de água, Quadro 3.4.51, é possível avaliar o risco de as massas de água não atingirem o Bom estado ecológico.

Quadro 3.4.51 | 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. Não aparente, provável e verificado são níveis equivalentes de impactos pela aproximação pressão-impacto

Pressão		Estado da Massa de Água (ecológico e químico)					
		Excelente	Bom	Moderado	Pobre	Mau	Sem dados
		Impacto					
		Não aparente		Provável	Verificado		
Elevada	Significativa	Risco Baixo		Risco Moderado	Risco Elevado		Risco Moderado
Moderada		Ausência de Risco			Risco Elevado		Risco Baixo
Baixa	Não significativa						
Ausente							

Fonte: modificado de Borja et al. (2005)

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 das Flores apresenta uma classificação de **Não Significativo**, conclui-se que as estas massas de água apresentam **Ausência de Risco** em não alcançar os objetivos estabelecidos pela DQA.

3.4.2 | Águas subterrâneas

3.4.2.1 | Poluição tóxica

No presente capítulo procede-se à análise das pressões sobre as massas de água subterrâneas associadas à poluição tóxica. A caracterização dos impactes decorrentes das fontes de poluição tóxica decorre do disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, nomeadamente da alínea b, parte II do anexo I, e para suporte à elaboração desta tarefa no âmbito dos planos de gestão de região hidrográfica, a UE preparou, inclusivamente, um guia técnico específico (CEC, 2003).

3.4.2.1.1 | Caracterização das cargas poluentes tóxicas

Integram-se nesta categoria as descargas de águas residuais urbanas, que eventualmente poderão provocar impactes sobre a qualidade das águas subterrâneas como sugerido por Cruz *et al.* (2010a), e as cargas relacionadas com as

indústrias de laticínios e de transformação de carnes. Com base na informação existente, e de acordo com os princípios metodológicos reportados no ponto 3.4.1 do presente relatório, foram estimadas as cargas poluentes, expressas de acordo com os parâmetros CBO₅ (carência bioquímica de oxigénio), CQO (carência química de oxigénio), N (azoto total), P (fósforo total) e SST (sólidos suspensos totais). A seleção destes parâmetros para a estimativa das cargas poluentes tóxicas derivou dos próprios dados de base disponíveis, e os cálculos foram efetuados por bacia hidrográfica. Face à qualidade dos dados de base existentes, e atendendo à unidade espacial para a qual foram realizados os cálculos, optou-se por não agregar a informação final por massa de água subterrânea, na medida que a realização desta operação podia incrementar o erro associado à estimativa inicial.

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

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

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

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

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

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

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

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



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



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

Nas Figuras 3.4.27 e 3.4.28 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 Superior 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 50,7T/ano (média=7,3T/ano), enquanto relativamente ao fósforo total as cargas variam entre 0 e 17,1T/ano (média=2,5T/ano).

Considerando a tipologia dos focos de poluição é possível observar que as cargas poluentes tópicas (domésticas e industriais) são relativamente pouco significativas comparativamente às cargas difusas, em especial as de origem na pecuária. Neste último caso, pode constatar-se que a carga poluente resultante da atividade pecuária é particularmente relevante na zona central da ilha, a maior altitude (Figuras 3.4.29 e 3.4.30). A discriminação dos valores de cargas totais de N e P por bacia hidrográfica evidencia bem o predomínio das cargas difusas, em particular as associadas à agropecuária, de acordo com o exposto (Quadro 3.4.52).

Quadro 3.4.52 | 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	2,30	0,18	0	0,71	0,06
	Indústria	0	0,55	0,01	0	0,11	0
Difusa	Pecuária	0	50,65	7,33	0	17,12	2,48
	Agricultura e Floresta	0	0,97	0,17	0	0,21	0,02

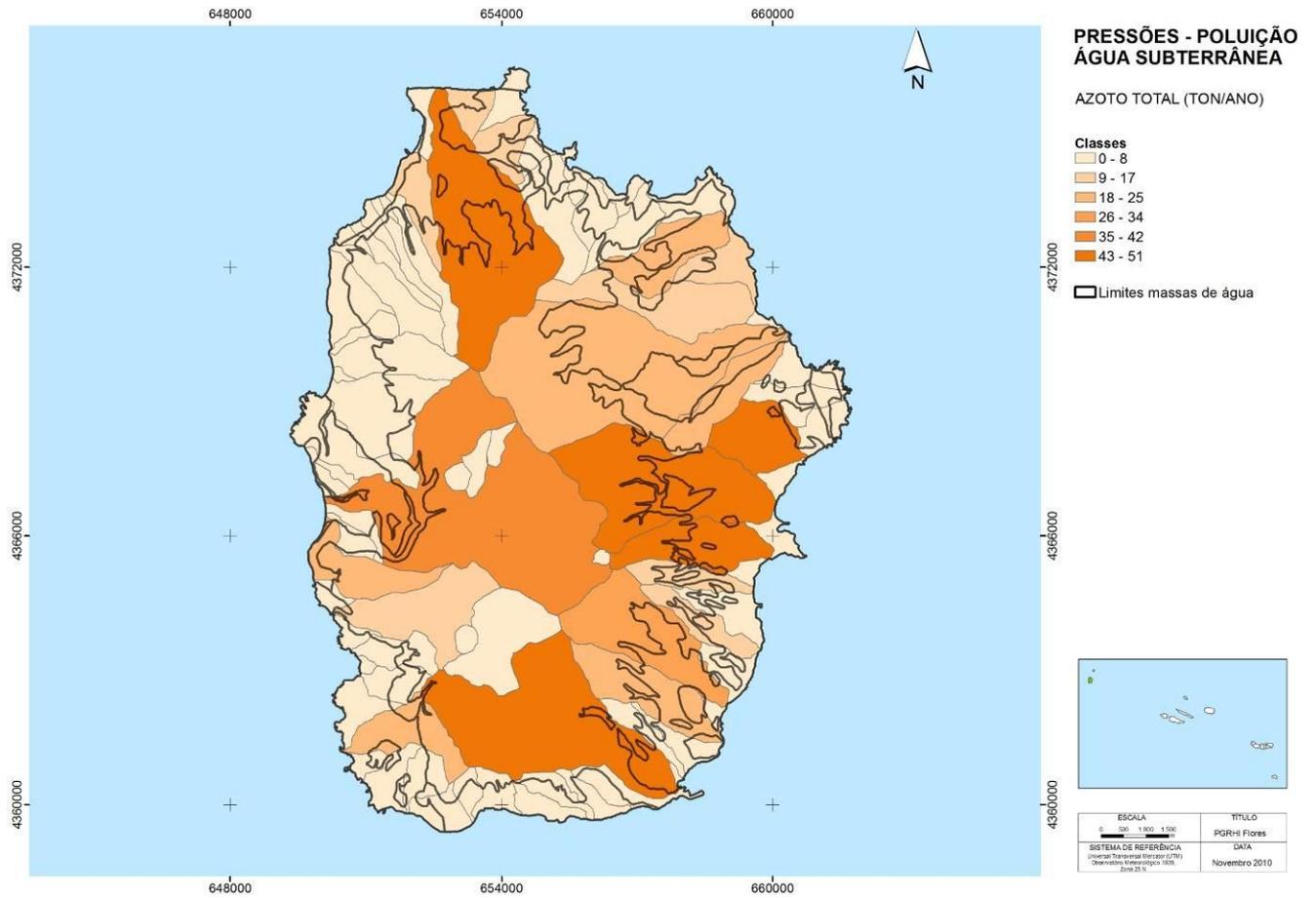


Figura 3.4.27 | Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha das Flores.

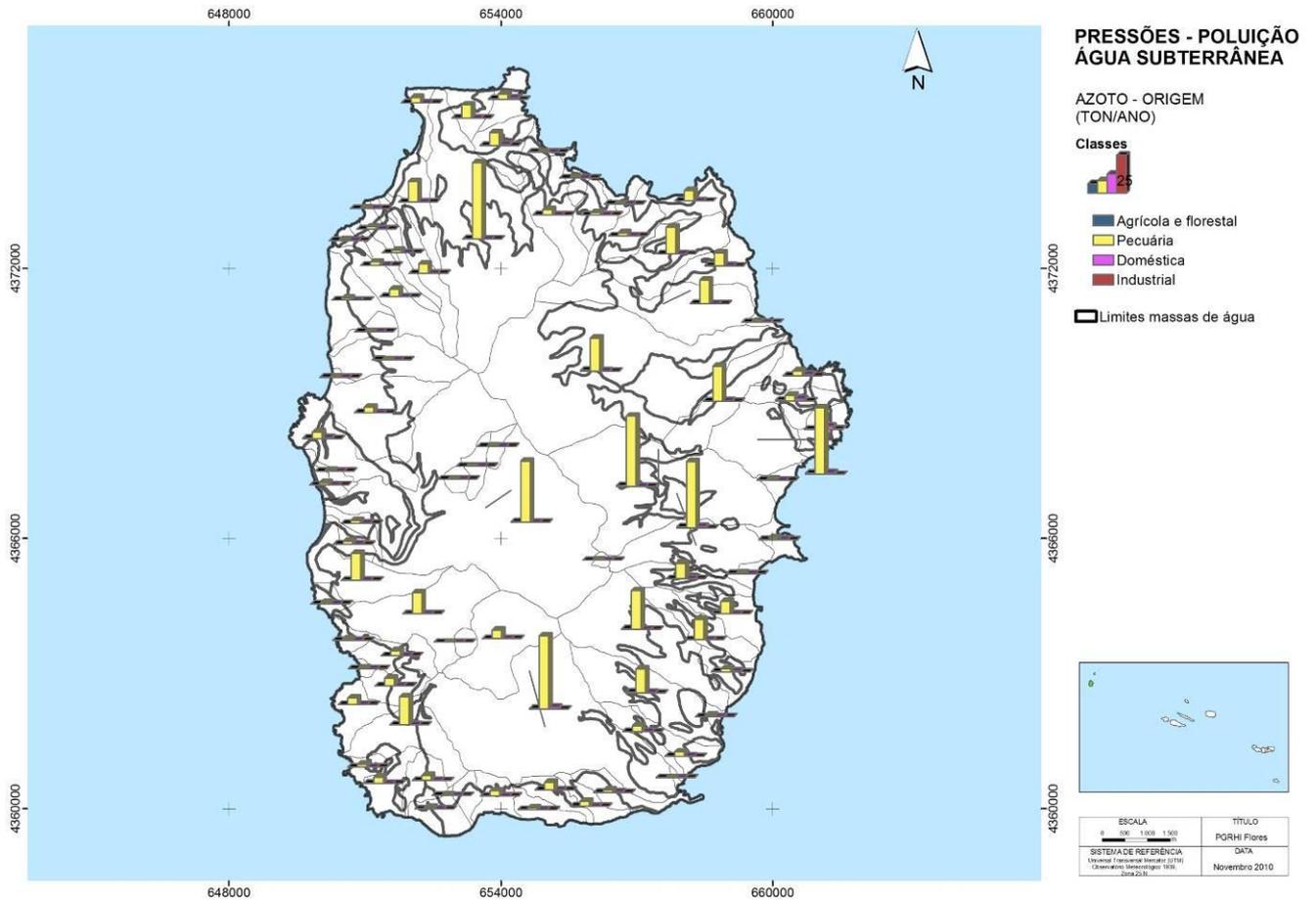


Figura 3.4.29 | Distribuição da carga poluente de azoto de acordo com a origem.

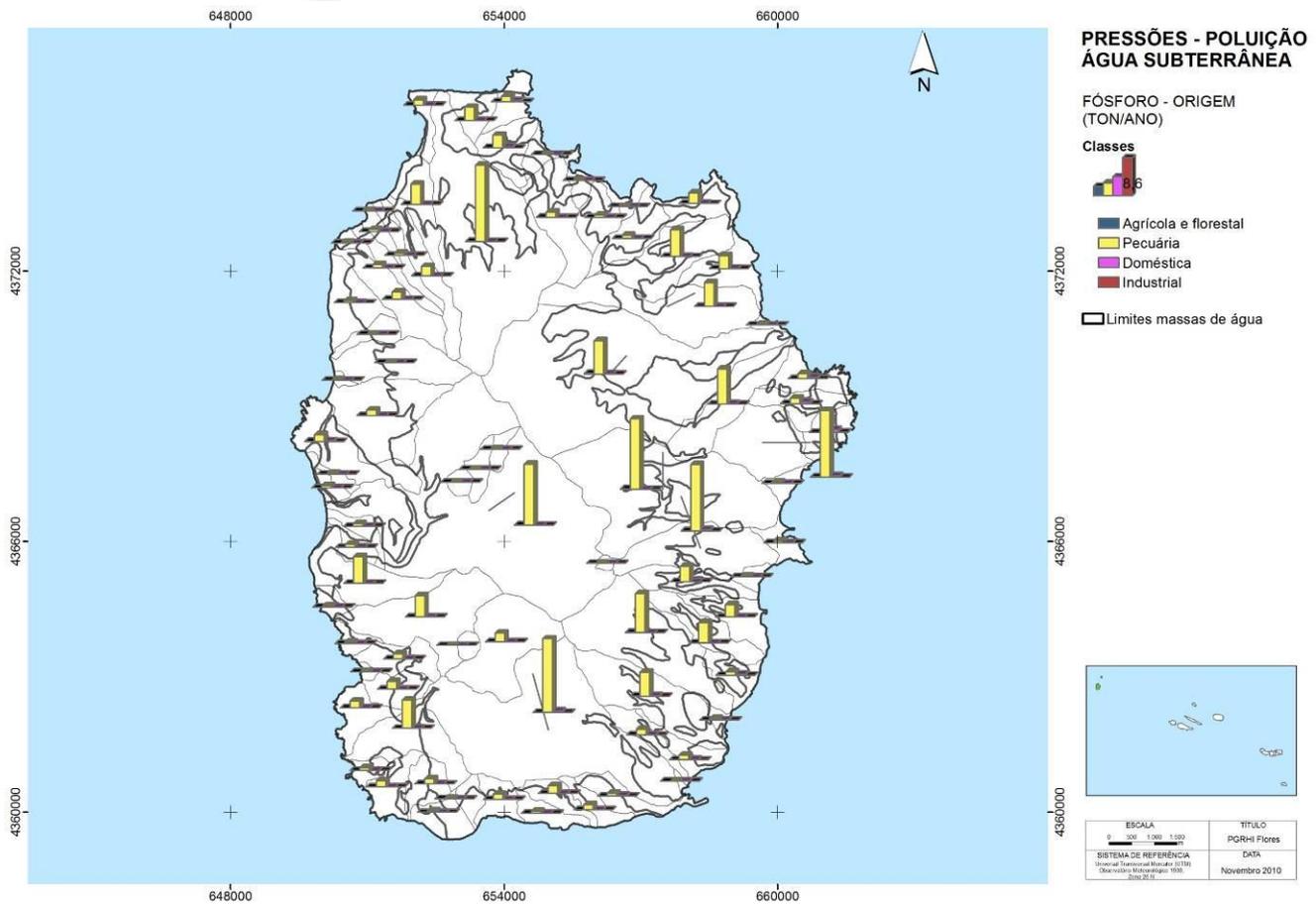


Figura 3.4.30 | Distribuição da carga poluente de fósforo de acordo com a origem.

Os resultados analíticos decorrentes da rede de monitorização de vigilância do estado químico, caracterizada no âmbito do ponto 4.1.2 do presente relatório, mostram que não ocorrem impactes significativos resultantes da poluição por composto azotados associados a fontes tóxicas, o que está de acordo com a análise providenciada por Cruz *et al.* (2010a). Contudo, outros trabalhos demonstram que nalgumas ilhas dos Açores podem ocorrer pontualmente valores elevados de concentração de nitratos nas águas subterrâneas, pelo que esta questão não deverá ser ignorada no âmbito do Plano de Gestão de Região Hidrográfica.

Alem dos nutrientes, e associados aos focos de poluição tóxica, podem ocorrer ainda cargas poluentes relativas a metais pesados e metaloides, compostos orgânicos naturais ou sintéticos e micro-organismos. Se a poluição microbiológica poderá estar relacionada com as descargas de águas residuais urbanas, e pode implicar um impacto significativo sobre as massas de água subterrâneas Cruz *et al.* (2010), os outros grupos de substâncias poluentes não são detetados na rede de monitorização, nem se conhecem estudos que demonstrem a ocorrência de impactes significativos.

Como potenciais focos de poluição tóxica por compostos orgânicos e metais pesados e metaloides devem, ainda, considerar-se os locais de destino final de resíduos sólidos urbanos. Na ilha das Flores estão inventariados pelas autoridades ambientais dois vazadouros não controlados, explorados pelas duas autarquias (SRAM, 2007). De acordo

com a avaliação efetuada no âmbito do Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores o risco ambiental associado a estas infraestruturas pode ser considerado como Elevado.

3.4.2.1.2 | Avaliação de potenciais impactes associados à poluição tóxica

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

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

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

O método DRASTIC permite obter uma informação relativa, resultante da ponderação de sete valores, entre 1 e 5, associados a outros tantos parâmetros cuja descrição pode ser consultada na referência original (Quadro 3.4.53). 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 3.4.53 | 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	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50

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

A cartografia final põe em evidência que a maior parte da superfície da ilha corresponde à classe de baixa a moderada vulnerabilidade à poluição. Esta classe distribui-se por toda a ilha das Flores, com exceção, essencialmente, de alguns setores na área costeira N e SW, onde domina a classe de baixa vulnerabilidade, e algumas áreas disseminadas na zona interior central onde a vulnerabilidade põe ser designada como moderada (Figura 3.4.31).

Considerando a área aflorante das massas de água subterrâneas constata-se que na área dominada pela massa Inferior predomina a classe de baixa vulnerabilidade. A classe de baixa a média vulnerabilidade corresponde à maioria da área aflorante das massas Intermédio e Superior, embora nesta última ocorram as áreas de vulnerabilidade moderada referidas anteriormente.

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

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

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

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

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

Em resultado da aplicação da metodologia referida, apresentam-se os mapas de risco referentes à poluição tóxica doméstica e industrial respetivamente nas Figura 3.4.32 e 3.4.33. O cartograma relativo à poluição tóxica doméstica mostra que as zonas de risco, classificado como muito reduzido a elevado, apresentam uma muito diminuta representatividade espacial, em função da distribuição dos centros de maior densidade populacional.

No que concerne à poluição tóxica derivada da atividade industrial, apenas na massa de água Superior foram identificadas duas zonas de risco, classificado em ambos os casos como muito reduzido.

Na Figura 3.4.34 apresenta-se a localização dos vazadouros não controlados da ilha das Flores, que se localizam em áreas consideradas como de baixa a moderada vulnerabilidade à poluição. Sem informação que permita estimar as eventuais emissões com foco nesta infraestrutura, salienta-se, contudo, que face a esta inserção, e ao risco ambiental das infraestruturas, poderão ocorrer eventuais impactes se não forem implementados os melhores procedimentos de reabilitação ambiental dos espaços.

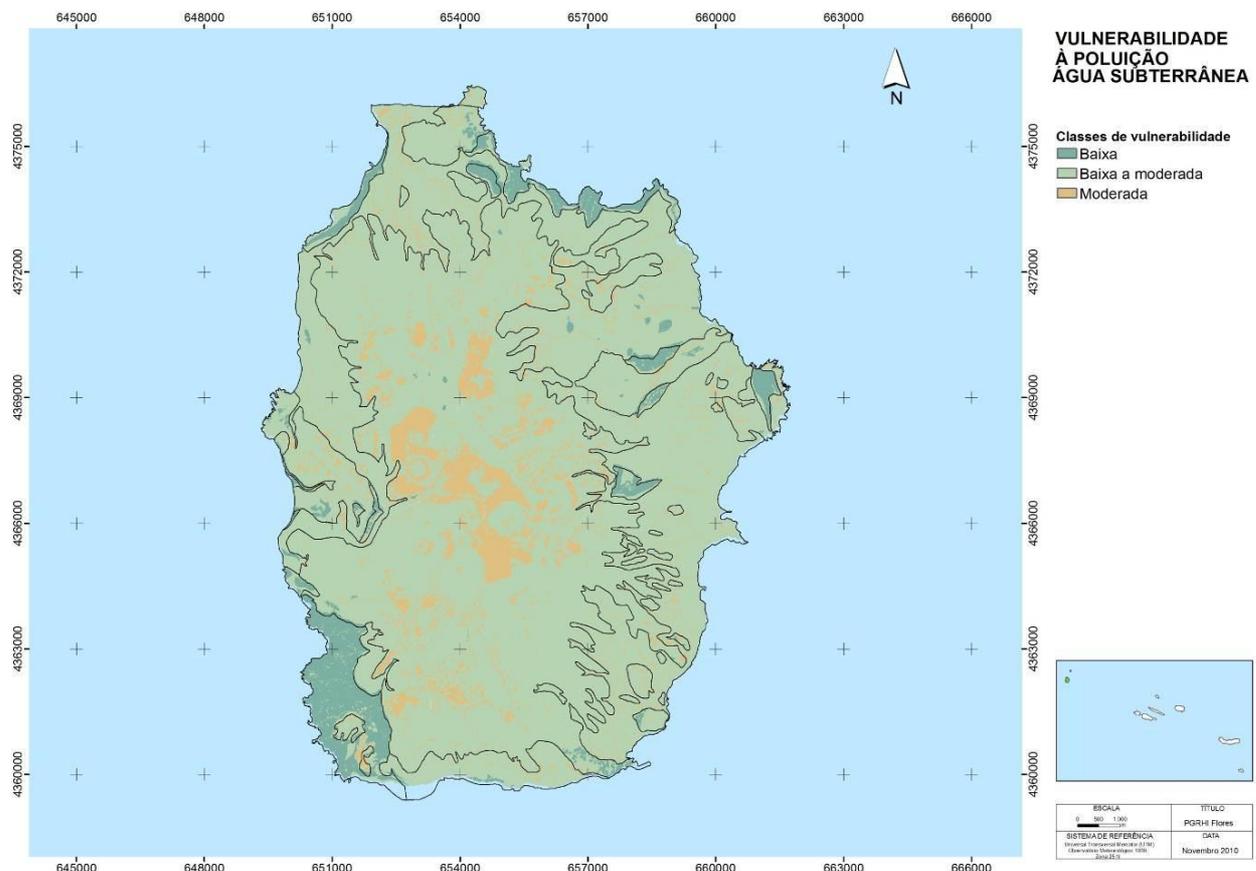


Figura 3.4.31 | Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.

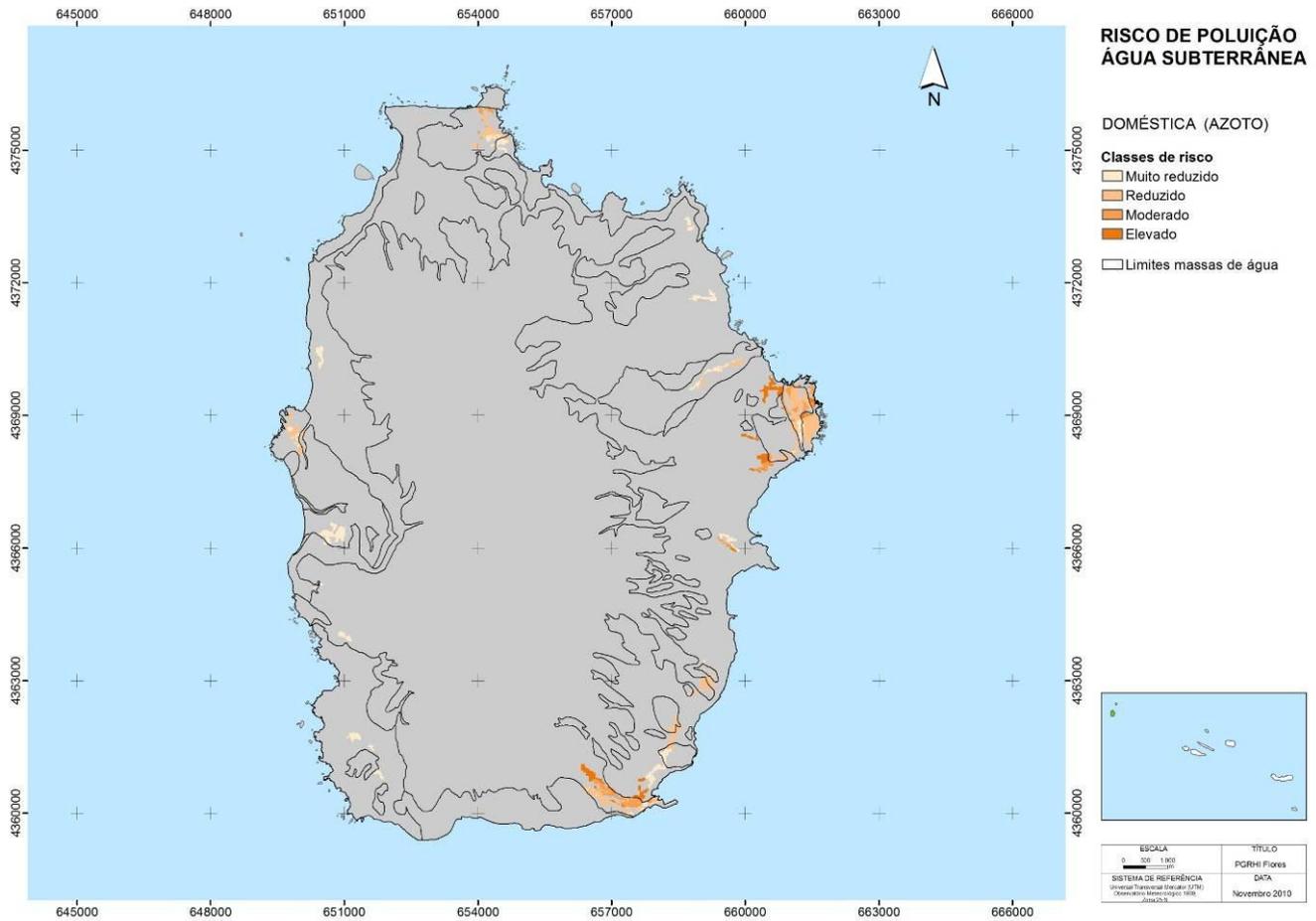


Figura 3.4.32 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica doméstica.

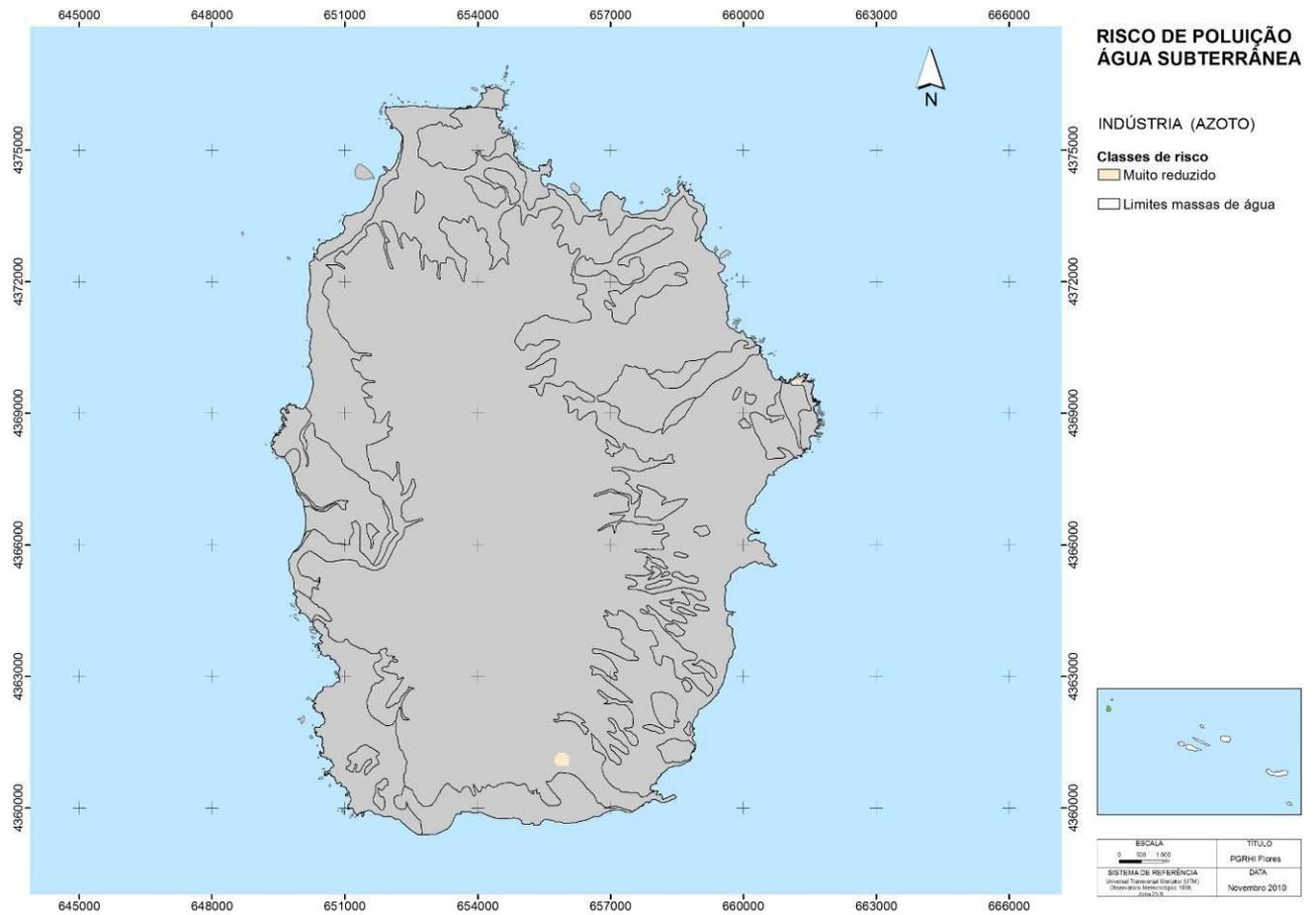


Figura 3.4.33 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica industrial.

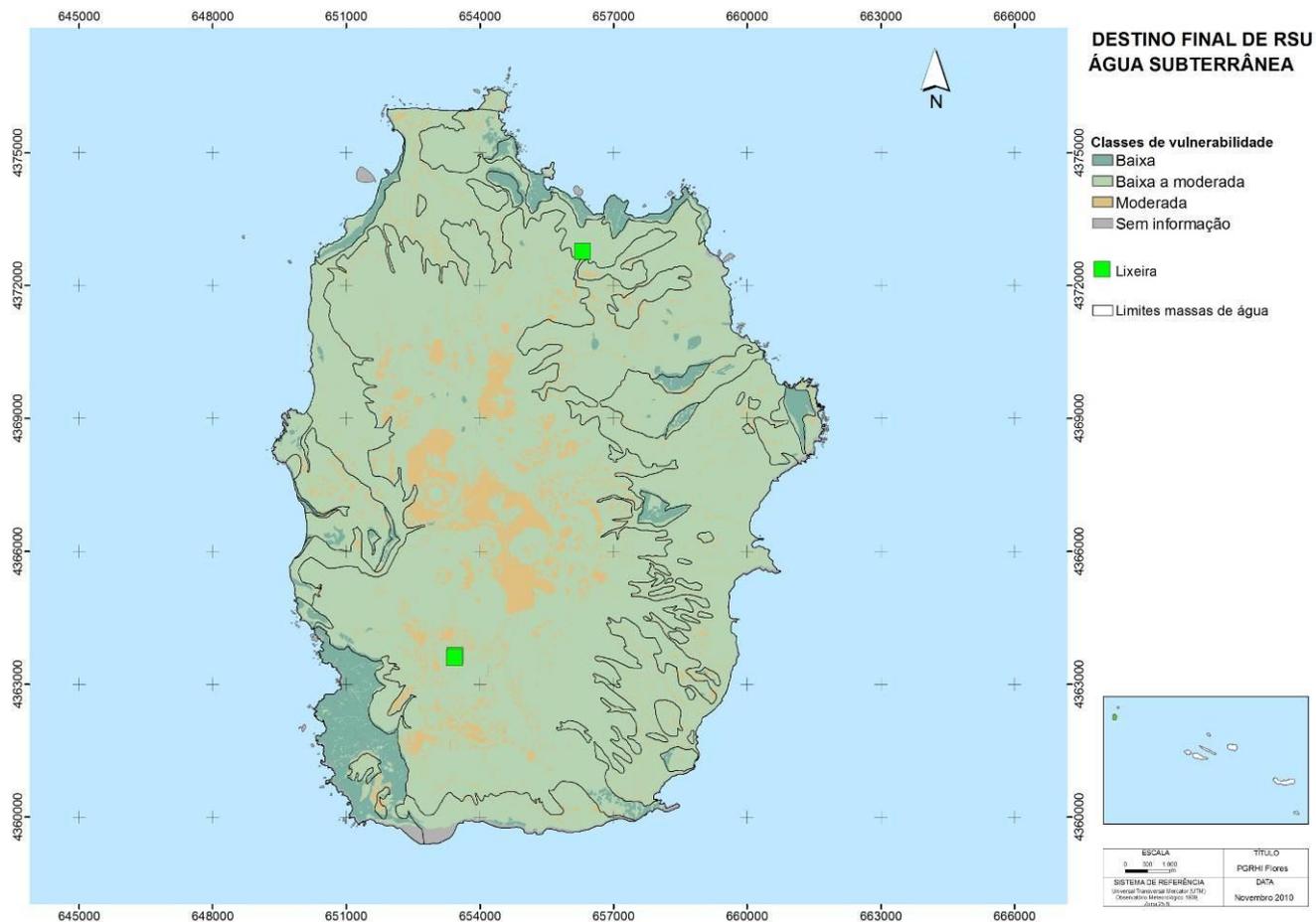


Figura 3.4.34 | Localização dos locais de destino final de RSU em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrânea.

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 (carência bioquímica de oxigénio), CQO (carência química de oxigénio), N (azoto total), P (fósforo total) e SST (sólidos suspensos totais). A seleção destes parâmetros para a estimativa das cargas poluentes tóxicas derivou dos próprios dados de base disponíveis, e os cálculos foram estimados inicialmente por bacia hidrográfica e, posteriormente, agregados por massa de água subterrânea.

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

Nas Figuras 3.4.29 a 3.4.30 apresentadas no ponto 3.4.2 verificou-se que as cargas poluentes mais significativas na zona central da ilha são difusas, com origem na agricultura, florestas e pecuária, em especial considerando esta última atividade como referência. Com efeito, como elencado no Quadro 3.4.60 (ponto 3.4.2), a discriminação dos valores de cargas totais de N e P por bacia hidrográfica, evidencia bem o predomínio das cargas difusas nesta zona.

Os resultados analíticos decorrentes da rede de monitorização de vigilância do estado químico, caracterizada no âmbito do ponto 4.1.2 do presente relatório, mostram que não ocorrem impactes significativos resultantes da poluição por composto azotados associados a fontes difusas, o que está de acordo com a análise providenciada por Cruz *et al.* (2010a). Contudo, outros trabalhos demonstram que nalgumas ilhas dos Açores podem ocorrer pontualmente valores elevados de concentração de nitratos nas águas subterrâneas, pelo que esta questão não deverá ser ignorada no âmbito do Plano de Gestão de Região Hidrográfica.

3.4.2.2.2 | Avaliação de potenciais impactes associados à poluição difusa

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

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

Em resultado da aplicação da metodologia referida, apresentam-se os mapas de risco referentes à poluição difusa respetivamente nas Figura 3.4.35 e 3.4.36.

O cartograma relativo à poluição difusa associada à pecuária mostra que na massa de água Inferior, em áreas em que existe um risco associado a esta atividade, este pode ser classificado como muito reduzido. Relativamente à zona em que aflora a massa de água Intermédio constata-se que o risco varia de muito reduzido a moderado, em particular na extremidade N e na zona oriental da ilha. Na massa de água Superior o risco associado à atividade pecuária é, nalgumas zonas, classificado como moderado a elevado, em particular na metade S da ilha.

Por outro lado, relativamente à atividade agrícola e florestal, o risco pode ser classificado como muito reduzido a elevado nas massas de água Superior e Intermédio. Na massa de água Inferior o risco associado à agricultura e floresta é muito reduzido. Em qualquer dos casos, o risco associado à agricultura e florestas concentra-se nas zonas da periferia da ilha das Flores, a menores altitudes.

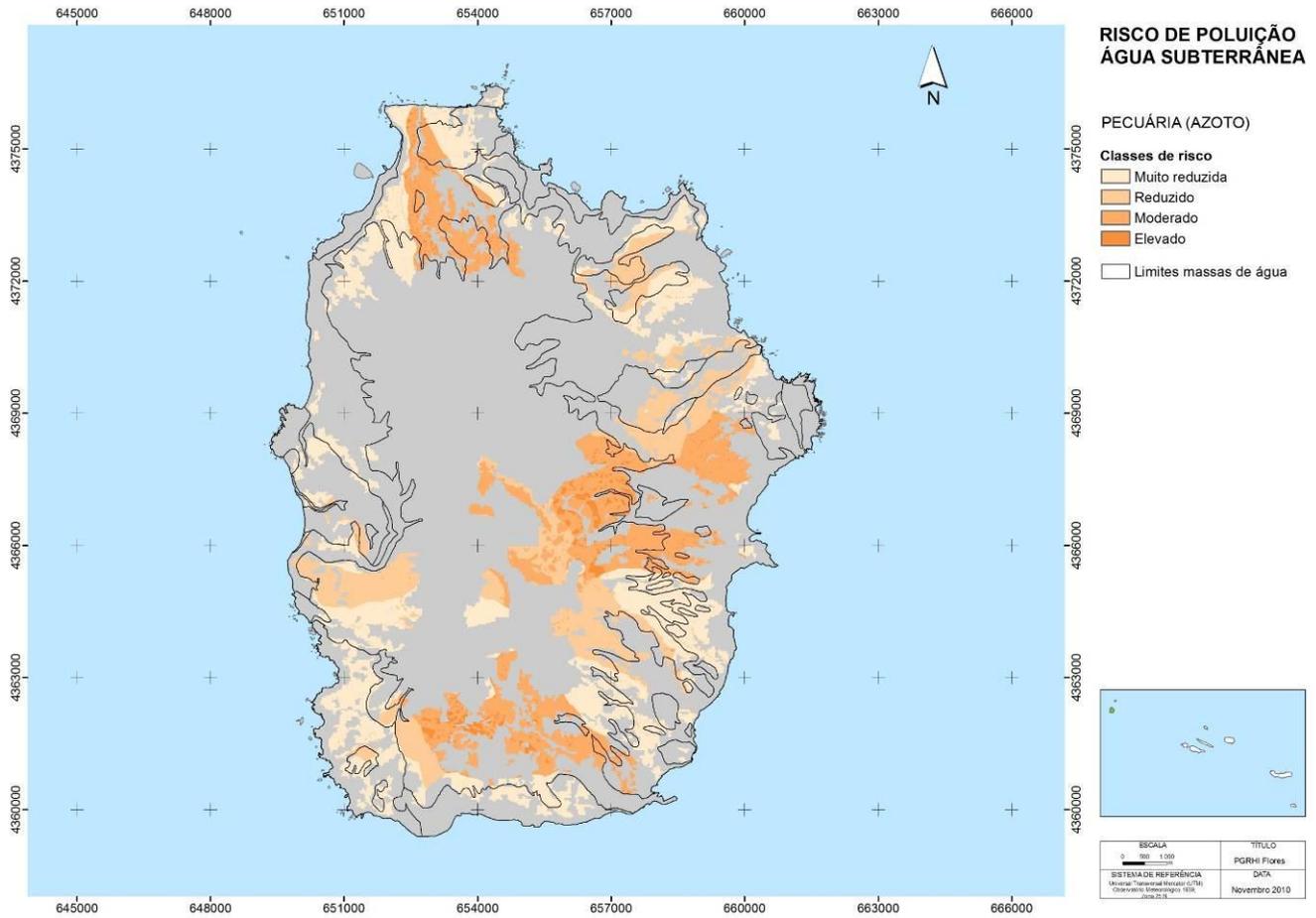


Figura 3.4.35 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada à atividade pecuária.

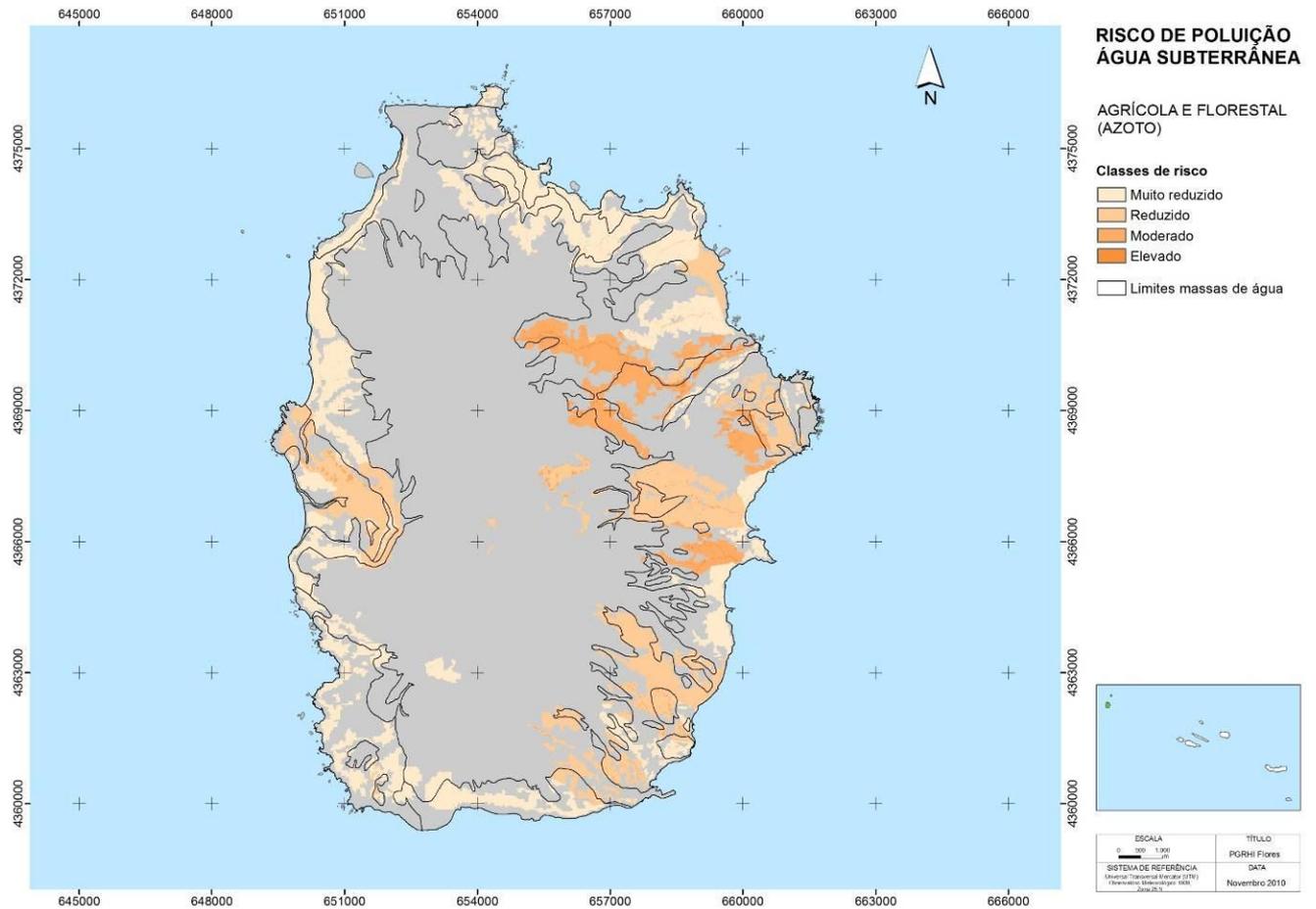


Figura 3.4.36 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa associada às atividades agrícola e florestal.

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 água subterrânea a extração efetuada é superior à recomendada, dando origem à depleção de aquíferos, com a descida dos níveis, o que pode implicar por exemplo custos de bombeamento mais elevados, à degradação da qualidade da água e, inclusivamente, à existência de impactes sobre a qualidade ecológica de massas de água de superfície associadas ou de zonas húmidas, em virtude da destruição dos habitats e da redução da biodiversidade.

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

A ocorrência de fenómenos de intrusão salina, e a análise dos seus efeitos, tem sido alvo de vários estudos técnicos (Cruz & Silva, 2000; Cruz *et al.* 2010b, 2010c).

No caso vertente da ilha das Flores, não estão referidos quaisquer efeitos decorrentes de fenómenos de intrusão salina, para mais quando nesta ilha não existem furos de captação. Este facto é compatível com a ausência de qualquer impacte sobre o estado químico das massas de água subterrâneas. Em resultado, não são caracterizadas pressões deste tipo.

3.4.2.4 | Captações de água

De acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, no caso em que a caracterização preliminar das massas de água subterrâneas, elaborada de acordo com o respetivo anexo I, determine uma situação de risco de incumprimento dos objetivos ambientais, devem ser inventariadas as localizações dos pontos de captação de água destinada ao consumo humano ou outro, onde a extração média exceda 10 m³/dia. Em alternativa, no caso das captações de água destinadas ao consumo humano, pode ser adotado um limiar de 50 pessoas abastecidas para que se proceda à inventariação. Em ambos os casos, e independentemente do critério 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 das Flores, expressa no relatório de caracterização preliminar da RH9 (DROTRH, 2006), no presente trabalho procedeu-se ao inventário supramencionado não obstante o seu carácter não compulsivo.

A inventariação das captações que forneçam mais de 10 m³ 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 das Flores, selecionaram-se aqueles que efetivamente eram captados e, dentro deste grupo, os que cumpriam o critério de volume (i.e. com extração média superior a $10\text{m}^3/\text{dia}$). A opção pelo critério de volume em detrimento do critério relativo ao número de habitantes servido, resultou do facto de se julgar que este último limite, estabelecido na legislação nacional, não foi definido atendendo à realidade da RH9. Em qualquer caso, as diferenças que poderiam emergir adotando o critério populacional seriam negligenciáveis. O limitado número de captações de água subterrânea licenciadas, quer das entidades gestoras de sistemas públicos de abastecimento, quer de particulares, revelou-se um constrangimento à análise efetuada. Optou-se, na ausência de informação relativa ao volume extraído numa captação, por não a considerar como eventual pressão.

Na Figura 3.4.37 apresenta-se a localização das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a $10\text{m}^3/\text{dia}$, num total de 42 nascentes. Estes pontos distribuem-se predominantemente nas massas de água Intermédia (26 nascentes; 61% dos pontos na massa de água) e Superior (12 nascentes; 50% dos pontos na massa de água) (Quadro 3.4.54).

Os valores respeitantes às extrações foram obtidos a partir de três referências fundamentais: o levantamento do INSAAR, consultado em linha, o estudo elaborado no âmbito do PRA (Cruz, 2001), o trabalho respeitante ao Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da RAA (PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPECTIVA, 2005). Sempre que no INSAAR são indicados valores estes são utilizados e, em caso negativo recorreu-se aos restantes trabalhos referenciados. Relativamente aos pontos atualmente não captados, e em especial no caso da descarga natural das nascentes, a referência fundamental corresponde ao PRA.

O somatório da extração média anual nas captações é igual a $1,47\text{hm}^3/\text{ano}$, valor que corresponde a 100% da extração total anual e a 88,6% da descarga anual média naquelas massas de água ($1,66\text{hm}^3/\text{ano}$), neste último caso considerando também o volume de água emergente nas nascentes não captadas (Quadro 3.4.55). A massa de água Intermédia é aquela em que se verificam as maiores extrações nas captações com um caudal médio maior que $10\text{m}^3/\text{ano}$ ($0,94\text{hm}^3/\text{ano}$), valor muito superior ao volume registados nas outras massas, respetivamente igual a $0,17\text{hm}^3/\text{ano}$ (Inferior) e $0,36\text{hm}^3/\text{ano}$ (Superior).

Da observação da Figura 3.4.38 depreende-se que, face aos recursos hídricos subterrâneos, a captação de água subterrânea na ilha das Flores não constitui uma pressão significativa em qualquer das massas delimitadas. Salienta-se que, mesmo considerando uma fração efetivamente disponível de 60% do volume de recursos, como apresentado no ponto 2.3.5. do presente relatório, a pressão das captações de água subterrânea não é significativa.

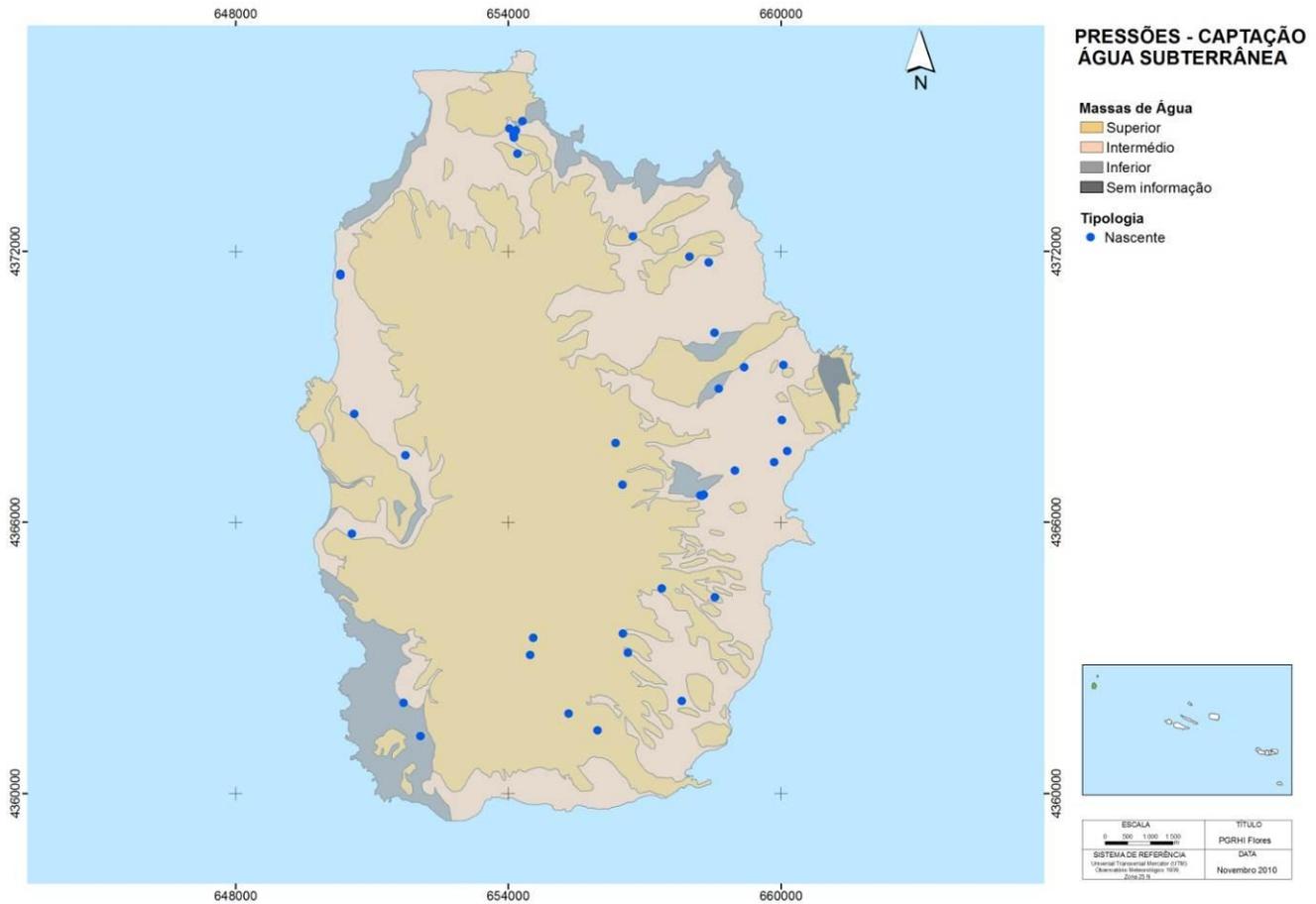


Figura 3.4.37 | Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m³/dia.

Quadro 3.4.54 | Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de água delimitadas na ilha das Flores

Massa de Água	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados	
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos
Superior	24	0	18	0
Intermédio	43	0	38	0
Inferior	7	0	5	0

Quadro 3.4.55 | 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 10m³/dia

Massa de Água	Recursos Subterrâneos	Extração total	Descarga total	Extração (>10 m ³ /dia)
Superior	80,05	0,36	0,37	0,36
Intermédio	18,85	0,94	1,05	0,94
Inferior	2,36	0,17	0,24	0,17

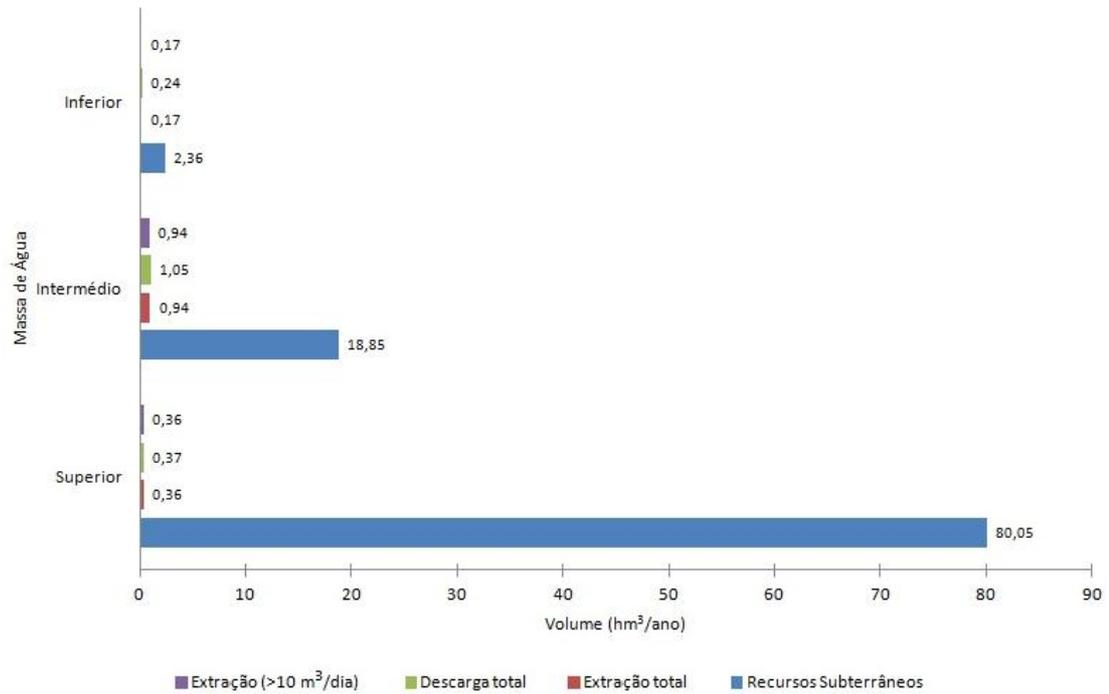


Figura 3.4.38 | Gráfico comparativo do volume médio extraído nos pontos de água com caudal superior a 10m³/dia, face à descarga natural total, às extrações totais efetuadas e aos recursos hídricos subterrâneos globais.

4 | Redes de Monitorização

4.1 | Rede de monitorização do estado das massas de água

A RH9 possui, atualmente, uma rede de monitorização biológica e físico-química das massas de água, que tem como objetivo caracterizar o estado das massas de água desta região hidrográfica a fim de dar cumprimento às Diretivas Comunitárias em vigor, nomeadamente à DQA. Esta rede de monitorização visa, concretamente, a classificação dos estados ecológico e químico das águas superficiais e do estado químico das águas subterrâneas. A implementação da referida rede ocorreu de forma faseada no tempo e no espaço pelas diversas ilhas do Arquipélago em resultado dos condicionamentos financeiros existentes. Iniciou-se em 2003 nas ilhas de São Miguel e Santa Maria, tendo-se expandido em 2005 às ilhas do Pico, Faial, Flores e Corvo. A partir de 2007, a rede de monitorização estendeu-se a todas as ilhas, realizando-se de forma contínua e regular desde então. Contudo, apesar de rede de qualidade da RH9 abranger todas as massas de água relevantes e cumprir as periodicidades previstas no DL 77/2006, tanto a distribuição espacial da rede existente como os parâmetros monitorizados e a sua periodicidade não são suficientes para permitir classificar, com exatidão, as condições ecológicas e químicas de todas as massas de água no âmbito do requerido pela DQA e pela Lei da Água.

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

4.1.1 | Águas superficiais

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

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

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

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

Os atuais programas de monitorização implementados na RH9 enquadram-se na rede de monitorização de vigilância e na rede de monitorização operacional previstas na DQA.

4.1.1.1 | Rede de vigilância

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

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

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

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

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

4.1.1.1.1 | Ribeiras

A rede de monitorização implementada na RH9 integra 13 massas de água na categoria de rios (ribeiras), 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 de 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
	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)	-
		RQ2	Meio	Em risco
	Quente	RQ3	Meio (Hidroelétrica)	Em risco
		RQ4	Jusante	Em risco
Teixeira	RTX	Meio	Em dúvida	
Faial	Flamengos/Conceição	RFL1	Meio	Em dúvida
Flores	Badanella/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 bentónicas	Semestral	
	Composição e abundância de macrófitos	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		

Tipo	Elementos de qualidade	Periodicidade	
	Fósforo total	Trimestral	
	Manganês	Trimestral	
	Ferro total	Trimestral	
	Cobre solúvel	Trimestral	
	Zinco	Trimestral	
	Cádmio	Trimestral	
	Mercurio	Trimestral	
	Chumbo	Trimestral	
	Crómio total	Trimestral	
	Arsénio	Trimestral	
	Hidrocarbonetos	Trimestral	
	CBO ₅	Trimestral	
	CQO	Trimestral	
	Sólidos suspensos totais	Trimestral	
	Outros parâmetros	Intrusão salina	Cloreto
Sódio			Semestral
Microbiológicos		Coliformes totais	Semestral
		Coliformes fecais	Semestral
		Salmonela	Anual
	Estreptococos fecais	Anual	

Na categoria rios, encontram-se designadas na ilha das Flores as ribeiras Grande e da Badanela. A Figura 4.1.1 identifica os pontos de amostragem nestas massas de água.

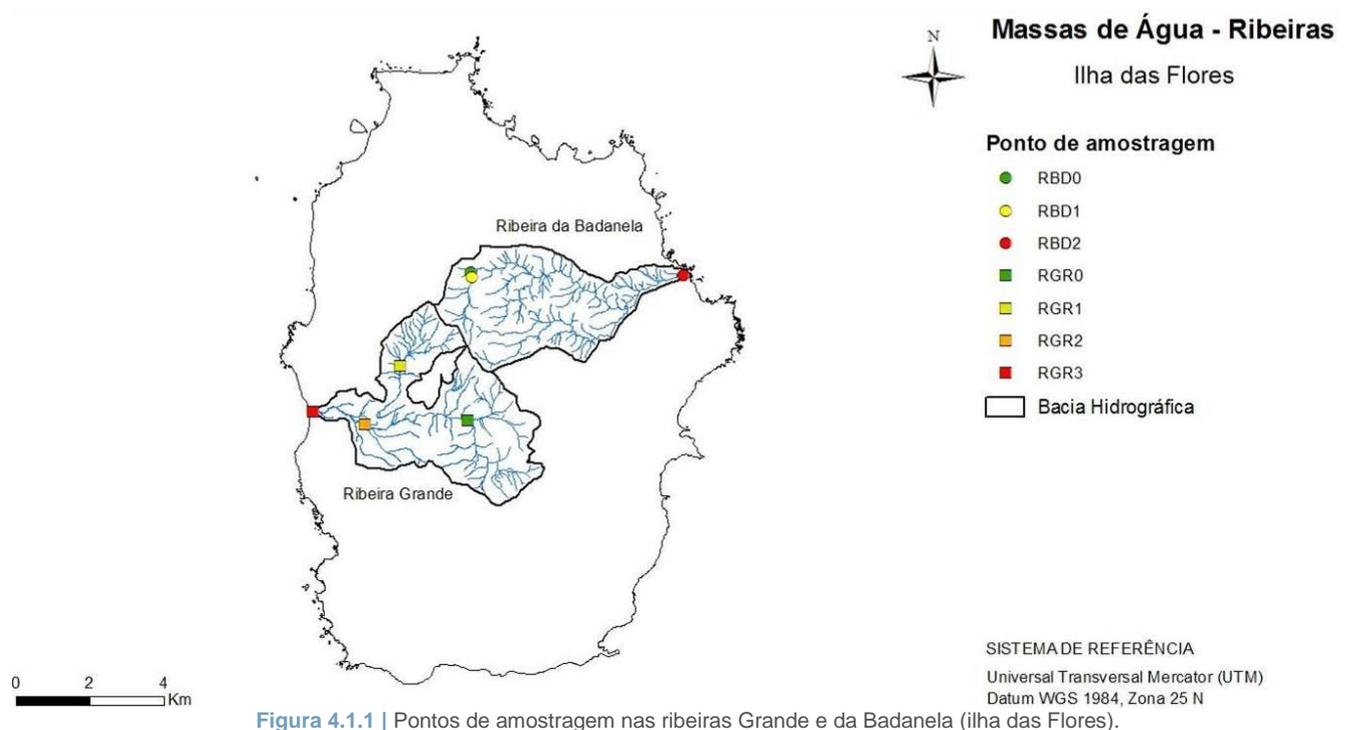


Figura 4.1.1 | Pontos de amostragem nas ribeiras Grande e da Badanela (ilha das Flores).

4.1.1.1.2 | Lagoas

A rede de monitorização implementada na RH9 integra 24 massas de água na categoria lagos (Quadro 4.1.3). Nestes locais são determinados vários elementos biológicos e físico-químicos de qualidade, para a avaliação do estado ecológico, e algumas substâncias poluentes para a avaliação do estado químico, para além de outros parâmetros, com uma frequência trimestral, semestral ou anual conforme o elemento de qualidade (Quadro 4.1.4)

Quadro 4.1.3 | Massas de água da categoria lagos abrangidas pela rede de monitorização da qualidade das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA (SRAM, INAG 2006) e de vulnerabilidade de acordo com a Diretiva Nitratos (INAG, DGADR, 2007)

ilha	Lagoa	Tipo	Localização / Níveis de profundidade	Classificação de risco/vulnerabilidade
São Miguel	Canário	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Congro	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Empadadas Norte	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Empadadas Sul	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Fogo	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em dúvida/não vulnerável
	Furnas	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	São Brás	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Azul das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Verde das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Rasa das Sete Cidades	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/vulnerável
	Rasa da Serra Devassa	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/vulnerável
	Santiago	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em dúvida/vulnerável
Pico	Caiado	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Capitão	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Paul	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
	Peixinho	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
	Rosada	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
Flores	Branca	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
	Comprida	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/não vulnerável
	Funda	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Lomba	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S)	Em risco/não vulnerável
	Negra	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S)	Em dúvida/não vulnerável
	Rasa	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S)	Em risco/não vulnerável
Corvo	Caldeirão	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/não vulnerável

Tipos: B-L-M/MI/S/PP – Lagoas pouco profundas; B-L-M/MI-MP/S/P- Lagoas profundas
 Profundidade: S - Superfície; M - Meio; F – Fundo

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

Tipo		Elementos de qualidade	Periodicidade
Biológicos		Composição, abundância e biomassa (biovolume e clorofila a) de fitoplâncton	Trimestral / Semestral ⁽¹⁾
		Composição, abundância de diatomáceas bentónicas	Trimestral / Semestral ⁽¹⁾
		Composição e abundância de mrcófitos	Anual
		Composição e abundância de macroinvertebrados bentónicos	Trimestral / Semestral ⁽¹⁾
Físico-químicos	Elementos gerais	Transparência	Trimestral
		Temperatura	Trimestral
		Oxigénio dissolvido	Trimestral
		Conductividade	Trimestral
		pH	Trimestral
		Acidez	Trimestral
		Alcalinidade	Trimestral
		Azoto amoniacal	Trimestral
		Azoto total	Trimestral
		Azoto Kjedhal	Trimestral
		Azoto orgânico	Trimestral
		Azoto inorgânico total	Trimestral
		Nitrito	Trimestral
		Nitrato	Trimestral
		Sulfato	Trimestral
		Fósforo orgânico total	Trimestral
		Fósforo não particulado orgânico	Trimestral
		Fósforo total	Trimestral
	Fósforo particulado orgânico	Trimestral	
	Fósforo particulado inorgânico	Trimestral	
	Ortofosfatos	Trimestral	
	Poluentes específicos	Ferro	Trimestral
Manganês		Trimestral	
Cobre solúvel		Trimestral	
Alumínio		Trimestral	
Turvação		Trimestral	
Outros parâmetros	Cloreto	Semestral	
	Sódio	Semestral	
	Sílica	Semestral	
	Potássio	Semestral	
	Cálcio	Semestral	

⁽¹⁾ Trimestral nas lagoas classificadas com vulneráveis e lagoa do Fogo, semestral nas restantes lagoas.

Na categoria de lagos encontram-se designadas na ilha das Flores as lagoas Funda, Lomba, Rasa, Branca, Comprida e Negra. A Figura 4.1.2 identifica os pontos de amostragem nestas massas de água.

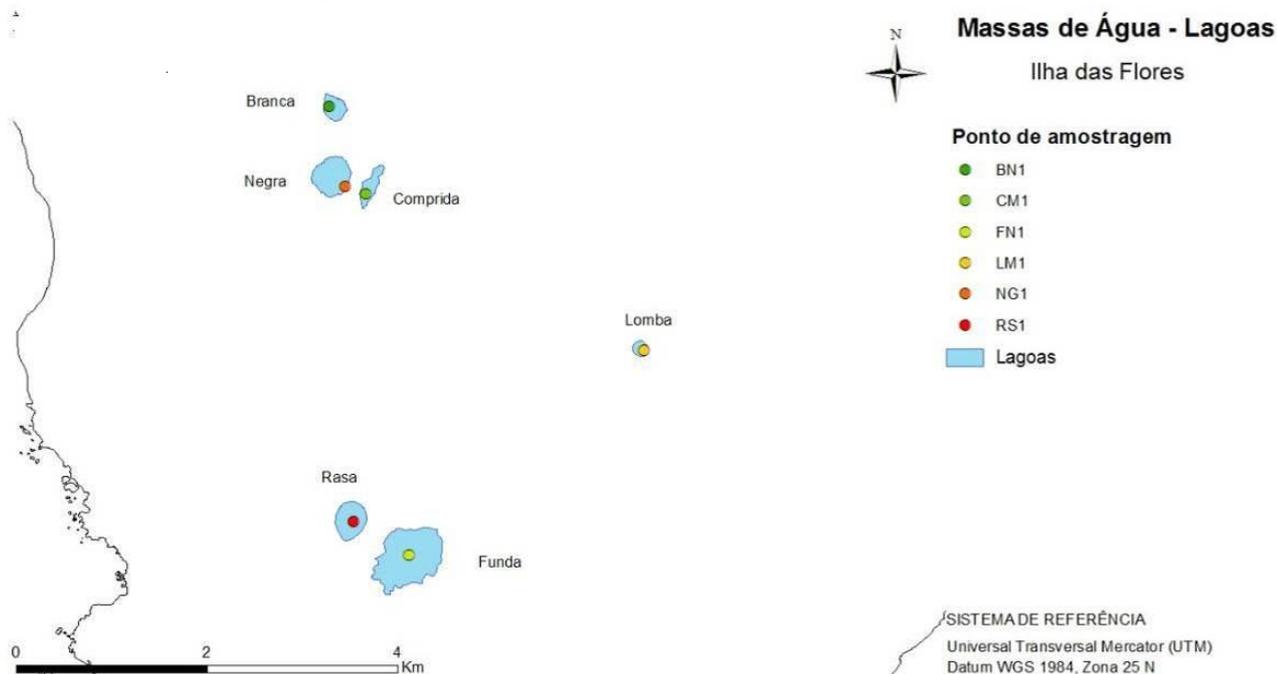


Figura 4.1.2 | Pontos de amostragem nas lagoas Funda, Lomba, Rasa, Branca, Comprida e Negra (ilha das Flores).

4.1.1.1.2.1 | Afluentes de lagoas

Embora não tenham sido designadas como massas de água no âmbito da DQA, alguns afluentes de lagoas integram a rede de monitorização da qualidade das águas superficiais com o objetivo principal de avaliar as cargas poluentes transportadas para as lagoas através destas fontes tóxicas. A rede de monitorização integra 10 afluentes de lagoas (Quadro 4.1.5) onde são determinados vários elementos biológicos e físico-químicos com uma periodicidade semestral (Quando 4.1.6).

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

Ilha	Lagoa	Afluente	Código	Localização
São Miguel	Fogo	Afluente 1 (N-O)	AFG1	Foz
		Afluente 2 (N-E)	AFG2	Foz
	Furnas	Salto da Inglesa	AF1	Foz
		Ribeira do Rosal	AF2	Foz
		Salto do Alemão	AF3	Foz
Flores	Comprida	Afluente 1	ACM1	Foz
	Fundá	Cascata 2 (O)	AFN2	Foz
		Cascata 3 (S-O)	AFN3	Foz
Corvo	Caldeirão	Afluente 1 (S-E)	ACL1	Foz
		Afluente 2 (S-O)	ACL2	Foz

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

Tipo	Elementos de qualidade	Periodicidade
Biológicos	Composição, abundância de diatomáceas bentónicas	Semestral

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

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 do Corvo, foi selecionado igualmente um ponto (Quadro 4.1.7). A colheita da água foi feita a 5 m de profundidade para as massas de água costeiras pouco profundas, intermédias e profundas,

Quadro 4.1.7 | Ponto de monitorização para os elementos de qualidade biológica e físico-química das águas costeira e transição, ilha das Flores

Estação	Massa de água	Coorenadas (UTM)	
		X	Y
Águas Costeiras			
2ª Fase – Agroleico			
FLO – PP	Pouco Profundas	-	-
FLO - AI	Intermédia	-	-
FLO_COR - AP	Profundas	-	-
Águas de Transição			
Não existem na ilha das Flores			

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 4.1.8), hidromorfológica (Quadro 4.1.9) e físico-química e química (Quadro 4.1.10).

Quadro 4.1.8 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeiras e de transição, ilha das Flores

Elementos Biológicos	Parâmetros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Fitoplâncton	Composição	Sim	Não existem na ilha das Flores
	Abundância	Sim	
	Biomassa	Sim	
Restante flora aquática	Composição e Abundância	-	
Invertebrados bentónicos	Composição e Abundância	-	
Fauna piscícola	Composição e Abundância	-	

Quadro 4.1.9 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfológica águas costeiras e de transição, ilha das Flores

Elementos Hidromorfológicos	Parâmetros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Regime de Marés	Fluxo de água doce	-	Não existem na ilha das Flores
	Direção das correntes dominantes	-	
	Exposição às vagas	-	
Condições Morfológicas	Variação de profundidade	-	
	Estrutura e substrato do leito	-	
	Estrutura da zona intertidal	-	

Quadro 4.1.10 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade físico-química e química de suporte aos elementos biológicos águas costeiras e de transição, ilha das Flores

Elementos Físico-Químicos e Químicos	Parâmetros	Águas Costeiras 2ª Fase	Águas de Transição 2ª Fase
Elementos gerais	Transparência;	Sim	Não existem na ilha das Flores
	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 das Flores. À semelhança das condições de referência, não foram definidas metodologias, métricas ou índices que permitam a classificação do estado ecológicos, em particular.

Frequência de Monitorização

O 1º ciclo do programa de monitorização das águas costeiras e de transição iniciou-se no 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 4.1.11).

Quadro 4.1.11 | 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 das Flores

Parâmetros	Frequência a DQA	Programa de Monitorização															
		2008				2009				2010				2011			
		CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T	CPP	CI	CP	T
Elementos Biológicos																	
Fitoplâncton	6 meses													1	1	1	
Restante flora aquática	3 anos																
Invertebrados bentónicos	3 anos																
Fauna piscícola	3 anos																
Elementos Hidromorfológicos																	
Regime de Marés	6 anos																
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 das Flores, 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 4.1.12).

Quadro 4.1.12 | 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 das Flores
Outra flora aquática	Triannual	
Invertebrados bentónicos	Triannual	
Peixes		
Hidromorfológica		
Morfologia	Seis Anos	Não existem na ilha das Flores
Físico-química		
Condições térmicas	Anual	Não existem na ilha das Flores
Condições de oxigenação	Anual	
Estado em nutrientes	Anual	
Outros poluentes	Anual	
Substâncias prioritárias	Anual	

No entanto, devido à elevada heterogeneidade e variabilidade natural dos ecossistemas marinhos propõe-se que, com o objetivo de reduzir a variabilidade natural nos resultados, a monitorização seja intensificada em determinados períodos sazonais, como por exemplo outono/inverno, nomeadamente os elementos de qualidade físico-química. Este facto está relacionado com a precipitação significativa que ocorre durante este período, transportando de forma mais significativa cargas orgânicas resultantes das atividades agrícolas e pecuárias, assim como elevadas quantidades de sólidos suspensos. Sugere-se, ainda, que o primeiro programa de monitorização seja mais intensivo (todos os meses no período outono/inverno), pois terá como finalidade identificar os parâmetros mais relevantes.

4.1.1.2 | Rede operacional

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

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

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

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

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

- Para as massas de água em risco de sofrerem pressões significativas de fontes tóxicas, deverão ser selecionados pontos de monitorização suficientes, em cada massa de águas, para avaliar a magnitude e o impacto das pressões em causa;
- Para as massas de água em risco de sofrerem pressões significativas de fontes difusas, deverá optar-se pela escolha de pontos de monitorização suficientes, num conjunto selecionado dessas massas, para avaliar a magnitude e o impacto das pressões em causa. A seleção das massas de água deverá ser efetuada de forma que essas massas sejam representativas dos riscos resultantes da ocorrência de pressões de fontes difusas e dos riscos associados à impossibilidade de atingir o objetivo de um Bom estado das águas superficiais;
- Para as massas de água em risco de sofrerem pressões hidromorfológicas significativas, deverão ser selecionados pontos de monitorização suficientes, num conjunto selecionado dessas massas, para avaliar a magnitude e o impacto das pressões em causa. A seleção dessas massas é indicativa do impacto global da pressão hidromorfológica a que está sujeita a totalidade das massas.

O programa de monitorização operacional pode ser alterado durante o período de aplicação do 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 4.1.13.

Quadro 4.1.13 | 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 das Flores
Outra flora aquática	3 anos	
Macroinvertebrados	3 anos	
Hidromorfológica		
Morfologia	6 anos	Não existem na ilha das Flores
Sedimentos	6 meses	
Físico-química		
Condições térmicas	3 meses	Não existem na ilha das Flores
Oxigenação	3 meses	
Salinidade	3 meses	
Estado em nutrientes	3 meses	
Outros poluentes (*)	3 meses	

Elemento de qualidade	Águas Costeiras	Águas de transição
Substâncias prioritárias	1 mês	

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

4.1.1.2.1 | Lagoas

A rede de monitorização operacional implementada na RH9 visa avaliar a proliferação de cianobactérias e a concentração das suas toxinas nas lagoas incluídas em áreas designadas como zonas vulneráveis ao abrigo da Diretiva 91/676/CEE, de 12 de dezembro de 1991 (INAG, DGADR, 2007). Esta rede integra 15 massas de água na categoria lagos (Quadro 4.1.14), 14 delas inseridas em zonas vulneráveis às quais acresce a lagoa do Fogo. Nos mesmos locais destas massas de água onde é efetuada a monitorização de vigilância é feita a pesquisa, identificação e quantificação das toxinas associadas ao desenvolvimento de cianobactérias com uma frequência trimestral (Quadro 4.1.15).

Quadro 4.1.14 | Massas de água da categoria lagos abrangidas pela rede operacional das águas superficiais da RH9, indicando-se a sua classificação de risco de acordo com a DQA (SRAM, INAG 2006) e de vulnerabilidade de acordo com a Diretiva Nitratos (INAG, DGADR, 2007)

Ilha	Lagoa	Tipo	Localização / Níveis de profundidade	Classificação de risco/vulnerabilidade
São Miguel	Canário	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Congro	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Empadadas Norte	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Empadadas Sul	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Fogo	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em dúvida/não vulnerável
	Furnas	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	São Brás	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Azul das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Verde das Sete Cidades	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável
	Rasa das Sete Cidades	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/vulnerável
	Rasa da Serra Devassa	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em dúvida/vulnerável
	Santiago	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em dúvida/vulnerável
Pico	Caiado	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Capitão	B-L-M/MI/S/PP	Central (S)	Em risco/vulnerável
	Funda	B-L-M/MI-MP/S/P	Central (S, M e F)	Em risco/vulnerável

Tipos: B-L-M/MI/S/PP – Lagoas pouco profundas; B-L-M/MI-MP/S/P- Lagoas profundas

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

Quadro 4.1.15 | Parametros analisados no âmbito da rede de monitorização operacional das massas de água da categoria lagos da RH9

Tipo de parâmetro	Parâmetro
Biológicos	Fitoplâncton Composição do fitoplâncton

Tipo de parâmetro		Parâmetro	
			Biomassa por grupo algológico
			Biomassa por espécie de cianobactéria
			Concentração de Clorofila a
			Concentração de Feopigmentos
		Microcistinas	Microcistinas em solução
			Microcistinas intracelulares
		Microcistinas totais	
Físico-químicos	Elementos gerais	Estado de acidificação	pH
		Condições térmicas	Temperatura
		Condições de oxigenação	Oxigénio dissolvido
			Saturação de oxigénio
	Salinidade	Conductividade	
	Poluentes específicos	Materiais em suspensão	Turvação
Hidromorfológicos		Condições da massa de água	Profundidade da massa de água
			Profundidade de penetração da luz
			Profundidade da zona eufótica
Outros parâmetros	Caracterização temporal		Data
			Hora
	Condições meteorológicas		Estado do tempo (vento e nebulosidade)
			Temperatura ambiente

Na ilha das Flores é alvo de monitorização operacional a lagoa Funda, O local amostrado nesta lagoa é o mesmo indicado na monitorização de vigilância (Figura 4.1.2).

4.1.1.3 | Rede de investigação

A monitorização de investigação visa complementar os outros tipos de monitorização, devendo ser utilizada em casos específicos onde se verifique, por exemplo, falta de informação sobre as causas responsáveis pelo não cumprimento de objetivos ou casos de avaliação da extensão e impacto 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 impactos 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 5km². 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 ponto. 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 Capítulo 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 uma 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.

4.1.1.4.2 | Rede de monitorização de lagoas

No que se refere às lagoas e aos elementos de qualidade biológica, as principais limitações verificam-se ao nível da periodicidade das análises. Embora a rede de monitorização em execução cumpra as exigências legais (seis meses para o fitoplâncton e três anos para os restantes elementos), do ponto de vista técnico a periodicidade estabelecida é manifestamente insuficiente, especialmente nas lagoas classificadas como não vulneráveis. Como é referido no Capítulo 5 deste plano, a elevada dinâmica sazonal das comunidades biológicas, especialmente do fitoplâncton, requer uma periodicidade de análise, no mínimo, trimestral. Acresce que as variações interanuais amplificam a variabilidade sazonal dos elementos de qualidade biológica originando aparentes modificações bruscas do estado ecológico das massas de água em anos consecutivos. O aumento da frequência de análise permitirá minimizar as variações interanuais aumentando o grau de confiança na classificação do estado ecológico.

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

Como já foi referido para a monitorização das ribeiras, a maioria dos poluentes específicos listados na legislação aplicável não está incluída nos elementos de qualidade físico-química monitorizados nas águas das lagoas dos Açores. Este facto, como se constata no Capítulo 5, limitou significativamente a classificação do estado ecológico e do estado químico das lagoas abrangidas por estes planos de gestão. Assim, recomenda-se o alargamento da rede de monitorização a uma maior número substâncias analisadas de forma a garantir uma correta classificação dos estados ecológico e químico. Refira-se, ainda, que a DQA recomenda uma periodicidade trimestral para os poluentes específicos e mensal para as substâncias prioritárias.

Da mesma forma que nas ribeiras, os métodos utilizados na quantificação de alguns dos elementos de qualidade físico-química não garantem o cumprimento das NQA devido aos elevados limites de deteção dos mesmos, pelo que há necessidade de adequar os mesmos às exigências legais para a proteção dos ecossistemas.

Finalmente, em relação aos elementos de qualidade hidromorfológica, a rede de monitorização em vigor não contempla a avaliação destes elementos o que impossibilitou a classificação do estado destes parâmetros de suporte às comunidades biológicas. Entre as lacunas nesta matéria, destacam-se a ausência de caracterização batimétrica da maioria das lagoas consideradas referências, fundamental para a caracterização do seu regime hidrológico, e a ausência de dados de caracterização da estrutura das margens e do leito das lagoas. A DQA determina, para os elementos hidromorfológicos da categoria lagos, uma periodicidade de monitorização mensal para a hidrologia e de seis anos para a morfologia.

4.1.1.4.3 | Rede de monitorização das águas costeiras e de transição

De acordo com Ferreira *et al.* (2007) a resolução espacial deve ser determinada com base nas massas de água definidas para cada sistema, com pelo menos uma estação por massa de água. O plano de monitorização proposto cumpre este requisito. No entanto o seu posicionamento, a dimensão das massas de água e a inexistência de informação sobre o estado ecológico e químico, deveriam ter sido definidos diversos pontos de monitorização em todas as massas de água com o objetivo da amostragem ter representatividade espacial. Por outro lado o curto período de monitorização leva a que a representatividade temporal seja de igual modo reduzida.

Observa-se também incerteza relativamente à localização dos pontos de amostragem métodos utilizados, que poderão contribuir para resultados diferentes e por conseguinte análises díspares.

Assim e de acordo com o exposto, a rede de monitorização existente está aquém das necessidades determinadas pelo enquadramento legal e técnico no sentido de uma correta avaliação dos estados ecológico e químico das águas superficiais. De referir ainda, que o período de monitorização é pouco representativo existindo a necessidade de o alargar espacialmente e de o manter em continuidade.

As atuais campanhas de monitorização permitem estabelecer um estado das massas de água. No entanto será necessário desenvolver um plano de monitorização regular que permita comprovar a evolução do estado destas massas de água. Deste modo, em programa de medidas, são apresentadas medidas para o aprofundamento e desenvolvimento de um programa de monitorização que minimize as lacunas de dados, servindo de base a uma classificação do estado da massa de água objetiva.

4.1.1.5 | Rede de monitorização de Zonas Protegidas

4.1.1.5.1 | Zonas Balneares

A monitorização da qualidade da água em zonas balneares deverá ser efetuada de acordo com as especificações legais em vigor (Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto). Deverão ser monitorizados os parâmetros ao nível sazonal ou pontualmente quando seja verificada uma deteioração da qualidade da água ou na presença de indícios de eutofização da água.

Para a análise da conformidade da água compatível com a prática balnear (Decreto Lei n.º 236/98, de 1 de agosto), a Direção Regional do Ambiente realiza análises durante a época balnear (controlo mensal experimental), que decorre

normalmente entre 1 de junho e 30 de setembro, considerando os seguintes parâmetros físicos e biológicos: coliformes totais; *escherichia coli*; enterococos intestinais; óleos minerais; substâncias tensoactivas; fenóis; pH; oxigénio dissolvido, turvação; temperaturas do ar e da água do mar.

No decorrer da época balnear de 2009, não foram registadas nas zonas balneares das Flores 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 das Flores apresentam boa qualidade (Quadro 4.1.16).

Quadro 4.1.16 | Zonas balneares da ilha das Flores.

Ilha	Concelho	Água Balnear	Massa de água
Flores	Lajes da Flores	Fajã Grande	Costeira
		Praia da Calheta	Costeira
	Sta. Cruz das Flores	Santa Cruz da Flores	Costeira

4.1.2 | Águas subterrâneas

4.1.2.1 | Enquadramento legislativo comunitário

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

No decurso da elaboração do PRA, a ausência de redes de monitorização da água subterrânea correspondia a uma das principais lacunas de conhecimento então identificadas (DROTRH-INAG, 2001). No relatório respetivo era expressamente mencionado que “no arquipélago dos Açores existe algum atraso relativamente à situação observada em Portugal continental (Lopes & Cupeto, 1999; Ferreira, 2000), que urge recuperar com celeridade, para mais atendendo ao facto da Diretiva-Quadro da Água (DQA), aprovada em 1998, requerer a monitorização do estado quantitativo e químico das águas subterrâneas”. Neste trabalho era, ainda, referida a necessidade de observar, quando da definição das redes de monitorização nas diversas ilhas que constituem o arquipélago, o disposto na Diretiva-Quadro da Água, que na altura ainda não tinha sido transposta para o direito interno.

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

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

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

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

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

- Monitorização de Vigilância:
 - Os seus objetivos são completar e validar a avaliação de impacto das atividades antropogénicas e propiciar dados passíveis de serem utilizados na determinação de tendências a longo prazo, resultantes tanto de alterações das condições naturais como das atividades humanas;
 - A seleção dos pontos de monitorização deve considerar o número de pontos necessários para cada uma das seguintes categorias de massas de água:
 - Massas de água consideradas em risco na sequência da caracterização efetuada nos termos do Anexo II;
 - Massas de água que atravessem a fronteira de um Estado-Membro.
 - Os parâmetros fundamentais a monitorizar são o teor de oxigénio, pH, condutividade elétrica, nitratos e amónia, bem como, os parâmetros que traduzam o impacto das atividades antropogénicas quando as massas de água subterrâneas apresentam um risco de não serem consideradas em Bom estado.
- Monitorização Operacional:
 - Programas realizados nos períodos intercalares dos programas de monitorização de vigilância (de que são complementares);
 - Os objetivos gerais destes programas operacionais são a determinação do estado químico de todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas em risco e a determinação da presença de eventuais tendências a longo prazo, de origem antropogénica, para o aumento da concentração de qualquer poluente;
 - A frequência deve ser ajustada de forma a determinar o impacto das pressões determinantes mas, no mínimo, deve ser anual;
 - A seleção dos pontos de monitorização deve assentar, para além das condicionantes colocadas pelos próprios objetivos inerentes, na avaliação do grau de representatividade dos dados de monitorização respeitantes a um dado ponto relativamente à qualidade da massa ou massas subterrâneas correspondentes.

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

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

Relativamente à monitorização das zonas designadas para a captação de água destinada ao consumo humano, são alvo todas as massas de água subterrâneas que forneçam mais de 100 m³/dia em média, com o objetivo de evitar que ocorram alterações de qualidade da água que impliquem tratamento prévio face ao disposto nas normas (Diretiva 80/778/EEC, com as alterações introduzidas pela Diretiva 98/83/EC; transposição nacional mediante o Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto, com as alterações introduzidas mediante o Decreto-Lei n.º 306/2007, de 27 de agosto). Contudo, e ao contrário do estabelecido para as massas de água de superfície nas mesmas condições, a DQA não estipula critérios adicionais para a monitorização destas massas de água subterrâneas.

4.1.2.2 | Enquadramento legislativo nacional

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

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

A monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas assenta na definição de uma rede de monitorização de níveis freáticos dos aquíferos, que deve ser desenhada de forma a cumulativamente permitir obter dados que consubstanciem a avaliação do estado quantitativo das massas ou grupos de massas de água subterrâneas, bem como possibilitem a avaliação dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis. O número de pontos de medição dos níveis e a frequência dos registos devem atender às variações da recarga aquífera a curto e a longo prazos e, ainda, no caso

particular das massas de água subterrâneas em risco de não atingirem os objetivos ambientais especificados designados na Lei da Água (Decreto-Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro), assegurar, respetivamente, uma densidade e um número de medidas suficientes para avaliar o impacto das captações e descargas no nível freático dos aquíferos.

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

Como disposto na DQA, são estabelecidos dois níveis de ações de monitorização, complementares, nomeadamente a monitorização de vigilância, e como base nos resultados obtidos em cada iteração, i.e. em cada período de vigência do PGRH, um programa de monitorização operacional. Desta forma, os objetivos e natureza de cada uma das redes associadas a estes programas são diversos, como se caracteriza no Quadro 4.1.17.

Quadro 4.1.17 | Caracterização dos programas de monitorização do estado químico das águas subterrâneas de acordo com a legislação em vigor (face à realidade geográfica da RH9 excluem-se as disposições relativas às massas de água transfronteiriças)

Programa	Características			
	Objetivos	Geometria	Parâmetros	Frequência
Vigilância	<p>Completar e validar o processo de avaliação do impacto</p> <p>Fornecer informações destinadas a serem utilizadas na determinação de tendências a longo prazo, resultantes tanto de alterações das condições naturais como da atividade antropogénica.</p>	<p>São selecionados pontos de monitorização em número suficiente para cada uma das seguintes categorias de massas de água:</p> <p>Massas de água consideradas em risco na sequência da caracterização efetuada nos termos dos Anexos I e III.</p>	<p>Serão monitorizados em todas as massas de água subterrâneas selecionadas os seguintes parâmetros fundamentais: teor de oxigénio; pH; condutividade elétrica; nitratos; amónia.</p> <p>Para as massas de água identificadas, nos termos dos Anexos I e III, como estando em risco significativo de não serem consideradas em Bom estado, são também monitorizados os parâmetros indicativos do impacto das pressões a que estão sujeitas.</p>	<p>Para cada período de planeamento.</p>
Operacional	<p>Determinar o estado químico de todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas identificadas como estando em risco.</p> <p>Determinar a presença de eventuais tendências a longo prazo, antropogenicamente induzidas, para o aumento da concentração de qualquer poluente.</p>	<p>Efetuada para todas as massas ou grupos de massas de água subterrâneas que, com base tanto no estudo de impacto 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.</p> <p>A seleção dos pontos de monitorização tem igualmente em conta a avaliação do grau de representatividade dos dados de monitorização.</p>	<p>Indicadores de poluentes responsáveis por a massa ou grupo de massas de água subterrâneas ter sido designada como em risco.</p>	<p>Efetuada nos intervalos entre os períodos de execução dos programas de monitorização de vigilância, com uma frequência suficiente para determinar o impacto das pressões pertinentes, mas, no mínimo, uma vez por ano.</p>

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 das Flores. Esta lacuna, já identificada no âmbito do PRA (Decreto Legislativo Regional 19/2003/A, de 23 de abril) deve ser corrigida na próxima iteração de elaboração do Plano de Gestão da Região Hidrográfica, na medida que, entre outras vantagens, proporciona informação de base para a determinação do estado das massas de água.

4.1.2.4 | Monitorização do estado qualitativo das águas subterrâneas

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

- Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Documento-Guia n.º 7, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2003);
- Documento-Guia n.º 15, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

4.1.2.4.1 | Historial e critérios de estabelecimento dos programas de monitorização

Na sequência da implementação do PRA, a Secretaria Regional do Ambiente, agora designada por SRAM, desenvolveu, a partir de 2003, uma rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas. Face aos condicionamentos operacionais decorrentes do esforço financeiro associado a esta tarefa, aliado à escassez de recursos humanos vocacionados para esta área nos Açores, foi tomada a opção de desenvolver o projeto por fases, escalonando ao longo do tempo as amostragens a efetuar nas diversas ilhas que compõem a RH9. Desta forma, só a partir de 2007 foi possível universalizar a rede de monitorização de vigilância a todas as ilhas do arquipélago dos Açores (Figura 4.1.3).

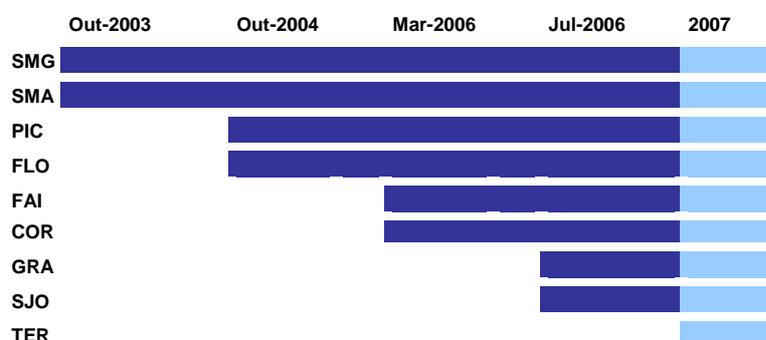


Figura 4.1.3 | Evolução faseada da rede de monitorização do estado químico das águas subterrâneas na RH9.

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 4.1.18). 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 4.1.18).

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 4.1.18 | Composição das redes de monitorização antiga e atual para a observação do estado químico das massas de água subterrâneas na RH9

Ilha	Rede Antiga		Rede Nova	
	Nº Nascentes	Nº Furos	Nº Nascentes	Nº Furos
Santa Maria	7	5	7	6
São Miguel	21	4	24	5
Terceira	10	6	11	6
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 das Flores teve início no ano de 2004, com recolha de amostras de acordo com uma rede formada por 10 nascentes (Figura 4.1.4). A nova rede, delineada em 2009, é composta por 11 nascentes (+10%) (Figura 4.1.4).

Atualmente todas as massas de água são alvo de ações de monitorização, com redes cuja densidade varia entre 0,047 pontos/km² e 0,217 pontos/km². As densidades são respetivamente iguais a: 0,217 pontos/km² (Inferior; anteriormente 0,109 pontos/km²), 0,106 pontos/km² (Intermédio) e 0,047 pontos/km² (Superior) (Quadro 4.1.19 e Quadro 4.1.20).

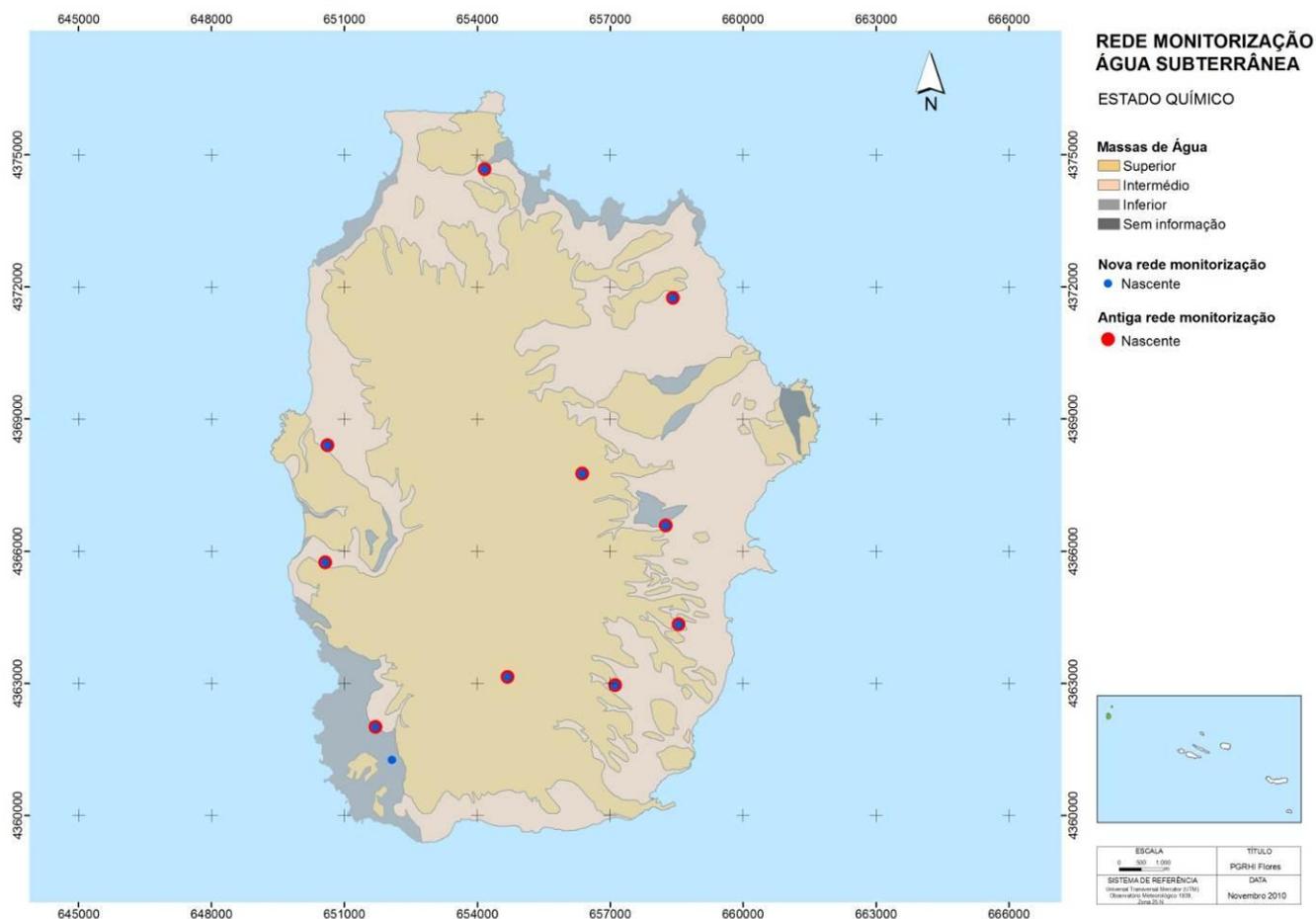


Figura 4.1.4 | Representação cartográfica das redes antiga e nova de monitorização do estado químico.

Quadro 4.1.19 | Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico (Coordenadas UTM Datum WGS84, zona 25N)

Refª PGRHi	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água	Rede	
							Antiga	Nova
FLO.19	Costa do Lajedo	Nascente	651699	4361333	Sim	Inferior		✓
FLO.31	Lajedo (Grotta Funda)	Nascente	651328	4362071	Sim	Inferior	✓	✓
FLO.15	Caveira I	Nascente	657886	4366650	Sim	Intermédio	✓	✓
FLO.28	Fajã Grandell	Nascente	650244	4368466	Sim	Intermédio	✓	✓
FLO.13	Cedros II - José Gregório	Nascente	658042	4371815	Sim	Intermédio	✓	✓
FLO.8	Ponta Delgada I (local do Sítio das Pedras)	Nascente	653797	4374735	Sim	Intermédio	✓	✓
FLO.64	Ribeira da Fazenda	Nascente	656743	4363023	Sim	Superior	✓	✓
FLO.9	Caldeirões	Nascente	655995	4367823	Sim	Superior	✓	✓
FLO.24	Boca das Canadas	Nascente	658174	4364404	Sim	Superior	✓	✓
FLO.58	Vale de Cima - Fajãzinha	Nascente	650195	4365810	Sim	Superior	✓	✓
FLO.26	Ribeira das Lajes IV	Nascente	654313	4363212	Sim	Superior	✓	✓

Quadro 4.1.20 | Densidade das redes antiga e nova de monitorização do estado químico

Massa de Água	Nº de Pontos de água monitorizados		Área (Km ²)	Densidade (Ponto/Km ²)	
	Rede antiga	Rede nova		Rede antiga	Rede nova
Inferior	1	2	9,20	0,109	0,217
Intermédio	5	5	47,10	0,106	0,106
Superior	4	4	84,23	0,047	0,047

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 4.1.21 e 4.1.22. Nos referidos quadros são, ainda, listados os parâmetros microbiológicos contemplados nos programas de monitorização, independentemente do facto de não concorrerem para a análise do estado químico das massas de água.

Da comparação dos elementos referenciados em ambas os quadros consta-se que no âmbito da nova rede de monitorização a periodicidade de determinação dos diversos parâmetros passou, na generalidade, a semestral, de forma a adaptar as colheitas de acordo com as estações de águas baixas e altas. Por outro lado, constata-se que na programação dos trabalhos da nova não foi incluída a determinação dos pesticidas, o que resultou por uma lado do facto das determinações efetuadas antes de 2008 terem apontado sempre abaixo do limite de deteção analítico e, por outro lado, dos constrangimentos financeiros.

Os métodos analíticos utilizados são adequados e vão de encontro ao disposto na legislação. Com efeito, para os doseamentos analíticos efetuados utilizaram-se métodos de referência nacionais e internacionais, que incluíram, na área da microbiologia, a técnica de filtração por membrana. No domínio da físico-química, usaram-se técnicas como a volumetria, gravimetria, 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; HCO₃; SO₄; 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 -0,36% (desvio padrão: +7,47%), variando os resultados entre +22,36% e -29,16%.

Quadro 4.1.21 | Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à rede antiga de monitorização de vigilância do estado químico

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
Temperatura	S	S	Termometria
pH	S	S	Eletrometria
Condutividade Elétrica	S	S	Condutivimetria
Oxigénio dissolvido	S	S	Volumetria
Azoto amoniacal	S	S	EAM
Nitratos	S	S	EAM

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
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 4.1.22 | Parâmetros analisados, periodicidade e métodos analíticos respetivos (A – anual; S – semestral) associados à nova rede de monitorização de vigilância do estado químico

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
Temperatura	S	S	Termometria
pH	S	S	Eletrometria
Condutividade Elétrica	S	S	Conduvimetria
Oxigénio dissolvido	S	S	Volumetria
Azoto amoniacal	S	S	EAM
Nitratos	S	S	EAM
Nitritos	S	S	EAM

Parâmetros	Periodicidade		Método Analítico
	Nascentes	Furos	
Cloretos	A	S	Volumetria
Cálcio	S	S	EAA
Magnésio	S	S	EAA
Sódio	S	S	EAA
Potássio	S	S	EAA
Bicarbonato	S	S	Volumetria
Sílica	S	S	EAM
Sulfato	S	S	Nefelometria
Fosfatos	S	S	EAM
Alumínio	S	S	EAA
Ferro	S	S	EAA
Cobre	S	S	EAA
Cádmio	S	S	EAA
Mercúrio	S	S	EAA
Manganês	S	S	EAA
Chumbo	S	S	EAA
Arsénio	S	S	EAA
Hidrocarbonetos totais	S	S	EAM
Coliformes totais	S	S	Filtração por membrana
Coliformes fecais	S	S	Filtração por membrana
Estreptococos fecais	A	A	Filtração por membrana

Como a monitorização dos parâmetros químicos visa a determinação do estado químico das massas ou grupos de águas subterrâneas, os programas adotados devem circunscrever-se, no mínimo, às exigências impostas por este objetivo. Neste contexto, as massas ou grupos de águas subterrâneas estão em Bom estado químico quando se verificam as seguintes condições:

- Conformidade dos resultados da monitorização com as condições definidas no ponto 2.3.2 do anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Conformidade dos resultados da monitorização com as normas de qualidade (Anexo I do Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro), que retoma genericamente o ponto anterior, e com os limiares estabelecidos;
- Se mesmo que se verificar a não conformidade com uma norma de qualidade ou um limiar, a investigação desenvolvida em seguida demonstrar que (1) não há risco ambiental significativo e, (2) não são violadas as outras condições definidas no ponto 2.3.2. do Anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março.

De acordo com o disposto no n.º 2.3. do Anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, para avaliar o estado químico das massas de água subterrâneas concorrem as normas de qualidade definidas na tabela 2.3.2 da secção II do Anexo V do referido instrumento legislativo (Quadro 4.1.23).

Quadro 4.1.23 | Normas de qualidade 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)

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 4.1.24.

Quadro 4.1.24 | Lista de poluentes inerentes à determinação do estado químico das massas de água subterrâneas de acordo com o Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro

Tipologia	Poluente
Substâncias ou iões, ou indicadores, de origem natural ou resultantes de atividades humanas	Cloreto Sulfato Azoto amoniacal Cádmio Chumbo Arsénio Mercúrio
Substâncias sintéticas artificiais	Tricloroetileno Tetracloroetileno
Parâmetro indicativo de intrusões salinas ou outras	Condutividade elétrica

Do cruzamento da informação constante dos Quadros anteriores é possível verificar que a rede de monitorização de vigilância da qualidade da água cobre a grande maioria dos parâmetros requeridos pela legislação em vigor, com exceção das substâncias sintéticas artificiais (tricloroetileno e tetracloroetileno) e dos pesticidas. Neste último caso, cabe salientar que esta lacuna é registada no âmbito do programa da nova rede de monitorização, implementado a partir de 2009.

4.1.2.4.4 | Avaliação da representatividade e adequabilidade dos programas de monitorização

4.1.2.4.4.1 | Avaliação da representatividade dos programas de monitorização

Para efeitos de análise da representatividade da rede de monitorização do estado químico na ilha das Flores, 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 4.1.25 apresentam-se os valores de IR calculados para as massas de água monitorizadas na ilha das Flores. Os valores de IR da rede nova variam entre 15,5% e 55,5%, em qualquer caso abaixo do limiar aceitável de 80%. No caso da massa de água Inferior, e não obstante a adição de mais um ponto de água na rede nova, com o inerente aumento da densidade, o valor de IR desceu de 21,2% para 15,5%, o que demonstra a necessidade de planear adequadamente a distribuição dos locais a amostrar.

Quadro 4.1.25 | Cálculo do índice de representatividade para as redes antiga e nova de monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha das Flores

Massa de Água	Densidade (Ponto/Km ²)		Índice de Representatividade (%)		
	Rede antiga	Rede nova	Rede antiga	Rede nova	Quadrícula (m)
Inferior	0,109	0,217	21,2	15,5	200x200
Intermédio	0,106	0,106	49,7	49,7	200x200
Superior	0,047	0,047	55,5	55,5	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 das Flores, 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 15,5% e 55,5%, em qualquer caso abaixo do limiar aceitável de 80%. 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 -0,36%, 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 4.1.26).

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 4.1.24).

Quadro 4.1.26 | Lista mínima de parâmetros a monitorizar de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março

Parâmetro
Teor de oxigénio
pH
Condutividade elétrica
Nitratos
Amónia

4.1.2.5 | Monitorização das zonas protegidas associadas às águas subterrâneas

4.1.2.5.1 | Enquadramento

A Diretiva-Quadro da Água, transposta pela Lei da Água, define as zonas protegidas como as áreas que, face às suas especificidades, exigem proteção especial ao abrigo da legislação comunitária no que respeita à proteção das águas de superfície e subterrâneas ou à conservação dos habitats e das espécies diretamente dependentes da água.

A Lei da Água dispõe que, da mesma forma que a Diretiva-Quadro da Água, para as zonas protegidas as ações de monitorização dos estados químico e quantitativo devem ser complementados pelas especificações constantes de legislação no âmbito da qual tenha sido criada cada uma dessas zonas. Esta especificidade visa assegurar o cumprimento dos objetivos estabelecidos para as zonas protegidas, em especial aqueles que justificaram a criação das mesmas.

De acordo com a mesma legislação são consideradas como zonas protegidas as seguintes:

- As zonas designadas por normativo próprio para a captação de água destinada ao consumo humano ou a proteção de espécies aquáticas de interesse económico;
- As massas de água designadas como águas de recreio, incluindo zonas designadas como ZB;
- As zonas sensíveis em termos de nutrientes, incluindo as zonas vulneráveis e as zonas designadas como zonas sensíveis;
- As zonas designadas para a proteção de habitats e da fauna e da flora selvagens e a conservação das aves selvagens em que a manutenção ou o melhoramento do estado da água seja um dos fatores importantes para a sua conservação, incluindo os sítios relevantes da rede Natura 2000;
- As zonas de infiltração máxima.

Como referido no ponto 3.3.2. do presente relatório, importa restringir a análise 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 10m³ por dia em média, ou que sirvam mais de 50 pessoas. No ponto 3.3.2 do presente relatório procede-se a esta identificação, concluindo-se que na ilha das Flores todas as massas de água subterrâneas delimitadas são destinadas à produção de água para consumo humano.

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 das Flores, 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 4.1.27 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 4.1.27 | Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano

Massa de Água	Refª PGRHI	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
Inferior	FLO.19	Costa do Lajedo	Nascente	651699	4361333	Sim	Inferior
Inferior	FLO.31	Lajedo (Grotta Funda)	Nascente	651328	4362071	Sim	Inferior
Intermédio	FLO.15	Caveira I	Nascente	657886	4366650	Sim	Intermédio
Intermédio	FLO.28	Fajã Grandell	Nascente	650244	4368466	Sim	Intermédio
Intermédio	FLO.13	Cedros II - José Gregório	Nascente	658042	4371815	Sim	Intermédio
Intermédio	FLO.8	Ponta Delgada I (local do Sítio das Pedras)	Nascente	653797	4374735	Sim	Intermédio
Superior	FLO.64	Ribeira da Fazenda	Nascente	656743	4363023	Sim	Superior
Superior	FLO.9	Caldeirões	Nascente	655995	4367823	Sim	Superior
Superior	FLO.24	Boca das Canadas	Nascente	658174	4364404	Sim	Superior
Superior	FLO.58	Vale de Cima - Fajãzinha	Nascente	650195	4365810	Sim	Superior
Superior	FLO.26	Ribeira das Lajes IV	Nascente	654313	4363212	Sim	Superior

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).

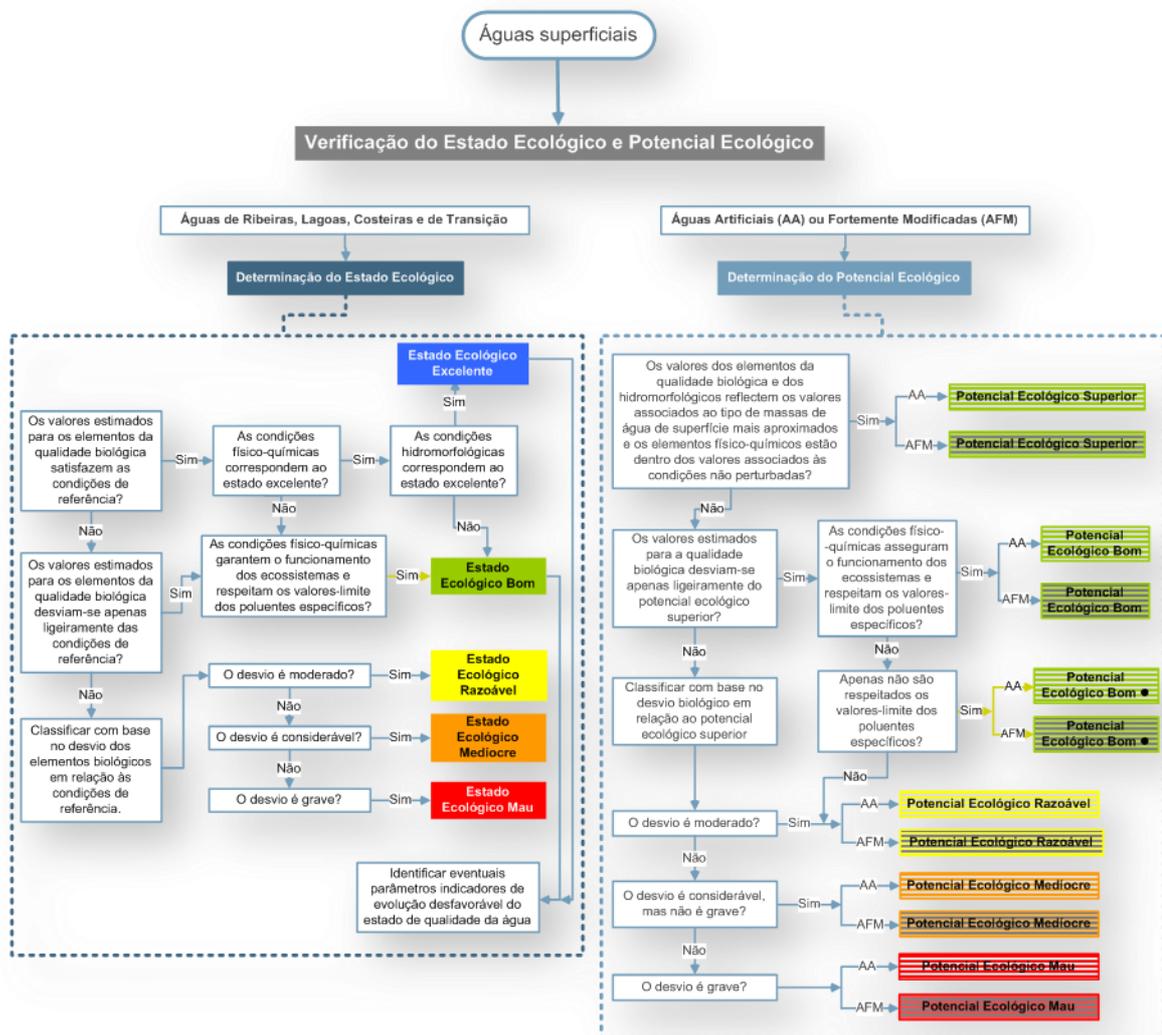
Para efeitos de avaliação do estado ecológico das massas de água superficiais da ilha das Flores foi efetuado um levantamento da informação mais relevante referente a esses ecossistemas incluída em diversas publicações, nomeadamente INOVA (1996; 1999; 2007), Porteiro (2000), Gonçalves *et al*, (2006; 2007) e Gonçalves (2008), bem como a sua sistematização, dando-se prioridade aos elementos de suporte à avaliação da qualidade hidromorfológica, físico-química e biológica das lagoas.

Como foi referido, a DQA constitui um quadro geral para a avaliação da qualidade, proteção, melhoria e recuperação das massas de água, mas não define em concreto os critérios a adotar por cada estado membro nessa avaliação. Em Portugal, de acordo com o disposto no número 5 do artigo 46.º da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, os critérios para a classificação do estado ecológico das águas de superfície devem ser definidos em normas a aprovar. Para o cumprimento desta determinação legal, o Instituto Nacional da Água (INAG), em conformidade com os requisitos da DQA, integrou a 1ª fase do Exercício de Intercalibração comunitário tendo daí resultado os "Critérios Para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras" (INAG, 2009). Nesse documento é proposto o sistema de classificação do estado das massas de água com base no seu estado ecológico e estado químico e são apresentados os critérios para a classificação do estado das massas de água da categoria rios e diretrizes para a classificação do estado de massas de água fortemente modificadas – albufeiras.

A Região Hidrográfica Açores não integrou o Exercício de Intercalibração e não foram definidos formalmente os critérios para a classificação do estado das suas massas de água. Para além disso, não podem ser adotados os critérios do INAG (2009) por estes não incluírem os tipos de massas de água de superfície existentes na Região Hidrográfica Açores. Face a estas limitações optou-se por efetuar uma classificação tendo por base os estudos científicos desenvolvidos recentemente nos Açores (Gonçalves *et al*, 2006; Gonçalves *et al*, 2007; Gonçalves, 2008). Apesar de não poderem ser aplicados os critérios de avaliação definidos pelo INAG às lagoas e ribeiras dos Açores, nomeadamente os que dizem respeito aos elementos biológicos utilizados na avaliação do estado ecológico e aos

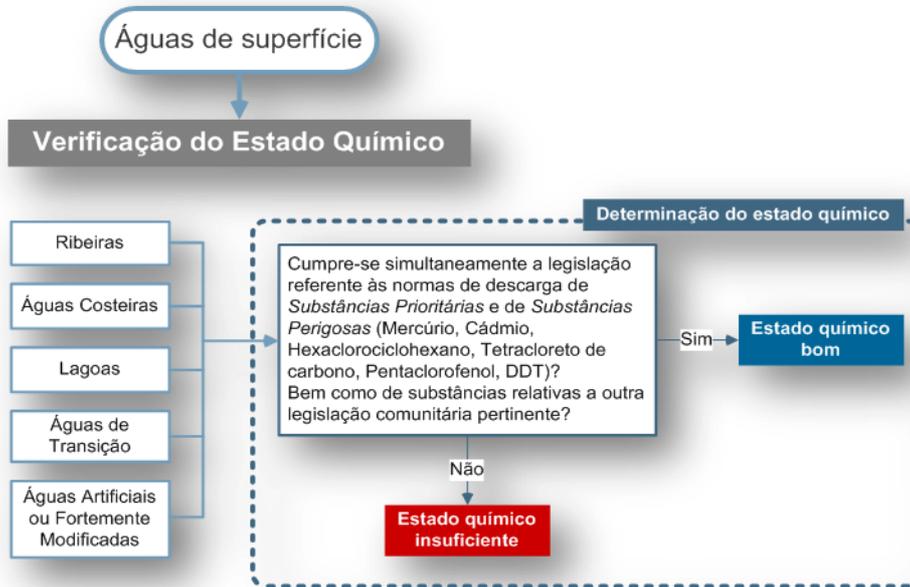
valores de fronteira entre as classes de estado para cada um desses elementos, adotar-se-á o sistema global de classificação aí proposto, que está em conformidade com o Anexo V da DQA e as orientações dos grupos de trabalho de implementação dessa diretiva (WFD-CIS, 2003a; 2003b; 2005).

O estado de uma massa de água de superfície é definido em função dos seus estados ecológico (Figura 5.1.1) e químico (Figura 5.1.2), considerando-se, de acordo com o princípio do *one out – all out*, o pior dos dois Estados (Figura 5.1.3). Portanto, para alcançar o objetivo do Bom estado a DQA requer que as massas de água de superfície atinjam pelo menos o Bom estado ecológico e o Bom estado químico.



Fonte: adaptado de INAG (2009)

Figura 5.1.1 | Verificação do estado ecológico das massas de água superficiais.



Fonte: adaptado de INAG (2009)

Figura 5.1.2 | Verificação do estado químico das massas de água superficiais.



Fonte: 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 das Flores.

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
	Poluentes específicos	Estado de acidificação
		Condições relativas aos nutrientes
		Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água
Hidromorfológicos	Regime hidrológico	Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas na massa de água
		Caudais e condições de escoamento
	Condições morfológicas	Ligação a massas de água subterrâneas
		Variação da profundidade e largura do rio
		Estrutura e substrato do leito do rio
	Estrutura da zona ripícola	

No que se refere aos elementos biológicos, aqueles que poderiam ser utilizados na classificação do estado ecológico das ribeiras da Região Hidrográfica Açores são o fitoplâncton, o fitobentos e 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 à alteração 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 na região 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 (CBO5), azoto amoniacal, nitratos e fósforo total.

Os elementos de qualidade hidromorfológica propostos pela DQA estão relacionados com o regime hidrológico e as condições morfológicas das ribeiras (Quadro 5.1.1). Relativamente às ribeiras dos Açores, não existem dados consistentes e sistematizados sobre os componentes desses elementos que poderiam ser utilizados na avaliação da qualidade hidromorfológica (INAG, 2009).

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 5.1.4). Os valores de referência calculados para o único tipo de ribeiras dos Açores e os valores das fronteiras entre as classes de qualidade, expressos em RQE, para o índice IPS para avaliação da qualidade recorrendo às Diatomáceas são apresentados na Tabela 5.1.2.

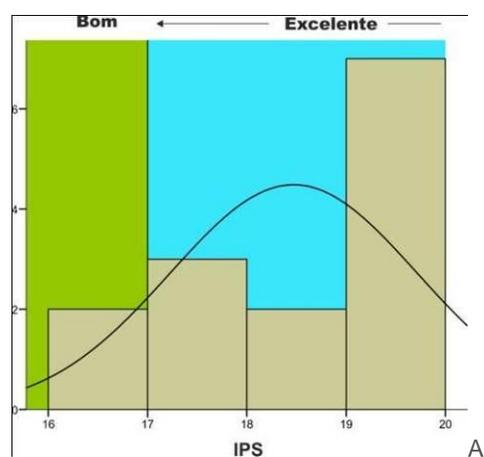


Figura 5.1.4 | Valor de referência para o índice adotado (IPS) para o tipo de ribeira das Flores.

Salienta-se que, devido à ausência de um número adequado de locais nas ribeiras do tipo B-R-C/P/S/P, não foi possível definir o valor das fronteiras entre as classes de qualidade Razoável a Mau. Deste modo apresentamos as classes do Excelente, Bom e Razoável.

Quadro 5.1.2 | Valores de referência e fronteiras para 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 das duas ribeiras abrangidas na categoria rios nas Flores para os anos de 2005, 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 em vários locais das ribeiras Badanela (RBD0, RBD1 e RBD2) e Grande (RGR0, RGR1, RGR2 e RGR3) da ilha das Flores, nos anos de 2005, 2006 e 2008

Local	2005	2006	2008
RBD0	-	-	Excelente
RBD1	Excelente	Excelente	Excelente
RBD2	Bom	Bom	Bom
RGR0	-	-	Excelente
RGR1	Excelente	Excelente	Excelente
RGR2	Razoável	Razoável	Razoável
RGR3	Razoável	Razoável	Razoável

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 das ribeiras das Flores incluídas na tipologia anteriormente descrita entre os anos de 2005, 2006 e 2008 (Quadro 5.1.4) em função dos dados disponíveis para cada elemento. Para o cálculo das fronteiras entre os estados de qualidade baseada no elementos físico-químicos utilizou-se o percentil 95 da distribuição dos dados nos locais de referência 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).

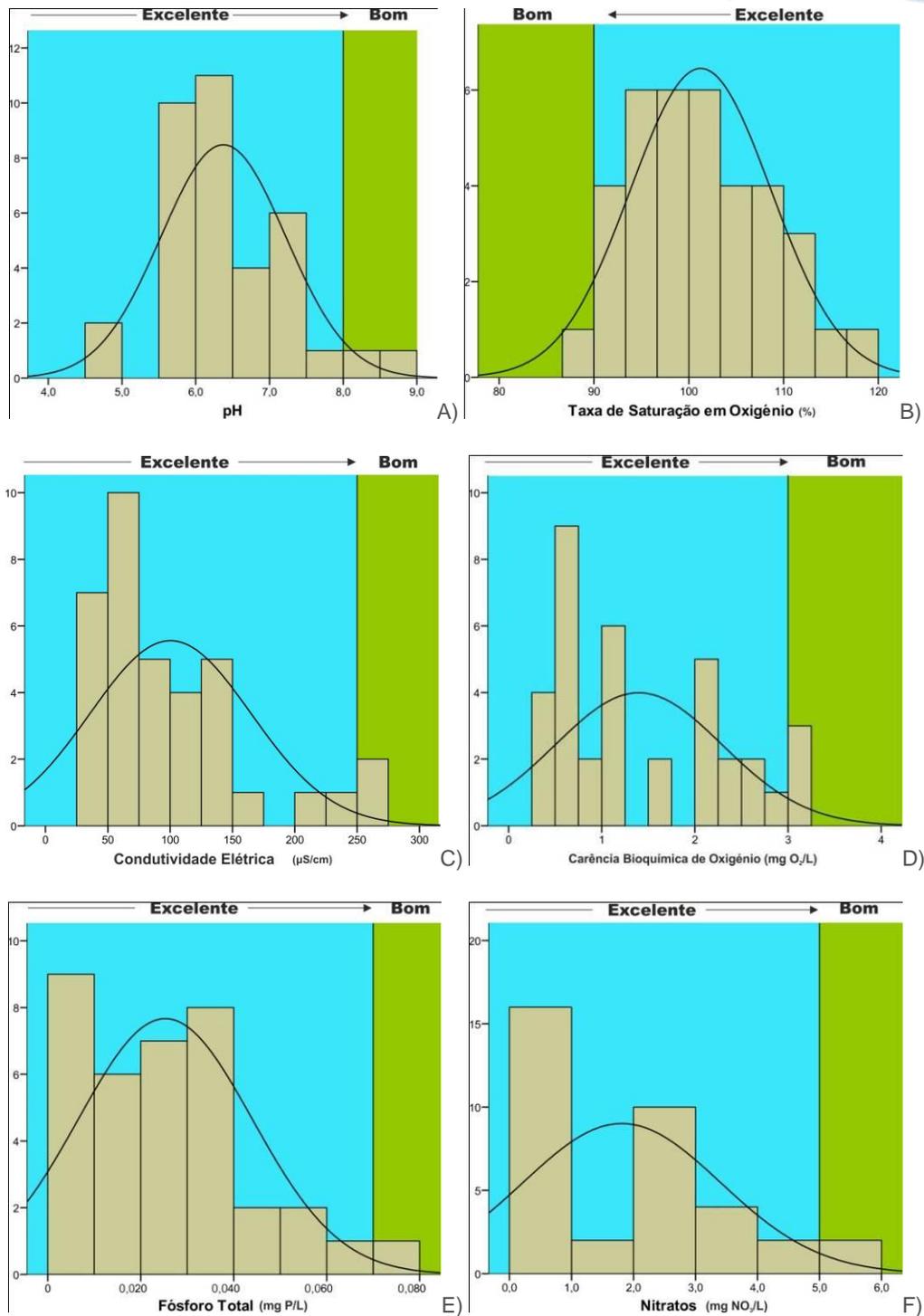


Figura 5.1.5 | Valores de referência para os elementos físico químicos calculados para o tipo de ribeira das Flores A) pH; B) Taxa de Saturação em Oxigênio; C) Condutividade elétrica; D) Carência Bioquímica de Oxigênio; E) Fósforo total e F) Nitratos.

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 5.2.5.

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 em vários locais das ribeiras Badanela (RBD0, RBD1 e RBD2) e Grande (RGR0, RGR1, RGR2 e RGR3) da ilha das Flores, nos anos de 2005, 2006 e 2008

Locais	Elementos	2005	2006	2008
RBD0	pH	-	-	Excelente
	Taxa de Saturação em Oxigénio	-	-	Excelente
	Condutividade Elétrica	-	-	Excelente
	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO5)	-	-	Excelente
	Nitratos	-	-	Excelente
	Fósforo Total	-	-	Excelente
RBD1	pH	Excelente	Excelente	Excelente
	Taxa de Saturação em Oxigénio	Excelente	Excelente	Excelente
	Condutividade Elétrica	Excelente	Excelente	Excelente
	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO5)	Excelente	Excelente	Excelente
	Nitratos	Excelente	Excelente	Excelente
	Fósforo Total	Excelente	Excelente	Excelente
RBD2	pH	Excelente	Excelente	Excelente
	Taxa de Saturação em Oxigénio	Excelente	Excelente	Excelente
	Condutividade Elétrica	Excelente	Excelente	Excelente
	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO5)	Excelente	Excelente	Excelente
	Nitratos	Excelente	Excelente	Excelente
	Fósforo Total	Excelente	Excelente	Excelente

Locais	Elementos	2005	2006	2008
RGR0	pH	-	-	Excelente
	Taxa de Saturação em Oxigénio	-	-	Excelente
	Condutividade Eléctrica	-	-	Excelente
	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO5)	-	-	Excelente
	Nitratos	-	-	Excelente
	Fósforo Total	-	-	Excelente
RGR1	pH	Excelente	Excelente	Excelente
	Taxa de Saturação em Oxigénio	Excelente	Excelente	Excelente
	Condutividade Eléctrica	Excelente	Excelente	Excelente
	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO5)	Excelente	Excelente	Excelente
	Nitratos	Excelente	Bom	Excelente
	Fósforo Total	Excelente	Excelente	Excelente
RGR2	pH	Excelente	Excelente	Excelente
	Taxa de Saturação em Oxigénio	Excelente	Excelente	Excelente
	Condutividade Eléctrica	Excelente	Excelente	Excelente
	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO5)	Excelente	Excelente	Excelente
	Nitratos	Excelente	Excelente	Excelente
	Fósforo Total	Bom	Bom	Razoável
RGR3	pH	Excelente	Excelente	Excelente
	Taxa de Saturação em Oxigénio	Excelente	Excelente	Excelente
	Condutividade Eléctrica	Excelente	Excelente	Excelente
	Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO5)	Excelente	Excelente	Excelente
	Nitratos	Excelente	Excelente	Excelente
	Fósforo Total	Bom	Excelente	Bom

Aplicando os esquemas conceptuais apresentados na Figura 5.1.1, determinou-se o estado ecológico das ribeiras da ilha das Flores nos anos de 2005, 2006 e 2008 (Quadro 5.1.6). Nos anos em avaliação o estado ecológico nos diferentes locais das ribeiras das Flores variou entre Excelente e Razoável. Como já havia sido referido no Capítulo 3, é evidente uma gradiente altitudinal na composição das comunidades de diatomáceas bentónicas que se traduz numa variação do valor do IPS entre os locais situados a montante (RBD0, RBD1, RGR0 e RGR1) e os locais situados a jusante (RBD2, RGR2 e RGR3). Como a DQA determina que uma massa de água tem forçosamente uma qualidade ecológica homogénea, utilizando o princípio da precaução em favor da proteção dos ecossistemas, adotou-se para cada massa de água a pior classificação obtida de entre todos os locais analisados. Assim, o estado ecológico da ribeira da Badanela é classificado como Bom e o da ribeira Grande como Razoável.

Quadro 5.1.6 | Classificação do estado ecológico em vários locais das ribeiras abrangidas pelo presente plano de gestão, entre os anos de 2005, 2006 e 2008

Local	2005	2006	2008
RBD0	-	-	Excelente

Local	2005	2006	2008
RBD1	Excelente	Excelente	Excelente
RBD2	Bom	Bom	Bom
RGR0	-	-	Excelente
RGR1	Excelente	Bom	Excelente
RGR2	Razoável	Razoável	Razoável
RGR3	Razoável	Razoável	Razoável

5.1.1.2.2 | Lagoas

Relativamente aos lagos, a DQA identifica como elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico os indicados no Quadro 5.1.7.

Quadro 5.1.7 | Elementos de qualidade para a classificação do estado ecológico de lagos de acordo com a Diretiva-Quadro da Água

Tipo		Elementos de qualidade	
Biológicos		Composição, abundância e biomassa do fitoplâncton	
		Composição e abundância da restante flora aquática	
		Composição e abundância dos invertebrados bentónicos	
		Composição, abundância e estrutura etária da fauna piscícola	
Físico-químicos	Elementos gerais	Transparência	
		Condições térmicas	
		Condições de oxigenação	
		Salinidade	
		Estado de acidificação	
		Condições relativas aos nutrientes	
	Poluentes específicos	Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água	
		Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas na massa de água	
	Hidromorfo-lógicos	Regime hidrológico	Caudais e condições de escoamento
			Tempo de residência
Ligação a massas de água subterrâneas			
Condições morfológicas		Variação da profundidade do lago	
		Quantidade, estrutura e substrato do leito do lago	
		Estrutura das margens do lago	

Tal como acontece na categoria rios, apenas o fitoplâncton, o fitobentos e as macrófitas (outra flora aquática) e os invertebrados bentónicos poderão ser utilizados para a classificação do estado ecológico, uma vez que a fauna piscícola foi toda introduzida pelo Homem não podendo, por isso, refletir a qualidade do ecossistema. Recentemente começou-se a estudar as macrófitas das lagoas (Gonçalves *et al*, 2009a; 2009b) mas apenas existem estudos consistentes

relativamente ao fitoplâncton, ao fitobentos (diatomáceas) e aos invertebrados bentónicos (e.g. INOVA, 1996, 1999; Gonçalves et al., 2006a, 2008; Gonçalves 2008), e destes o fitoplâncton parece ser aquele que melhor responde às alterações na qualidade dos ecossistemas (Gonçalves et al., 2006a; Gonçalves 2008; Gonçalves et al. 2008).

A DQA considera para o elemento de qualidade fitoplâncton a composição, a abundância e a biomassa. Segundo Gonçalves (2008), estas três características do fitoplâncton estão significativamente correlacionadas com o grau de pressão exercida sobre os ecossistemas lênticos dos Açores, sendo, por isso, reveladoras da qualidade dos mesmos. Este autor propôs um índice multimétrico (P-IBI) baseado na composição, na abundância e na biomassa comunidades fitoplanctónicas das lagoas dos Açores para a avaliação da qualidade ecológica (Quadro 5.1.8). Tendo em conta que este índice incorpora os três elementos de qualidade fitoplanctónica propostos pela DQA e a sua sensibilidade às alterações ambientais optou-se por utiliza-lo na classificação do estado ecológico das lagoas abrangidas por estes planos de gestão de recursos hídricos ilha.

Quadro 5.1.8 | Critérios de pontuação de cada uma das métricas fitoplanctónicas (baseadas na média anual) para cálculo do índice fitoplanctónico de integridade biótica (P-IBI), diferenciados pelos dois tipos de lagoas

Tipos	Métricas	Critérios de pontuação das métricas			Unidades
		5	3	1	
B-L-M/MI- MP/S/P	Biomassa de cianobactérias	<0,01	0,01-0,1	>0,1	mg/L
	% de cianobactérias	<1	1-5	>5	%
	Biomassa de criptófitas	<0,1	0,1-0,2	>0,2	mg/L
	% de dinoflagelados	>10	1-10	<1	%
	Biomassa total do fitoplâncton	<1	1-5	>5	mg/L
	Clorofila a (superfície)	<3	3-10	>10	µg/L
B-L- M/MI/S/PP	Biomassa de cianobactérias	<0,01	0,01-0,1	>0,1	mg/L
	% de cianobactérias	<0,5	0,5-5	>5	%
	Biomassa de criptófitas	<0,1	0,1-0,2	>0,2	mg/L
	% de dinoflagelados	>10	1-10	<1	%
	Biomassa total do fitoplâncton	<2,5	2,5-10	>10	mg/L
	Clorofila a (superfície)	<4	4-12	>12	µg/L

Fonte: Gonçalves (2008)

Relativamente aos elementos de qualidade físico-química, tal como na categoria rios, a DQA estabelece duas categorias: os elementos gerais e os poluentes específicos. No que se refere aos poluentes específicos, nomeadamente às substâncias prioritárias listadas no Anexo X do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, e cujas NQA (NQA) são definidas na Diretiva 2008/105/CE, e aos outros poluentes específicos (INAG 2009 – anexo B), não existem dados sobre a presença e concentração da maioria deles nas águas das lagoas dos Açores. Os poucos poluentes específicos que foram pesquisados (e.g. zinco, cádmio e mercúrio) possuem valores de concentração em todas as lagoas inferiores às Normas de Qualidade para este tipo de ecossistemas (Diretiva 2008/105/CE; INAG, 2009). Como tal, estes elementos de qualidade físico-química não foram considerados na classificação do estado ecológico das lagoas das Flores.

Em relação aos elementos gerais da qualidade físico-química, utilizaram-se os indicados por Gonçalves et al, (2006), nomeadamente a transparência da água, a concentração de oxigénio dissolvido, e as concentrações de azoto total e

fósforo total. Estes quatro descritores enquadram-se nos elementos referidos na DQA como transparência, condições de oxigenação e condições relativas a nutrientes. Os restantes elementos gerais de características físico-químicas indicados na DQA (condições térmicas, salinidade e estado de acidificação) não foram considerados essenciais para a classificação do estado ecológico das lagoas dos Açores porque a sua variabilidade nestas lagoas resulta fundamentalmente do seu enquadramento natural e não de pressões ambientais (Gonçalves 2008).

O elementos de qualidade hidromorfológica propostos pela DQA estão relacionados com o regime hidrológico e as condições morfológicas das lagoas (Quadro 5.1.8). Relativamente às lagoas dos Açores, não existem dados consistentes e sistematizados sobre os componentes desses elementos que poderiam ser utilizados na avaliação da qualidade hidromorfológica (INAG 2009). Entre as lacunas nesta matéria destacam-se a ausência de caracterização batimétrica da maioria das lagoas consideradas referências, fundamental para a caracterização do seu regime hidrológico, e a ausência de dados de caracterização da estrutura das margens e do leito das lagoas. Face a estes constrangimentos optou-se por considerar, nesta fase, que todas as lagoas apresentam condições hidromorfológicas adequadas ao suporte da vida aquática.

Os critérios de classificação do estado ecológico, expressos na relação entre os diferentes elementos de qualidade biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos segundo as definições normativas do Anexo V, item 1.2 da DQA, encontram-se representados na Figura 5.2.2. Uma vez ponderados os elementos de qualidade, o estado ecológico é expresso numa das seguintes classes: Excelente, Bom, Razoável, Medíocre e Mau. Para efeitos de comunicação gráfica, a estas classes correspondem respetivamente as cores azul, verde, amarelo, laranja, e vermelho (item 1.4.2. do Anexo V da DQA).

5.1.1.2.2.1 | Elementos biológicos de qualidade

As fronteiras entre estados de qualidade biológica foram calculadas em rácios de qualidade ecológica (RQE), de acordo com o definido na DQA, dividindo o valor da métrica em cada classe de estado pelo valor da métrica no estado de referência. Uma vez que na construção do índice já foram discriminados os valores das métricas que o incorporam em função do tipo de lagoa (Quadro 5.1.9) os valores de referência e as fronteiras entre as classes de estado são idênticas para ambos tipos.

Quadro 5.1.9 | Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico (em RQE) com base no fitoplâncton para os tipos de lagos da Região Hidrográfica Açores

Tipo	Índice adotado	Valor de referência	Exc./Bom (RQE)	Bom/Raz. (RQE)	Raz./Med. (RQE)	Med./Mau (RQE)
B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP	P-IBI	4,7	0,94	0,74	0,53	0,31

Estados de qualidade: Exc.- Excelente; Raz.- Razoável; Med.- Medíocre
RQE- Rácio de Qualidade Ecológica

Com base nos critérios definidos atrás, determinou-se o estado dos elementos de qualidade ecológica das lagoas das Flores identificadas no Capítulo 3 abrangidas na tipologia B-L-M/MI/S/PP e B-L-M/MI-MP/S/P entre os anos de 2004, 2005, 2006 e 2008 (Quadro 5.1.10) em função dos dados disponíveis para cada elemento.

Um aspeto que influenciou negativamente a consistência da classificação dos elementos biológicos, foi a irregularidade da monitorização destes ecossistemas. Face à dinâmica sazonal que as lagoas apresentam, a sua correta caracterização e avaliação dos elementos de qualidade ecológica exigem, no mínimo quatro análises anuais, uma em

cada estação do ano. Este requisito é particularmente importante para o elemento de qualidade biológica fitoplâncton pois a sua variação sazonal é muito marcada. A redução do número de análises provoca a diminuição da sensibilidade do índice P-IBI, facto que esteve na origem na oscilação do seu valor em algumas lagoas (Quadro 5.1.10).

Quadro 5.1.10 | Classificação do estado ecológico com base no elemento biológico fitoplâncton das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão entre os anos de 2004 e 2006

Tipo	Lagoa	Elemento Biológico	2004	2005	2006	2008
B-L-M/MI/S/PP	Branca	RQE (P-IBI)	-	-	Bom	Bom
	Comprida	RQE (P-IBI)	Bom	Razoável	Bom	Bom
B-L-M/MI-MP/S/P	Rasa	RQE (P-IBI)	Bom	Bom	Excelente	Bom
	Lomba	RQE (P-IBI)	Bom	Bom	Bom	Bom
	Negra	RQE (P-IBI)			Razoável	Razoável
	Funda	RQE (P-IBI)	Mau	Mau	Mau	Medíocre

5.1.1.2.2.2 | Elementos físico-químicos de qualidade

Para o cálculo das fronteiras entre os estados de qualidade definidos pelos elementos físico-químicos utilizou-se o percentil 95 da distribuição dos dados nos locais de referência para a fronteira Excelente/Bom (WFD-CIS, 2005) e os valores indicados pelo INAG (2009) ou valores periciais para a fronteira Bom/Razoável. No Quadro 5.1.11 encontram-se os valores de referência e as fronteiras entre as classes de estado químico para as tipologias B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP.

Quadro 5.1.11 | Mediana dos valores de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico com base nos elementos físico-químicos (valores médios anuais) para os tipos de lagos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI/S/PP da Região Hidrográfica Açores

Tipo	Elemento de qualidade	Valor de referência	Exc./Bom	Bom/Raz.
B-L-M/MI-MP/S/P	Transparência (m)	3,1	<1,9	<1,0
	Oxigénio dissolvido (mg/L)	9,8	<8,8 ou >11,6	<5,0
	Azoto total (mg N/L)	0,20	>0,30	>0,8
	Fósforo total (mg P/L)	0,02	>0,04	>0,07
B-L-M/MI/S/PP	Transparência (m)	2,0	<0,95*Zmax	<0,5*Zmax
	Oxigénio dissolvido (mg/L)	10,3	<8,5 ou >11,0	<5,0
	Azoto total (mg N/L)	0,30	>0,50	>1,0
	Fósforo total (mg P/L)	0,017	>0,05	>0,07

Com base nos critérios definidos atrás, determinou-se o estado dos elementos físico-químicos de qualidade ecológica das lagoas designadas na ilha das Flores entre os anos de 2004 a 2008 (Quadro 5.1.12) em função dos dados disponíveis para cada elemento.

Quadro 5.1.12 | Classificação do estado ecológico com base nos elementos de qualidade físico-química das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2008

Tipo	Lagoa	Elemento físico-químico	2004	2005	2006	2008
B-L-M/MI/S/PP	Branca	Z _{sd}	-	-	Excelente	Excelente
		O ₂	-	-	Excelente	Bom
		TN	-	-	Razoável	Excelente
		TP	-	-	Excelente	Bom
B-L-M/MI-MP/S/P	Comprida	Z _{sd}	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
		O ₂	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
		TN	Bom	Bom	Bom	Bom
		TP	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
	Rasa	Z _{sd}	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
		O ₂	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
		TN	Bom	Excelente	Bom	Bom
		TP	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
	Lomba	Z _{sd}	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
		O ₂	Excelente	Bom	Excelente	Excelente
		TN	Bom	Bom	Bom	Bom
		TP	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
	Negra	Z _{sd}	-	-	Excelente	Excelente
		O ₂	-	-	Excelente	Excelente
		TN	-	-	Bom	Bom
		TP	-	-	Razoável	Razoável
	Funda	Z _{sd}	Bom	Bom	Bom	Bom
		O ₂	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
		TN	Bom	Bom	Bom	Bom
		TP	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Conforme se pode observar pela análise do Quadro 5.1.12, subsistem diversas lacunas de informação mesmo para os elementos de qualidade selecionados. Uma dessas lacunas mais evidente está 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 quatro registos e outros com apenas dois.

Aplicando os esquemas conceptuais apresentados nas Figuras 5.1.1 e 5.1.3, determinou-se o estado ecológico das lagoas das Flores nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2008 (Quadro 5.1.13). Nos anos em avaliação o estado ecológico das lagoas das Flores variou entre Bom e Mau. As lagoas Branca, Comprida, Rasa e Lomba são as que apresentam melhor estado ecológico (Bom). As lagoas Funda e Negra não atingem os objetivos ambientais, possuindo uma qualidade ecológica classificada entre Mau e Razoável.

Quadro 5.1.13 | Classificação do estado ecológico das lagoas abrangidas pelo presente plano de gestão nos anos de 2004, 2005, 2006 e 2008

Tipo	Lagoa	2004	2005	2006	2008
------	-------	------	------	------	------

Tipo	Lagoa	2004	2005	2006	2008
B-L-M/MI/S/PP	Branca	-	-	Razoável	Bom
B-L-M/MI- MP/S/P	Comprida	Bom	Razoável	Bom	Bom
	Rasa	Bom	Bom	Bom	Bom
	Lomba	Bom	Bom	Bom	Bom
	Negra			Razoável	Razoável
	Funda	Mau	Mau	Mau	Medíocre

5.1.1.2.3 | Águas costeiras e de transição

De acordo com a DQA e Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, Anexo V, para as massas de águas costeiras e de transição o estado ecológico é classificado tendo em consideração diversos aspetos que se apresentam no Quadro 5.1.14.

Quadro 5.1.14 | 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;
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 das Flores, 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. 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 das Flores de acordo com a prevista no Anexo V da DQA.

5.1.1.2.3.1 | Águas costeiras

A avaliação do estado ecológico das massas de água costeiras pressupõe a determinação do RQE (Rácio de Qualidade Ecológica), de acordo com a Decisão da Comissão 2008/915/CE de 30 de outubro de 2008, em conformidade com o anexo V da DQA e apresentada no Quadro 5.1.1.

Para as águas costeiras foram ou estão a ser efetuadas campanhas de monitorização, embora até ao momento, não tenham sido desenvolvidas propostas de metodologias de condições de referência e delimitação de limites das fronteiras entre RQE e respetivo estado ecológico, pela autoridade competente.

Elementos Biológicos

Fitoplâncton

Até ao momento foi efetuada apenas uma campanha de monitorização relativamente a composição, abundância e biomassa de fitoplâncton, não estando estabelecidas as condições de referência nem metodologias de delimitação das fronteiras dos estados ecológicos, estando contudo em fase de desenvolvimento.

Restante flora aquática - Macroalgas

Apesar da campanha de monitorização desenvolvida, este parâmetro biológico não foi contemplado na obtenção de dados relativamente a composição, abundância e biomassa, permanecendo de igualdade 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 das Flores, 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 indústria), 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 das Flores apresentam igualmente um estado excelente para os elementos em apreço (Quadro 5.1.15).

Quadro 5.1.15 | Classificação dos elementos biológicos para as massas de água costeiras da ilha das Flores

Designação do tipo	Código	Fitoplâncton	Macroalgas	Invertebrados bentónicos	Final
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E//FLO1	PT09FLOC11	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	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 15,3 e 16,9°C. Relativamente à transparência as três massas de água apresentam valores de 10m, 12m e 16m para águas pouco profundas, intermédias e profundas, respetivamente. A salinidade apresenta valores constantes para as três massas de água 36-37‰. Quanto ao oxigénio dissolvido, verifica-se que este parâmetro diminui da massa de água pouco profunda para a profunda, apresentando valores de 10,8mg/L, e 10,5mg/L (Quadro 5.1.16).

Quadro 5.1.16 | Resultados das análises efetuadas para elementos gerais

Designação do tipo	Código	Temperatura (°C)	Transparência (m)	O2 Dissol (mg/L)	pH
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	16,9	10	10,8	8,29
A-C-E//FLO1	PT09FLOC11	16,0	12	10,6	8,28
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	15,3	16	10,5	8,25

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 5.1.17). Deste modo considera-se que a massa de água apresenta boa qualidade, sendo o classificado como bom (Quadro 5.1.18).

Quadro 5.1.17 | Concentração de nutrientes dissolvidos nas massas de água costeiras

Designação do tipo	Código	Nitritos (mg/L)	Nitratos (mg/L)	Azoto total (mg/L)
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	<0,02	<2	<5
A-C-E//FLO1	PT09FLOCI1	<0,02	<2	<5
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	<0,02	<2	<5
Designação do tipo	Código	Fosfatos S (mg/L)	Fosfatos I (mg/L)	Fosforo total (mg/L)
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	<0,02	<0,16	<0,07
A-C-E//FLO1	PT09FLOCI1	<0,02	<0,16	<0,07
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	<0,02	<0,16	<0,07

Fonte: Agroleico, 2011

Quadro 5.1.18 | Classificação dos físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha das Flores

Designação do tipo	Código	Nitrato+Nitrito	Amónia	Fosfato	%O.D.	Final
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E//FLO1	PT09FLOCI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos

A componente hidromorfológica para as águas costeiras pressupõe a obtenção do RQE com base nos elementos apresentados no Quadro 5.1.1.

Contudo, não estão ainda definidos limites oficiais para a consideração do estado excelente para os elementos de qualidade hidromorfológica. Assim, a avaliação da qualidade hidromorfológica será baseada na análise das pressões morfológicas e hidrodinâmicas significativas, efetuada na caracterização das pressões naturais e incidências antropogénicas significativas.

Com base no valor médio obtido para as pressões hidromorfológicas, é possível quantificar a pressão média, que para o caso da ilha das Flores é classificada como Ausente (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 0-1, 0,33 respetivamente. Deste modo, é possível avaliar o estado hidromorfológico com excelente para as três massas de água costeiras (Quadro 5.1.19).

Quadro 5.1.19 | Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha das Flores

Designação do tipo	Código	Elementos hidromorfológicos	Final
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	Excelente	Excelente
A-C-E//FLO1	PT09FLOCI1	Excelente	Excelente
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	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 das Flores 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 das Flores, 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 5.1.20 e Figura 5.1.4).

Quadro 5.1.20 | Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha das Flores

Designação do tipo	Código	Elementos biológicos	Elementos hídromorfológicos	Elementos químicos de suporte	Final
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/I/FLO1	PT09FLOC11	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

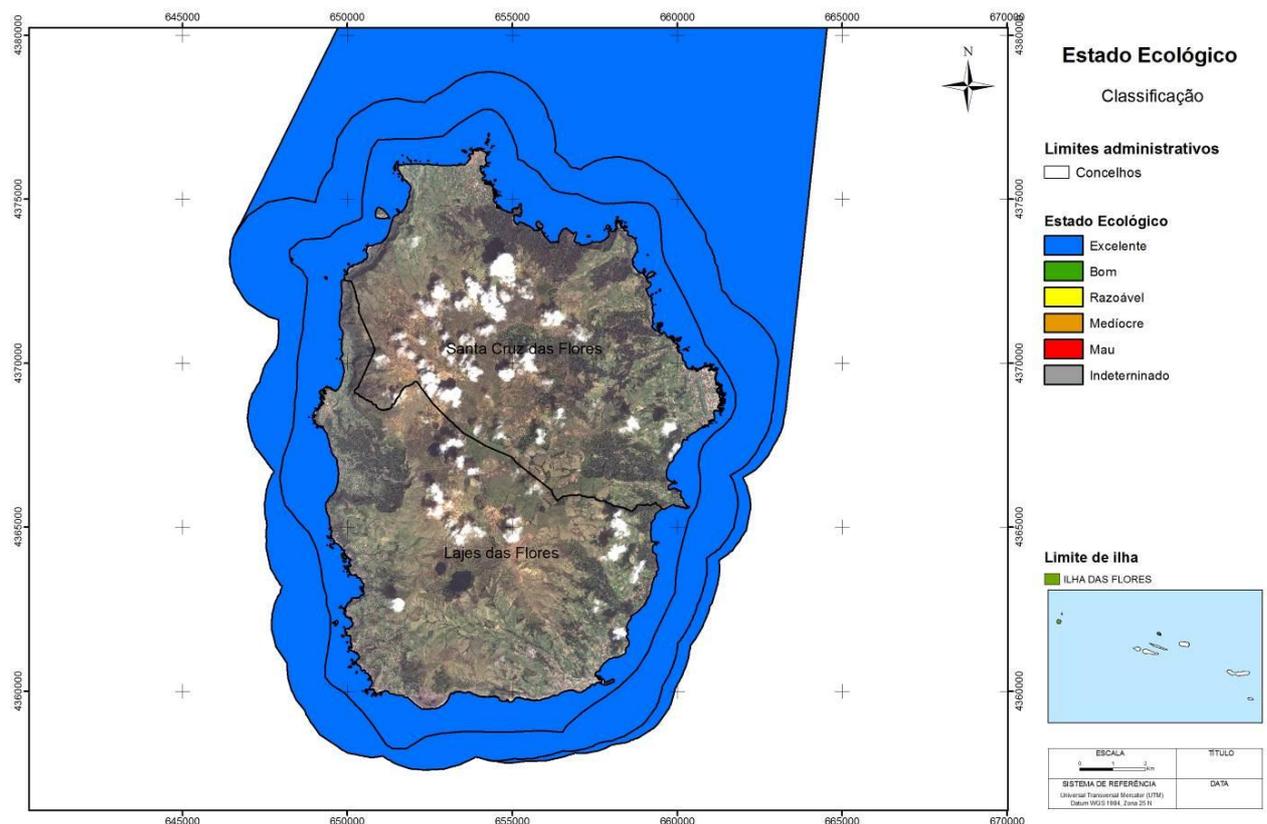


Figura 5.1.4 | Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha das Flores.

5.1.1.2.3.2 | Águas de transição

Para a ilha das Flores não estão designadas massas de água da categoria de águas de transição.

5.1.1.3 | Estado químico

5.1.1.3.1 | Ribeiras

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 (Diretiva 2008/105/CE) para as quais foram definidas NQA e outras substâncias perigosas para as quais também foram estabelecidas a nível nacional ou comunitário o mesmo tipo de normas (NQA).

Tal como foi referido anteriormente, não existem dados sobre a presença e concentração da maioria das substâncias consideradas prioritárias nas águas das ribeiras dos Açores. As poucas que foram pesquisadas (e.g. para zinco, cádmio e mercúrio) possuem valores de concentração abaixo dos limites de deteção dos métodos utilizados. Refira-se, no entanto, que no caso do mercúrio o limite de deteção no método utilizado (0,3µgHg/L) é superior ao máximo admissível pela NQA (Diretiva 2008/105/CE) pelo que se desconhece se está cumprida esta norma de qualidade ambiental.

Apesar do desconhecimento relativamente ao cumprimento ou não da maioria das NQA relativas às substâncias prioritárias, atendendo a que o risco da sua presença nos ecossistemas aquáticos interiores dos Açores é pouco significativo (SRAM, INAG 2006), considerar-se-á que todas as ribeiras alvo deste plano possuem um Bom estado químico.

5.1.1.3.2 | Lagoas

À semelhança do que sucede para a categoria rios das massas de água interiores, não existem dados sobre a presença e concentração da maioria das substâncias consideradas prioritárias nas águas das lagoas dos Açores. As poucas que foram pesquisadas (e.g. para zinco, cádmio e mercúrio) possuem valores de concentração abaixo dos limites de deteção dos métodos utilizados. Refira-se, no entanto, que no caso do mercúrio o limite de deteção no método utilizado (0,3µgHg/L) é superior ao máximo admissível pela NQA (Diretiva 2008/105/CE) pelo que se desconhece se está cumprida esta norma de qualidade ambiental.

Apesar do desconhecimento relativamente ao cumprimento ou não da maioria das NQA relativas às substâncias prioritárias, atendendo a que o risco da sua presença nos ecossistemas aquáticos interiores dos Açores é pouco significativo (SRAM, INAG 2006), considerar-se-á que todas as lagoas alvo deste plano possuem um Bom estado químico.

5.1.1.3.3 | Águas costeiras de de transição

Para a ilha das Flores 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 5.1.21 e Quadro 5.1.22).

Quadro 5.1.21 | NQA para substâncias prioritárias (Parte A do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)

Nº	Substância	NQA-MA ⁽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	Eter defenílico bromado	0,0002	n.a.	
6	Cádmio e compostos de cádmio (consoante a classe de dureza da água)	0,2	1	≤ 0,45
			2	0,45
			3	0,6
			4	0,9
			5	1,5
7	C10-13 Cloroalcanos	0,4	1,4	
8	Clorfenvinfos	0,1	0,3	
9	Clorpirifos (clorpirifos-etilo)	0,03	0,1	
10	1,2-Dicloroetano	10	n.a.	
11	Diclorometano	20	n.a.	
12	Ftalato di(2-etil-hexilo) (DEHP)	1,3	n.a.	
13	Diurão	0,2	1,8	
14	Endossulfão	0,005	0,004	
15	Fluoranteno	0,1	1	
16	Hexaclorobenzeno	0,01	0,05	
17	Hexaclorobutadieno	0,1	0,6	
18	Hexaclorociclohexano	0,02	0,02	
19	Isoproturão	0,3	1	
20	Chumbo e compostos de chumbo	7,2	n.a.	
21	Mercúrio e compostos de mercúrio	0,05	0,07	
22	Naftaleno	1,2	n.a.	
23	Níquel e compostos de níquel	20	n.a.	
24	Nonilfenol (4-Nonilfenol)	0,3	2	
25	Octilfenol (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol)	0,01	n.a.	
26	Pentaclorobenzeno	0,007	n.a.	
27	Pentaclorofenol	0,4	1	
28	Benzo(a)pireno	0,05	0,1	
	Benzo(b)fluoranteno	Σ=0,03	n.a.	
	Benzo(k)fluoranteno			
	Benzo(g,h,i)perileno	Σ=0,002	n.a.	
	Indeno[1,2,3-cd]pireno			
29	Simazina	1	4	
30	Compostos de tributilestanho (Catião tributilestanho)	0,0002	0,0015	
31	Triclorobenzenos (1,2,3-,1,2,4- e 1,3,5-triclorobenzeno)	0,4	n.a.	
32	Triclorometano	2,5	n.a.	
33	Trifluralina	0,03	n.a.	

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 5.1.22 | NQA para outros poluentes (Parte B do Anexo III, Coluna C5 e C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro)

Nº	Substância	NQA-MA ⁽¹⁾ (µg/l)	NQA-CMA ⁽²⁾ (µg/l)
6a	Tetracloroeto de carbono	12	n.a.
9a	Aldrina	Σ=0,01	n.a.
	Dieldrina		
	Endrina		
	Isodrina		
9b	DDT total	0,025	n.a.
	p-p'-DDT	0,01	n.a.
29a	Tetracloroetileno	10	n.a.
29b	Tricloroetileno	10	n.a.

O estado químico é definido para duas classes de qualidade: Bom e Insuficiente (INAG, 2009), sendo determinado pelo elemento de pior qualidade química (*one out - all out*).

De acordo com a campanha de monitorização levada a cabo pela Agroleico, na primavera de 2011, os parâmetros analisados estão de acordo com o Anexo III, Coluna C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro (Quadro 5.1.21 e Quadro 5.1.22). Outro aspeto a ter em consideração é a análise de pressões naturais e incidências antropogénicas significativas, em que se verificou que as forças motrizes associadas a estas substâncias, são reduzidas ou residuais. Deste modo, é apresentada no Quadro 5.1.23 e Figura 5.1.6, para as três massas de água costeiras, a classificação do estado químico como bom.

Quadro 5.1.23 | Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes

Designação do tipo	Código	Substâncias prioritárias	Outros poluentes	Final
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOPP1	Bom	Bom	Bom
A-C-E//FLO1	PT09FLOCI1	Bom	Bom	Bom
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	Bom	Bom	Bom

Fonte: Agroleico, 2011

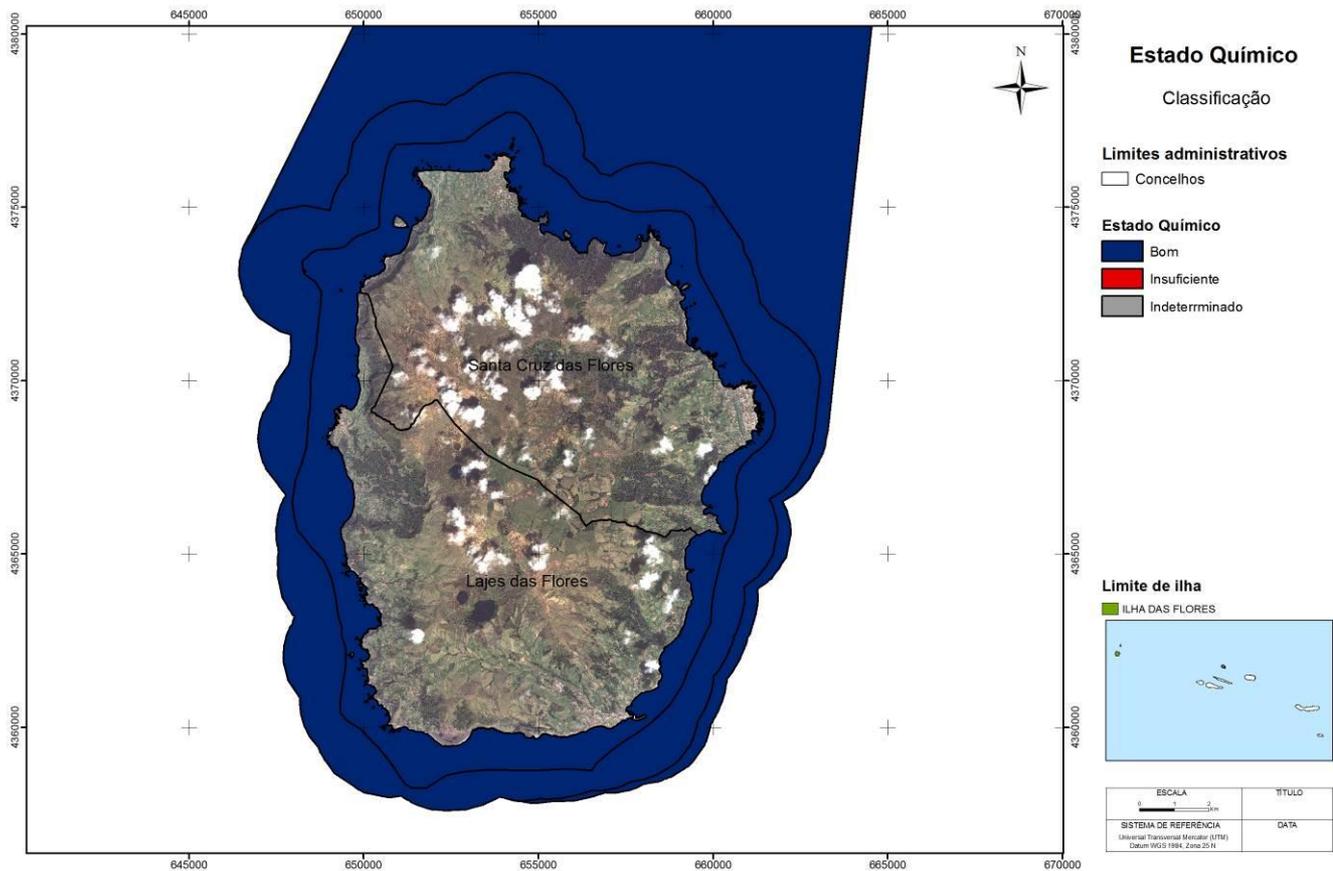


Figura 5.1.5 | Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha das Flores.

5.1.1.4 | Síntese

O estado de uma massa de água de superfície é definido em função dos seus estados Ecológico e Químico, considerando-se, de acordo com o princípio do *one out – all out*, o pior dos dois Estados. Portanto, para alcançar o objetivo do Bom estado a DQA requer que as massas de água de superfície atinjam pelo menos o Bom estado ecológico e o Bom estado químico. Abaixo apresentamos as estados para as massas de água superficiais designadas na ilha das Flores.

5.1.1.4.1 | Ribeiras

A classificação final do estado das ribeiras das Flores foi obtida de acordo com os critérios definidos na Figura 5.1.1 e é apresentada no Quadro 5.1.24 e 5.1.25 e na Figura 5.1.6. Uma vez que o elemento de qualidade biológica utilizado apresentou sempre pior classificação que a pior classificação dos vários elementos físico-químicos, a classificação final obtida em 2005, 2006 e 2008 coincide com a classificação resultante exclusivamente dos elementos biológicos.

Quadro 5.1.24 | Classificação do estado das massas de água da categoria rios designadas na ilha das flores, nos anos de 2005, 2006 e 2008

Ribeira	2005	2006	2008
RBDO	-	-	Excelente
BD1	Excelente	Excelente	Excelente
RBD2	Bom	Bom	Bom
RGR0	-	-	Excelente
RGR1	Excelente	Excelente	Excelente
RGR2	Razoável	Razoável	Razoável
RGR3	Razoável	Razoável	Razoável

Como já foi referido anteriormente para o estado ecológico, uma massa de águas não pode conter troços nem zonas classificadas com diferentes estados. Neste sentido, o local onde ocorre a mudança de estado determinará o limite entre massas de água. Tal como referido no Capítulo 3, 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 pela altitude. Esse gradiente altitudinal é evidente quando se analisa a totalidade das ribeiras, 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. Este facto poderá estar a mascarar os resultados dos pontos RGR2 e RGR3 da ribeira Grande das Flores. Face a este facto e também às limitações em fragmentar as massas de água (ver capítulo 3) optou-se por utilizar a pior classificação presente na massa de água em causa (Quadro 5.1.25).

Quadro 5.1.25 | Classificação do estado das massas de água da categoria rios abrangidas pelo presente plano de gestão para o ano de 2005, 2006 e 2008

Local	2005	2006	2008
Ribeira da Badanela	Bom	Bom	Bom
Ribeira Grande	Razoável	Razoável	Razoável

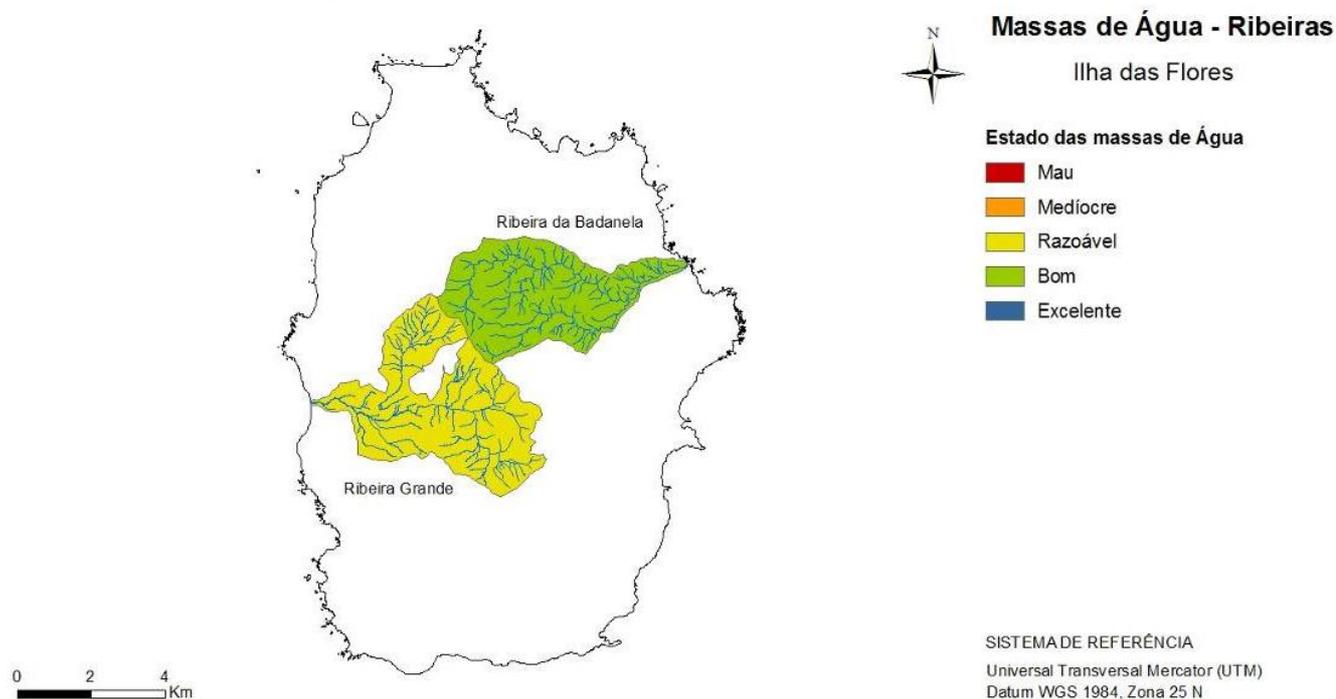


Figura 5.1.6 | Classificação do estado das massas de água da categoria rios designadas na ilha das Flores (2008).

Em conclusão, é possível afirmar que as ribeiras abrangidas por este plano apresentam uma qualidade variável desde Bom até Razoável, em qua a ribeira da Badanela apresenta uma boa qualidade mas já evidencia um ligeiro afastamento das condições de referência. Neste sentido, esta massa de água cumpre os objetivos de qualidade propostos na DQA. Em contraste, a ribeira Grande apresenta uma qualidade razoável mas evidencia um moderado afastamento das condições de referência. Neste sentido, esta massa de água está em incumprimento dos objetivos de qualidade propostos na DQA.

5.1.1.4.2 | Lagoas

A classificação final do estado das lagoas das Flores foi obtida de acordo com os critérios atrás definidos (Figura 5.1.3) e é apresentada no Quadro 5.1.26 e na Figura 5.1.7.

Quadro 5.1.26 | Classificação do estado das massas de água da categoria lagoas dos tipos B-L-M/MI-MP/S/P e B-L-M/MI-S/PP designadas na ilha das Flores para o ano de 2004, 2005, 2006 e 2008

Tipo	Lagoa	2004	2005	2006	2008
B-L-M/MI-S/PP	Branca	-	-	Razoável	Bom
	Comprida	Bom	Razoável	Bom	Bom
B-L-M/MI-MP/S/P	Rasa	Bom	Bom	Bom	Bom
	Lomba	Bom	Bom	Bom	Bom
	Negra			Razoável	Razoável
	Funda	Mau	Mau	Mau	Mediocre

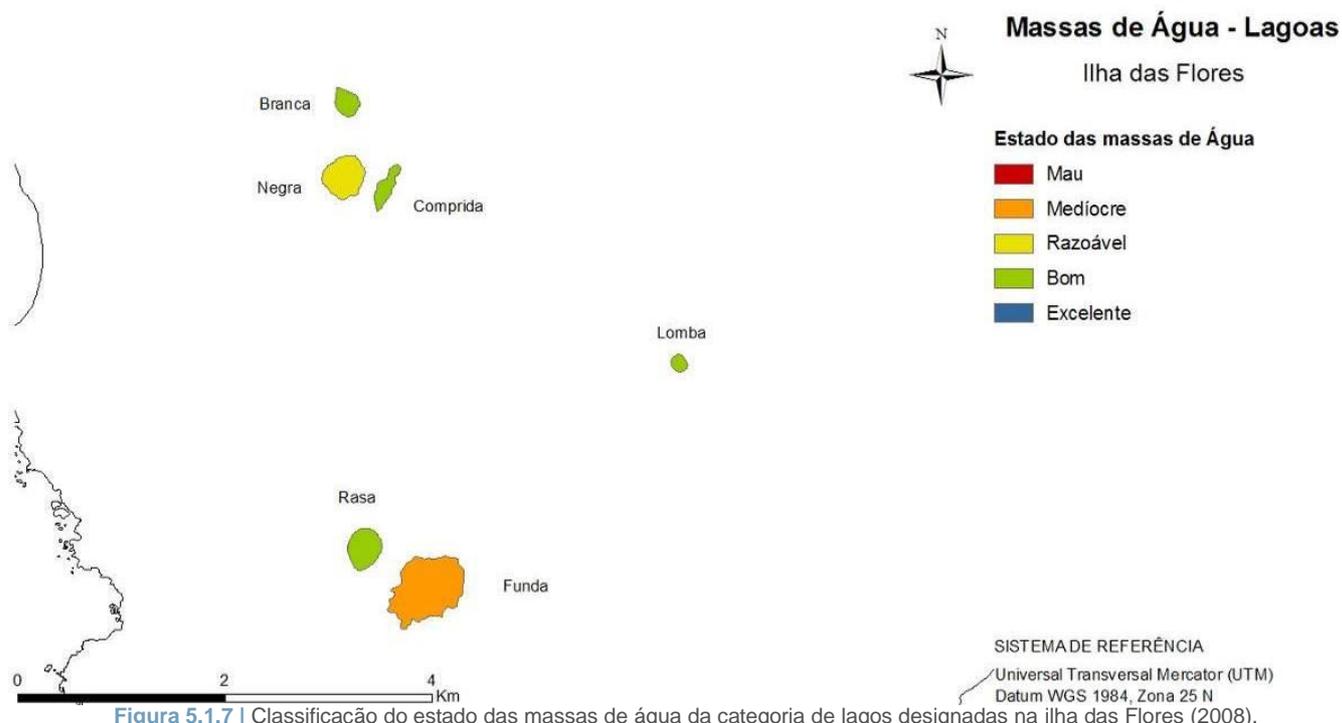


Figura 5.1.7 | Classificação do estado das massas de água da categoria de lagoas designadas na ilha das Flores (2008).

A classificação final do estado da lagoa Branca (B-L-M/MI/S/PP) em 2006, foi determinada pelos elementos físico-químicos, nomeadamente pela elevada concentração de Azoto Total que esta lagoa apresentou durante esse ano. No ano de 2008 a mesma lagoa apresentou melhorias nos seus elementos físico-químicos que permitiu a subida para a classe de Bom. Em relação as lagoas pertencentes à tipologia B-L-M/MI-MP/S/P, com exceção para a lagoa Rasa no ano de 2006, todos os elementos, tanto biológicos, como físico-químicos, classificam as lagoas na mesmas classe de qualidade – Bom.

Em conclusão, é possível afirmar que lagoas abrangidas por este plano, para as quais foi possível avaliar o estado, apresentam uma qualidade variável desde Mau até Bom. As lagoas Rasa, Lomba e Comprida são as que apresentam melhor qualidade mas já evidenciam um ligeiro afastamento das condições de referência do tipo de lagoas profundas. No extremo oposto, a lagoa Funda apresenta um desvio elevado com alterações muito significativas nas suas comunidades biológicas. No tipo de lagoas pouco profundas a lagoa Branca revela um ligeiro afastamento das condições de referência o que lhe atribui uma classificação Razoável. De realçar que ao longo destes anos a maioria das lagoas não tem alterado seu o seu estado ecológico.

Em síntese, para o ano de 2008 as lagoas Branca, Comprida, Rasa e Lomba cumprem os objetivos de qualidade propostos na DQA. Em contraste, as lagoas Negra e Funda apresentam uma qualidade abaixo do estipulado pela DQA estando em incumprimento com os objetivos de qualidade propostos pela mesma.

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 das Flores, 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 das Flores, de acordo com o previsto no Anexo V da DQA, é classificado como excelente (Quadro 5.1.27 e Figura 5.1.8)

Quadro 5.1.27 | Classificação final do estado para às massas de água costeiras da ilha das Flores

Designação do tipo	Código	Estado ecológico	Estado químico	Estado Final
A-C-E/PP/FLO1	PT09FLOCPP1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/I/FLO1	PT09FLOCI1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/P/GOC1	PT09OCICP1	Excelente	Bom	Excelente

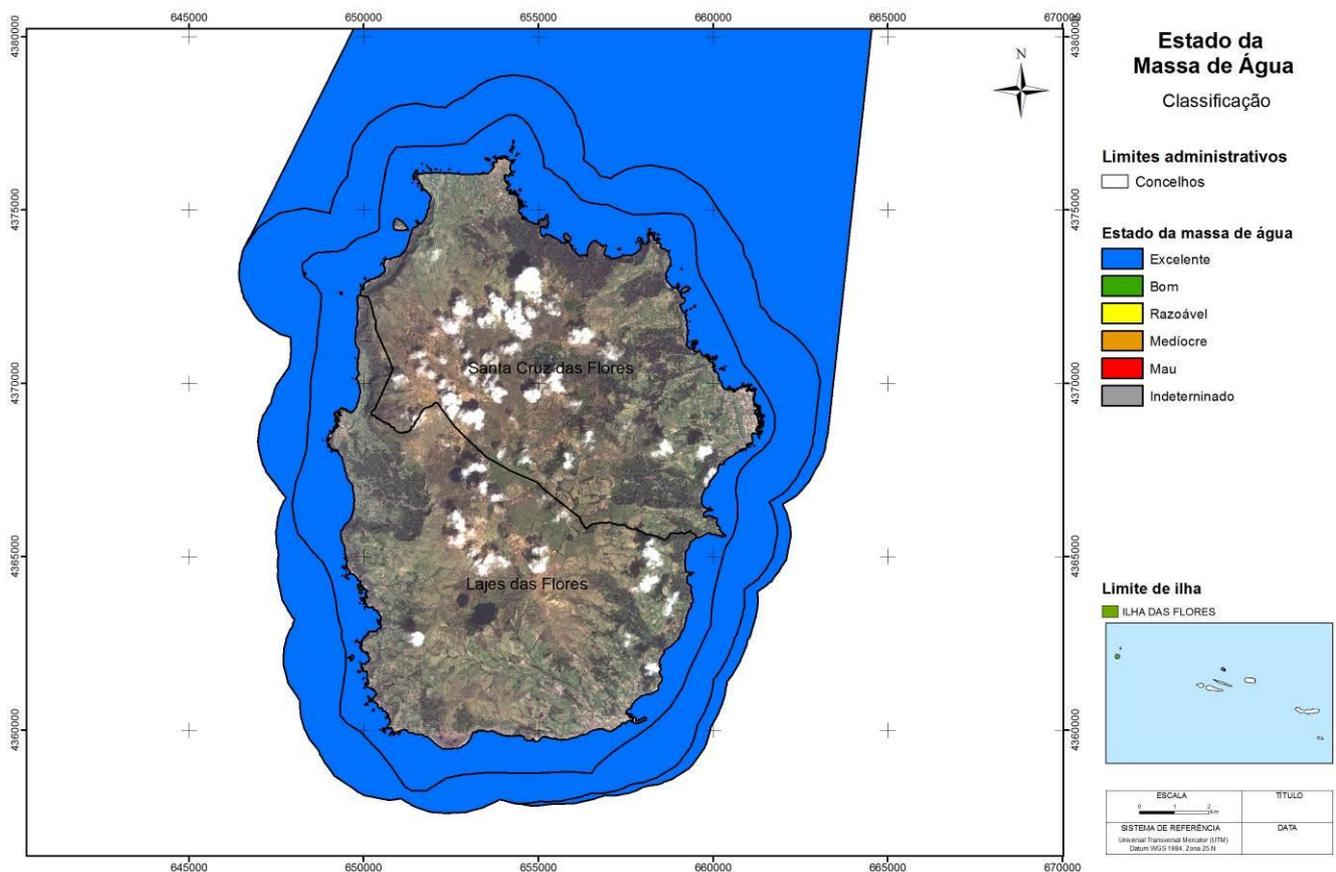


Figura 5.1.8 | Classificação do estado das massas de água costeiras da ilha das Flores.

5.1.1.4.3.2 | Águas de Transição

Para a ilha das Flores 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 Não em Risco de atingir o Bom estado em 2015 (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 5.1.9). O pior resultado obtido em cada fileira de testes é adotado como a classificação dos estados quantitativo e químico das massas de água subterrâneas. Por seu turno, a designação global do estado da massa de água subterrânea corresponde à mais adversa das classificações anteriores.

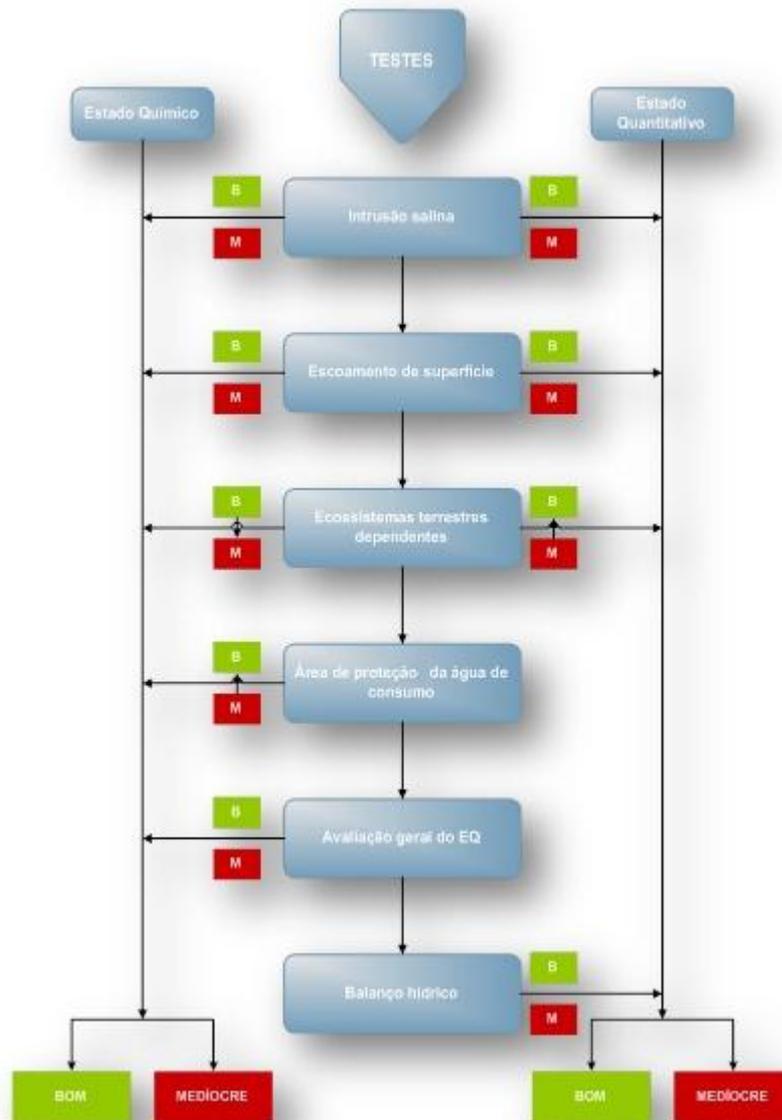
5.1.2.1.1 | Estado quantitativo

No contexto, da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, vulgo Lei da Água, que procede à transposição para o direito interno da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, datada de 23 de outubro, designada por Diretiva-Quadro da Água (DQA), o Bom estado quantitativo das massas ou grupos de massas de água subterrâneas é aquele *“em que o nível freático é tal que os recursos hídricos subterrâneos disponíveis não são ultrapassados pela taxa média anual de captação a longo prazo, não estando sujeito a alterações antropogénicas que possam impedir que sejam alcançados os objetivos ambientais específicos para as águas superficiais que lhe estejam associadas, deteriorar significativamente o estado dessas águas ou provocar danos significativos nos ecossistemas terrestres diretamente dependentes do aquífero, podendo ocorrer temporariamente, ou continuamente em áreas limitadas, alterações na direção do escoamento subterrâneo em consequência de variações de nível, desde que essas alterações não provoquem intrusões de água salgada ou outras e não indiquem uma tendência antropogenicamente induzida, constante e claramente identificada, suscetível de conduzir a tais intrusões”* (Figura 5.1.9).

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 5.1.9 | Testes relativos à determinação dos estados quantitativo e químico das massas de água subterrâneas.

Por seu turno, a menção às redes de monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas baseia-se nos seguintes documentos:

- Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Documento-Guia n.º 7, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2003);
- Documento-Guia n.º 15, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

5.1.2.1.2 | Estado químico

No contexto, da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, vulgo Lei da Água, que procede à transposição para o direito interno da Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, datada de 23 de outubro, designada por Diretiva-Quadro da Água (DQA), o Bom estado químico das massas ou grupos de massas de água subterrâneas é aquele “*em que as concentrações de poluentes não apresentem: (1) efeitos significativos de intrusões salinas ou outras, (2) cumpram as NQA que forem fixadas em legislação específica, (3) não impeçam que sejam alcançados os objetivos ambientais específicos estabelecidos para as águas superficiais associadas nem reduzam significativamente a qualidade química ou ecológica dessas massas e, (4) não provoquem danos significativos nos ecossistemas terrestres diretamente dependentes das massas de água subterrâneas*”.

No âmbito do presente trabalho, para a avaliação do estado quantitativo das águas subterrâneas concorre o disposto nos seguintes documentos:

- Anexo V do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Decreto-Lei n.º 208/2008, de 28 de outubro;
- Relatório de caracterização da RH9 (DROTRH, 2006);
- Documento-Guia n.º 18, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

Por seu turno, a menção às redes de monitorização do estado químico das águas subterrâneas baseia-se nos seguintes documentos:

- Anexo VII do Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março;
- Documento-Guia n.º 7, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2003);
- Documento-Guia n.º 15, relativo à estratégia comum de implementação da DQA (CEC, 2007).

5.1.2.2 | Estado quantitativo

A avaliação do estado quantitativo é efetuada para todas as massas de água da ilha das Flores. Esta abordagem é a mais exigente, não obstante o Documento-Guia relativo à avaliação do estado das massas de água indicar expressamente que, quando existem indícios que as mesmas não estão em risco de incumprimento face aos objetivos quantitativos se pode depreender que se encontram em Bom estado o que, face aos resultados do PRA (DROTRH-INAG, 2001) e do próprio relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica (DROTRH, 2006), se poderia considerar como viável na generalidade.

De acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março, que complementa a transposição da DQA para o direito interno, a avaliação do estado quantitativo é traduzida pelo qualificativo Bom ou Mediocre, e deve assentar na análise das medições efetuadas na rede de monitorização respetiva. Esta rede deve compreender um número adequado de pontos de monitorização representativos e uma frequência de observação dimensionados de forma a

permitir avaliar o nível freático em cada massa ou grupo de massas de água subterrâneas, tomando em consideração as variações da recarga a curto e a longo prazo.

O parâmetro fundamental para a caracterização do estado quantitativo é, de acordo com a legislação em vigor, o nível freático ou piezométrico. Face à ausência de redes de monitorização do estado quantitativo, como referido no ponto 4.1.2 do presente relatório, este âmbito é de alguma forma colocado em causa. No entanto, e como o Documento-Guia n.º 18 da estratégia comum de implementação da DQA refere, a informação sobre os níveis terá geralmente de ser complementada por dados de outro tipo. Por outro lado, há necessidade de adaptar estes pressupostos à realidade da RH9, em que o número de furos é reduzido, ou mesmo inexistente nas ilhas do Corvo e das Flores, na medida que o esforço de captação de águas subterrâneas incidiu especialmente no aproveitamento de nascentes.

Face ao exposto, a impossibilidade de analisar as variações dos níveis freático ou piezométrico por intermédio de séries de observações em redes de monitorização dedicadas, é de alguma forma, atenuado. Desta forma, a determinação do estado quantitativo baseia-se essencialmente na relação entre os recursos disponíveis e a descarga natural dos sistemas, em nascentes, a que acrescem as extrações efetuadas em furos de captação, e assentou especialmente nos seguintes elementos de análise:

- Informação relativa aos recursos hídricos subterrâneos estimados por massa de água, como descrito nos pontos 2.3.5 e 3.2.2.3 do presente relatório;
- Informação relativa às extrações médias anuais efetuadas nos furos de captação, a que se adicionaram os volumes de água descarregados nas nascentes, captadas ou não;
- Informação sobre a contribuição das águas subterrâneas para o escoamento das massas de água de superfície associadas;
- Informação relativa ao estado das massas de água de superfície (ponto 5.2.1.1);
- Informação relativa à identificação de eventuais ecossistemas dependentes afetados por variações dos níveis ou do escoamento subterrâneo.

5.1.2.2.1 | Critérios de estado quantitativo

Os critérios para que uma massa de água se encontre em Bom estado são os seguintes:

- Os recursos hídricos subterrâneos disponíveis são superiores às extrações médias anuais a longo prazo;
- Não ocorrem incumprimentos das massas de água de superfície associadas, face aos objetivos definidos na DQA e na Lei da Água, por efeito de variações dos níveis freático ou piezométrico induzidos por ação humana, com inerente deterioração do quimismo ou das condições ecológicas;
- Inexistência de danos em ecossistemas terrestres dependentes das massas de água subterrâneas, decorrentes de variações dos níveis freático ou piezométrico induzidos por ação humana;

- Inexistência de intrusões salinas, ou outras, por efeito de alterações do escoamento subterrâneo induzido por ação humana.

A observação destes objetivos é aferida por intermédio da realização em cadeia de uma série de quatro testes, que genericamente permitem avaliar as variações a longo prazo dos níveis freáticos ou piezométricos decorrentes de ações antropogénicas e os seus impactes. Os referidos testes, e uma breve descrição dos mesmos, é apresentada em seguida (CEC, 2009):

- Teste do balanço hídrico

O teste do balanço hídrico é efetuado tomando como referência a massa de água como um todo, e baseia-se na relação entre os recursos hídricos subterrâneos médios anuais e, por outro lado, as extrações média anuais e a contribuição da descarga de águas subterrâneas para a manutenção da qualidade ecológica nas massas de água de superfície associadas (Figura 5.1.10).

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 5.1.11). 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 5.1.12). 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)

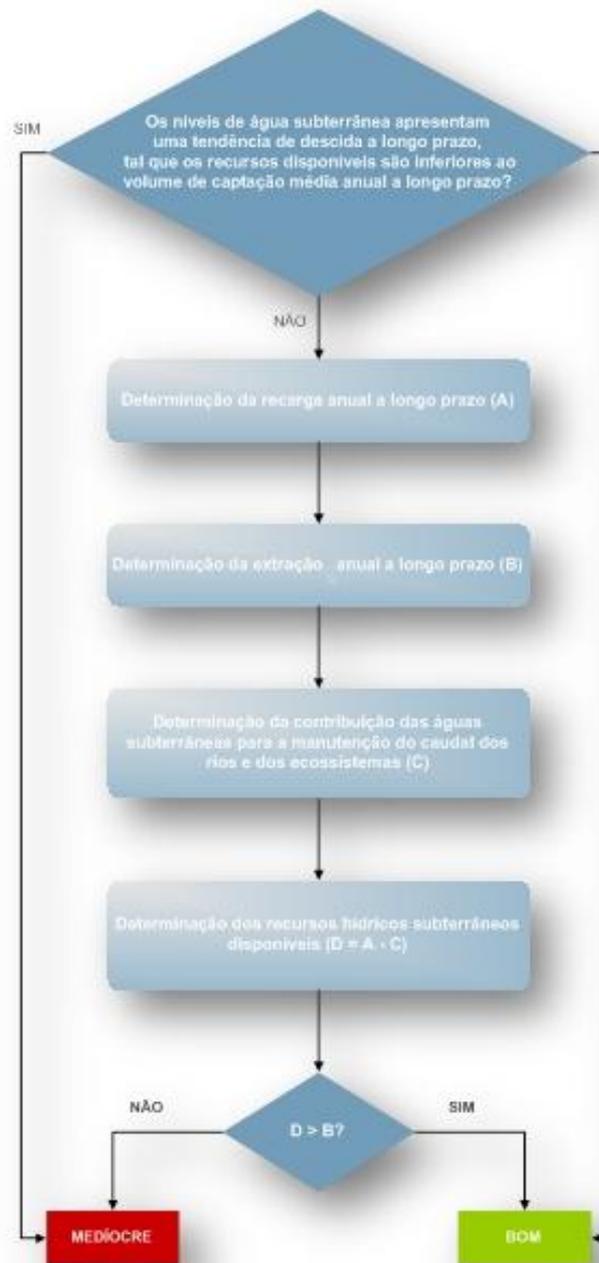
Este teste avalia a não ocorrência de fenómenos de intrusão salina, ou de água de qualidade inferior a partir de outra qualquer massa de água. Complementa o teste relativo ao mesmo tema aplicado no decurso do processo de determinação do estado químico das massas ou grupos de massas de água subterrâneas.

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%.

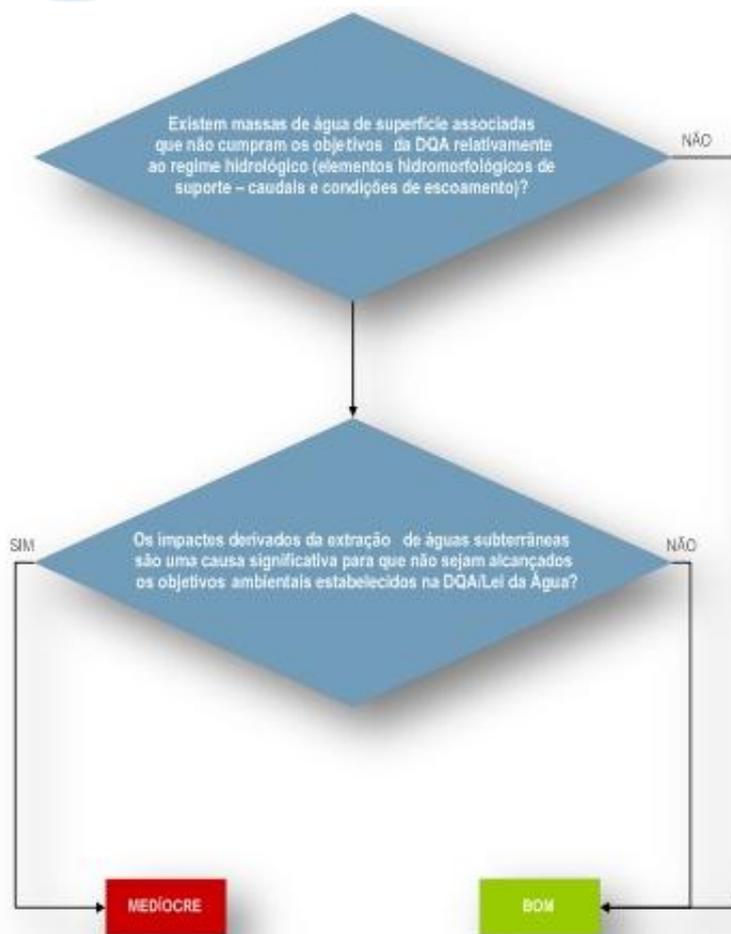
Na falta de informação apropriada, ou assente em séries temporais consolidadas, o escoamento anual médio dos cursos de água nas massas de água associadas foi estimado com base no modelo CIELO, como explicitado no ponto 2.4 do presente relatório. Neste contexto, sempre que existam massas de água de superfície 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 (bríofitas, 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.



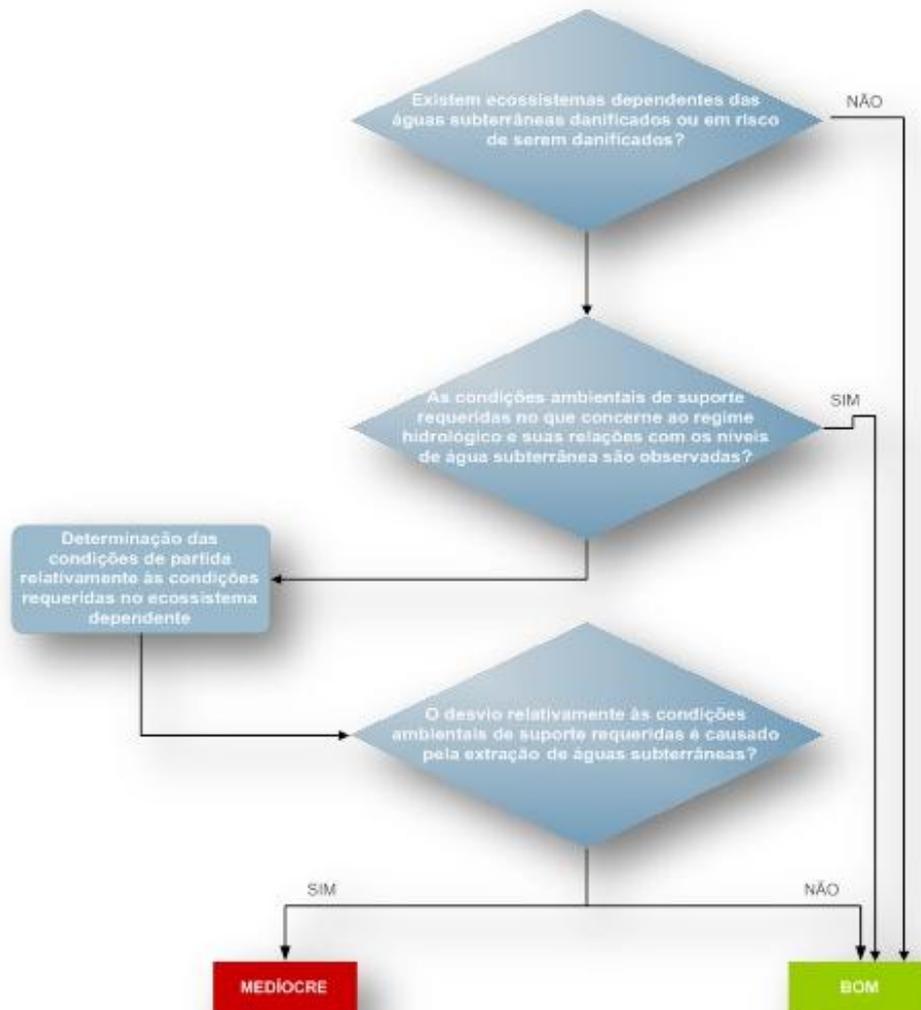
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.10 | Teste de determinação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas com base no balanço hídrico.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.11 | Teste de determinação do estado quantitativo com base no escoamento de superfície.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.12 | 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 5.1.28 a 5.1.30 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha das Flores se encontram em Bom estado quantitativo (Figura 5.1.13).

Para o preenchimento do Quadro 1.1, 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 no caso da massa de água Inferior, 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

Superior considerou-se adicionalmente uma fração de 30% do escoamento anual nas massas de água de superfície associadas, correspondentes à ribeira Grande (3,45hm³/ano) e à ribeira da Badanela (1,55hm³/ano; 15% do escoamento). Neste último caso, e como esta massa de água de superfície também está associada à massa de água Intermédia, atribuiu-se a esta última os restantes 15% (1,55hm³/ano).

Face ao enquadramento geológico e hidrogeológico associado à implantação das lagoas da ilha das Flores, conclui-se que estas massas de água não são afetadas por eventuais variações do escoamento subterrâneo. Com efeito, ao invés, estas lagoas contribuirão sim para a recarga dos aquíferos (Azevedo, 1998).

Não foi considerada a existência de massas de água de superfície designadas no âmbito da implementação da Diretiva-Quadro da Água, bem como ecossistemas associados, como em risco de não cumprir os objetivos ambientais ou de serem danificados em resultado de alterações do escoamento subterrâneo.

Quadro 5.1.28 | Resultados da aplicação do teste do balanço hídrico, em que o Bom estado implica que $Ext < 0,60 * RDisp$ (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)	
Inferior	n.d.	2,36	0,17	n.a.	2,36	Bom
Intermédio	n.d.	18,85	0,94	1,55	17,30	Bom
Superior	n.d.	80,05	0,36	5,00	75,05	Bom

Quadro 5.1.29 | Resultados da aplicação do teste do escoamento superficial

Massa de água	Existem massas de água de superfície associadas que não cumpram os objetivos da DQA relativamente ao regime hidrológico (elementos hidromorfológicos de suporte – caudais e condições de escoamento)?	Os impactos derivados da extração de águas subterrâneas são uma causa significativa para que não sejam alcançados os objetivos ambientais estabelecidos na DQA/Lei da Água?	Estado
Inferior	Não	Não	Bom
Intermédio	Não	Não	Bom
Superior	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.30 | 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
Inferior	Não	Sim	Não	Bom
Intermédio	Não	Sim	Não	Bom
Superior	Não	Sim	Não	Bom



Figura 5.1.13 | Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha das Flores.

5.1.2.3 | Estado químico

A avaliação do estado químico é efetuada para todas as massas de água da ilha das Flores. 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 5.1.31, 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 5.1.31 | Normas de qualidade 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 hidrogeológicos 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 impactos 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 5.1.14). 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 5.1.15). 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

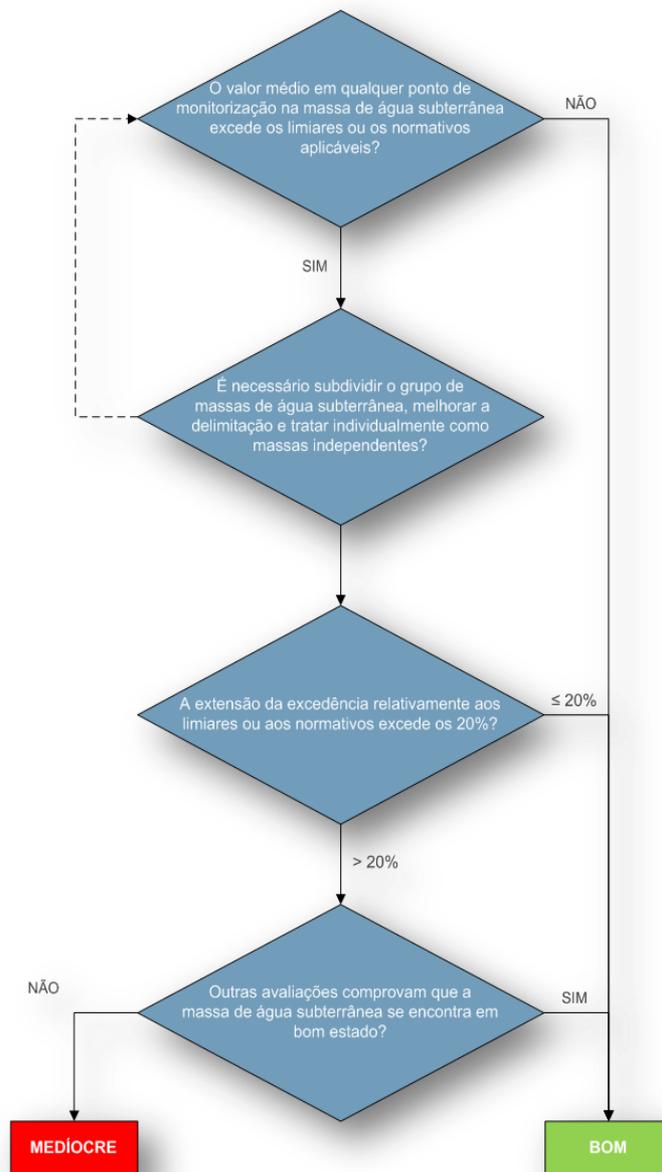
O teste avalia a existência de uma redução significativa da qualidade química e/ou ecológica das massas de água de superfície associadas (Figura 5.1.16). Pressupõe a observação de critérios de qualidade química, a agregação dos dados químicos referentes aos pontos monitorizados, da localização da excedência 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 5.1.17). 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.

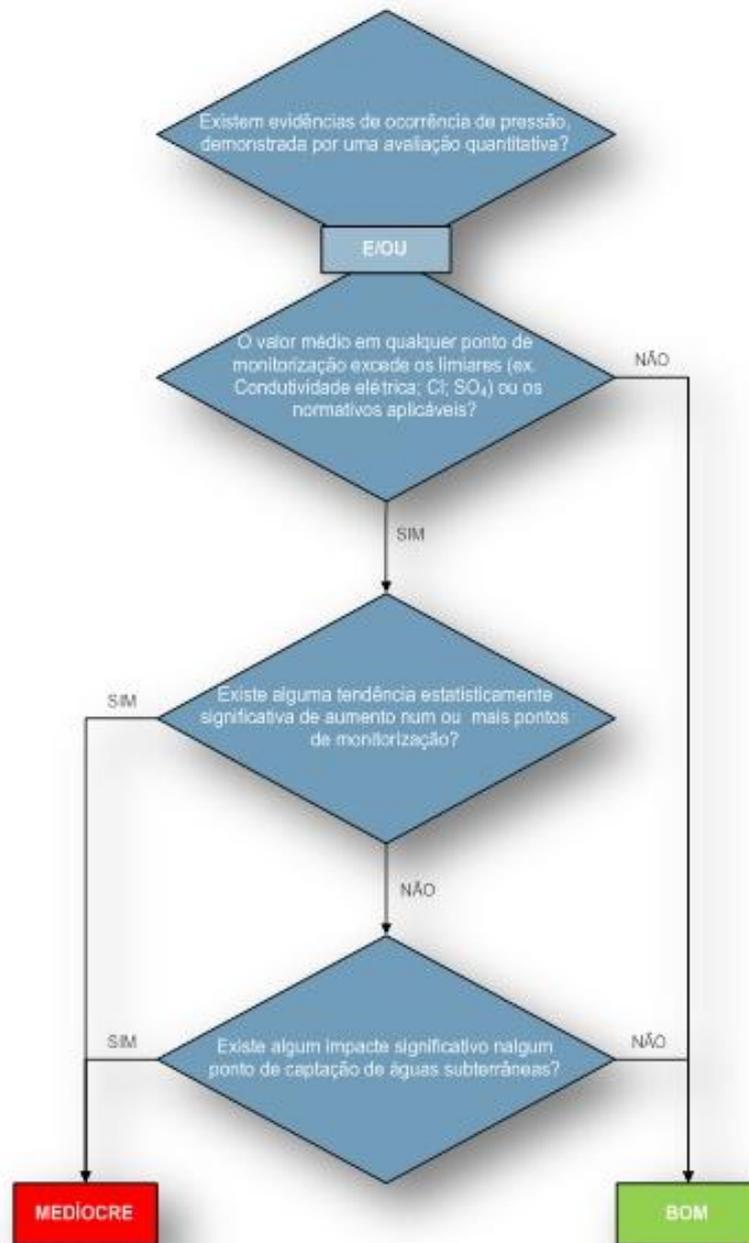
- Teste das zonas de proteção de água para consumo humano

O teste avalia a eventual degradação da qualidade da água destinada à produção de água para uso humano (Figura 5.1.18).



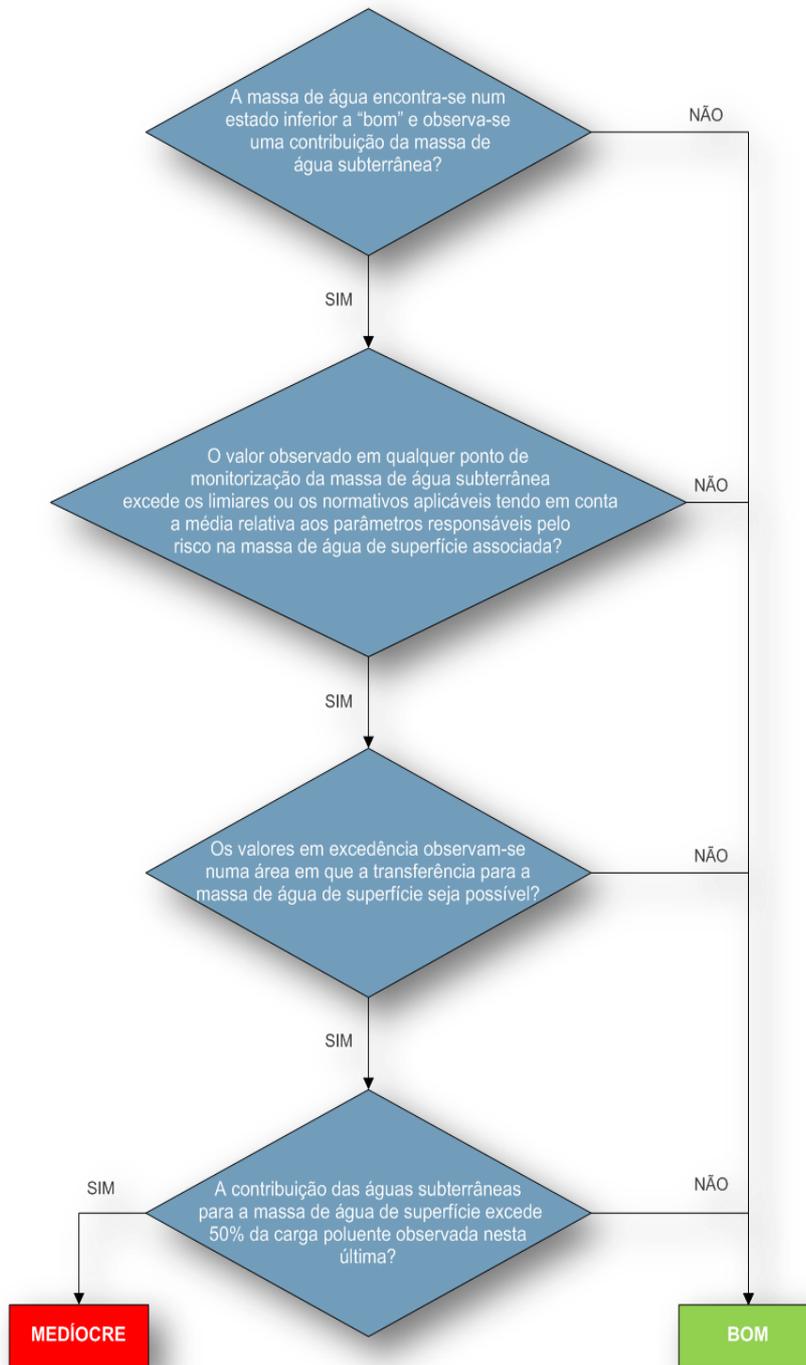
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.14 | Teste de avaliação geral do estado químico.



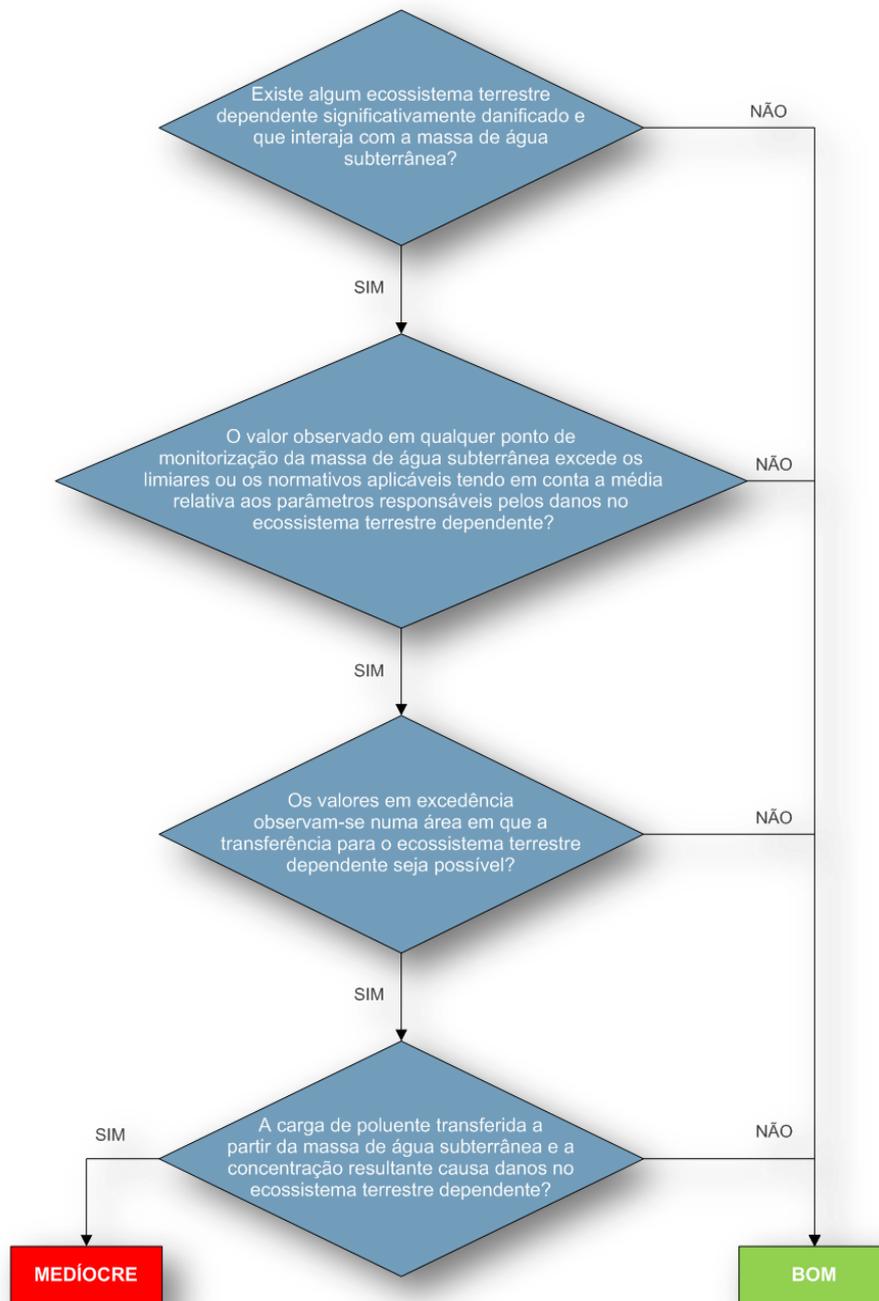
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.15 | Teste de determinação do estado químico com base na existência de intrusão salina ou outra.



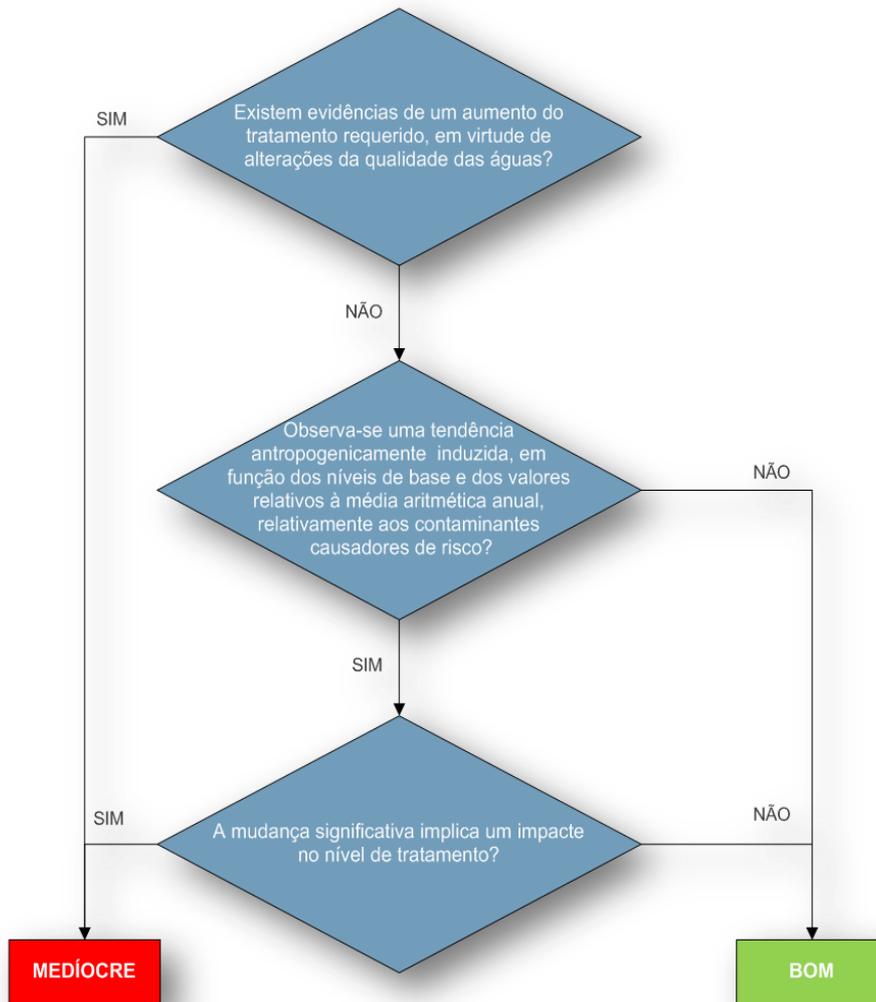
Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.16 | Teste de determinação do estado químico com base na transferência de poluentes.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.17 | Teste de determinação do estado quantitativo com base nos ecossistemas terrestres dependentes.



Fonte: adaptado de CEC (2009)

Figura 5.1.18 | Teste de determinação do estado químico das massas de água subterrâneas com base nas zonas de proteção de água para consumo humano.

5.1.2.3.2 | Resultados da avaliação do estado químico

No caso da ilha das Flores os dados relativos ao quimismo das massas de água subterrâneas referem-se ao período em que a rede de monitorização produziu resultados, nomeadamente uma série temporal com início em 2004, embora com hiatos. A reduzida extensão temporal das séries de dados disponíveis à data limitam a análise efetuada no âmbito do presente relatório.

As amostras recolhidas no âmbito da rede de vigilância do estado químico apresentam um pH ligeiramente ácido a alcalino, com medianas a variar 6,20 e 7,70, são águas frias (13,65°C a 16,15°C) e de baixa mineralização, o que é demonstrado pelos valores da mediana da condutividade elétrica (103,5 – 236,5µS/cm) (Quadro 5.1.32).

A fácies dominante nas massas de água da ilha das Flores é cloretada bicarbonatada sódica, embora algumas amostras apresentem tendências para maiores concentrações de cloreto, no triângulo aniônico, e de magnésio, no triângulo catiónico (Figura 5.1.19 a 5.1.21). 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 5.1.22 a 5.1.24).

Quadro 5.1.32 | Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas nas massas de água da ilha das Flores

Massa de água	Refª 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
Inferior	FLO.19	14,95	7,30	100,15	203,00	51,00	56,50	6,00	38,00	23,50	4,25	4,10	7,05	1,90
	FLO.31	14,30	7,60	94,90	178,00	32,00	47,00	5,45	39,00	25,50	4,15	3,00	4,55	0,60
Intermédio	FLO.8	15,50	7,15	101,20	147,50	28,00	29,00	5,65	28,00	19,50	1,82	3,00	4,10	2,40
	FLO.13	14,85	6,20	91,80	104,50	29,00	20,50	3,40	18,00	13,50	1,15	2,40	4,00	1,10
	FLO.15	15,80	7,60	121,00	138,00	49,00	26,00	3,55	17,00	14,00	1,40	4,70	8,65	1,60
	FLO.28	16,15	7,70	100,10	236,50	75,00	30,00	6,15	40,00	25,00	2,65	7,25	12,50	3,05
	FLO.58	15,70	7,40	99,60	189,00	63,00	20,00	4,00	27,00	20,00	2,20	5,40	9,20	1,55
Superior	FLO.9	13,65	6,60	106,65	103,50	29,00	24,50	2,70	18,00	11,50	1,05	2,95	5,25	0,35
	FLO.24	15,20	6,90	95,50	126,00	33,00	19,20	3,35	21,00	15,50	1,06	4,10	5,05	2,55
	FLO.26	15,35	7,05	97,50	157,00	48,00	21,50	3,95	26,00	17,50	1,35	6,55	6,95	3,40
	FLO.64	15,10	6,70	100,80	140,00	25,00	25,00	3,60	31,00	19,00	1,30	3,20	5,10	2,60

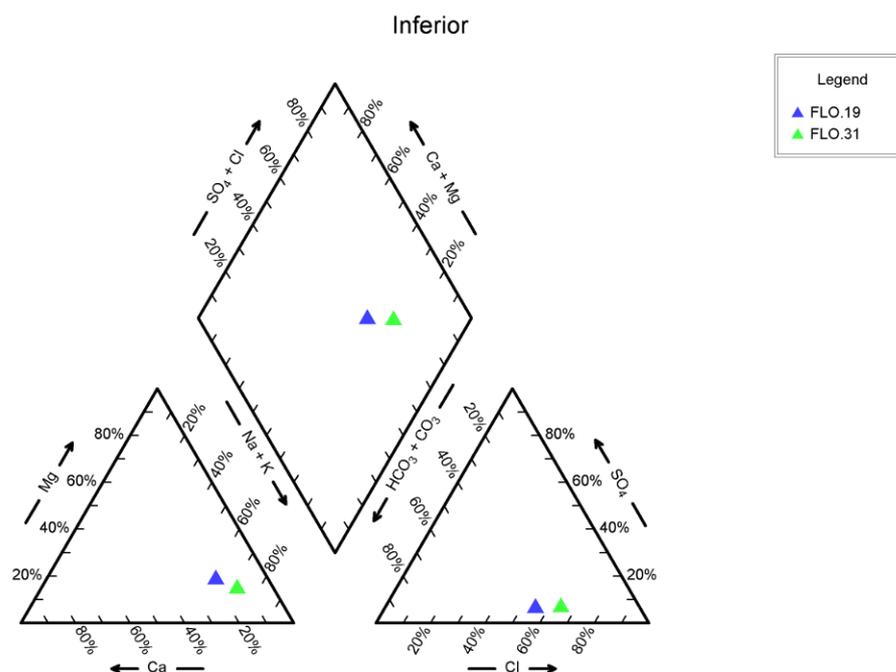


Figura 5.1.19 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Inferior. (Triângulos – Nascentes).

Intermédio

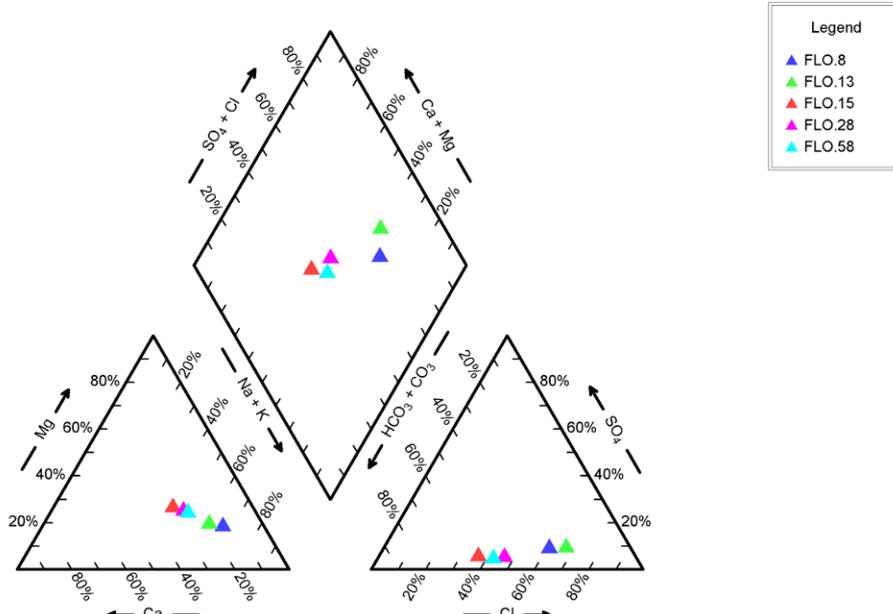


Figura 5.1.20 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Intermédio. (Triângulos – Nascentes).

Superior

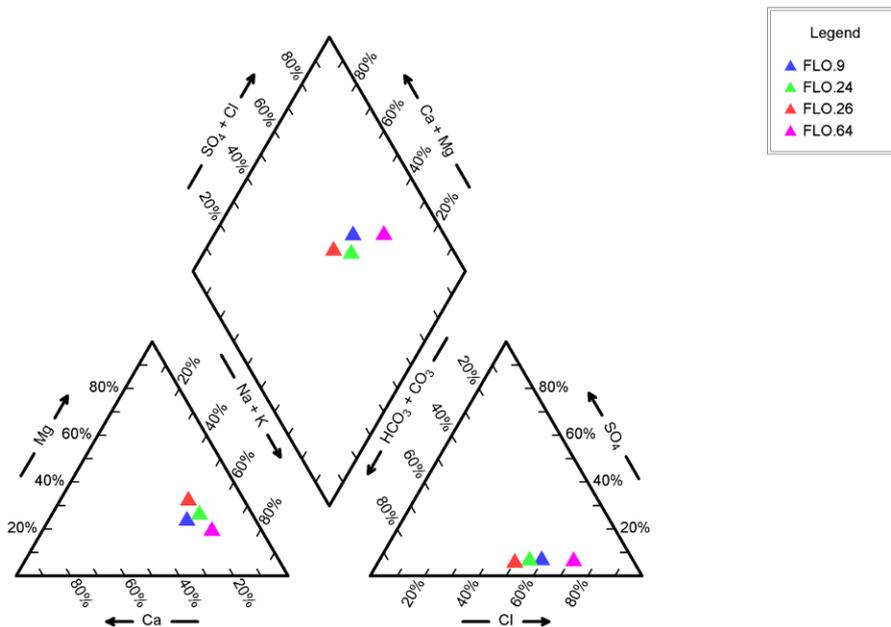


Figura 5.1.21 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Superior. (Triângulos – Nascentes).

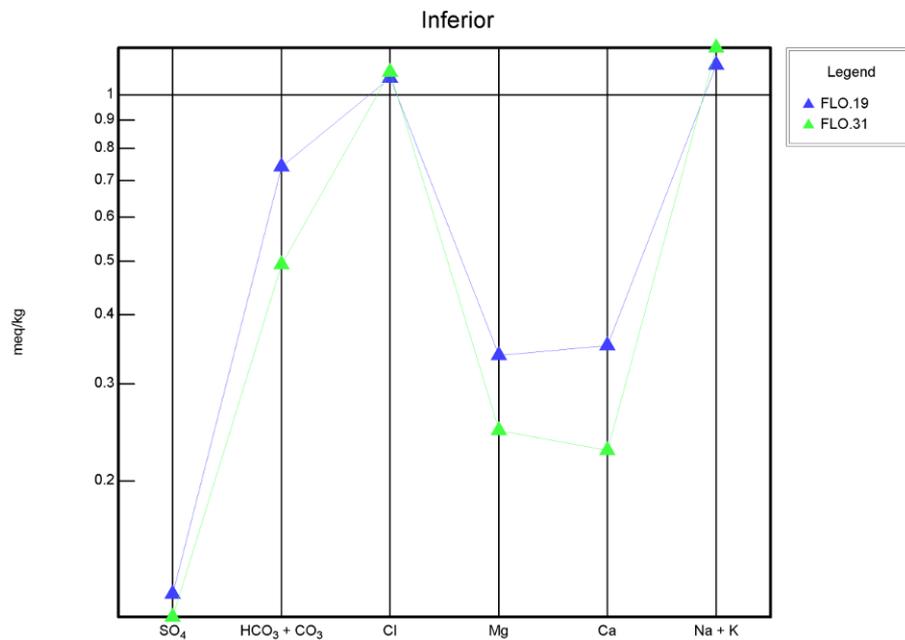


Figura 5.1.22 | Diagrama de Shoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Inferior. (Triângulos – Nascentes).

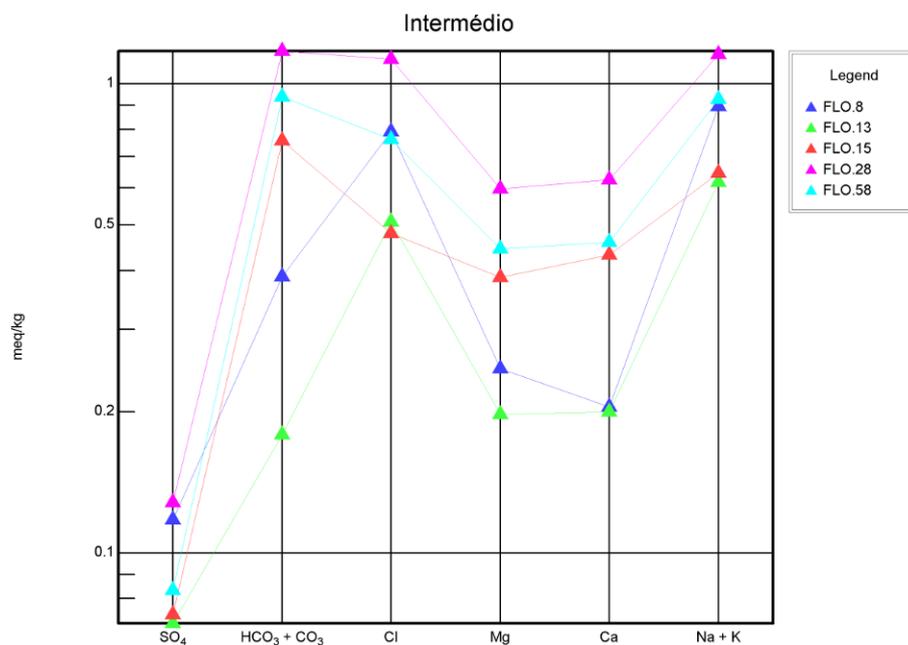


Figura 5.1.23 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Intermédio. (Triângulos – Nascentes).

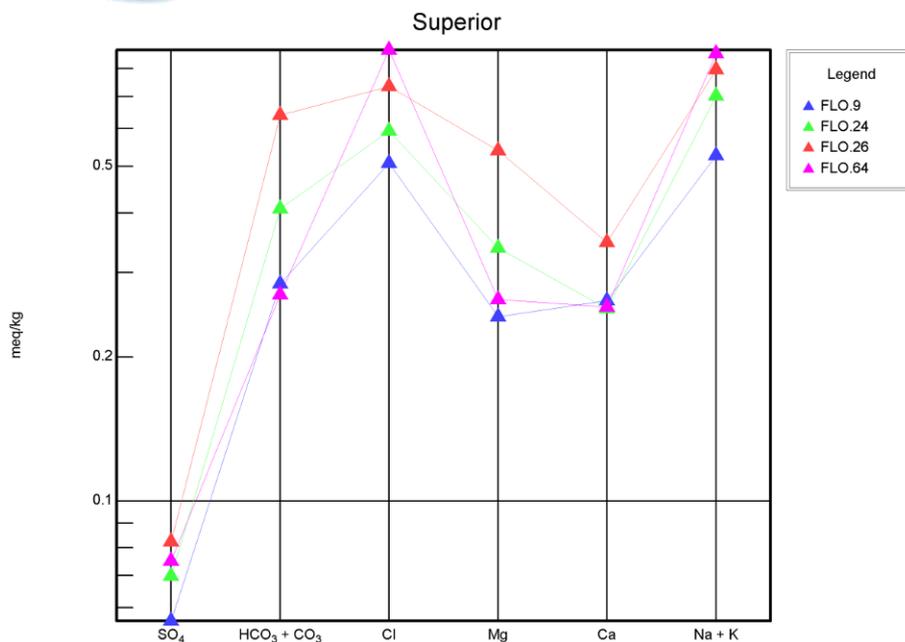


Figura 5.1.24 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na massa de água Superior. (Triângulos – Nascentes).

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 (MA0) e máximo (MA100) da média dos vários parâmetros nos diversos pontos é calculada por intermédio da aplicação das seguintes expressões numéricas:

$$MA_0 = x_{ijs}^{\min} \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \sum m_{is}$$

$$MA_{100} = x_{ijs}^{\max} = \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \left(\sum m_{ts} + \sum l_{ts} \right)$$

Em que:

- n_{ijs} , número de dados com o valor m_{ijs} (no local “s”, no período “j” do ano “i”);
- p_{ijs} , número de dados com o valor abaixo do LD dado por l_{ts} .

Na prática MA0 e MA100 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 (MA50) por:

$$MA_{50} = \frac{MA_0 + MA_{100}}{2}$$

A expressão numérica geral para estimar o valor médio do parâmetro na massa de água é dada por:

$$MA = \frac{1-w}{n} \sum_{s=1}^n x_{ijs}^{\min} + \frac{w}{n} \sum_{s=1}^n x_{ijs}^{\max}$$

Em que:

- n_{ijs} , número de dados com o valor m_{ijs} (no local “s”, no período “j” do ano “i”);
- p_{ijs} , número de dados com o valor abaixo do LD dado por l_{ts} ;
- w , fator de ponderação para os valores abaixo do LD;

Para efeitos da determinação de MA utiliza-se usualmente um valor do fator de ponderação igual a 0,5, i.e. o mesmo que substituir os resultados analíticos abaixo do LD por metade deste valor. Neste caso, a expressão numérica resultante é dada por:

$$MA = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n \left(\frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \left(\sum_t m_{ts} + \sum_t w l_{ts} \right) \right)$$

O extremo superior do intervalo de confiança para a média a 95% ($\alpha=0,05$) é dada por:

$$CL_{95} = MA + t_{N-1, 1-\alpha/2} \sqrt{N}$$

O valor de CL_{95} depende do número de pontos monitorizados e da variabilidade das medições entre eles. Genericamente, a diferença entre MA e o valor de CL_{95} é tanto maior quanto mais acentuada for a heterogeneidade das observações efetuadas nos vários pontos de água monitorizados na massa de água.

Grath *et al.* (2001) propõem que se utilize o valor de CL_{95} na verificação do Bom estado químico, considerando um teste em que a hipótese nula pressupõe que este não é atingido (por parâmetro a verificar):

- H_0 : a massa de água não está em Bom estado, i.e. o valor médio ultrapassa o valor regulamentar/limiar;
- H_1 : a massa de água está em Bom estado, i.e. o valor médio não ultrapassa a valor regulamentar/limiar.

A hipótese H_1 é considerada como provada a um nível de significância $\alpha/2$ se o extremo superior do intervalo de confiança $1-\alpha$ ($\alpha=0,05$) é inferior ao valor regulamentar/limiar aplicável.

A utilização do CL₉₅ 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 das Flores foi possível estimar o valor de CL₉₅ para as massas de água Superior e Intermédia, considerando-se, face ao exposto anteriormente, que ambas se podem designar como em Bom estado químico na medida que os valores critério não são ultrapassados. No que respeita à massa de água Inferior, não tendo sido possível realizar o cálculo CL₉₅ 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 5.1.33).

Os valores critério (VC) referidos no Quadro 5.1.33 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 5.1.34 a 5.1.38 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha das Flores se encontram em Bom estado químico (Figura 5.1.25).

Quadro 5.1.33 | Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico (n.d. – não determinado; VC – valor critério; VL – valor limiar (INAG, 2009))

Massa de água	Refª PGRHi	pH	Parâmetros monitorizados												Estado
			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)	
Superior	FLO.9	6,59	103	18,33	2,68	0,32	11,7	3,38	0,3	4,5	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	FLO.24	6,91	125	21,67	82,65	2,62	10,0	2,75	0,3	2,6	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	FLO.26	7,03	159	26,00	3,95	3,18	11,3	5,50	0,4	6,3	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	
	FLO.64	6,69	140	30,00	3,47	2,58	12,0	3,33	0,3	4,7	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	
	AM	6,81	132	24,00	23,19	2,18	11,3	3,74	0,3	4,5	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	
	CL ₉₅	7,13	169	32,09	66,26	4,19	12,7	5,66	0,4	6,9	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	
Intermédio	FLO.8	7,02	143	28,33	5,63	2,47	10,0	10,00	0,3	3,9	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	FLO.13	6,24	103	17,67	3,4	1,03	13,3	3,38	0,3	3,9	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	
	FLO.15	7,41	138	19,67	3,55	1,72	12,0	3,38	0,3	3,9	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	
	FLO.28	7,69	237	41,67	6,23	2,53	10,0	3,88	0,3	2,6	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	
	FLO.58	6,57	188	29,33	4,03	1,85	10,0	3,38	0,3	3,9	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	

Massa de água	Refª PGRHi	pH	Parâmetros monitorizados											Estado	
			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)
	AM	7,49	162	27,33	4,57	1,92	11,1	4,81	0,3	3,6	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	
	CL ₉₅	8,78	226	39,15	6,16	2,68	12,9	8,42	0,3	4,4	0,3	n.d.	n.d.	n.d.	
Inferior	FLO.19	7,28	201	38,00	6,17	2,04	11,8	2,70	0,3	3,0	0,2	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	FLO.31	7,52	178	39,33	5,43	0,69	8,0	2,70	0,3	3,0	0,4	n.d.	n.d.	n.d.	
	AM	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CL ₉₅	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
VC		5,5-9	2250	225	225	45	450	9	4,5	9	0,9	0,45	0,18	0,27	
VL		5,5-9	2500	250	250	50	500	10	5	10	1	0,5	0,2	0,3	

Quadro 5.1.34 | Resultados do teste da avaliação geral do estado químico (n.a. – não aplicável)

Massa de água	O valor médio em qualquer ponto de monitorização na massa de água subterrânea excede os limiares ou os normativos aplicáveis ?	É necessário subdividir o grupo de massas de água subterrâneas, melhora a delimitação e tratar individualmente como massas independentes?	A extensão da excedência relativamente aos limiares ou aos normativos excede os 20%?	Outras avaliações comprovam que a massa de água subterrânea se encontra em Bom estado?	Estado
Inferior	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Intermédio	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Superior	Não	Não	Não	n.a.	Bom

Quadro 5.1.35 | 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 impacto significativo nalgum ponto de captação de águas subterrâneas?	Estado
Inferior	Não	Não	Não	Não	Bom
Intermédio	Não	Não	Não	Não	Bom
Superior	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.36 | 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
Inferior	Não	Não	Não	Não	Bom
Intermédio	Não	Não	Não	Não	Bom
Superior	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.37 | 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
Inferior	Não	Não	Não	Não	Bom
Intermédio	Não	Não	Não	Não	Bom
Superior	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.38 | Resultados do teste relativo às zonas de proteção de água para consumo humano

Massa de água	Existem evidências de um aumento do tratamento requerido, em virtude de alterações da qualidade das águas?	Observa-se uma tendência antropogenicamente induzida, em função dos níveis de base e dos valores relativos à média aritmética anual, relativamente aos contaminantes causadores de risco?	A mudança significativa implica um impacto no nível de tratamento?	Estado
Inferior	Não	Não	Não	Bom
Intermédio	Não	Não	Não	Bom
Superior	Não	Não	Não	Bom

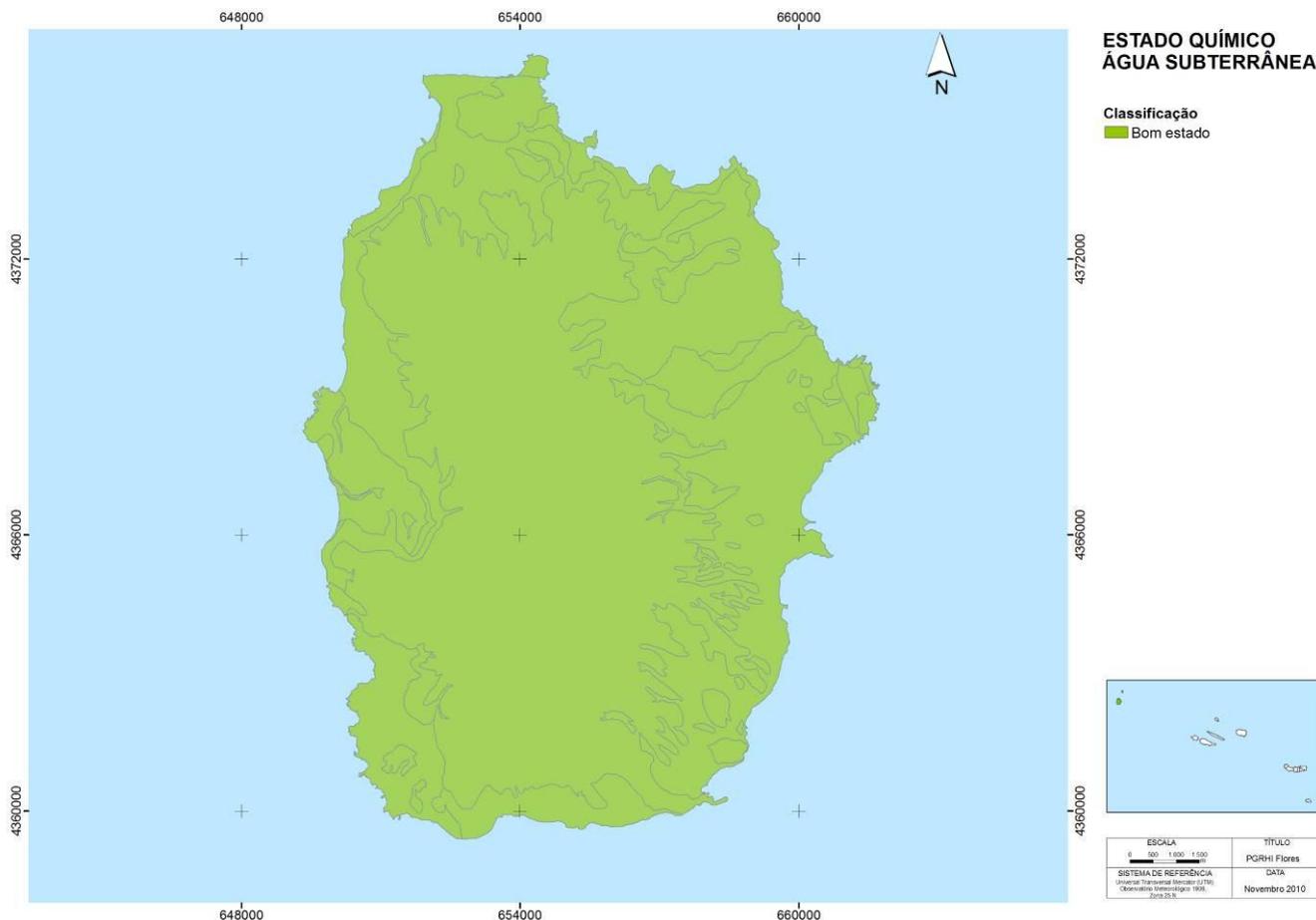


Figura 5.1.25 | Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha das Flores.

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 das Flores se encontram em Bom estado (Figura 5.1.26).



Figura 5.1.26 | Classificação do estado das massas de água subterrâneas na ilha das Flores.

6 | Análise Económica da Água

O presente capítulo centra-se na avaliação do grau de aplicação dos dois princípios chave consagrados na Diretiva-Quadro da Água:

- O princípio da recuperação de custos dos serviços hídricos (incluindo, além dos custos de capital, de operação e de manutenção, os custos ambientais e de recurso);
- O princípio do poluidor-pagador, vertido n.º 1 do artigo 9.º desta diretiva.

A análise económica dos serviços hídricos das Flores, visa numa primeira instância caracterizar a situação de partida atual, procurando, num segundo plano, perspetivar os desafios futuros que se colocam atendendo às previsões a longo prazo da oferta e da procura de água e respetiva evolução dos seus usos.

Em concreto, as projeções da evolução dos custos dos serviços hídricos, tendo em atenção o princípio da sua recuperação através tarifas ajustadas à utilização e afetação eficiente destes recursos, serão relevantes para uma análise de sustentabilidade, não apenas numa ótica estritamente financeira, mas igualmente do ponto de vista ambiental e social.

6.1 | Avaliação da importância socioeconómica das utilizações da água

A análise das necessidades de água é aqui decomposta em três subsectores chave: atividades agropecuárias, atividades industriais e usos domésticos, sendo que no caso das Flores, 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 Instituto Regional de Ordenamento Agrário, S.A. (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. Todavia no caso das Flores os quantitativos distribuídos a partir de redes dedicadas do IROA têm pouca expressão, não ultrapassando os 5 mil m³/ano.²⁸

Comparativamente aos volumes distribuídos através de redes públicas, as necessidades agropecuárias na ilha das Flores apresentam uma relação de 1 para 1, proporção essa inferior à média da região, a qual contrasta com a média

²⁸ Fonte: IROA – Inquérito PGRHI, 2010

nacional, em que esta relação se situa em torno de 7 para 1. Destaca-se aqui o Município das Lajes das Flores em que a captação destes usos atinge sensivelmente o dobro da média regional.

Em termos prospetivos, embora sendo expectável um ligeiro crescimento das necessidades deste setor importa não descartar o potencial impacto de tendências de maior especialização na agricultura biológica e o consequente aumento de produção de produtos hortícolas e leguminosas. As novas orientações da Política Agrícola Comum da UE, no sentido de incentivar as práticas agrícolas tradicionais e a agricultura biológica em detrimento das práticas industriais, tenderá a traduzir-se numa redução dos efetivos pecuários onde o encabeçamento seja hoje excessivo (Quadro 6.1.1).

Quadro 6.1.1 | Necessidades anuais de água para a agropecuária ²⁹

Territórios	Unidades	R.A. Açores		Flores		
		Municípios	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab)		244,8	4,1	1,5	2,6
Necessidades agropecuárias						
2006	000 m ³		9 969	243	119	124
2027	000 m ³		9 325	258	124	134
Capitação 2004	m ³ /hab/ano		41	59	78	48

Em termos de necessidades de água, a agricultura da Região é pouco importante, mesmo marginal, quando comparada com a pecuária. Com efeito, o regadio é praticamente nulo, existindo apenas pequenas propriedades, hortas e pomares particulares, que são regados nos meses de verão. Assim, durante o período de estiagem, quando as nascentes deixam de satisfazer as necessidades, é natural recorrer-se à rede de abastecimento pública com o objetivo de suprimir essas carências suplementares, no que toca particularmente à rega de pequenas hortas e pomares. Uma vez que os valores que lhe estão associados são bastante pequenos, estes são habitualmente contabilizados como consumos domésticos.

6.1.2 | Atividades industriais

As indústrias agroalimentares representam cerca de 80% da produção industrial, entre as quais predominam os laticínios. A maioria das empresas são micro-empresas disseminadas no território, ainda que em S. Miguel, Terceira e S. Jorge, se tenha procurado prosseguir uma política de progressão de atividades em zonas industriais.

A maior parte do abastecimento às instalações industriais é realizado com recurso 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 das Flores, os usos industriais apresentam uma relação de 1 para 3 face aos usos agropecuários, proporção um pouco inferior à média da região, sendo o grosso das necessidades do setor industrial na ilha satisfeito a partir de redes públicas de abastecimento (Quadro 6.1.2).

²⁹ 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 industriais³⁰

Territórios Municípios	Unidades	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab) 2007	('000 hab)	244,8	4,1	1,5	2,6
Necessidades de água para consumo industrial					
2004	000m ³	4 660	75	23	52
2024 Cenário prospetivo médio	000m ³	4 731	93	29	64
Capitação 2004	m ³ /hab/ano	19	18	15	20

6.1.3 | Usos domésticos

Representando os serviços públicos de abastecimento pouco mais de metade dos consumos de água na ilha das Flores, as necessidades da população fixa representam cerca de 70% do uso deste serviço, proporção similar à média da região, embora inferior à média nacional estimada em 85%. As necessidades associadas à hotelaria tradicional só adquirem uma expressão mais significativa no município de Santa Cruz das Flores (Quadro 6.1.3).

Quadro 6.1.3 | Necessidades anuais de água para os usos domésticos³¹

Territórios Municípios	Unidades	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab) 2007	('000 hab.)	244,8	4,1	1,5	2,6
Necessidades globais dos usos urbanos e industriais - 2006	000m ³	18 875	285	129	156
Necessidades da população fixa - 2006	000m ³	13 386	195	73	122
% dos usos urbanos e industriais - 2006	%	71	68	57	78
Necessidades da população fixa - 2027	000m ³	16 318	254	95	158
Capitação população fixa 2006	m ³ /hab/ano	55	47	48	47
Necessidades da população flutuante - 2006	000m ³	824	14	3	11
% dos usos urbanos e industriais - 2006	%	4	5	2	7

Em termos prospetivos, o “Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de águas Residuais da RAA”, projeta a 20 anos um crescimento de cerca de 30% nos consumos domésticos nas Flores.

6.1.4 | Procura global de água

As necessidades globais brutas (incluindo perdas nas redes de abastecimento) de água na ilha das Flores são assim estimadas próximo dos 750 mil m³/ano, sendo que os serviços públicos de abastecimento representam cerca de 55% das necessidades, proporção inferior à média dos Açores (Figura 6.1.1).

³⁰ Fonte: “Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores”.

³¹ Fonte: “Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores”.

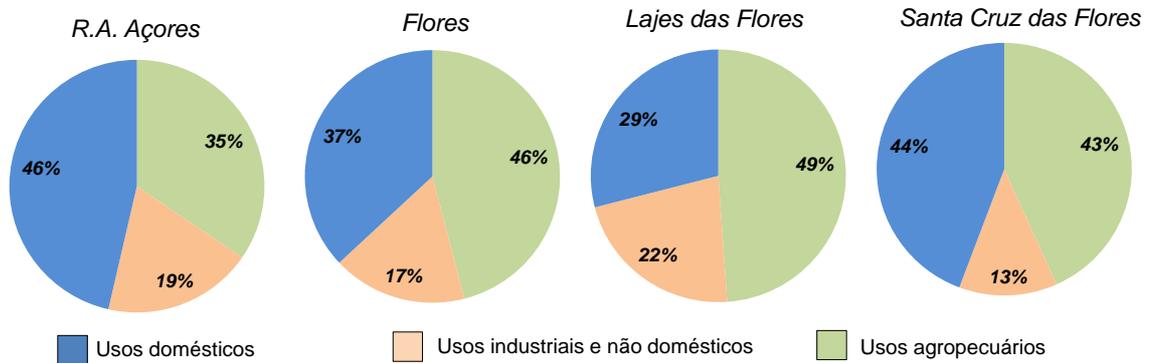


Figura 6.1.1 | Necessidades anuais globais brutas de água por setor – 2006.

O peso dos usos agropecuários é maior no município das Lajes em contraste com Santa Cruz, em que o peso dos usos domésticos é similar à média açoriana (Quadro 6.1.4).

Quadro 6.1.4 | Necessidades anuais globais brutas de água³²

Territórios	Unidades	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab) 2007	('000 hab)	244,8	4,1	1,5	2,6
Necessidades globais brutas de todos os usos - 2006		41 205	754	361	393
Capitação 2006	m ³ /hab/ano	168	183	236	152
Necessidades globais brutas de todos os usos - 2027		39 097	758	364	394
Variação 2006-2027	%	-5	1	1	0
Necessidades globais brutas dos usos urbanos e industriais - 2006		26 964	408	185	223
Capitação 2006	m ³ /hab/ano	110	99	120	86
Necessidades globais brutas dos usos urbanos e industriais - 2027		27 760	445	201	243
Variação 2006-2027	%	3	9	9	9

O ligeiro crescimento das necessidades brutas vertido nas projeções a longo prazo reflete o facto de o efeito do crescimento projetado dos usos domésticos ser parcialmente compensado pelos pressupostos de redução de perdas nas redes públicas utilizados nas projeções a longo prazo (dos atuais 30% para níveis entre 15 a 20% da água captada).

³² Fonte: “Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores”.

6.2 | Nível de recuperação custos

6.2.1 | Enquadramento

De acordo com a Diretiva-Quadro da Água a definição do preço da água deve considerar não apenas o princípio de recuperação dos custos dos serviços de utilização da água, mas também as diversas externalidades associadas à utilização do recurso (custos ambientais e de escassez), uma vez que a sua internalização total ou parcial nas taxas e tarifas (preço-sombra do recurso água) conduzem a uma maior racionalidade na utilização dos recursos hídricos (INAG, 2001).

Neste contexto, e aplicando a Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro), foi aprovado o REF cujas componentes contemplam uma estimativa dos custos ambientais e de escassez. Com efeito o REF dos recursos hídricos (Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de junho) constitui um instrumento da maior importância na concretização dos princípios que dominam a Lei da Água, vindo reconhecer que, os instrumentos económicos e financeiros são fundamentais para a racionalização do aproveitamento dos recursos hídricos, uma vez que existem custos públicos e benefícios particulares muito significativos e a compensação dos custos e benefícios associados à utilização dos recursos hídricos constitui uma exigência elementar de igualdade tributária.

O REF na prática resulta na implementação dos seguintes instrumentos económicos e financeiros:

- Sistemas Tarifários;
- Contratos Programa;
- Taxa de Recursos Hídricos (TRH).

A TRH constitui um dos instrumentos essenciais deste diploma e uma das mais importantes inovações de que ele é portador. Nas diversas componentes que a integram, a TRH assenta num princípio de equivalência, o que implica que o utilizador dos recursos hídricos deve contribuir na medida do custo que imputa à comunidade ou na medida do benefício que a comunidade lhe proporciona, uma concretização da igualdade tributária que as ciências do ambiente traduzem geralmente pelas noções do utilizador -pagador e do poluidor-pagador.

A TRH pretende conter diferenciações variadas, algumas procurando refletir o diferente contributo que cada setor económico deve dar para a gestão sustentável dos recursos hídricos, outras procurando refletir a escassez variada que os recursos hídricos mostram ao longo do território continental nacional, outras, procurando acautelar grupos de utilizadores em posição de maior carência económica e social. Deste modo, é definido que a TRH será maioritariamente dirigida aos utilizadores de maior dimensão, que consomem os recursos hídricos com maior intensidade e provocam um desgaste ambiental mais elevado.

A TRH incide sobre diferentes utilizações dos recursos hídricos, denominadas pelo Decreto-Lei n.º 97/2008, de 11 de junho, como componentes.

O cálculo da TRH considera, assim, a soma de cinco componentes:

- A - referente à utilização privativa de águas do domínio público hídrico do Estado;

- E - referente à descarga, direta ou indireta, de efluentes sobre os recursos hídricos, suscetível de causar impacte significativo;
- I - referente à extração de materiais inertes do domínio público hídrico do Estado;
- O - referente à ocupação de terreno ou planos de água do domínio público hídrico do Estado;
- U - referente à utilização de águas, qualquer que seja a sua natureza ou regime legal, sujeitas a planeamento e gestão públicos, suscetível de causar impacte significativo.

No caso de uma eventual aplicação futura de um instrumento similar à RAA, assume relevância a experiência da sua aplicação em 2009 (primeiro ano de aplicação integral da TRH) no continente. Em concreto, atendendo a que o produto de aplicação desta taxa se situou num patamar de cerca de €4,5/habitante, temos que igual valor transposto para o contexto da região autónoma representaria um valor anual de €1,1 milhões, equivalente a 5% das receitas tarifárias dos serviços públicos de abastecimento e saneamento geradas no arquipélago.

Os *contratos-programa* têm, por sua vez, como objetivo principal, apoiar, técnica ou financeiramente, ações que melhorem a sustentabilidade da gestão da água, nas seguintes áreas:

- Introdução de novas tecnologias visando a maximização da eficiência na utilização da água e a diminuição do potencial contaminante de emissões poluentes;
- Instalação de tecnologias de informação, de comunicação e de gestão automática de sistemas de gestão de recursos hídricos;
- Introdução de técnicas de autocontrolo e monitorização na utilização de água e na emissão de poluição sobre os recursos hídricos;
- Construção de infraestruturas hidráulicas;
- Construção de sistemas de abastecimento de água, de drenagem e tratamento de águas residuais e suas componentes;
- Trabalhos de manutenção e recuperação das margens dos cursos de água e das galerias ripícolas.

Por último, *definição dos sistemas tarifários* dos serviços públicos de águas visando incentivar a utilização consciente e eficiente dos recursos hídricos constitui o terceiro instrumento previsto no REF, vindo reforçar o ordenamento jurídico já existente.

Está consagrado no ordenamento comunitário e na legislação nacional, designadamente na Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro) e na Lei das Finanças Locais (Lei n.º 2/2007, de 15 de janeiro), o princípio da recuperação dos custos, nos termos do qual os tarifários dos serviços de águas e resíduos devem permitir a recuperação tendencial dos custos económicos e financeiros decorrentes da sua provisão, em condições de assegurar a qualidade do serviço prestado e a sustentabilidade das entidades gestoras, não passando para a próxima geração o ónus do envelhecimento precoce das infraestruturas.

Tratando-se de serviços prestados em regime de monopólio, acresce a preocupação de assegurar que as entidades gestoras operam num cenário de eficiência e melhoria contínua de forma a não penalizar indevidamente os utilizadores com custos resultantes de uma ineficiente gestão dos sistemas.

Nos casos em que estes serviços são prestados em modelo de gestão direta, em particular no caso de serviços municipais, adquire especial importância a mitigação de eventuais práticas de subsídio cruzada entre estes serviços e outras atividades desenvolvidas pelas entidades gestoras.

Assim, no apuramento dos proveitos e custos relativos a cada um destes serviços deve-se procurar assegurar, num primeiro plano, a segregação dos serviços de águas de outras atividades desenvolvidas pelas entidades gestoras, quando aplicável, e num segundo plano, a segregação do serviço de abastecimento de água do serviço de saneamento de águas residuais urbanas.

6.2.2 | Panorama da Região Autónoma dos Açores

De acordo com os dados da última campanha do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e Águas Residuais (INSAAR), o grau de recuperação dos custos do serviço de abastecimento nesta região é significativamente inferior à média nacional (Quadro 6.2.1).

Quadro 6.2.1 | Grau de recuperação dos custos com o serviço de abastecimento de água

Territórios Municípios	Unidades	Portugal Total	R.A. Açores 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
	€/ m ³	1,33	1,54
Custos totais do serviço de abastecimento por volume distribuído	€/ m ³	1,03	1,19
Custos de exploração e gestão totais	€/ m ³	1,17	1,04

Se, em termos unitários, o défice de recuperação de custos nacional do serviço de abastecimento se situa em cerca de €0,15/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	R.A. Açores
		Total	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	€/m ³	1,10	1,54
Custos de exploração e gestão totais	€/m ³	0,81	1,13
Proveitos totais do serviço de abastecimento por volume distribuído	€/m ³	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 das Flores

Os serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais urbanas são prestados nas Flores em modelo de gestão direta pelos serviços das duas Câmaras Municipais: Santa Cruz e Lajes das Flores.

A acessibilidade física da população das Flores ao serviço público de abastecimento de água para consumo humano pode-se considerar universal (apesar da ausência de dados no INSAAR relativamente ao município das Lajes das Flores, o volume de água faturado pela Câmara Municipal é consistente com níveis de cobertura não muito inferiores a Santa Cruz). Já no tocante ao serviço de saneamento de águas residuais urbanas através de redes fixas a sua prestação é atualmente muito incipiente no município de Santa Cruz das Flores, o único para o qual são reportados dados (Quadro 6.2.3).

Quadro 6.2.3 | Serviços públicos de água – níveis de atendimento³³

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Flores		
		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000hab)	10 627,4	244,8	4,1	1,5	2,6
População servida por sistemas públicos em 2008						
Abastecimento de água	%	94	>90	n.a	n.a	97
Saneamento de águas residuais urbanas (drenagem)	%	78	36	n.a	n.a	30
Drenagem e tratamento	%	70	27	n.a	n.a	6

³³ Fonte: INAG - INSAAR, 2008.

Naturalmente, o desejável alargamento futuro do nível de atendimento deste serviço terá um impacto a nível dos custos dos serviços hídricos que importa perspetivar.

Tendo presente que o volume médio nacional de abastecimento faturado em 2008 a utilizadores finais por entidades gestoras de serviços públicos de abastecimento foi de 57m³/hab, observa-se que a intensidade de consumo nas Flores (inferior à média da região) é similar à média nacional (Quadro 6.2.4).

Quadro 6.2.4 | Necessidades anuais de abastecimento através de redes públicas³⁴

Territórios Municípios	Unidades	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Necessidades globais dos usos urbanos e industriais – 2006	000m ³	18 875	285	129	156
Volume de água faturado a utilizadores finais – 2008	000m ³	19 238	208	72	136
Capitação 2008	m ³ /hab/ano	79	51	47	53
Necessidades globais dos usos urbanos e industriais – 2027	000m ³	22 833	366	165	200
Varição 2006-2027	%	21	28	28	28

Uma análise dos documentos de prestação de contas das duas Câmaras Municipais da ilha do Flores deverá ter em atenção que os serviços de águas representam menos de 2% do total de receitas correntes destes Municípios, sendo que o essencial das atividades destas Câmaras é financiado através de transferências e subsídios obtidos (em que as receitas de capital representam cerca de metade das receitas)

Os níveis tarifários aplicados ao serviço de abastecimento na ilha das Flores situam-se muito abaixo, quer da média do arquipélago, quer da média nacional. Para além da incipiente prestação do serviço público de saneamento de águas residuais, as receitas tarifárias atualmente geradas pelo serviço de abastecimento estão muito longe de permitir um nível materialmente relevante de recuperação dos custos com este serviço (Quadro 6.2.5).

Quadro 6.2.5 | Análise do grau de recuperação de custos com os serviços públicos de águas na ilha das Flores

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Flores		
		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Receita tarifária serviço de abastecimento	€'000	689 152	19 655	24	8	16
Receita tarifária por volume faturado	€/ m ³	1,14	1,02	0,12	0,11	0,12
Receta tarifária por população servida	€/hab/ano	68,99	89,22	6,56	5,79	7,01
Receita tarifária serviço de saneamento	€'000	216 288	1 905	0	0	0
NÍVEL RECUPERAÇÃO DE CUSTOS - SERVIÇOS DE ÁGUAS						
Custos de exploração e gestão totais	€'000	1 185 887	28 085	320	120	200
Investimentos	€'000	156 835	8 933	118	48	70
CUSTOS TOTAIS	€'000	1 342 722	37 018	438	168	270
Receita tarifária	€'000	905 440	21 560	24	8	16

³⁴ Fonte: Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores; ERSAR (valores de 2008 correspondem aos volumes faturados reportados pelas entidades gestoras).

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Outras receitas	€'000	85 866	699	0	0	0
RECEITAS TOTAIS	€'000	991 306	22 259	24	8	16
Recuperação de custos totais	%	74	60	6	5	6
Recuperação de custos de exploração e gestão	%	84	79	8	7	8

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 €8 milhões, a vasta maioria concentrada na vertente de saneamento e com maior incidência, em termos de investimento *per capita*, no município das Lajes das Flores (Quadro 6.2.6).

Quadro 6.2.6 | Necessidades de investimento futuras

Territórios Municípios	Unidades	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab)	244,8	4,1	1,5	2,6
Projeção de custos futuros					
Investimento necessário na vertente de abastecimento	€'000	105 026	986	466	520
Investimento per capita	€/hab	429	240	304	201
Investimento necessário na vertente de saneamento	€'000	178 806	7 463	3 988	3 475
Investimento per capita	€/hab	730	1 813	2 599	1 345
Investimento total	€'000	283 832	8 449	4 454	3 995
Investimento per capita	€/hab	1 160	2 052	2 903 €	1 547

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 geradas pelas duas entidades gestoras, são manifestamente insuficientes, mesmo na ausência de quaisquer investimentos futuros. Assim, será fundamental não só adequar a estrutura e níveis tarifários do serviço de abastecimento, como proceder à introdução de um tarifário adequado à recuperação de custos com o serviço de saneamento em paralelo com o aumento do nível de cobertura deste serviço (Quadro 6.2.7).

Quadro 6.2.7 | Projeção de receitas tarifárias necessárias³⁵

Territórios Municípios	Unidades	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab.)	244,8	4,1	1,5	2,6
Projeção de custos futuros					

³⁵ Fonte: Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores. Entre os principais pressupostos considerados assinalam-se: remuneração real do capital de 4%; 70 % do investimento com vida útil de 40 anos e o restante com 20 anos; custos administrativos equivalentes a 25% dos custos de exploração.

Territórios Municípios	Unidades	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Serviços de águas					
Renda económica do capital	€'000	15 207	453	239	214
Custos anuais de exploração	€'000	18 286	470	247	223
Custos administrativos	€'000	4 571	118	62	56
Total de custos	€'000	38 064	1 040	547	493
Reconhecimento de subsídios ao investimento	€'000	0	0	0	0
Proveitos tarifários necessários	€'000	38 064	1 040	547	493
Receita tarifária atual	€/hab/ano	88	6	5	6
Receita tarifária futura (0% de participação)	€/hab/ano	156	253	357	191
Receita tarifária futura (50% de participação)	€/hab/ano	124	198	279	149
Receita tarifária futura (75% de participação)	€/hab/ano	109	170	240	129

Face ao impacto tarifário que resultaria da concretização deste cenário, em particular no município das Lajes das Flores, admite-se que as necessidades de investimento futuro na vertente de saneamento estejam sobreavaliadas ou devam ser reequacionadas. Todavia, independentemente do grau e cadência da expansão futura da cobertura do serviço de saneamento, afigura-se incontornável a necessidade de um aumento substantivo dos proveitos gerados por via tarifária (Figura 6.2.1).

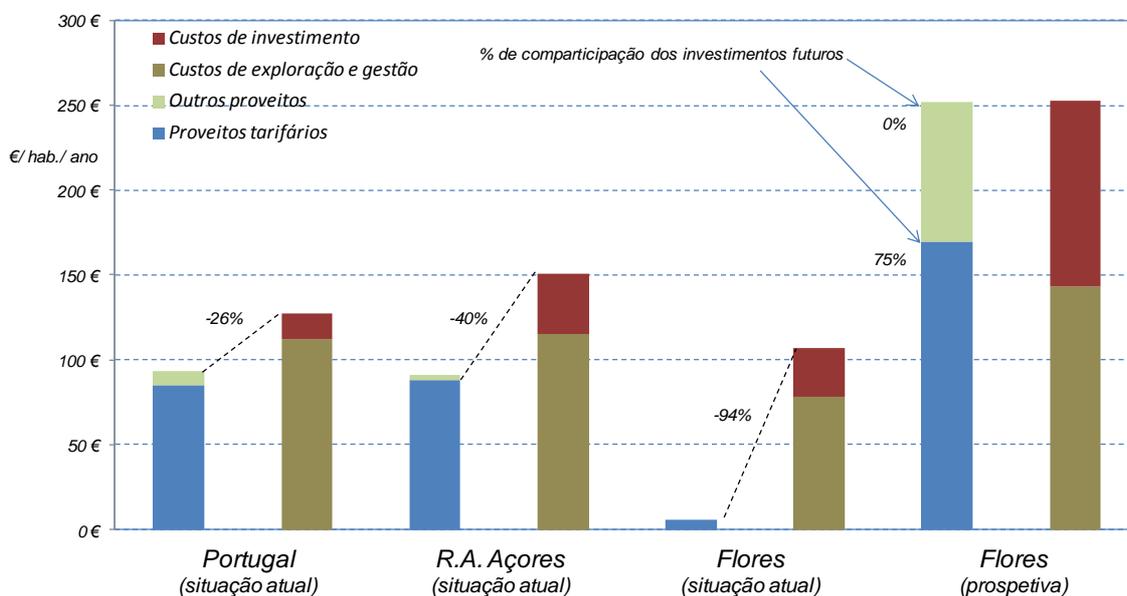
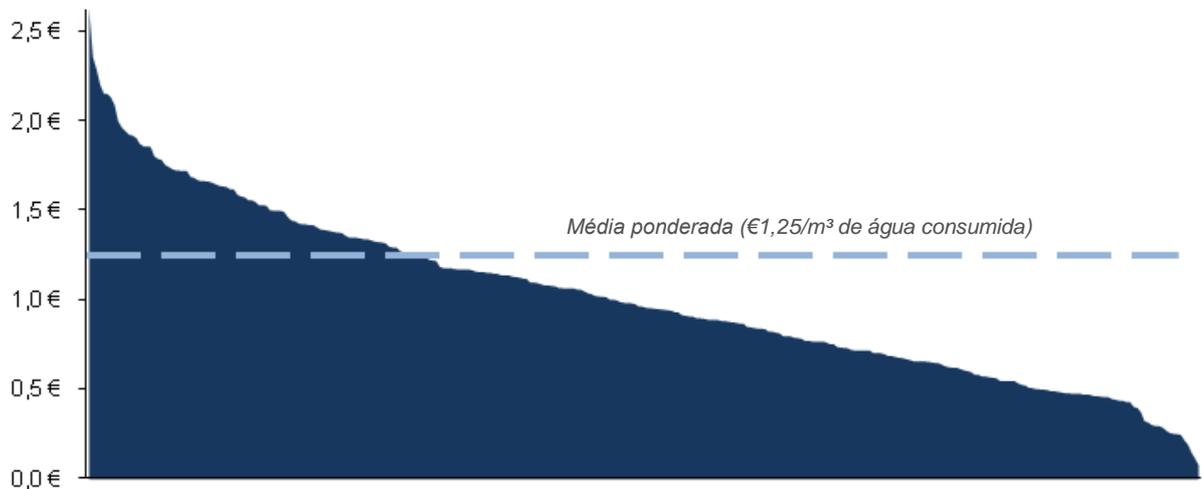


Figura 6.2.1 | Perspetiva sobre o grau de recuperação de custos dos serviços públicos de águas na ilha das Flores.

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 10m³ (2009) - Níveis tarifários aplicados em Portugal por Município³⁶.

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 IRAR³⁷ 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.

³⁶ Fonte: ERSAR, 2010

³⁷ IRAR – Instituto Regulador de Águas e Resíduos.

6.3.2 | Tipologia das estruturas tarifárias aplicadas

A Recomendação Tarifária preconiza em primeiro plano a utilização de “tarifários *bi-partidos*”³⁸ 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 única³⁹;
- Efetivamente, a inexistência de uma componente fixa nos tarifários iria penalizar sobretudo as populações mais desfavorecidas que, indiretamente, teriam que suportar os investimentos realizados para proporcionar água a proprietários de segundas residências, a turistas e a veraneantes, em suma, àqueles que exigem desfrutar do serviço, embora possam não o utilizar com regularidade. Em Portugal esta questão é especialmente relevante, na medida em que entre 25 e 30% das famílias dispõem de segunda habitação.⁴⁰

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 internacionais⁴¹, 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.⁴²

Neste quadro as estruturas e níveis tarifários aplicados pelas entidades gestoras de serviços públicos de água que operam nas Flores apresentam duas falhas estruturais. Por um lado, no caso do serviço de abastecimento apenas é faturada trimestralmente uma componente fixa, independentemente do nível de consumo dos utilizadores finais (Quadro 6.3.1).

³⁸ Assim designados na literatura económica (“two-part tariffs”).

³⁹ Neste caso, um cidadão que seja proprietário de mais do que uma residência, por não as ocupar simultaneamente, acaba por consumir aproximadamente o mesmo volume de água e conseqüentemente ter o mesmo encargo que teria com uma única habitação, ou mesmo mais baixo, tendo em conta o efeito dos escalões progressivos. Na medida em que obrigou à infraestruturização de mais do que uma residência e continua a pagar o mesmo ou menos, significa que os cidadãos com uma única residência estariam de facto a subsidiá-lo, o que corresponde a uma situação socialmente inaceitável que viola o princípio da equidade.

⁴⁰ 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.

⁴¹ IWA – International Water Association, “International Statistics for Water Services”, IWA Specialist Group on Statistics and Economics, 2008

⁴² Por exemplo, caso o universo de utilizadores de uma entidade gestora tenha uma maior presença de grandes utilizadores finais não domésticos, será expectável que esta percentagem seja menor

Quadro 6.3.1 | Peso da componente fixa nos encargos das famílias com o serviço de abastecimento - 2009

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Flores		
		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Encargos dos utilizadores finais domésticos com o serviço de abastecimento (120 m ³ / ano)	€/ano	103,84	80,93	13,43	12,48	14
Componente fixa	€/ano	30,43	22,48	13,43	12,48	14
% da fatura de abastecimento	%	29,3	27,8	100	100	100

Por outro lado, e com particular importância em termos futuros, temos a não aplicação de qualquer tarifário ao serviço de saneamento de águas residuais urbanas. Embora tal se possa explicar pelo incipiente grau de cobertura deste serviço, na medida em que se pretenda no futuro expandir a prestação deste serviço, será fundamental introduzir a aplicação de tarifas à prestação deste serviço.

A análise no remanescente deste capítulo centra-se, 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 consumo⁴³. No seu relatório de 2009, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE)⁴⁴ 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 serviços⁴⁵.

Neste domínio as estruturas tarifárias aplicadas nas Flores desrespeitam a essência do recomendado pela ERSAR na medida em que não contemplam a aplicação de tarifas variáveis em função do nível de consumo de cada utilizador.

No que concerne aos tarifários aplicados às atividades económicas, a CMLF não estabelece qualquer diferenciação de utilizadores. Já no caso da CMSCF é feita a seguinte diferenciação (preços faturados trimestralmente):

- Utilizadores domésticos - €3,50;
- Comércio e indústria - €6,99;
- Residenciais - €1,76 por cada quarto;

⁴³ Designadas pela sigla IBT – Increasing Block Tariffs na literatura anglo-saxónica

⁴⁴ “Managing Water for All: An OECD perspective on pricing and financing”, 2009.

⁴⁵ 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

- Lacticínios - €4,67 por cada posto e €23,34 pela fábrica.

Os quadros seguintes sistematizam o grau de conformidade dos tarifários aplicados pelas duas entidades gestoras em 2010 com a Recomendação Tarifária da ERSAR, para o serviço de abastecimento (Quadro 6.3.2).

Quadro 6.3.2 | Questões chave para análise da conformidade de um tarifário com a Recomendação Tarifária da ERSAR n.º 1/2009

Texto	Resposta em conformidade	CM das Lajes das Flores (2010)	CM de Santa Cruz das Flores (2010)
Serviço de Abastecimento			
Utilizadores Finais Domésticos			
O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa?	Sim	Sim	Sim
O tarifário estabelece uma tarifa fixa comum para contadores de calibre não superior a 25 mm?	Sim	Sim	Sim
O tarifário prevê a aplicação de uma tarifa variável em função do volume de água fornecido?	Sim	Não	Não
A tarifa variável é diferenciada de forma progressiva de acordo com escalões de consumo, expressos em m ³ de água por cada 30 dias?	Sim	n.a.	n.a.
1.º escalão - amplitude	0 a 5	n.a.	n.a.
2.º escalão - amplitude	5 a 15	n.a.	n.a.
3.º escalão - amplitude	15 a 25	n.a.	n.a.
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	n.a.	n.a.
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	Sim	Não
O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa?	Sim	Sim	Sim
O tarifário prevê a aplicação de tarifa fixa progressiva em função do diâmetro nominal do contador instalado?	Sim	Não	Não
O tarifário prevê a aplicação aos utilizadores não domésticos (comércio e indústria) de tarifa variável em função do volume de água fornecido?	Sim	Não	Não
A tarifa variável do serviço de abastecimento é linear (i.e constante por m ³ independentemente do volume faturado, vulgo “escalão único”)?	Sim	n.a.	n.a.
A tarifa variável de abastecimento para utilizadores não domésticos apresenta valor idêntico ao 3.º escalão da tarifa variável aplicável aos utilizadores domésticos?	Sim	n.a.	n.a.
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	Não	Não
O tarifário contempla a aplicação de tarifa em virtude de celebração de contrato de fornecimento de água?	Não	n.a.	n.a.
O tarifário contempla a aplicação de tarifa em virtude da instalação de contador individual de consumo de água?	Não	n.a.	n.a.

Como se constata, as estruturas tarifária aplicadas ao serviço de abastecimento pelas Câmaras Municipais nesta ilha pecam na sua essência pela não aplicação de tarifas variáveis à prestação do serviço, o que não encoraja uma racional utilização do serviço e não se afigura equitativo, pese embora no caso de Santa Cruz este efeito ser parcialmente mitigado pela diferenciação da componente fixa em função da tipologia de utilizador.

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 geral⁴⁶, 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 das Flores (4 mil habitantes) representa menos de 2% da população do arquipélago, sendo que o nível de rendimento médio disponível por agregado familiar se situa significativamente abaixo (em quase 35%) da média nacional, pelo que preocupações com a acessibilidade económica futura destes serviços num cenário de plena recuperação de custos assumem particular importância, com destaque para o município das Lajes das Flores (Quadro 6.3.3).

Quadro 6.3.3 | Capacidade económica das famílias - 2007⁴⁷

Territórios Municípios	Unidades	Portugal	R.A. Açores		Flores	
		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab)	10 627,4	244,8	4,1	1,5	2,6
Índice de poder de compra per capita em 2007 (Portugal = 100)	.	100	83,6	66,3	56,6	72,1
Rendimento médio disponível por agregado familiar (2007)	€/ mês	2 494	2 084	1 654	1 412	1 798

Tomando como referência um consumo familiar médio de 120 m³/ano, o quadro seguinte sumariza o nível de encargos suportado pelos agregados familiares nas Flores em 2009 com os serviços de águas (sendo que neste caso não é aplicado tarifário ao serviço de saneamento)⁴⁸. Como se observa (Quadro 6.3.4), o nível de encargos suportado nesta ilha (€0,11/ m³), situa-se muito abaixo, quer da média do arquipélago Açoriano, quer da média portuguesa, neste caso em mais de 90%.

⁴⁶ 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).

⁴⁷ 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)

⁴⁸ 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 6.3.4 | Encargos das famílias com os serviços de águas – 2009

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Flores		
Municípios		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Encargos dos utilizadores finais domésticos com os serviços de águas (consumo de água de 120 m ³ /ano)	€/ano	150,02	108,69	13,43	12,48	14,00
Componente fixa	€/ano	44,29	30,00	13,43	12,48	14,00
% da fatura de serviços de águas	%	29,5	27,6	100	100	100
Componente variável (120 m ³)	€/ano	105,73	78,68	0	0	0
Tarifa variável média	€/ m ³	0,88	0,66	0	0	0
Encargo médio serviços de águas (120 m ³)	€/ m ³	1,25	0,91	0,11	0,10	0,12

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 devem exceder 3% do rendimento das famílias, importa atender a que este limiar de referência tem em consideração países menos desenvolvidos com características socioeconómicas substancialmente agravadas.

Assim, adaptando este referencial para o contexto Português, reportamo-nos aqui ao Despacho n.º 5/2009 do Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional (MAOTDR), de 26 de junho (“*Critério para o cálculo das participações comunitárias em projetos do Ciclo Urbano da Água - POVT e POR*”) do qual se transcreve:

“De acordo com as recomendações das organizações internacionais, o encargo com os serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais a suportar pelos utilizadores finais não deve exceder os 2,5% do rendimento das famílias. Dadas as condições específicas do nosso País e a necessidade de assegurar uma transição gradual para valores mais consentâneos com os de uma economia desenvolvida, julga-se que o esforço dos utilizadores no financiamento dos serviços referidos deve ser limitado a 0,75 % do rendimento médio disponível do agregado familiar. Este valor pode ser incrementado até 1,25% em situações de maior escassez de fundos.”

Este despacho estabelece também limiares em termos absolutos para o encargo familiar médio com os serviços de águas de, respetivamente, €2,5/m³ e €3,0/m³ (Quadro 6.3.5).

Quadro 6.3.5 | Indicadores de acessibilidade económica – 2009

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Flores		
Municípios		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Índice de poder de compra per capita em 2007 (Portugal = 100)	-	100,0	83,6	66,3	56,6	72,1
Rendimento médio disponível por agregado familiar (2007)	€/ mês	2 494	2 084	1 654	1 412	1 798
Encargo médio abastecimento (120 m ³)	€/ m ³	0,87	0,67	0,11	0,10	0,12
Encargo médio saneamento (120 m ³)	€/ m ³	0,38	0,23	0	0	0
Encargo médio serviços de águas (120 m ³)	€/ m ³	1,25	0,91	0,11	0,10	0,12

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Flores		
Municípios		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Serviço de abastecimento (120 m ³ /rendimento médio)	%	0,35	0,32	0,07	0,07	0,06
Serviço de saneamento (120 m ³ /rendimento médio)	%	0,15	0,11	0,00	0,00	0,00
Serviços de águas (120 m ³ /rendimento médio)	%	0,50	0,43	0,07	0,07	0,06

Como seria naturalmente expectável face aos níveis tarifários aplicados ao serviço de abastecimento, que se podem considerar simbólicos, e em virtude da não aplicação de um tarifário ao serviço de saneamento, o peso dos encargos nas Flores situa-se muito aquém dos referenciais recomendados de 0,75%, pelo que existe ampla margem para que a contribuição tarifária para o financiamento futuro dos serviços de águas seja maior nesta ilha.

Sem prejuízo do atrás exposto, atendendo a que a percentagem de famílias portuguesas com rendimentos inferiores à remuneração mínima mensal garantida (RMMG – vulgo “salário mínimo”) se estima entre 15 a 20%, importa igualmente analisar o peso dos encargos nas famílias em situação de maior fragilidade económica (Quadro 6.3.6).⁴⁹

Quadro 6.3.6 | Indicadores de acessibilidade económica – famílias de menores rendimentos – 2009

Territórios	Unidades	Portugal	R.A. Açores	Flores		
Municípios		Total	Total	Total	Lajes das Flores	Santa Cruz das Flores
Estimativa de população residente (hab.) 2007	('000 hab)	10 627,4	244,8	4,1	1,5	2,6
Encargo médio serviços de águas (60 m ³)	€/ m ³	1,43	1,02	0,22	0,21	0,23
Encargo médio serviços de águas (120 m ³)	€/ m ³	1,25	0,91	0,11	0,10	0,12
Serviços de águas (120 m ³ /rendimento médio)	%	0,50	0,43	0,07	0,07	0,06
Serviços de águas (60 m ³ / RMMG)	%	1,37	0,97	0,21	0,20	0,22
Serviços de águas (120 m ³ / RMMG)	%	2,38	1,73	0,21	0,20	0,22
Tarifário social (recomendação ERSAR - 60 m ³ / RMMG)	%	0,76	-	-	-	-
Tarifário social (recomendação ERSAR - 120 m ³ / 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 muito aquém de 1,5% do rendimento.

Consequentemente, só num cenário futuro de maior recuperação de custos dos serviços se tornará mais pertinente a recomendação da ERSAR de que seja oferecido um tarifário social para famílias de fracos recursos, que assegure o acesso à água mesmo em situações sociais extremas, quando o agregado familiar possuir um rendimento bruto que

⁴⁹ 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.



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.

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 Environments. 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. (1999). *Geologia e hidrogeologia da ilha das Flores, Açores*. Tese de Doutoramento, Universidade de 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, 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, J.M.M., Ferreira, M.R.P.V. e Martins, J.A. (1986) – O complexo de base da ilha das Flores, Açores. Memórias e Notícias, Publicação do Laboratório Mineralógico e Geológico, Universidade de Coimbra, 101: 56-71.
- Azevedo, O.V. (1963). Carta de solos da Ilha Terceira. Relatório final de curso de Engenheiro Agrônomo, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.
- Bettencourt, M. L. (1977) - O clima dos Açores como recurso natural na aplicação especialmente em Agricultura e indústria de Turismo - INMG. Lisboa.
- Booth, B., Croasdale, R. & Walker, G.P.L. (1978) - A quantitative study of five thousand years of volcanism on São Miguel, Azores. Phil. Trans. R. Soc. Lond. 288: 271-319.
- Castany, G. (1963) – Traité pratique des eaux souterraines. Ed. Dunod, Paris, 657 pp.
- Chovelon, P. (1982) - Évolution volcanotectonique des îles de Faial et de Pico, Archipel des Açores – Atlantique Nord “Volcanological and tectonic evolution of Pico and Faial islands, Azores archipelago – Atlantic North”. These présentée pour obtenir le titre de Docteur en Sciences, Université Paris-Sud, Paris, 193 pp.
- Coutinho, R. (2000) - Elementos para a monitorização sismovulcânica da ilha do Faial (Açores): caracterização hidrogeológica e avaliação de anomalias de Rn associadas a zonas de desgaseificação. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 342 pp.
- Coutinho, R., Antunes, P., Freire, P. (2008) – Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Flores – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 35 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 RAA. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.
- Cruz, J.V. (2001b) – Salinization of the Basal Aquifer System at Volcanic Islands: Azores Archipelago (Portugal) Case Study. In: Ribeiro, L. (Ed.), Proceedings 3th International Conference on Future Groundwater Resources at Risk, CVRM-Geosystems Center, Lisbon, pp. 633-640.
- Cruz, J.V. (2003) - Groundwater and volcanoes: examples from the Azores archipelago. Environmental Geology, 44, pp. 343-355.
- Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp. Cruz, J.V. & Amaral, C. (2004) - Major ion chemistry of groundwaters from perched-water bodies at Azores (Portugal) volcanic archipelago. Applied Geochemistry, 19, pp. 445-459.
- Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp.
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Freire, P., & Mendes, S. (2011) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal). Environmental Earth Sciences, 62 pp.1273-1285.

Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Antune, P., Freire, P., Mendes, S., Fontiela, J. & Anglade, J. (2010a) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal): an overview. In: Condesso de Melo, T., Lebbe, L., Cruz, J.V., Coutinho, R., Langevin, C e Buxo, A. (eds), Proceedings SWIM 21 – 21st Salt Water Intrusion Meeting, Ponta Delgada, 109-112.

Cruz, J.V., Coutinho, R.M., Carvalho, M.R., Oskarsson, N. & Gislason, S.R. (1999) - Chemistry of waters from Furnas volcano, São Miguel, Azores: fluxes of volcanic carbon dioxide and leached material. J. Volcanol. Geotherm. Res., 92, pp. 151-167.

Cruz, J.V., Freire, P. & Costa, A. (2010b) - Mineral waters characterization in the Azores archipelago (Portugal). J. Volcanol. Geotherm. Res., 190, pp. 353-364.

Custódio, E. (1989) - Groundwater characteristics and problems in volcanic rock terrains. In: Isotopic techniques in the study of the hydrology of fractures and fissured rocks, IAEA, Vienna, pp. 87-137.

CVARG (2010). <http://www.cvarg.azores.gov.pt/>

Declaração de Rectificação n.º 182/93, 30 de setembro. Rectifica o Decreto Regulamentar Regional n.º 14/93/A, 31 de julho, que aprova o regulamento da apanha de lapas na Região Autónoma dos Açores.

Declaração de Rectificação n.º 48-A/2006, de 7 de agosto. Rectifica o Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, que aprova o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 13/2010, de 7 de abril. Suspende, parcialmente, o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 38/2008/A, de 11 de agosto.

Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de maio. Adapta à Região Autónoma dos Açores o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT).

Decreto Legislativo Regional n.º 15/2007/A, de 25 de junho. 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 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 Legislativo Regional n.º 8/2011/A, de 23 de março Cria o Parque Natural da Ilha das Flores.

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 24/2008/A, de 26 de novembro. Aprova o Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha das Flores.

Decreto Regulamentar Regional n.º 3/2007/A, de 2 de fevereiro. Ratifica o Plano Director Municipal das Lajes das Flores.

Decreto Regulamentar Regional n.º 32/2006/A, de 16 de novembro. Ratifica o Plano Director Municipal de Santa Cruz das Flores.

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).

Dias, J. L. F. (2001) – Geologia e Tectónica da ilha do Corvo (Açores-Portugal), Contributos para o Ordenamento do Espaço Físico. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra. 102 pp. (não publicado).

Directiva n.º 79/409/CEE do Conselho, de 2 de abril. Relativa à conservação de aves selvagens (Directiva Aves).

Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio. Relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

Directiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro. Estabelece o regime legal de protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (Directiva Nitratos).

Directiva n.º 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio. Relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens (Directiva Habitats).

Directiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro. Altera a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp..

DROTRH–INAG (2001) PRA. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.

EDA - <http://www.eda.pt>

EDA Informa, nº 136. 2010 setembro/outubro.

EEG - <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.

Fontes, J.C. (1999). Comportamento hidrológico dos solos agrícolas da Terceira: Avaliação e simulação com o modelo OPUS. Dissertação de doutoramento. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

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. e Ferreira, T. (1999) - Sinopse sobre o enquadramento geoestrutural dos Açores, Centro de Vulcanologia.

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.

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.

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.

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.

Monot, T. H., e Varet, J. (1976) – Découverte d'enclaves de syenites quartzifères et autres roches plutoniques associées dans l'île de Flores, Açores. Bulletin de la Société Géologique de France, XVIII, 6 :16251630.

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 associées: 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 pliocénico 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).

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.

POOC Corvo (2008). POOC da Ilha do Corvo. Fase VI – Versão Final do Plano. Secretaria Regional do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

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 Ação 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 Concepção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da RAA – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume IX - Ilha das Flores, Ponta Delgada, 90 pp.

Queiroz, G. (1997) - Vulcão das Sete Cidades (S. Miguel, Açores): história eruptiva e avaliação do hazard. Dissertação de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade de Vulcanologia, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 226 pp.

Queiroz, G., Gaspar, J.L., Cole, P.D., Guest, J.E., Wallenstein, N., Duncan, A.M. e Pacheco, J.M. (1995) - Erupções vulcânicas no vale das Furnas (ilha de S. Miguel, Açores) na primeira metade do Séc. XV. *Açoreana* 8(1): 159-168.

Regulamento n.º 1882/2003/CEE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de setembro. Altera a Directiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro, relativa ao regime legal de protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (Directiva Nitratos).

Ricardo, R.P; Madeira, M.A.M; Medina, J.M.B. (1979). Enquadramento taxonómico dos principais tipos de solos que se admitem ocorrerem no Arquipélago dos Açores. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, 39. Lisboa.

Rodrigues, M. C. (2002) – Recursos Hídricos e Património Natural – Tese de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza. Universidade dos Açores.

Santos, M. Teresa Viseu (2006). Segurança dos Vales a Jusante de Barragens. Metodologias de Apoio à Gestão do Riso. Instituto 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.

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.

Wallenstein, N., Silva, R. e Coutinho, R. (2006) – Proposta de POOC da Ilha do Corvo – Geologia, 1ª Fase, Caracterização e Diagnóstico. DTC42/CVARG/06. 46pp.

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., Medeiros, A.C., Ferreira O.V., e Assunção, C.T. (1968). Carta Geológica de Portugal na escala de 1:25.000. Notícia explicativa da folha da ilha das Flores. Serv. Geol. Portugal, Lisboa. 31 p.

3 | Caracterização das Massas de Água

Amaral, P. (2005). Monitorização de vertentes instáveis no concelho da Povoação, Olha de São Miguel (Açores): Ensaio com base na utilização de uma Estação Total. Tese de Mestrado. Universidade dos Açores.

Andrade, C., Teixeira, S., Reis, R. & Freitas, C. (1996). The record of storminess of the Portuguese NW coast in newspaper sources. In: "Partnership in coastal zone management". Taussik, J. & Mitchell, J., Editors. Samara, 159-166 (citado em Borges, 2003).

Bettencourt, M.L. (1979). O clima de Portugal. Inst. Nac. Met. Geof., XVIII, 103 pp (citado em Borges, 2003).

Bird, E.C. (1996). Beach management. Wiley, Chichester, 281 pp (citado em Borges, 2003).

Bird, E.C. (2000). Coastal geomorphology: an introduction. Wiley, Chichester, 322 pp (citado em Borges, 2003).

Borges, P. (1995). Contribuição para o conhecimento geológico do litoral sul de São Miguel (Açores). Tese de PPCI, Dep. Geociências da Universidade dos Açores, 168 pp (não publicado).

Borges, P. (2003). Ambientes Litorais nos Grupos Central e Oriental do Arquipélago dos Açores – Conteúdo e Dinâmica de Microescala. 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 environment and S.Miguel geothermal wastes. Symposium on applied and environmental geology, VI coastal geological environments. Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa, 28.3 - 04/89.

Godschalk, D.R., Brower, D.J. & Beatley, T. (1989). Catastrophic coastal storms, hazard mitigation and development management. Duke University Press, Durham, 275 pp (citado em Borges, 2003).

- Hayes, M.O. (1975). Morphology of sand accumulation in estuaries: an introduction to the symposium. In "Estuarine research, geology and engineering". Cronin, L.E., Editor. Academic Press, New York, 2: 3-22 (citado em Borges, 2003).
- Hayes, M.O. (1979). Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime. In "Barrier islands". Leatherman, S., Editor. Academic Press, New York, 1-27 (citado em Borges, 2003).
- Hickey, K. (1997). Documentary records of coastal floods in Scotland, 1500-1991 AD. Tese de Doutoramento vol. 1, Coventry University, 418 pp (não publicado) (citado em Borges, 2003).
- Instituto Hidrográfico (1981) – Roteiro do arquipélago dos Açores. Pub. (N)-IH-128-SN, 237 pp (citado em Borges, 2003).
- Komar, P.D. (1997). The Pacific Northwest coast: living with the shores of Oregon and Washington. Duke University Press, Durham, 195 pp (citado em Borges, 2003).
- Komar, P.D. (1998) - Beach processes and sedimentation. 2ª ed. Prentice Hall, New Jersey, 544 pp (citado em Borges, 2003).
- Lamb, H. (1991). Historic storms of the North Sea, British Isles and Northwest Europe. Cambridge University Press, Cambridge, 204 pp (citado em Borges, 2003).
- 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). Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Corvo. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.
- POOC Corvo (2008). Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Corvo. Fase VI – Versão Final do Plano. Secretaria Regional do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.
- POOC Faial (2009). Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Faial. Fase I – Caracterização e Diagnóstico Prospectivo. Secretaria Regional do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.
- POOC Graciosa (2006). Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha da Graciosa. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Ambiente do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.
- POOC Pico (2009). Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Pico. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Ambiente do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.
- PORTTA (2007). Plano de Ordenamento Turístico da RAA – Plantas de Síntese do Modelo de Organização do Território. Direcção Regional do Turismo – Secretaria Regional da economia. RAA.
- PRA (2001a). PRA – Relatório de Identificação e caracterização de riscos Geológicos. Centro de Geologia Ambiental, Departamento de Geociências. Universidade dos Açores.
- PRA (2001b). PRA – Relatório Técnico da Versão para Consulta Pública. RAA.
- PROTA (2008). Plano Regional de Ordenamento do Território para a RAA. Volume 12 – Gestão da Água e Saneamento. SRAM.

REOT (2001). Relatório do Estado de Ordenamento do Território, Direcção Regional de Ordenamento do Território e Recursos Hídricos.

REOT (2003). Relatório do Estado de Ordenamento do Território, Direcção Regional de Ordenamento do Território e Recursos Hídricos – 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).

Azevedo, J.M. (1998) - Geologia e Hidrogeologia da ilha das Flores (Açores - Portugal). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, D.C.T., U. Coimbra, 2 Vol., Coimbra, 403 pp.

Cruz, J.V. (2001) – Recursos Subterrâneos. PRA da RAA. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.

Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp.

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.

Mourisseau, M. (1987) - Les eruptions hydromagmatiques et les xenolites associés: signification geothermique. Exemples de Flores et de Faial (Açores). Thèse présentée pour obtenir le titre de docteur en Sciences de l'Université de Paris XI - Orsay.

Zbyszewski, G., Medeiros, A.C., Ferreira, O.V. & Assunção, C.T. (1968) - Carta Geológica de Portugal; notícia explicativa da folha da ilha das Flores (Açores). Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 31 pp.

CEC (2006) – Guidance on groundwater in drinking water protected areas. Guidance Document nº 16, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 34 pp.

Coutinho, R., Antunes, P., Freire, P. (2008) – Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Flores – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 35 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.

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 (2007) – Carta de ocupação do solo da RAA. 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) – Problemática de la contaminación de aguas subterrâneas 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 RAA – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume IX - Ilha das Flores, Ponta Delgada, 90 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 Condeso de Melo, M.T. (Eds.), Proceedings (in CD-ROM) of the XXXV IAH Congress “Groundwater and ecosystems”, Lisbon, 9 pp.

Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. e Mendes, S. (2010) – Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU water Framework directive. *Environ. Earth Sci.* 61: 173-186.

Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R., Mendes, S. e Ventura, A. (2007b) – Monitorização da qualidade da água subterrânea das ilhas das Flores e do Pico (Açores). In: Borrego, C., Miranda, A.I., Figueiredo, E., Martins, F., Arroja, L. e Fidélis, T. (Eds.), Actas da 9ª Conferência Nacional do Ambiente, 2º Vol., Aveiro, 572-579.

Cymbron, R., Pacheco, D., Cabral, M., Cruz, J.V., Domingos, M., Nunes, J.C. e Coutinho, R. (2006) – Monitorização da qualidade das águas subterrâneas das ilhas de Santa Maria e São Miguel da RAA. Anais (em CD ROM) do 8º Congresso da Água “Água, Sede de sustentabilidade”, Figueira da Foz, 14 p.

Cymbron, R., Pacheco, D., Gonçalves, V., Cabral, M., Cruz, J.V., Raposeiro, P., Costa, A., Marques, H., Domingos, M., Nunes, J.C. e Coutinho, R. (2005) – Monitorização da qualidade das águas interiores das ilhas de Santa Maria e São Miguel da RAA. In: Ortega, A., Peña, L. e Rodriguez, G. (Eds.), Técnicas y métodos para la gestión sostenible del agua en la Macaronesia, Canarias, 295-334.

DROTRH-INAG (2001) PRA. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.

Ferreira, J.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 2500/2-1/6/00), 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. INAG I.P., MAOTDR, Lisboa

INAG (2009b) Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais – Rios e albufeiras. INAG I.P., MAOTDR, 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 INAG, Ponta Delgada

5 | Avaliação do Estado das Massas de Água

Azevedo, J.M. (1998) - Geologia e Hidrogeologia da ilha das Flores (Açores - Portugal). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, D.C.T., U. Coimbra, 2 Vol., Coimbra, 403 pp.

Cardoso, P., Borges, P.A.V., Costa, A., Tristão da Cunha, R., Gabriel, R., Frias Martins, A., Silva, L., Homem, N., Martins, M., Rodrigues, P., Matins, B. & Mendonça, E. (2008) – La perspectiva archipelágica: Azores. In: Martín, J.L., Arechavaleta, M., Borges, P.A.V. & Faria, B. (eds.), Top 100. Las 100 especies amenazadas prioritarias de gestión en la region europea biogeografica de la Macaronesia. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias, 79-107.

CEC (2003) - Monitoring under the Water Framework Directive. Guidance Document nº 7, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 160 pp.

CEC (2007) – Guidance on groundwater monitoring. Guidance Document nº 15, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 50 pp.

CEC (2009) – Guidance on groundwater status and trend assessment. Guidance Document nº 18, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 82 pp.

Cemagreff (1982) Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Agence financière de Bassin Rhone - Méditerranée - Corse, Pierre, Bénite, Lyon

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

DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.

DROTRH-INAG (2001) Plano Regional da Água. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.

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) 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 (2009) – Estabelecimento de limiares nas águas subterrâneas. INAG, Lisboa, 21 pp.

Inova (1996) Análise das Águas das Lagoas da Região Autónoma dos Açores. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada

Inova (1999) Análise das Águas das Lagoas da Região Autónoma dos Açores. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada

Inova (2007) Resultados das análises efectuadas a água subterrâneas e superficiais das ilhas de Corvo, Flores, Pico e Faial, no período entre fevereiro de 2006 e março de 2007. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada

Parlamento, E., União Europeia, C. (2000) Directiva 2000/60/CE – Directiva Quadro da Água, Comissão Europeia. Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Bruxelas, 22 de dezembro de 2000:1-72

Porteiro, J. (2000) Lagoas dos Açores: elementos de suporte ao planeamento integrado. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geografia. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada

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, INAG (2006) Relatório síntese da caracterização da região hidrográfica - Arquipélago dos Açores, Portugal. SRAM edn. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar e Instituto da Água, Ponta Delgada

SRAM (2005) – Plano Setorial. Rede Natura 2000. Açores. SRAM, Horta, 115 pp.

SRAM (2007) – Relatório do Estado do Ambiente dos Açores '05. SRAM, Horta, 132 pp.

WFD-CIS (2003a) Monitoring under the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2.7 - Monitoring. Guidance Document nº 7. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels

WFD-CIS (2003b) River and lakes – Typology, reference conditions and classification system, REFCOND. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document no 10. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels

WFD-CIS (2005) Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2A ECOSTAT. Guidance Document Nº13. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels

6 | Análise Económica da Água

INSAAR (2007) Estudo de Concepção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores.

ANEXOS

Anexo 2.2.1 | Informação climática disponível e considerações metodológicas

1 | Informação climática disponível e aproximações metodológicas

1.1 | Limitações e representatividade da informação

Atendendo às especificidades de enquadramento do arquipélago dos Açores no que diz respeito ao sistema climático, bem como à heterogeneidade geomorfológica característica de cada uma das suas ilhas, a localização das estações climatológicas, quando existentes, suscitam sérias reservas no que se refere à representatividade dos valores observados em relação ao total da área das ilhas onde se encontram instaladas (ver comentários em rodapé). Na generalidade situadas no litoral, próximas do nível do mar, as estações meteorológicas insulares que tradicionalmente servem de base aos modelos de generalização espacial de base geo-estatística são quase sempre as mesmas que se destinam à observação meteorológica para fins sinópticos ou aeronáuticos. Deste modo, e de acordo com os critérios inerentes a este tipo de estações, a informação nelas recolhida, pelo facto de se pretender liberta de influências locais, dificilmente reflete as variações induzidas pelos fatores locais do clima. Aspectos específicos e importantes tais como a orografia e a sua relação com os mecanismos advectivos e de intercepção da radiação, impedem que a informação assim recolhida traduza a diversidade das condições climáticas da generalidade do território.

Mesmo no caso das estações udométricas que, em algumas ilhas, apresentam uma maior densidade, o problema da representatividade espacial apresenta-se como um sério obstáculo à caracterização climática com base exclusiva nos valores nelas observados. De facto, pese embora a pequena dimensão dos territórios em análise, a generalidade dos autores que se defrontam com o estudo da variabilidade climática nas ilhas dos Açores, e, em particular, com a variabilidade espacial da deposição da precipitação e dos fatores que interferem no balanço hídrico, referem as dificuldades da generalização espacial da informação disponível nos diferentes postos udométricos a todo o território⁵⁰. Este aspeto decorre da complexidade orográfica das ilhas face a um regime climático envolvente muito irregular e caracterizado por um espectro de variabilidade muito elevado, atendendo particularmente à localização geográfica das ilhas e da sua proximidade ao trajeto zonal das perturbações associadas à frente polar. Desta circunstância resulta que as diferentes ilhas estejam expostas a situações meteorológicas que as abordam praticamente de todos os quadrantes

⁵⁰ * Manuel Bettencourt (1979) – a propósito das incongruências das correlações estabelecidas entre a precipitação e a altitude: “... têm uma possível explicação, pois há que atender a que a os valores da precipitação dependem não só da altitude, como também da exposição dos locais que, além do mais, umas vezes estão situados na costa norte e outras vezes na costa sul. Em regra, os valores da precipitação nos Açores são maiores na encosta norte, para a mesma altitude”. em O Clima dos Açores como Recurso Natural – O Clima de Portugal – Fascículo XVIII – INMG.

* Silvério Godinho (1989), a propósito da colmatação de falhas nas séries da precipitação das ilhas dos Açores: “... para o estudo da precipitação em ilhas montanhosa não nos pareceu aplicável o processo de estimar os valores em falta, não só por, para cada ilha, se não dispor de estações suficientes com séries sem falhas, como, dada a natureza das ilhas, a variabilidade espacial ser muito grande, o que levaria a cometer erros grosseiros na sua estimativa”- em Intensidade, duração e Frequência da precipitação no Arquipélago dos Açores – O Clima de Portugal – Fascículo XLVI – INMG.

* José Azevedo (1988), constata sobre valores da precipitação observada na ilha das Flores: “ Alguns registos udométricos médios globais acentuadamente dissimilares, mas obtidos em Postos Udométricos muito próximos (por exemplo Sta. Cruz1 (1481,2mm) e Sta Cruz2 (1736,5) no Domínio I), ou situados a cotas semelhantes (por exemplo Fe (1815,5), PC(3280,7) e FF (2675,5), no Domínio III), refletem a intervenção do fator orográfico local, que, embora sendo de quantificação complexa, diminui significativamente a representatividade de alguns PU” – em Geologia e Hidrologia da Ilha das Flores – tese de Doutoramento - Universidade de Coimbra.

e das quais decorrem padrões climáticos distintos e muito complexos⁵¹. 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 relevo⁵². 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 Föhn⁵³ (conforme Figura A.2.1.1). 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.

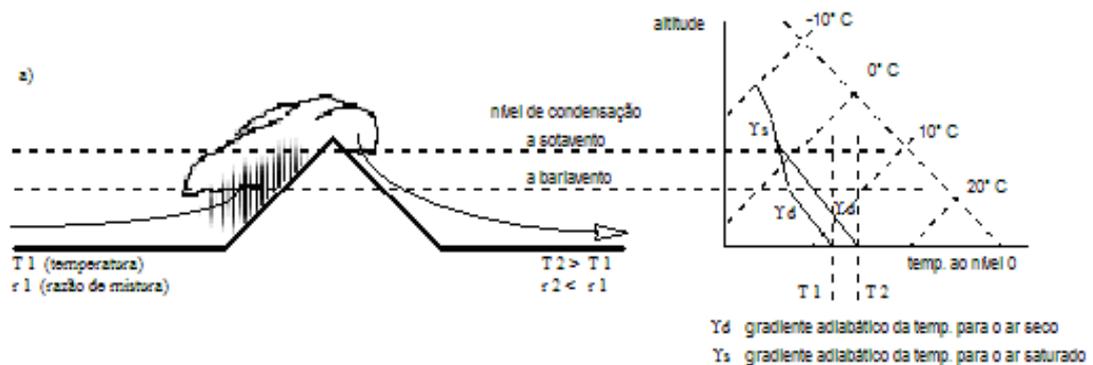


Figura A.2.2.1 | Mecanismos termodinâmicos e da conservação da massa condicionantes dos elementos climáticos.

⁵¹ - 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

⁵² - * 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.

⁵³ Roger g. Barry (1992) – Mountain Weather & Climate – 2nd edition – Routledge Editors. London and New York. ISBN 0-415-07112-7. pp. 402

Generalização espacial da caracterização climática

Atendendo às limitações acima apontadas a generalização espacial do clima de cada uma das ilhas abrangidas pelo presente trabalho é obtida com recurso à utilização de um modelo de base física, o modelo CIELO (acrónimo para Clima Insular à Escala Local) (Azevedo, 1996), calibrado para a ilha Terceira e validado para outras ilhas do arquipélago, bem como para outros enquadramentos insulares (Azevedo, 1996⁵⁴; Azevedo *et al.*, 1998⁵⁵; Azevedo *et al.*, 1999⁵⁶a; Azevedo *et al.*, 1999⁵⁷b; Santos *et al.* 2004⁵⁸; Miranda *et al.*, 2006⁵⁹).

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)⁶⁰, a sua transposição até ao nível do mar, e o posterior acompanhamento ao longo de um perfil altimétrico específico, do comportamento de um volume de ar, de massa inicial unitária, que se desloca no seio de um fluxo laminar contínuo e que aborda a ilha de acordo com a direção do vento e respetiva velocidade;
- A unidade de volume de ar, obrigada a contornar a ilha em altitude, fá-lo sofrendo expansões e compressões adiabáticas, das quais resultam transformações internas com implicações na variação da respetiva temperatura, humidade relativa e, desde que reunidas as condições necessárias, mudanças de fase da água nele contida;
- Sendo o modelo conservativo no que respeita à massa e à energia, a quantidade total de água contida na unidade de volume no início do seu percurso sobre a ilha iguala, em qualquer ponto do seu trajeto,

⁵⁴ 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).

⁵⁵ AZEVEDO, E. B.; PEREIRA, L. S.; ITIER, B. (1998) – *Modeling the Local Climate in Islands Environments. Orographic Clouds Cover* – In: R.S.Schmenauer & Bridman (Eds.). *First International Conference on Fog and Fog Collection*. IDRC, Ottawa, Canada. Pp 433-436

⁵⁶ 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.

⁵⁷ 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.

⁵⁸ 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

⁵⁹ 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.

⁶⁰ Aplicações mais recentes do modelo CIELO recorrem a parâmetros de iniciação obtidos a partir dos valores gerados por modelos de menor resolução, designadamente modelos de circulação global (GCM) para a localização das zonas onde é aplicado (cf. SANTOS, F.D.; VALENTE M.A.; MIRANDA P.M.A.; AGUIAR A., AZEVEDO, E.B.; TOMÉ A.; COELHO F.E. (2004): “CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN THE AZORES AND MADEIRA ISLANDS”, World Resource Review, 16, No 3, 473-491)

o conjunto da que permanece sob a forma de vapor, mais a que, em fase líquida, permanece em suspensão e aquela que precipitou até aquela posição da sua trajetória;

- No balanço da componente de vapor de água e da fração líquida no interior da unidade de volume de ar em deslocação, são considerados três processos dos quais resultam implicações na evolução das respetivas características termodinâmicas: i) a condensação (C) que ocorre por arrefecimento adiabático; ii) a evaporação (E) da água líquida em suspensão que ocorre por aquecimento adiabático; iii) a precipitação de uma fração da água estimada em função de um fator α calibrado localmente, que traduz a eficiência do processo (Figura A.2.2.2);

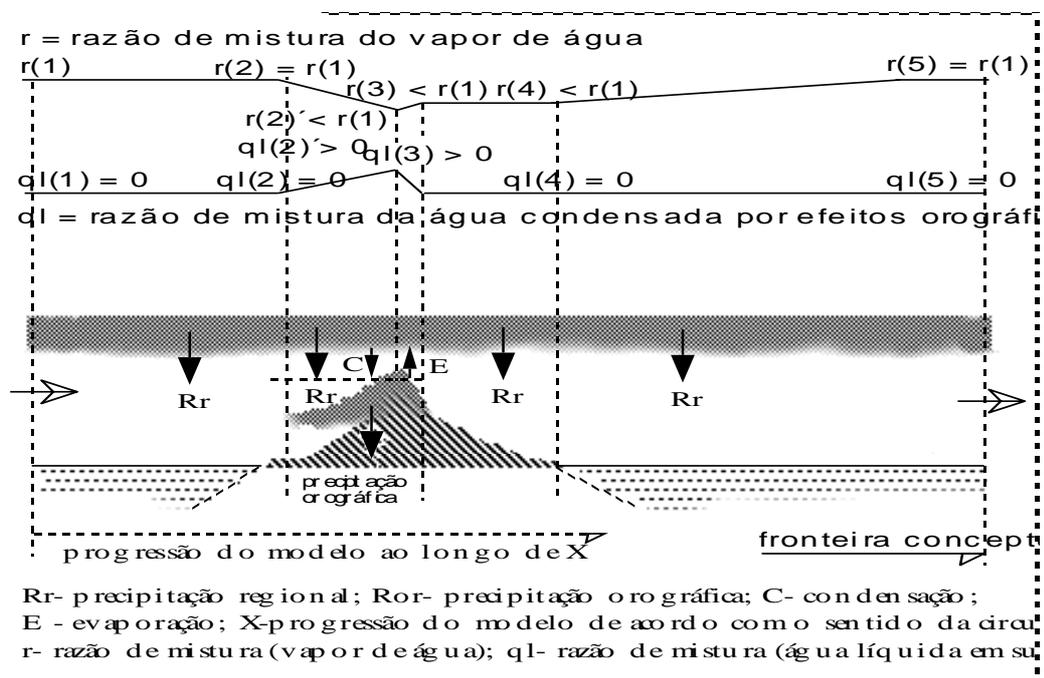


Figura A.2.2.2 | Modelo geral do balanço da água atmosférica na unidade de volume de ar em deslocação sobre o território.

- Na modelação desta última componente considera-se que: i) atingido o ponto de saturação, e mantidas as condições de arrefecimento da massa de ar por ascensão adiabática, resulta um remanescente de água líquida em suspensão considerada como representativa (não em termos absolutos mas em termos relativos) da nebulosidade orográfica média sobre a posição (N); ii) desta, uma fração (α) precipita. O remanescente da água em suspensão na forma líquida ($1-\alpha$) passa à posição seguinte juntando-se-lhe a que condensa nessa posição. A determinação da fração α resulta de um processo de calibração do modelo;
- Posteriormente, na componente radiativa do modelo, a integração bidimensional da componente N, é utilizada como filtro (adimensional) de atenuação da radiação de c.c.o. que atinge a superfície;

- A fração da água que precipita assume-se como representativa do contributo para a precipitação orográfica referente à unidade de volume de ar em deslocação sobre aquela posição (R'_{or}). O campo dos valores obtidos em todas as posições do domínio assume assim o significado da variação relativa da precipitação por efeitos orográficos num determinado enquadramento de condições de fronteira e de iniciação;
- Considerando que a quantificação da precipitação se refere a um determinado intervalo de tempo (>dia) onde se podem observar diferentes condições de iniciação, de orientação e de intensidade da circulação atmosférica (diferentes condições de fronteira), o contributo de cada um dos padrões de circulação para a configuração da distribuição da precipitação é determinado pela ponderação de R'_{or} em função da velocidade média do vento (V_v) em cada um dos rumos observados e em função da respetiva frequência relativa (F_{rv}) no período de tempo considerado. Desta ponderação, aplicada ao valor de R'_{or} obtido para todas as células do domínio, resulta o padrão da distribuição relativa da precipitação (R''_{or}) para o intervalo de tempo considerado;
- A avaliação absoluta da distribuição da precipitação orográfica (R_{or}) é obtida a partir da afetação dos valores relativos (R''_{or}), a um fator de escala único para todo o domínio (designado por fator de escala D) cujo significado traduz o conjunto dos restantes aspetos que condicionam os fenómenos pluviosos, nomeadamente o tempo decorrido, as características da atmosfera que contribui para a precipitação, a instabilidade atmosférica e a componente vertical da quantidade de movimento. O fator de escala (D) é estimado a partir de um modelo simples de regressão linear, devidamente calibrado localmente, e em função da precipitação regional (R_r) registada na estação de referência que é, também, necessariamente influenciada por aqueles aspetos;
- Assim, a reconstituição do campo do total da precipitação (R_{tot}), durante um determinado intervalo de tempo, é feita integrando as duas componentes - precipitação orográfica (R_{or}) mais a precipitação regional (R_r) - através de três fases: i) determinação da configuração da deposição relativa da precipitação orográfica em todo o domínio; ii) determinação da componente orográfica absoluta afetando o campo da distribuição relativa ao fator de escala D ; iii) determinação do campo do total da precipitação por adição ao campo da componente orográfica o valor da precipitação observado na estação de referência;
- Do balanço de água atmosférica na unidade de volume de ar em movimento sobre o território, baseado na interpretação do total de água na forma líquida e de vapor que o aborda a barlavento em relação ao total das 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 Penman/Montheit. Novamente para o caso das ilhas da Graciosa, S. Jorge e Pico, para as quais não se dispõe de todos os parâmetros necessários para a determinação da evapotranspiração de referência, recorre-se à generalização do seu cálculo com base nos valores desta componente na ilha do Faial (atendendo à sua proximidade), sendo no entanto o balanço feito face à precipitação observada nos postos de cada uma das respetivas ilhas. Também, pela inexistência de dados referentes às propriedades hidrológicas dos solos, é assumido o valor de 120mm de capacidade de reserva útil dos mesmos.

O regime da precipitação anual

Com o objetivo de avaliar o regime anual e interanual da precipitação nas ilhas em estudo recorre-se novamente à localização das estações de referência. Também neste caso, atendendo ao facto de não se dispor de séries suficientemente longas para uma avaliação deste descritor para a generalidade das ilhas, à exceção da de Angra do Heroísmo na ilha terceira para a qual se dispõe de uma série integral de 131 anos, recorre-se a metodologias alternativas. Assim, baseados na confrontação dos regimes normais da precipitação observados nas restantes ilhas, foi testada (e confirmada) a correlação existente entre os mesmos e o da ilha Terceira e estabelecidas os correspondentes modelos de regressão linear. Com base nos modelos obtidos, e nos valores da série integral de Angra do Heroísmo, foram criadas séries homólogas para as restantes ilhas, a partir das quais são estimados valores para diferentes períodos de retorno, anos secos e anos húmidos.

Regime da precipitação de curta duração

Com base nas séries parciais dos valores máximos anuais da quantidade da precipitação em 24 horas publicados em O Clima de Portugal, fascículo XLVI (Silvério Godinho, 1989)⁶¹ 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
FLO.19	Costa do Lajedo	Nascente	651699	4361333	Sim	Inferior
FLO.30	Fonte Paul	Nascente	654131	4374930	Sim	Inferior
FLO.31	Grota Funda ou Lajedo	Nascente	651328	4362071	Sim	Inferior
FLO.41	Outeiros	Nascente	653941	4374942	Sim	Inferior
FLO.54	Sanguinhal I	Nascente	658261	4369026	Sim	Inferior
FLO.61	Costa Lajedo (Ponta dos Ilhéus)	Nascente Outras	650813	4360017	Não	Inferior
FLO.68	Poio Moreno	Nascentes Outras	657323	4366791	Não	Inferior

PGRHi	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FLO.1	Arrodeio	Nascente	654184	4374833	Sim	Intermédio
FLO.2	Beija-mão	Nascente	658822	4369494	Sim	Intermédio
FLO.4	Cabeçalho	Nascente	656264	4363182	Sim	Intermédio
FLO.5	Caidouro I	Nascente	649949	4371574	Sim	Intermédio
FLO.6	Caidouro II	Nascente	649942	4371559	Sim	Intermédio
FLO.7	Caidouro III	Nascente	649941	4371529	Sim	Intermédio
FLO.8	Ponta Delgada I (local do sítio das Pedras)	Nascente	653797	4374735	Sim	Intermédio
FLO.13	Cedros II – José Gregório	Nascente	658042	4371815	Sim	Intermédio
FLO.15	Caveira I	Nascente	657886	4366650	Sim	Intermédio
FLO.16	Caveira II	Nascente	657852	4366659	Sim	Intermédio
FLO.17	Caveira III	Nascente	657916	4366639	Sim	Intermédio
FLO.18	Caveira IV	Nascente	657931	4366675	Sim	Intermédio
FLO.20	Charneca I	Nascente	659469	4367747	Sim	Intermédio
FLO.21	Charneca II	Nascente	659473	4367766	Sim	Intermédio
FLO.22	Charneca III	Nascente	659526	4367757	Sim	Intermédio
FLO.23	Coada	Nascente	651368	4367547	Sim	Intermédio
FLO.27	Fiadeiro ou Pernada	Nascente	657448	4362111	Sim	Intermédio
FLO.28	Fajã Grande II	Nascente	650244	4368466	Sim	Intermédio

⁶¹ 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.

PGRHi	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FLO.29	Fonte do Vime	Nascente	659685	4369551	Sim	Intermédio
FLO.32	H. Joaquim Ventura	Nascente	653746	4374633	Sim	Intermédio
FLO.33	José André	Nascente	653756	4374573	Sim	Intermédio
FLO.35	Laranjeira I	Nascente	659767	4367644	Sim	Intermédio
FLO.36	Laranjeira II	Nascente	659767	4367644	Sim	Intermédio
FLO.37	Mãe d'Água	Nascente	653658	4374779	Sim	Intermédio
FLO.38	Matosa	Nascente	659479	4367398	Sim	Intermédio
FLO.39	Monte I	Nascente	659647	4368331	Sim	Intermédio
FLO.40	Monte II	Nascente	659656	4368320	Sim	Intermédio
FLO.42	Poço Branco ou João Branco	Nascente	658299	4363731	Sim	Intermédio
FLO.46	Ribeira da Luz ou Rib ^a da Cruz	Nascente	658619	4367207	Sim	Intermédio
FLO.47	Ribeira do Pomar	Nascente	658445	4363693	Sim	Intermédio
FLO.48	Rocinhas I	Nascente	658167	4370255	Sim	Intermédio
FLO.49	Rocinhas II	Nascente	658167	4370255	Sim	Intermédio
FLO.50	Rocinhas III	Nascente	658167	4370255	Sim	Intermédio
FLO.51	Rocinhas IV	Nascente	658167	4370255	Sim	Intermédio
FLO.52	Rocinhas V	Nascente	658226	4370228	Sim	Intermédio
FLO.53	Rocinhas VI	Nascente	658243	4370130	Sim	Intermédio
FLO.55	Sanguinhal II	Nascente	658502	4368863	Sim	Intermédio
FLO.58	Vale de Cima - Fajãzinha	Nascente	650195	4365810	Sim	Intermédio
FLO.63	Boa - Vista	Nascentes Outras	659023	4368316	Não	Intermédio
FLO.65	Fontainhas	Nascentes Outras	659948	4367541	Não	Intermédio
FLO.69	Rocha Branca	Nascentes Outras	650348	4365816	Não	Intermédio
FLO.71	São Pedro	Nascentes Outras	660423	4369716	Não	Intermédio
FLO.72	Vigia	Nascentes Outras	659848	4369991	Não	Intermédio

Ref ^a PGRHi	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FLO.3	Cabaço	Nascente	656155	4363604	Sim	Superior
FLO.9	Caldeirões	Nascente	655995	4367823	Sim	Superior
FLO.10	Cancela da Vila	Nascente	654958	4361829	Sim	Superior
FLO.11	Cancela Nova	Nascente	657009	4364599	Sim	Superior
FLO.12	Cancela Velha	Nascente	657131	4364742	Sim	Superior
FLO.14	Castanheiro	Nascente	656146	4366894	Sim	Superior
FLO.24	Boca das Canadas	Nascente	658174	4364404	Sim	Superior
FLO.25	Espigão ou Picaroto I	Nascente	654184	4363509	Sim	Superior
FLO.26	Ribeira das Lajes IV	Nascente	654313	4363212	Sim	Superior
FLO.34	Casa dos Cedros	Nascente	657617	4371941	Sim	Superior
FLO.43	Poço Redondo	Nascente	655596	4361458	Sim	Superior

Refª PGRHi	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
FLO.44	Ponta Ruiva	Nascente	656372	4372391	Sim	Superior
FLO.45	Pulos	Nascente	654113	4363132	Sim	Superior
FLO.56	Sítio das Pedras I	Nascente	653833	4374220	Sim	Superior
FLO.57	Sítio das Pedras II	Nascente	653868	4374211	Sim	Superior
FLO.59	Veredas ou Mosteiro	Nascente	650974	4364263	Sim	Superior
FLO.60	Borreiro	Nascente	657683	4364331	Sim	Superior
FLO.64	Ribeira da Fazenda	Nascente	656743	4363023	Sim	Superior
FLO.62	Alto da Cova	Nascentes Outras	656348	4372441	Não	Superior
FLO.66	Fonte Fria	Nascentes Outras	655773	4366216	Não	Superior
FLO.67	Frades	Nascentes Outras	655248	4366791	Não	Superior
FLO.70	Samalopes	Nascentes Outras	655398	4369166	Não	Superior
FLO.73	Tapada do Soares	Nascentes Outras	656123	4367916	Não	Superior
FLO.74	Ponta da Fajã	Nascentes Outras	650475	4371150	Não	Superior

