



volume 5. São Jorge

| caracterização e diagnóstico da
situação de referência



Índice

Preâmbulo	11
2 Caracterização e Diagnóstico da ilha de São Jorge	12
2.1 Caracterização territorial.....	12
2.1.1 Enquadramento geográfico e administrativo	12
2.1.2 Enquadramento jurisdicional e normativo	13
2.1.3 Caracterização do domínio hídrico.....	13
2.2 Caracterização climatológica.....	14
2.2.1 Aspetos gerais - O clima dos Açores	14
2.2.2 Os elementos do clima à escala local	14
2.2.3 Distribuição espacial do clima	19
2.3 Caracterização geológica e geomorfológica.....	22
2.3.1 Geologia	22
2.3.2 Geomorfologia	26
2.3.3 Tipos de solo	31
2.3.4 Hidrogeologia.....	32
2.3.5 Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas	38
2.4 Caracterização hidrográfica e hidrológica.....	39
2.4.1 Rede hidrográfica	39
2.4.2 Balanço hídrico	41
2.4.3 Escoamento anual	43
2.4.4 Valores anuais de cheias e secas	44
2.5 Caracterização socioeconómica.....	48
2.6 Caracterização do uso do solo e ordenamento do território	48
2.6.1 Capacidade de uso do solo	48
2.6.2 Usos do solo	51
2.6.3 Sistema de gestão territorial.....	53
2.7 Caracterização dos usos e necessidades de água.....	65
2.7.1 Consumos de água por tipologia de uso	65
2.7.2 Necessidades de água por tipologia de uso.....	69
2.7.3 Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades.....	73
2.8 Caracterização dos serviços de abastecimento de água e saneamento de águas residuais	73
2.8.1 Sistema de abastecimento de água	73
2.8.2 Sistema de drenagem e tratamento de águas residuais.....	76
2.9 Análise de perigos e riscos	84
2.9.1 Alterações climáticas.....	84
2.9.2 Cheias.....	87
2.9.3 Secas.....	91
2.9.4 Erosão hídrica e transporte de material sólido	101
2.9.5 Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral	103
2.9.6 Movimentos de massas.....	109
2.9.7 Sismos.....	114
2.9.8 Vulcões.....	116
2.9.9 Tsunamis	117
2.9.10 Infraestruturas.....	118
2.9.11 Poluição accidental	118
3 Caracterização das Massas de Água.....	120

3.1 Massas de água superficiais.....	120
3.1.1 Tipos de massas de água	120
3.2 Massas de água subterrâneas.....	124
3.2.1 Delimitação das massas de água	124
3.2.2 Caracterização das massas de água	125
3.3 Zonas protegidas e áreas classificadas	130
3.3.1 Águas superficiais	130
3.3.2 Águas subterrâneas	136
3.4 Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas.....	138
3.4.1 Águas superficiais	138
3.4.2 Águas subterrâneas	177
4 Redes de Monitorização.....	197
4.1 Rede de monitorização do estado das massas de água	197
4.1.1 Águas superficiais	197
4.1.2 Águas subterrâneas	201
5 Avaliação do Estado das Massas de Água.....	207
5.1 Sistemas de classificação e avaliação do estado das massas de água	207
5.1.1 Águas superficiais	207
5.1.2 Águas subterrâneas	233
6 Análise Económica das Utilizações da Água.....	245
6.1 Importância socioeconómica das utilizações da água	245
6.1.1 Agricultura e Pecuária	245
6.1.2 Indústrias transformadora	245
6.1.3 Turismo.....	245
6.1.4 Energia	245
6.1.5 Eficiência Setorial das Utilizações da Água	245
6.2 Regime Económico e Financeiro	245
6.2.1 Enquadramento.....	245
6.2.2 Panorama da Região Autónoma dos Açores	245
6.2.3 Situação na ilha de São Jorge	245
6.2.4 Nível de Recuperação dos Custos.....	253
6.3 Acessibilidade Económica dos Serviços.....	254
6.3.1 Enquadramento	254
6.3.2 Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas	254
6.3.3 Perspetivas para os Próximos Ciclos de Planeamento.....	254
 Bibliografia.....	255
 Anexos.....	276
Anexo 2.2.I Informação climática disponível e considerações metodológicas.....	276
Anexo 2.3.I Pontos de água subterrânea	277
Anexo 2.3.II Características técnicas dos furos de captação	279
Anexo 2.9.I Precipitação mensal ponderada – Ilha de São Jorge	280

Índice de Quadros

Quadro 2.2.1 Variáveis climáticas para a ilha de São Jorge.....	15
Quadro 2.2.2 Balanço Hídrico Sequencial para a ilha de São Jorge	16
Quadro 2.2.3 Possibilidade udométrica na ilha de São Jorge – Calheta (60m).....	18
Quadro 2.3.1 Distribuição altimétrica da ilha de São Jorge	27
Quadro 2.3.2 Distribuição dos declives da ilha de São Jorge.....	29
Quadro 2.3.3 Redelimitação das massas de água subterrânea para a ilha de São Jorge no âmbito do presente ciclo de planeamento da RH9 e comparação com a situação anterior	33
Quadro 2.3.4 Síntese de caracterização da massa de água Ocidental	34
Quadro 2.3.5 Síntese de caracterização da massa de água Oriental.....	35
Quadro 2.3.6 Valores de parâmetros hidrodinâmicos estimados nas massas de água subterrâneas da ilha de São Jorge	36
Quadro 2.4.1 Valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha de São Jorge	41
Quadro 2.4.2 Valores de densidade de drenagem e escoamento anual para as bacias hidrográficas da ilha de São Jorge	43
Quadro 2.4.3 Parâmetros a e b para a ilha de São Jorge para os diferentes períodos de retorno considerados	46
Quadro 2.4.4 Valores de escoamento de ponta para os diferentes tempos de retorno, e para as principais bacias hidrográficas da ilha de São Jorge	47
Quadro 2.4.5 Expressões regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia para a ilha de São Jorge	48
Quadro 2.6.1 Classes de capacidade de uso do solo na ilha de São Jorge	50
Quadro 2.6.2 Principais impactes das alterações climáticas sobre o setor dos recursos hídricos a nível mundial	60
Quadro 2.6.3 Objetivos de adaptação às alterações climáticas para o setor dos recursos hídricos na Região Autónoma dos Açores	61
Quadro 2.6.4 Medidas de adaptação às alterações climáticas para o setor dos recursos hídricos na Região Autónoma dos Açores.....	61
Quadro 2.6.5 Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial – Ilha de São Jorge	63
Quadro 2.7.1 Consumo de água da rede pública nas atividades domésticas da ilha de São Jorge	65
Quadro 2.7.2 Consumo de água da rede pública para as atividades de comércio e serviços da ilha de São Jorge	66
Quadro 2.7.3 Consumo de água da rede pública para o setor urbano da ilha de São Jorge	66
Quadro 2.7.4 Consumo de água da rede pública na agricultura e pecuária da ilha de São Jorge	66
Quadro 2.7.5 Consumo total de água na indústria da ilha de São Jorge	67
Quadro 2.7.6 Consumo total de água no setor de produção de energia na ilha de São Jorge	67
Quadro 2.7.7 Consumo total de água em outros usos existentes na ilha de São Jorge	68
Quadro 2.7.8 Consumo de água por tipologia de uso na ilha de São Jorge.....	68
Quadro 2.7.9 Água pública faturada entre 2006 e 2018 na ilha de São Jorge	69
Quadro 2.7.10 Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano	69
Quadro 2.7.11 Necessidades totais de água para uso urbano na ilha de São Jorge	69
Quadro 2.7.12 Capitações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso turístico (hotelaria).....	70
Quadro 2.7.13 Necessidades de água para uso turístico (hotelaria) na ilha de São Jorge	70
Quadro 2.7.14 Necessidades hídricas específicas por tipo de cabeça.....	71
Quadro 2.7.15 Necessidades de água para uso pecuário na ilha de São Jorge	71
Quadro 2.7.16 Necessidades de água para a indústria transformadora na ilha de São Jorge.....	71
Quadro 2.7.17 Necessidades de água na produção de energia na ilha de São Jorge.....	72
Quadro 2.7.18 Necessidades hídricas totais por ilha e tipologia de uso na ilha de São Jorge.....	72
Quadro 2.7.19 Balanço hídrico para a ilha de São Jorge.....	73
Quadro 2.8.1 Modelos de gestão e entidades gestoras do serviço público de abastecimento de água na ilha de São Jorge	73
Quadro 2.8.2 Caracterização das captações de água pública na ilha de São Jorge.....	74
Quadro 2.8.3 Caracterização das infraestruturas de tratamento de água na ilha de São Jorge	75
Quadro 2.8.4 Caracterização dos equipamentos de armazenamento e transporte de água na ilha de São Jorge.....	76
Quadro 2.8.5 Modelos de gestão e entidades gestoras dos serviços de drenagem e tratamento de águas residuais na ilha de São Jorge.....	76
Quadro 2.8.6 Níveis de atendimento do serviço público de drenagem e tratamento de águas residuais na ilha de São Jorge	77
Quadro 2.8.7 Infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais na ilha de São Jorge	78
Quadro 2.8.8 Infraestruturas de tratamento de águas residuais na ilha de São Jorge.....	79
Quadro 2.8.9 Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem em São Jorge	80

Quadro 2.8.10 Captações das cargas poluentes geradas pelo setor urbano	80
Quadro 2.8.11 Estimativa de cargas poluentes das águas residuais urbanas geradas em São Jorge	80
Quadro 2.8.12 Taxas de distribuição das águas residuais urbanas geradas por tipo de destino e grau de tratamento em São Jorge	81
Quadro 2.8.13 Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento	81
Quadro 2.8.14 Estimativa do volume total de águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino em São Jorge	81
Quadro 2.8.15 Estimativa de cargas poluentes de águas residuais urbanas emitidas para o meio em São Jorge	82
Quadro 2.8.16 Taxas de exportação de nutrientes para o setor agrícola	82
Quadro 2.8.17 Estimativa das cargas orgânicas emitidas pela agricultura em São Jorge	82
Quadro 2.8.18 Coeficientes de emissão para o setor pecuário por tipo de cabeça	83
Quadro 2.8.19 Estimativa das cargas orgânicas geradas e emitidas para o meio pelo efetivo bovino em São Jorge	83
Quadro 2.8.20 Estimativa das cargas orgânicas geradas pelo efetivo suíno em São Jorge	83
Quadro 2.8.21 Águas residuais industriais produzidas e respetivas cargas poluentes emitidas na ilha de São Jorge	84
Quadro 2.9.1 Eventos ocorridos em São Jorge associados a galgamentos e inundações costeiras	85
Quadro 2.9.2 Eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as bacias hidrográficas seleccionadas (PGRIA – 2º ciclo de planeamento)	90
Quadro 2.9.3 Estações meteorológicas / udométricas seleccionadas – ilha de São Jorge	92
Quadro 2.9.4 Características de altitude e área de influência (polígonos de Thiessen) das estações seleccionadas	94
Quadro 2.9.5 Avaliação dos resultados do SPI por posto	101
Quadro 2.9.6 Classificação da suscetibilidade à erosão	101
Quadro 2.9.7 Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores	108
Quadro 2.9.8 Principiais sismos sentidos na ilha de São Jorge	115
Quadro 2.9.9 Fontes de poluição tóxica na ilha de São Jorge	118
Quadro 2.9.10 Fontes de poluição difusa na ilha de São Jorge	119
Quadro 3.1.1 Tipo identificado para a categoria águas costeiras na ilha São Jorge	121
Quadro 3.1.2 Caracterização das águas de transição pela DQA, para a ilha de São Jorge	122
Quadro 3.1.3 Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha de São Jorge	123
Quadro 3.3.1 Águas balneares costeiras na ilha de São Jorge (2013)	132
Quadro 3.3.2 Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha de São Jorge	133
Quadro 3.3.3 Áreas que integram o Parque Natural da Ilha de São Jorge	135
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.	137
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.	137
Quadro 3.4.1 Lista de pressões consideradas	144
Quadro 3.4.2 Número de camas	149
Quadro 3.4.3 Número de dormidas	149
Quadro 3.4.4 Instalações de armazenagem de combustíveis	153
Quadro 3.4.5 Cargas de origem biológica na ilha de São Jorge	154
Quadro 3.4.6 Volumes de dragados licenciados e extraídos nos Açores (ton/ano)	158
Quadro 3.4.7 Listagem de portos, portinhos e marinas da ilha São Jorge	162
Quadro 3.4.8 Quantidade de pesca em São Jorge	164
Quadro 3.4.9 Pesca descarregada na Região Autónoma dos Açores reportada ao ano de 2019	164
Quadro 3.4.10 Determinação do nível de pressão pela carga de nutrientes, em águas costeiras e de transição, produzido pelas descargas de nutrientes. Modificado de Borja et al. 2005. S-Sensibilidade; P-Pressão	168
Quadro 3.4.11 Número máximo de amostras que poderão não ser conformes (DL 152/97 de 19 de julho, Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A)	169
Quadro 3.4.12 Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (µg/kg)	170
Quadro 3.4.13 Determinação do nível de pressão global gerado pelas pressões mais relevantes em águas costeiras e de transição	170
Quadro 3.4.14 Levantamento das pressões consideradas relevantes e sua quantificação	171
Quadro 3.4.15 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	172
Quadro 3.4.16 Quantificação das pressões relevantes para a ilha de São Jorge	173
Quadro 3.4.17 Avaliação do nível de pressão, em termos de pressão relevante. Determinação da pressão global média. A – Ausente; B – Baixa; M – Moderada; E – Elevada; NS – Não Significativa; S – Significativa	175

Quadro 3.4.18 Avaliação do risco de os objetivos da DQA não serem alcançados, baseados no nível significativo de pressão e nos impactes determinados em cada massa de água. Não aparente, provável e verificado são níveis equivalentes de impactes pela aproximação pressão-impacte	176
Quadro 3.4.19 Distribuição das cargas poluentes por bacia hidrográfica de acordo com a origem	178
Quadro 3.4.20 Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação	184
Quadro 3.4.21 Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de água delimitadas na ilha de São Jorge.	195
Quadro 3.4.22 Quadro comparativo do volume de recursos hídricos subterrâneos, da extração natural total e da extração média nos pontos de água com caudal superior a 10m³/dia.	195
Quadro 4.1.1 Ponto de monitorização para os elementos de qualidade biológica e físico-química das águas costeiras e de transição, ilha de São Jorge.....	197
Quadro 4.1.2 Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeiras e de transição, ilha de São Jorge.....	198
Quadro 4.1.3 Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfológica águas costeiras e de transição, ilha de São Jorge.....	198
Quadro 4.1.4 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 de São Jorge	198
Quadro 4.1.5 Frequência e programa de monitorização dos elementos de qualidade avaliados no âmbito das massas de água costeiras e de transição, ilha de São Jorge.	199
Quadro 4.1.6 Zonas balneares da ilha de São Jorge.....	200
Quadro 4.1.7 Rede de monitorização quantitativa proposta para as massas de água subterrânea na ilha de São Jorge	201
Quadro 4.1.8 Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico (Coordenadas UTM Datum São Brás, zona 26N). As redes 2009 e 2011 referem-se à delimitação das massas de água subterrâneas considerada no primeiro e segundo ciclos de planeamento respetivamente da RH9.	203
Quadro 4.1.9 Densidade das redes 2009, 2011 e atual de monitorização do estado químico. A densidade das redes 2009 e 2011 refere-se à delimitação das massas de água subterrâneas considerada no primeiro e segundo ciclos de planeamento respetivamente da RH9	204
Quadro 4.1.10 Cálculo do índice de representatividade para as redes 2009, 2011 e atual de monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha de São Jorge. As redes 2009 e 2011 referem-se à delimitação das massas de água subterrâneas considerada no primeiro e segundo ciclos de planeamento da RH9	204
Quadro 4.1.11 Lista mínima de parâmetros a monitorizar de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março	205
Quadro 4.1.12 Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano.....	206
Quadro 5.1.1 Classificação dos elementos biológicos para as massas de água costeiras da ilha de São Jorge	210
Quadro 5.1.2 Classificação dos elementos físico-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha de São Jorge	211
Quadro 5.1.3 Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha de São Jorge	214
Quadro 5.1.4 Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha de São Jorge	214
Quadro 5.1.5 Valor de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico (em RQE) com base no fitoplâncton (Clorofila a; µg/L) utilizado para as águas de transição da Região Hidrográfica dos Açores (Brito et al., 2012)	218
Quadro 5.1.6 Classificação do estado ecológico das águas de transição de acordo com os elementos biológicos (Clorofila a). RQE-Rácio de Qualidade Ecológica.	218
Quadro 5.1.7 Classificação dos elementos biológicas para as massas de água de transição da ilha de São Jorge	223
Quadro 5.1.8 Poluentes específicos monitorizados nas águas de transição da Região Hidrográfica dos Açores e respetivas Normas de Qualidade Ambiental (NQA-MA, média anual), correspondentes à fronteira entre excelente/bom e razoável.	225
Quadro 5.1.9 Classificação dos físico-químicos de suporte para as massas de água de transição da ilha de São Jorge.....	225
Quadro 5.1.10 Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água de transição da ilha de São Jorge	226
Quadro 5.1.11 Classificação do estado ecológico por massas de água de transição da ilha de São Jorge	227
Quadro 5.1.12 Substâncias prioritárias monitorizadas nas águas de transição consideradas na Região Hidrográfica dos Açores e respetivas Normas de Qualidade Ambiental (NQA-MA, média anual; NQA-CMA, concentração máxima admissível), correspondentes à fronteira entre excelente/bom e razoável.	228
Quadro 5.1.13 Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes	228
Quadro 5.1.14 Classificação final do estado para as massas de água costeiras da ilha de São Jorge	231
Quadro 5.1.15 Classificação final do estado para as massas de água de transição da ilha de São Jorge	232
Quadro 5.1.16 Resultados da aplicação do teste do balanço hídrico, em que o Bom estado implica que $Ext < 0,60 * RDisp$	234
Quadro 5.1.17 Resultados da aplicação do teste do escoamento superficial.....	234
Quadro 5.1.18 Resultados da aplicação do teste dos ecossistemas terrestres dependentes.....	234
Quadro 5.1.19 Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas nas massas de água da ilha de São Jorge.	236

Quadro 5.1.20 Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico na ilha de São Jorge	240
Quadro 5.1.21 Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico na ilha de São Jorge	240
Quadro 5.2.22 Resultados do teste da avaliação geral do estado químico	241
Quadro 5.1.23 Resultados do teste das intrusões salinas ou outras	241
Quadro 5.1.24 Resultados do teste da transferência de poluentes	242
Quadro 5.1.25 Resultados do teste dos ecossistemas terrestres dependentes	242
Quadro 5.1.26 Resultados do teste relativo às zonas de proteção de água para consumo humano	242
Quadro 5.1.27 Classificação do estado da massa de água designada da categoria subterrâneas na ilha de São Jorge	243
Quadro 6.2.1 Indicadores de acessibilidade económica – 2018	246
Quadro 6.2.2 Regime económico e financeiro do serviço de abastecimento do Município da Calheta (R.A.A.) – dados ano 2017	247
Quadro 6.2.3 Regime económico e financeiro do serviço de abastecimento de Velas – dados ano 2017	248

Índice de Figuras

Figura 2.1.1 Divisão administrativa da ilha de São Jorge	13
Figura 2.2.1 Climodiagrama do clima normal na Calheta, Ilha de S. Jorge	15
Figura 2.2.2 Balanço Hídrico Sequencial para a ilha de São Jorge	17
Figura 2.2.3 Valores da precipitação anual em S. Jorge estimada para vários períodos de retorno (T) e valores médios e limites para anos secos e húmidos	17
Figura 2.2.4 Curvas de possibilidade udométrica na ilha de São Jorge - Calheta (60m)	18
Figura 2.2.5 Cartografia da possibilidade udométrica em 24 horas na ilha de S. Jorge para um período de retorno de 100 anos	19
Figura 2.2.6 Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha de São Jorge	20
Figura 2.2.7 Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha de São Jorge	21
Figura 2.2.8 Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha de São Jorge	22
Figura 2.3.1 Modelo digital de terreno da ilha de São Jorge, com indicação das duas unidades geomorfológicas	24
Figura 2.3.2 Principais estruturas vulcano-tectónicas da ilha de São Jorge	25
Figura 2.3.3 Carta geológica da ilha de São Jorge	26
Figura 2.3.4 Carta hipsométrica da ilha de São Jorge	27
Figura 2.3.5 Histograma hipsométrico da ilha de São Jorge	28
Figura 2.3.6 Carta de declives da ilha de São Jorge	29
Figura 2.3.7 Carta de exposições da ilha de São Jorge	30
Figura 2.3.8 Carta das unidades geomorfológicas da ilha de São Jorge	31
Figura 2.3.9 Delimitação das massas de água na ilha de São Jorge	35
Figura 2.3.10 Distribuição de pontos de água na ilha de São Jorge	36
Figura 2.3.11 Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes e furos na ilha de São Jorge	38
Figura 2.3.12 Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha de São Jorge	39
Figura 2.4.1 Carta hidrográfica da ilha de São Jorge	40
Figura 2.4.2 Carta da densidade de drenagem da ilha de São Jorge	41
Figura 2.6.1 Carta de capacidade de uso do solo da ilha de São Jorge	50
Figura 2.6.2 Carta de ocupação do solo da ilha de São Jorge	52
Figura 2.6.3 Ocupação do solo na ilha de São Jorge (%)	53
Figura 2.8.1 Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos dos serviços de abastecimento de água da ilha São Jorge	75
Figura 2.8.2 Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos dos SDTAR da ilha de São Jorge	79
Figura 2.9.1 Carta de vulnerabilidade ao galgamento e inundação costeira para: a) Velas; b) Calheta. Fonte: DRA, 2020.	87
Figura 2.9.2 Localização das bacias hidrográficas selecionadas como zonas críticas na ilha de São Jorge (PGRIA, 2º ciclo)	91
Figura 2.9.3 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha de São Jorge (período de outubro de 1977 a setembro de 1995)	92
Figura 2.9.4 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha de São Jorge (período de outubro de 1977 a setembro de 1995)	93

Figura 2.9.5 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha de São Jorge (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).	93
Figura 2.9.6 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Calheta.	95
Figura 2.9.7 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Manadas.	95
Figura 2.9.8 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Norte Grande.	95
Figura 2.9.9 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Rosais.	96
Figura 2.9.10 Avaliação do índice SPI – meses, Posto Topo.	96
Figura 2.9.11 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Urzelina.	96
Figura 2.9.12 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Calheta.	97
Figura 2.9.13 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Manadas.	97
Figura 2.9.14 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Norte Grande.	97
Figura 2.9.15 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Rosais.	98
Figura 2.9.16 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Topo.	98
Figura 2.9.17 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Urzelina.	98
Figura 2.9.18 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Calheta.	99
Figura 2.9.19 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Manadas.	99
Figura 2.9.20 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Norte Grande.	99
Figura 2.9.21 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Rosais.	100
Figura 2.9.22 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Topo.	100
Figura 2.9.23 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Urzelina.	100
Figura 2.9.24 Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha de São Jorge.	103
Figura 2.9.25 Vista aérea da costa NE da região ocidental da ilha de São Jorge.	104
Figura 2.9.26 Vista aérea da orla costeira da vila das Velas, implantada numa fajã lávica. Podem observar-se os dois cones de piroclastos submarinos: o Morro Grande (menos destruído) e o Morro do Lemos (mais destruído).	105
Figura 2.9.27 Vista da costa do setor oriental da ilha de São Jorge.	105
Figura 2.9.28 Vista da costa NE da região ocidental da ilha, podendo observar-se a fajã de João Dias e uma série de movimentos de vertente que contribuem para a alimentação do litoral.	106
Figura 2.9.29 Aspeto do desmonte provocado na arriba a montante da Fajã dos Cubres, provocado por um importante movimento de vertente.	106
Figura 2.9.30 Mapa de declives da ilha de São Jorge e localização dos pontos de água subterrânea.	110
Figura 2.9.31 Representação cartográfica das áreas de suscetibilidade reduzida, moderada e elevada à ocorrência de movimentos de vertente, com localização dos pontos de água subterrânea e limites das massas de água subterrânea.	111
Figura 2.9.32 Representação cartográfica das áreas de suscetibilidade reduzida, moderada e elevada à ocorrência de movimentos de vertente e localização das massas de água de superfície interiores de transição.	112
Figura 2.9.33 Evidências morfológicas da atividade geomorfológica que atua ao longo das vertentes da ilha, próximas à orla costeira.	113
Figura 2.9.34 Presença de blocos rochosos individualizados no talude e na sua base, próximos de uma nascente. A seta indica a presença de bloco rochoso oriundo do talude sobranceiro.	113
Figura 2.9.35 Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2019.	115
Figura 2.9.36 Carta de intensidades máximas históricas (EMM) para a ilha de São Jorge.	116
Figura 2.9.37 Carta de suscetibilidade a tsunamis – Carta produzida a partir da altimetria do IGeoE, na escala 1:25.000.	118
Figura 3.1.1 Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha de São Jorge.	121
Figura 3.1.2 Massas de água de transição designadas e delimitadas para a ilha de São Jorge.	122
Figura 3.2.1 Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Central no contexto geral da ilha de São Jorge (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	127
Figura 3.2.2 Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Oriental no contexto geral da ilha de São Jorge (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	128
Figura 3.2.3 Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha de São Jorge.	129
Figura 3.2.4 Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.	130
Figura 3.3.1 Áreas de Reservas para a Gestão de Capturas na ilha de São Jorge.	131
Figura 3.3.2 Áreas de Reservas para a apanha de amêijoia na Lagoa da Caldeira de Santo Cristo – Ilha de São Jorge.	132
Figura 3.3.3 Rede Natura 2000 na ilha de São Jorge.	133
Figura 3.3.4 Parque Natural da Ilha de São Jorge.	135
Figura 3.3.5 Massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação. No cartograma representa-se igualmente as áreas de proteção alargada das nascentes captadas e furos para uso humano.	137

Figura 3.4.1 Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha de São Jorge.	139
Figura 3.4.2 Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha de São Jorge.	140
Figura 3.4.3 Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha de São Jorge.	141
Figura 3.4.4 Número de animais por bacia hidrográfica na ilha de São Jorge.	142
Figura 3.4.5 Análise espacial população vs Infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais, da ilha de São Jorge.	147
Figura 3.4.6 Localização das explorações de inertes cadastradas na ilha de São Jorge.	149
Figura 3.4.7 Cargas de origem biológica associadas à pressão difusa para a ilha de São Jorge - Azoto Total.	155
Figura 3.4.8 Pressão difusa para a ilha de São Jorge - Azoto Total.	156
Figura 3.4.9 Localização das obras de defesa costeira e portuárias que contribuem para a artificialização da zona costeira.	159
Figura 3.4.10 Pormenor do passadiço de cimento que divide a lagoa.	160
Figura 3.4.11 Grau de artificialização da zona costeira de São Jorge.	161
Figura 3.4.12 Localização das Infraestruturas portuárias.	163
Figura 3.4.13 Distribuição por grupo taxonómico das espécies marinhas não indígenas presentes nos Açores.	167
Figura 3.4.14 Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha de São Jorge.	177
Figura 3.4.15 Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha de São Jorge.	178
Figura 3.4.16 Distribuição da carga poluente de azoto de origem tónica doméstica.	179
Figura 3.4.17 Distribuição da carga poluente de azoto de origem tónica industrial.	179
Figura 3.4.18 Distribuição da carga poluente de azoto de origem difusa pecuária.	180
Figura 3.4.19 Distribuição da carga poluente de azoto de origem difusa florestal.	180
Figura 3.4.20 Distribuição da carga poluente de fósforo de origem tónica doméstica.	181
Figura 3.4.21 Distribuição da carga poluente de fósforo de origem tónica industrial.	181
Figura 3.4.22 Distribuição da carga poluente de fósforo de origem difusa pecuária.	182
Figura 3.4.23 Distribuição da carga poluente de fósforo de origem difusa florestal.	182
Figura 3.4.24 Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.	186
Figura 3.4.25 Representação cartográfica do risco de poluição tónica doméstica relativamente ao azoto.	187
Figura 3.4.26 Representação cartográfica do risco de poluição tónica doméstica relativamente ao fósforo.	187
Figura 3.4.27 Representação cartográfica do risco de poluição tónica industrial relativamente ao azoto.	188
Figura 3.4.28 Representação cartográfica do risco de poluição tónica industrial relativamente ao fósforo.	188
Figura 3.4.29 Localização das áreas de gestão de resíduos em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrâneas.	189
Figura 3.4.30 Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao azoto associada à atividade pecuária.	190
Figura 3.4.31 Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao fósforo associada à atividade pecuária.	190
Figura 3.4.32 Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao azoto associada à atividade florestal.	191
Figura 3.4.33 Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao fósforo associada à atividade florestal.	192
Figura 3.4.34 Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com o valor de condutividade elétrica da água.	192
Figura 3.4.35 Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com a concentração em cloreto na água.	193
Figura 3.4.36 Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m ³ /dia.	195
Figura 3.4.37 Gráfico comparativo do volume médio extraído nos pontos de água com caudal superior a 10m ³ /dia, face à descarga natural total e aos recursos hídricos subterrâneos globais.	196
Figura 4.1.1 Representação cartográfica da rede de monitorização do estado químico atualmente em vigor.	202
Figura 5.1.1 Escalares e vetores de onda para o Arquipélago dos Açores (modelo de ondulação SWAN) com indicação dos valores máximos de altura de onda e potência da onda. a) condições de ondulação média de Inverno (15h/05/01/2001); b) condições de ondulação elevada de Inverno (18h/04/02/2001), c) condições de ondulação média de Verão de noroeste (12h/17/05/2001) e d) condições de ondulação média de Verão de oeste (03h/24/05/2011).	212
Figura 5.1.2 Perfil topográfico do fundo oceânico situado entre os pontos de amostragem das massas de água costeiras de São Jorge.	213
Figura 5.1.3 Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha de São Jorge.	215
Figura 5.1.4 Variabilidade sazonal dos ratios Fuco/Chla, Peri/Chla e 19'HFx/Chla nas lagoas de Santo Cristo (SJG1) e dos Cubres (SJG2 e SJG3). Um ratio elevado indica uma comunidade dominada por diatomeas, dinoflagelados e cocolitóforos, respetivamente.	217
Figura 5.1.5 Abundância das espécies de peixe registadas em três transeptos realizados na lagoa de Santo Cristo.	222
Figura 5.1.6 Classificação do estado ecológico das massas de água de transição da ilha de São Jorge.	227
Figura 5.1.7 Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha de São Jorge.	229
Figura 5.1.8 Classificação do estado químico das massas de água de transição da ilha de São Jorge.	230
Figura 5.1.9 Classificação do estado estado das massas de água costeiras da ilha de São Jorge.	231

Figura 5.1.10 Classificação do estado das massas de água de transição da ilha de São Jorge.	233
Figura 5.1.11 Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha de São Jorge.....	235
Figura 5.1.12 Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na ilha de São Jorge (I – amostragem de 2017; II – amostragem de 2018).	237
Figura 5.1.13 Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na ilha de São Jorge (I – amostragem de 2017; II – amostragem de 2018).	237
Figura 5.1.14 Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas da ilha de São Jorge.	243
Figura 5.1.15 Síntese da classificação do estado das massas de água subterrâneas na ilha de São Jorge.....	244
Figura 6.2.1 Tarifas aprovadas pelas entidades gestoras para o serviço de abastecimento de água nos municípios dos Açores	249
Figura 6.2.2 Importância relativa das receitas tarifárias nos rendimentos das entidades gestoras do serviço de abastecimento de água	250
Figura 6.2.3 Tarifas aprovadas pelas entidades gestoras para o serviço de saneamento de águas residuais nos municípios dos Açores	252
Figura 6.2.4 Importância relativa das receitas tarifárias nos rendimentos das entidades gestoras do serviço de saneamento de águas residuais	253

Preâmbulo

O presente Volume 5 apresenta a caracterização da situação de referência e diagnóstico específico da ilha de São Jorge, integrado na Parte 2 do PGRH-Açores 2022-2027, no que respeita aos seus elementos territoriais, geológicos e geomorfológicos, hidrográficos e hidrológicos, socioeconomia, usos e necessidades de água e serviços de abastecimento e saneamento, caracterização das massas de água, das redes de monitorização e, por fim, a análise económica da água (esta fase foi desenvolvida tendo como ano de referência o ano de 2019, ou, quando indisponível, o ano anterior mais próximo disponível).

Conforme exposto no volume geral desta Parte 2, a análise geral da RH9, bem como as metodologias aplicadas para obter os dados apresentados nos seguintes capítulos constam desse documento geral de caracterização. Assim, o presente volume apresenta os dados e elementos específicos para a ilha de São Jorge, integrados e em conformidade com a mesma estrutura de índice apresentada no volume geral, de modo a facilitar a sua consulta e enquadramento no âmbito global do PGRH-Açores 2022-2027.

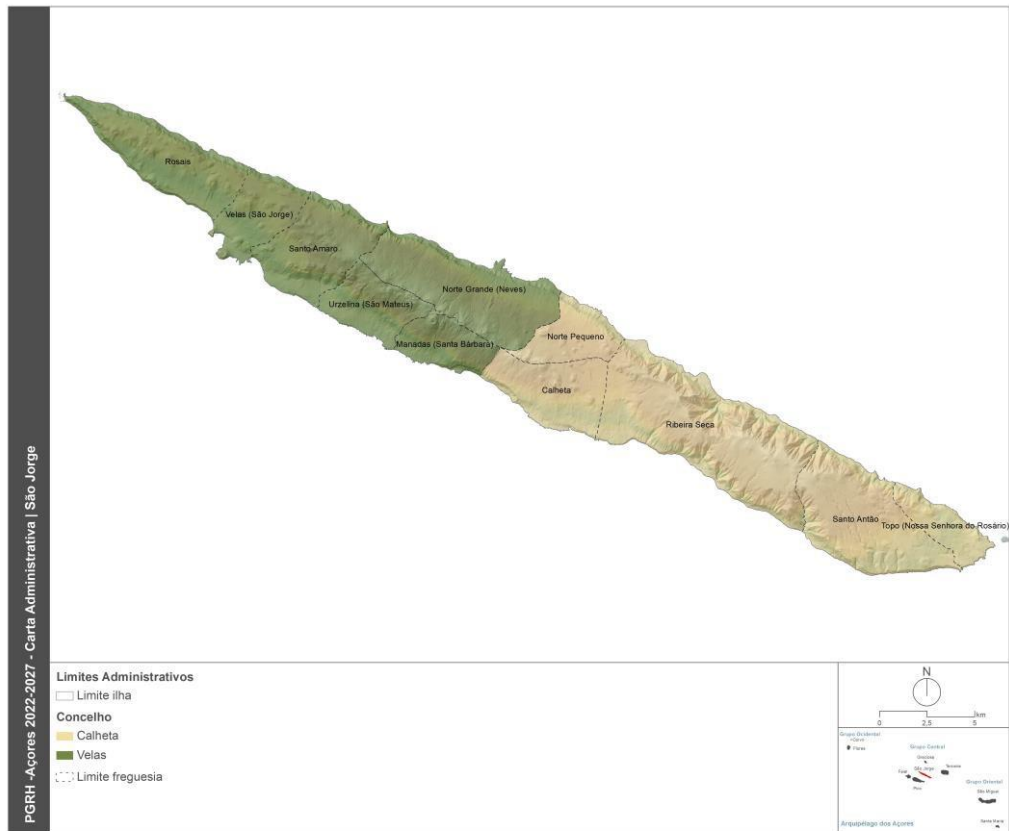
2 | Caracterização e Diagnóstico da ilha de São Jorge

2.1 | Caracterização territorial

2.1.1 | Enquadramento geográfico e administrativo

São Jorge é a mais central das cinco ilhas do grupo central do arquipélago dos Açores, estando posicionada a 11 milhas do Pico (NNW), a 20 milhas da Graciosa (S) e a 21 milhas da Terceira (SW), aproximadamente. Localiza-se entre 38°45' 24" (Ponta da Terra) e 38° 32' 0" (Ponta dos Monteiros) de Latitude Norte e entre 27° 45' 09" (Ponta do Topo) e 28°19' 04" (Ponta da Terra) de Longitude Oeste (IGP, 2008). Com uma superfície de 234,7km², a ilha de São Jorge ocupa a quarta posição em termos de dimensão, representando 10,5% do território regional.

Relativamente à organização administrativa de âmbito local (Figura 2.1.1), a ilha de São Jorge integra dois concelhos, os municípios da Calheta (126,3km²) e das Velas (117,4km²), subdivididos em 5 e 6 freguesias: Calheta, Norte Pequeno, Ribeira Seca, Santo Antão e Topo; Manadas, Norte Grande, Rosais, Santo Amaro, Urzelina e Velas, respetivamente. 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 marcado pela grande ruralidade, considerando que economia da ilha está profundamente ligada à atividade agropecuária.



Fonte: IGP, Carta Administrativa Oficial de Portugal (2019)

Figura 2.1.1 | Divisão administrativa da ilha de São Jorge.

Em 2019, a população residente na ilha de São Jorge era de 8277 habitantes, estando repartida desigualmente pelos concelhos da Calheta (3184hab) e das Velas (5093hab) (INE, 2019). A densidade populacional situava-se nos 33,9hab/km², muito abaixo da registada na RAA (104,6hab/km²). Nas Velas a densidade populacional era superior à da Calheta (43,4hab/km² e 25,2hab/km², respetivamente). A evolução demográfica nesta ilha revela uma tendência acentuada de decréscimo populacional, apresentando uma taxa de variação negativa de 10,8%, de acordo com os resultados dos Censos de 2011 e o Anuário Estatístico de 2019.

2.1.2 | Enquadramento jurisdicional e normativo

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.1.3 | Caracterização do domínio hídrico

No que refere às atividades com impactes no domínio hídrico, destaca-se a construção de caminhos marginais em pelo Domínio Público Hídrico Marítimo, que surgem com o objetivo de melhorar as condições de mobilidade das populações mas que não têm em consideração a criação de novas situações de vulnerabilidade e risco. Existem ainda situações de grande vulnerabilidade associada à ação contínua e intensa da agitação marítima nas fajãs e a fenómenos de

galgamento. Existem ainda referências a situações de exploração de inertes com influência na orla costeira (nomeadamente na Fajãzinha, Caldeiras do Fogo, Caminho do Portinho, entre outros).

2.2 | Caracterização climatológica

2.2.1 | Aspetos gerais - O clima dos Açores

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.2.2 | Os elementos do clima à escala local

2.2.2.1 | Variáveis climáticas nas estações de referência

À escala regional, o clima da Ilha de S. Jorge diferencia-se das restantes do Grupo Central em resultado da sua forma, extensão, orientação e relevo, bem como pela influência da Ilha do Pico que lhe fica mais próxima. Atendendo à conjugação destes aspetos, o clima da ilha de S. Jorge apresenta uma assimetria climática entre as costas voltadas a norte quando comparadas com as vertentes expostas a sul. Para além disso, a sua topografia em planalto conduz a um forte gradiente em altitude das diferentes variáveis climáticas ao longo das suas vertentes.

Junto ao litoral, na costa sul, a temperatura média anual do ar na Ilha de S. Jorge situa-se próxima dos 17°C. A temperatura média mensal varia regularmente ao longo do ano, atingindo o seu valor máximo em agosto com 21.5°C, e um valor mínimo de 13.7°C em fevereiro (cf. climodiagrama da Figura 2.2.1).

Como resultado novamente da sua topografia, a humidade relativa média do ar na Ilha de S. Jorge revela -se elevada em todos os meses do ano na generalidade do território em altitude, verificando-se no entanto condições de maior secura junto ao sopé das arribas designadas por Fajãs (Figura 2.2.1).

Tal como a Ilha Terceira, a ilha de S. Jorge localiza-se numa zona do Atlântico a que corresponde uma precipitação média anual ao nível do mar próxima dos 900 mm. No entanto, o impulso orográfico a que o ar se vê obrigado à proximidade da ilha conduz a que, junto ao litoral, a precipitação anual já seja significativamente superior a este valor atingindo os 1194 mm na Vila da Calheta, estimando-se nos pontos mais altos da ilha valores da ordem dos 3000 mm (Figura 2.2.1).

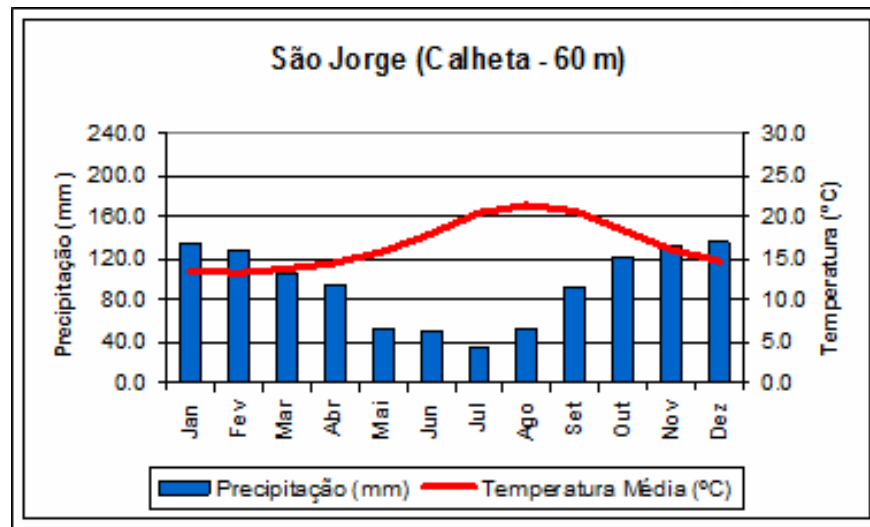


Figura 2.2.1 | Climodiagrama do clima normal na Calheta, Ilha de S. Jorge.

2.2.2.1 | Variáveis climáticas nas estações de referência

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

Quadro 2.2.1 | Variáveis climáticas para a ilha de São Jorge

Estação Ilha de São Jorge (posto udométrico)													
Nº		Nome		Lat. N		Long W		Alt. (m)		Tutela		Período	
1		Calheta		38º 36´		28º 01´		60		IPMA		1935-1960	
Variável		Temperatura do ar T (°C)				Humidade rel. do ar RH (%)			Insolação		Precipitação (mm)		
Mês	média mensal	média máximas	média mínimas	máxima observ.	mínima observ.	Média 09h	média 15h	média 21h	total horas	perc. %	total mês	máxima diária	
Janeiro	13.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	171	135	
Fevereiro	13.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135	87	
Março	13.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	145	100	
Abril	14.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	91	
Maio	15.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	75	
Junho	18.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	31	
Julho	20.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	100	
Agosto	21.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	40	
Setembro	20.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97	145	
Outubro	18.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116	136	

Estação Ilha de São Jorge (posto udométrico)												
Nº	Nome			Lat. N		Long W		Alt. (m)		Tutela		Período
1	Calheta			38° 36'		28° 01'		60		IPMA		1935-1960
Novembro	16.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128 51
Dezembro	14.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128 102
Ano	16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 194 145

Fonte: IPMA

2.2.2.2 | Balanço de radiação nas estações de referência

Não existem dados específicos para a ilha de São Jorge no que respeita à radiação nas estações de referência. A estimativa desta variável é feita com base na sua interpretação a partir dos valores observados na Ilha Terceira

2.2.2.3 | Balanço hídrico e classificação climática nas estações de referência

No Quadro 2.2.2 são apresentados os diferentes componentes do balanço hídrico efetuado para a localização das estações do IPMA das diferentes ilhas para as quais se dispõe de normais climatológicas. Na estimativa dos montantes envolvidos são considerados os valores das variáveis climáticas anteriormente descritas. No cálculo da evapotranspiração potencial (ETp) foi utilizado o método de Penman-Montheit (FAO_56). O balanço sequencial mensal foi elaborado com base na metodologia de Thornthwaite-Mather (Figura 2.2.2). Na indisponibilidade de um mapa detalhado das propriedades hidrológicas dos solos da zona foi considerada uma capacidade de água utilizável no solo igual a 120 mm. Os símbolos têm o seguinte significado: ETp, evapotranspiração potencial; Prec, precipitação; L, perda potencial acumulada de água; Ras, reserva de água útil no solo; Δ Ras, variação do armazenamento de água no solo; Ete, evapotranspiração efetiva; DH, deficit hídrico; SH, superávit hídrico.

Quadro 2.2.2 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha de São Jorge

Balanço Hídrico Sequencial, método de Thornthwaite - S. Jorge_Calheta (Etp Faial)													
Etp - Penman/ Montheit							Capacidade da reserva útil do solo = 120 mm						
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
ETp	43,2	44,8	57,3	68,7	83,8	87,6	109,1	106,4	85,7	68,7	51,9	38,8	846
Prec	171,2	135,2	145,3	90,2	66,8	44,5	35,6	36,2	96,8	115,8	128,4	128,3	1194
Prec-ETp	128,0	90,4	88,0	21,5	-17,0	-43,1	-73,5	-70,2	11,1	47,1	76,5	89,5	348
L	0,0	0,0	0,0	0,0	-17,0	-60,2	-133,7	-203,9	-154,8	-48,4	0,0	0,0	
Ras	120,0	120,0	120,0	120,0	104,1	72,7	39,4	21,9	33,0	80,2	120,0	120,0	
Δ Ras	0,0	0,0	0,0	0,0	-15,9	-31,4	-33,3	-17,4	11,1	47,1	39,8	0,0	
Ete	43,2	44,8	57,3	68,7	82,7	75,9	68,9	53,6	85,7	68,7	51,9	38,8	740
DH	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	11,7	40,2	52,7	0,0	0,0	0,0	0,0	106
SH	128,0	90,4	88,0	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	36,7	89,5	454
la - Índice de Aridez 13% lu - Índice de Humidade 54% lh - Índice Hídrico 46%													
lc - Concentração Térmica: 36% Classificação Climática de Thornthwaite: B2 B'2 r a'													

balanço hídrico - S. Jorge_Calheta
Clima: B2B'2r a'

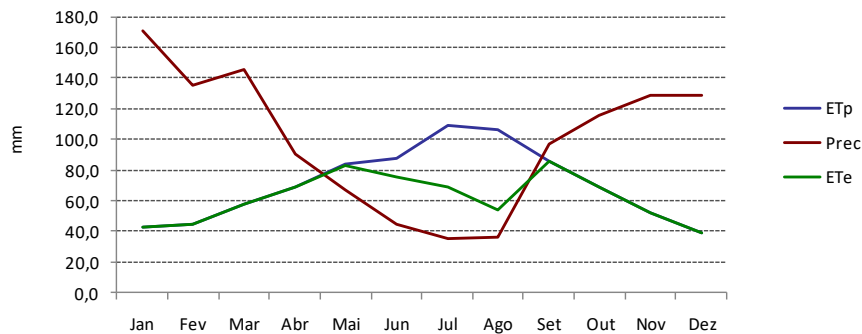


Figura 2.2.2 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha de São Jorge.

2.2.2.4 | Regime da precipitação anual na estação de referência

Tal como referido no documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico – a série das precipitações mensais observadas em Angra do Heroísmo ao longo de 131 anos hidrológicos foi utilizada para a estimativa da probabilidade da precipitação anual e respetivos períodos de retorno para a Ilha, bem como para as restantes do arquipélago (cf. metodologia oportunamente apresentada). Os valores obtidos para a Ilha de S. Jorge são os apresentados na Figura 2.2.3. Com base nos resultados apurados, verifica-se que a precipitação estimada para os anos secos (cujos valores são excedidos em 80% dos anos) apresentam precipitação abaixo dos 989 mm, enquanto que os anos húmidos apresentam valores acima dos 1 391mm (valores excedidos em 20% dos anos).

		Sta. Maria
		Aeroporto
T	F(x)	mm
2	0.5	763
2.33	0.57	793
5	0.8	912
10	0.9	997
20	0.95	1070
25	0.96	1093
50	0.98	1158
100	0.99	1218
500.00	0.998	1347
1000.00	0.999	1398

anos secos	<	632
anos médios		793
anos húmidos	>	912

Figura 2.2.3 | Valores da precipitação anual em S. Jorge estimada para vários períodos de retorno (T) e valores médios e limites para anos secos e húmidos.

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)¹ são estabelecidas as respetivas curvas de possibilidade udométrica para as diferentes ilhas em estudo (Quadro 2.2.3).

Quadro 2.2.3 | Possibilidade udométrica na ilha de São Jorge – Calheta (60m)

Duração em horas	Precipitação de curta duração				
	Períodos de retorno em anos				
	5 mm	10 mm	25 mm	50 mm	100 mm
24,00	93	110	132	148	164
12,00	79	94	113	127	141
6,00	63	73	90	97	107
2,00	44	52	62	69	76
1,00	38	46	57	66	74
0,50	24	29	34	39	43
0,25	17	19	23	25	28
0,08	9	11	13	15	17

curvas de possibilidade udométrica
S. Jorge - Calheta (60m)

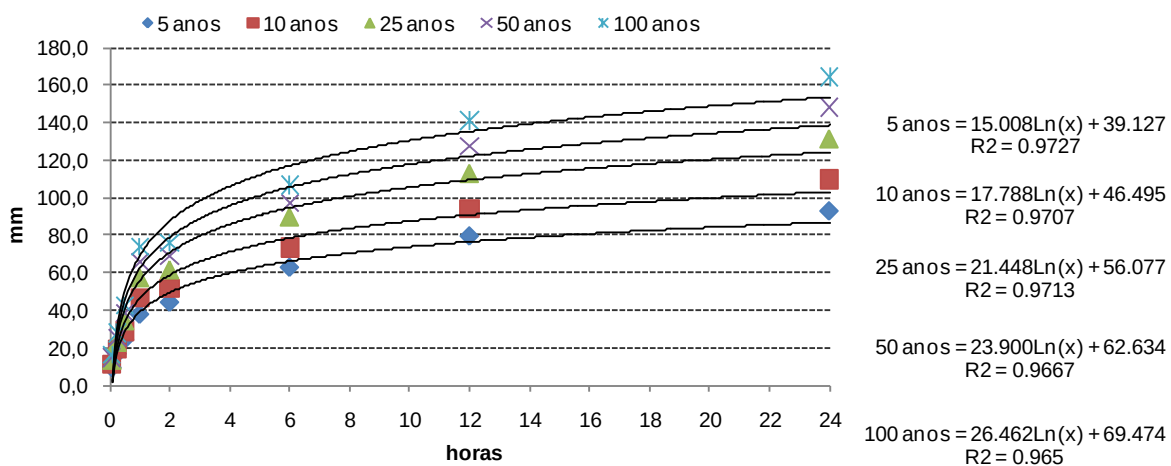


Figura 2.2.4 | Curvas de possibilidade udométrica na ilha de São Jorge - Calheta (60m).

PERIGOS METEOROLÓGICOS

Carta de Suscetibilidade - Precipitação máxima em 24 horas, estimada para um período de retorno de 100 anos

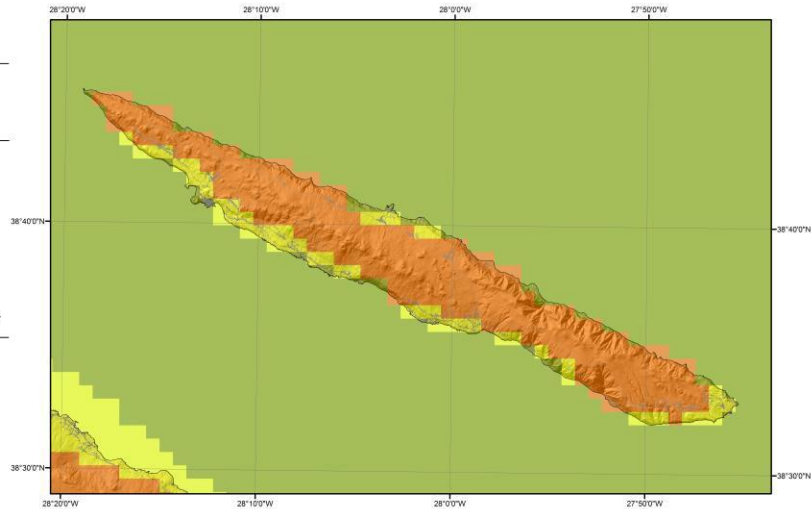
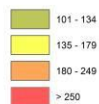
ILHA DE SÃO JORGE

Tipo de avaliação:
perigos/susceptibilidades

Informação de Base:
* Modelo CIELO (Azevedo, 1996)
* Modelação Numérica (c/base no ERA_INTERIN)
* Cartografia de Base: DROTRH

Cartografia:
Sistema de Coordenadas Geográficas:
GCS WGS 1984
Datum: D WGS 1984
Unidades Angulares: grau
Resolução "raster": 1000 x 1000 m
Créditos:
Climatologia, modelação numérica, modelo CIELO:
Eduardo Brito de Azevedo
ERA_INTERIN, modelação, programação BD:
Francisco Vieira Reis
GIS e Metadados:
João Filipe Fernandes
Centro de Estudos do Clima, Meteorologia e Mudanças Globais
Universidade dos Açores

Legenda:
precipitação em 24h (mm)



Secretaria Regional
dos Recursos Naturais

Governo dos Açores

FEDER

Fonte: Projeto SOSTMAC

Figura 2.2.5 | Cartografia da possibilidade udométrica em 24 horas na ilha de S. Jorge para um período de retorno de 100 anos.

2.2.3 | Distribuição espacial do clima

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

A expressão espacial da precipitação, da temperatura e da humidade relativa médias anuais sobre as diferentes ilhas é apresentada nas cartas a que corresponde as Figuras 2.2.6 a 2.2.8.

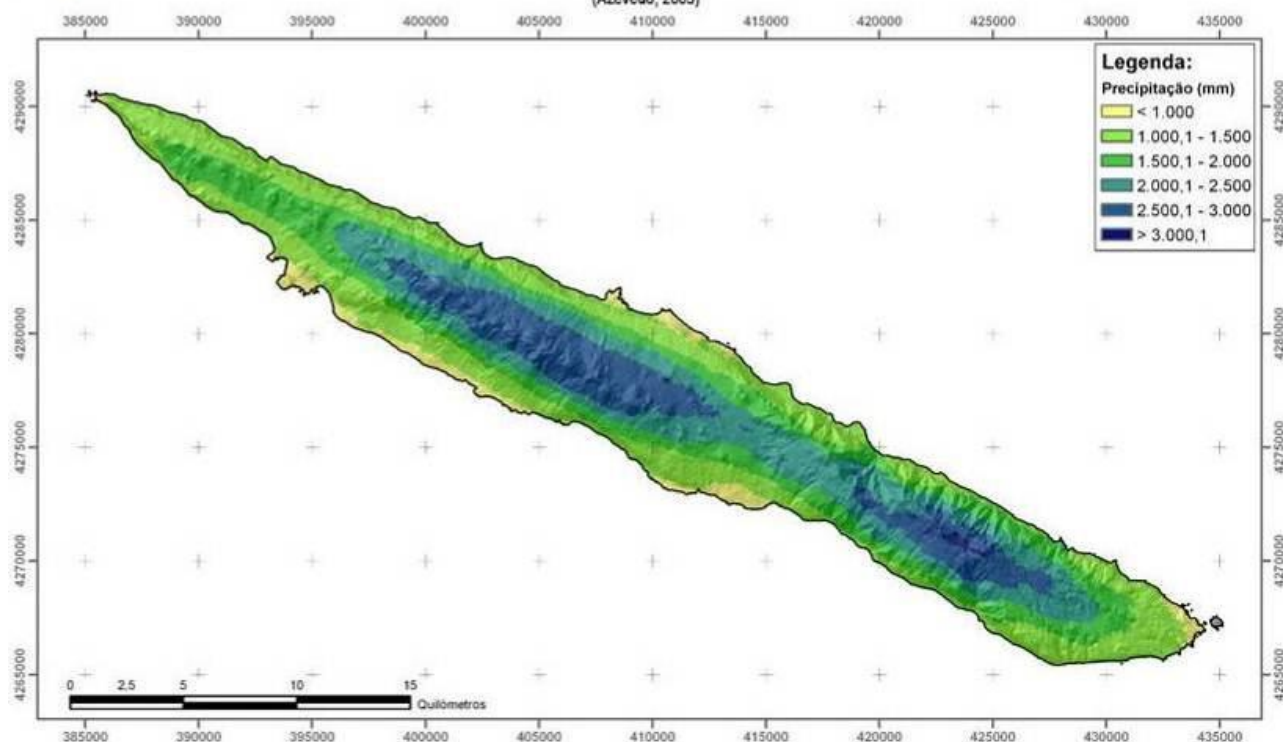
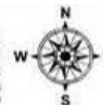


Figura 2.2.6 | Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha de São Jorge.

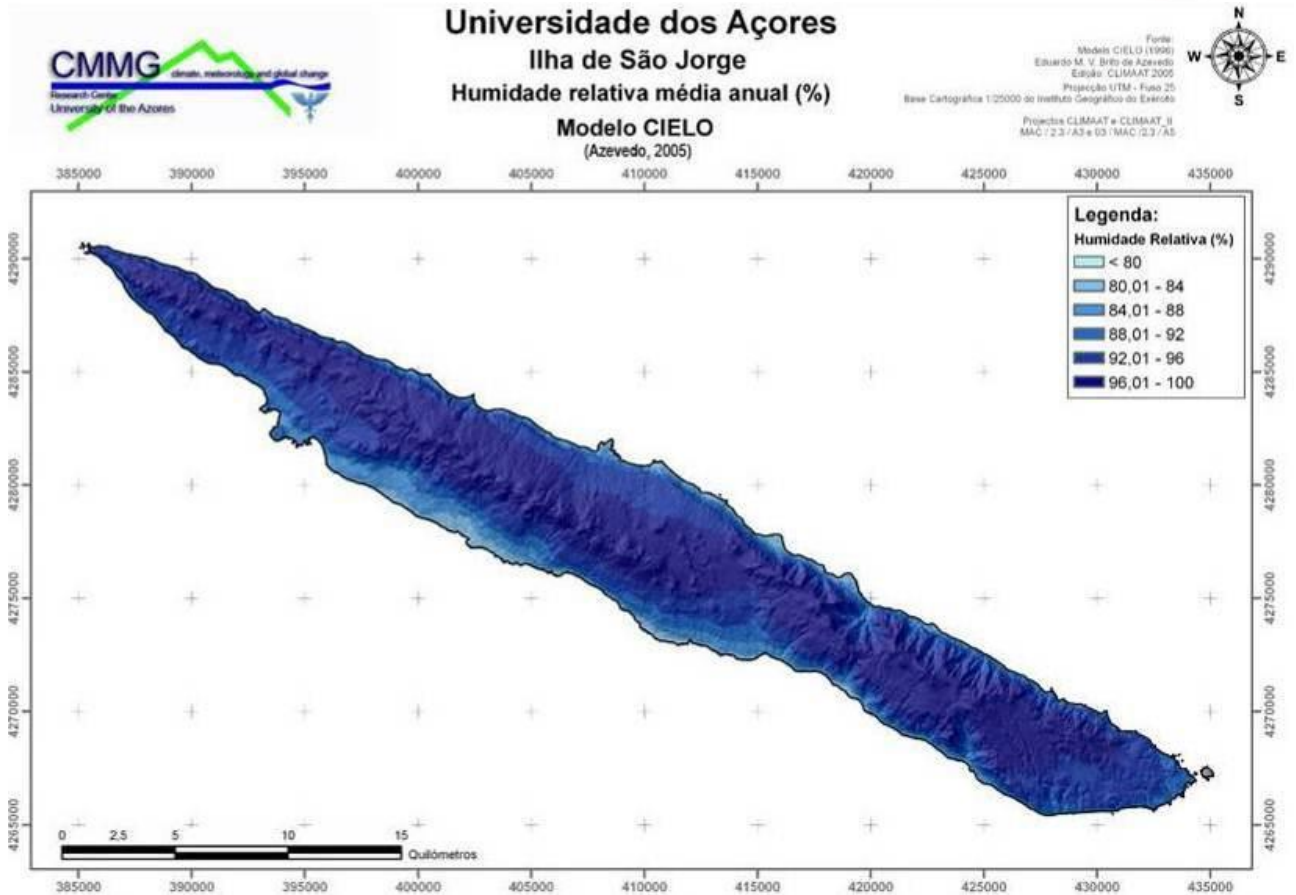


Figura 2.2.7 | Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha de São Jorge.

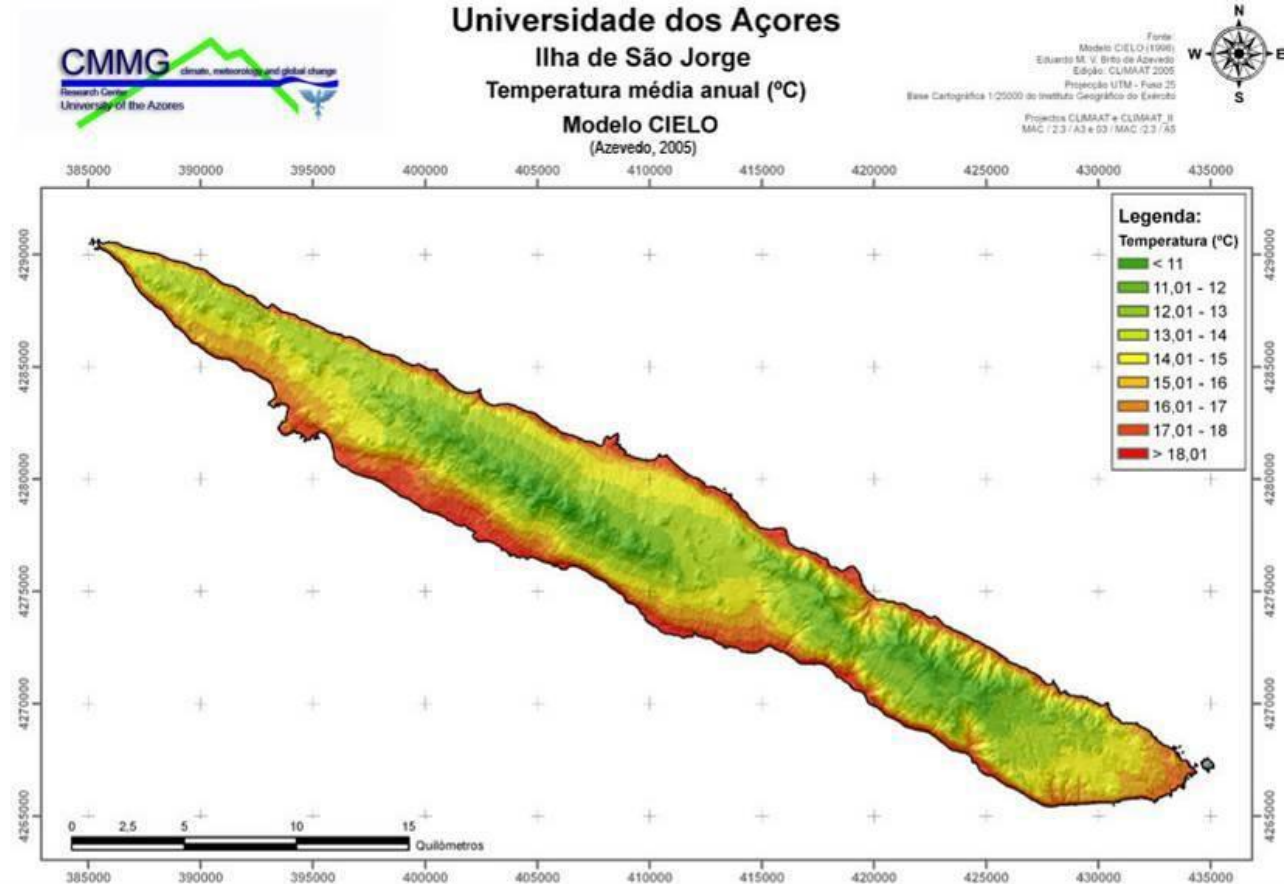


Figura 2.2.8 | Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha de São Jorge

2.3 | Caracterização geológica e geomorfológica

2.3.1 | Geologia

2.3.1.1 | Enquadramento geodinâmico

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.3.1.2 | Atividade sísmica

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.3.1.3 | Atividade vulcânica histórica

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.3.1.4 | Caracterização geológica do arquipélago

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.3.1.5 | Caracterização geoquímica do arquipélago

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.3.1.6 | Caracterização geológica da ilha de São Jorge

2.3.1.6.1 | Modelado vulcânico e tectónica

A ilha de São Jorge apresenta um comprimento de 55km e uma largura máxima de 7km, com uma área que ronda os 246km² (Madeira, 1998), apresentando a sua cota máxima aos 1 067m, no Pico da Esperança.

Segundo Madeira (1998), geomorfologicamente a ilha é dividida em duas regiões distintas (Figura 2.3.1): (1) a Região Ocidental, caracterizada por uma cadeia de vulcões ativos e topografia mais acidentada e (2) a Região Oriental, a mais antiga, com uma morfologia mais suave, em resultado da erosão marinha intensa. Estas unidades encontram-se conceptualmente divididas pela zona da ribeira Seca, que segundo o autor poderá corresponder a uma escarpa de falha recuada e fossilizada.

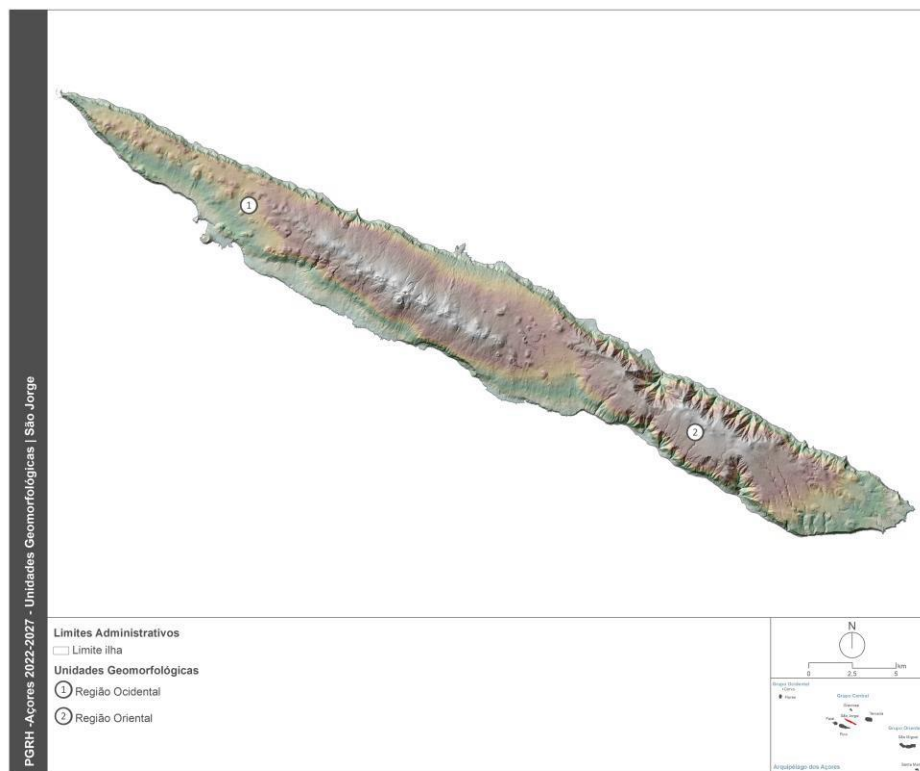
A região Ocidental é caracterizada por uma cadeia de cones dispostos segundo a direção WNW -ESE desde a Ponta dos Rosais até à Ribeira Seca, onde se destacam cones relacionados com atividade freatomagmática subaérea (Pico do Areeiro) e submarina (Morro Grande e Morro do Lemos), bem como, cones resultantes de atividade estromboliana.

O litoral NE desta região apresenta um traçado retilíneo, arribas com declives acentuados (45-55°; Madeira, 1998) e alturas de 300 a 400m. Por sua vez, o litoral SW é mais acidentado, com arribas menos retilíneas e com alturas variáveis, mas sempre de ordem superior a 100m, atingindo o máximo de 400m no Pico dos Cutelos.

Na região Oriental, mais antiga da ilha, a dizimação da atividade vulcânica permitiu a predominância dos processos erosivos marinhos, levando ao recuo do litoral NE até à zona axial da ilha, em traçado aproximadamente retilíneo. Esse recuo levou à destruição das vertentes estruturais NE dos cones primitivos, reduzindo a largura original da ilha e conduzindo a alturas que vão desde 400m na Canada das Pontas até cerca de 900m no vértice geodésico da Pedra Vermelha (Madeira, 1998).

No litoral SW as arribas apresentam 500 a 600m de altura na zona do Grotão Fundo, descendo até aos 300m na Ponta dos Monteiros e continuamente até aos 100-200m no Morro. Do Morro até à Ponta do Topo a vertente estrutural desce quase ao nível do mar.

A rede hidrográfica é em regra representada por linhas de água pouco extensas, de padrão mais ou menos paralelo e pouco encaixadas, exceção feita nos locais onde coincidem com depósitos piroclásticos da região axial. No entanto, na região oriental da ilha há um maior desenvolvimento da rede de drenagem, assumindo, por vezes, um padrão dendrítico.

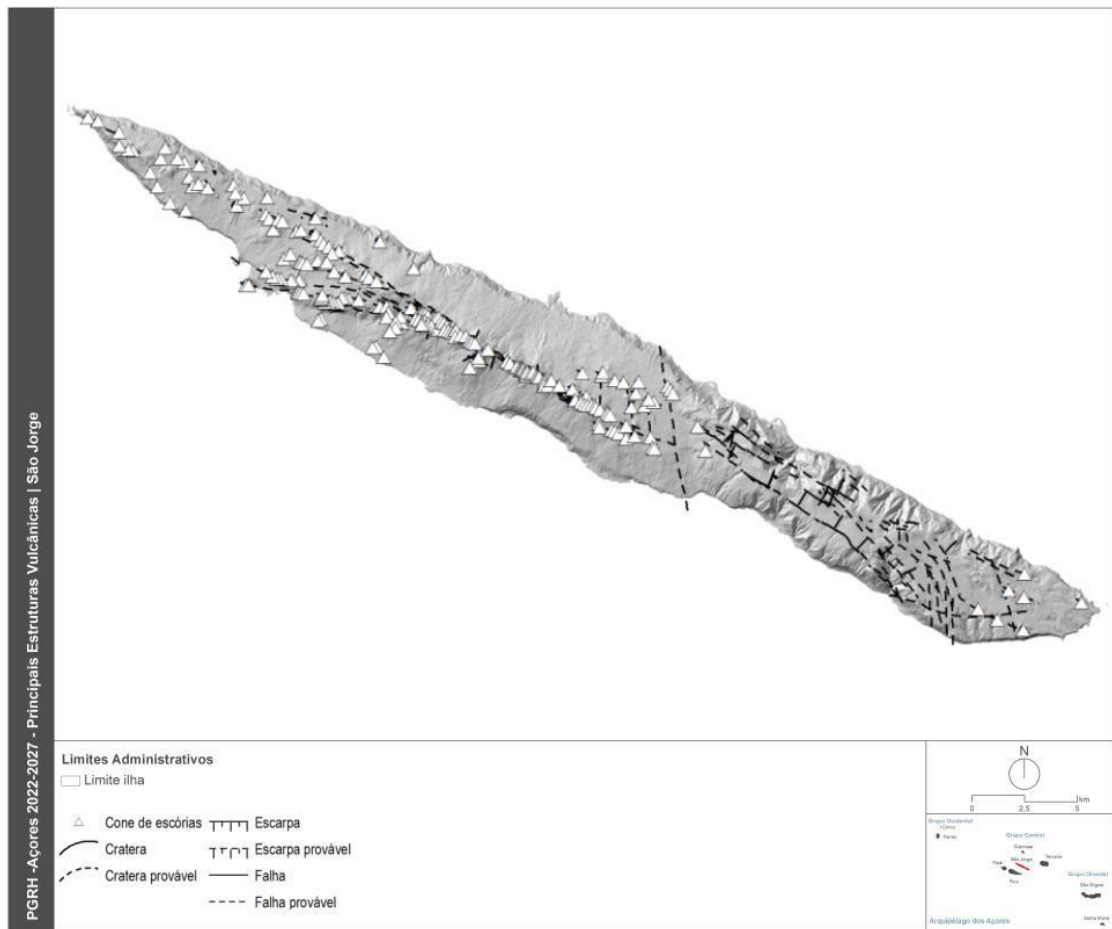


Fonte: 1 – Região Ocidental; 2 – Região Ocidental

Figura 2.3.1 | Modelo digital de terreno da ilha de São Jorge, com indicação das duas unidades geomorfológicas.

A tectónica da ilha de São Jorge foi analisada de forma detalhada por Madeira (1998). As principais estruturas tectónicas identificadas apresentam a direcção regional WNW-ESE (Figura 2.3.2) e movimentação direita normal. Este sistema surge em quase toda a ilha sendo mais evidente ao longo das cristas vulcânicas da Região Ocidental (zona de Falha dos Picos e segmento dos Picos), apresentando segmentos com vários km de extensão. Nalguns locais estas falhas manifestam tendência para rodar para a direcção próxima de E-W, tal como expresso no alinhamento de alguns cones de escórias e escarpas de falha (zona de Falha do Pico do Carvão). Também o traçado das linhas de costa NE e SW parece estar condicionado pela direcção tectónica WNW -ESE.

A direcção NNW-SSW, conjugada da anterior, é menos importante e apresenta movimentação esquerda normal. O acidente mais significativo com esta direcção é a falha da Ribeira Seca. Também os segmentos retilíneos de várias ribeiras, alguns de direcção próxima de N-S, sugerem o controlo estrutural desta família.



Fonte: adaptado de Madeira (1998)

Figura 2.3.2 | Principais estruturas vulcano-tectónicas da ilha de São Jorge.

2.3.1.6.2 | Geologia

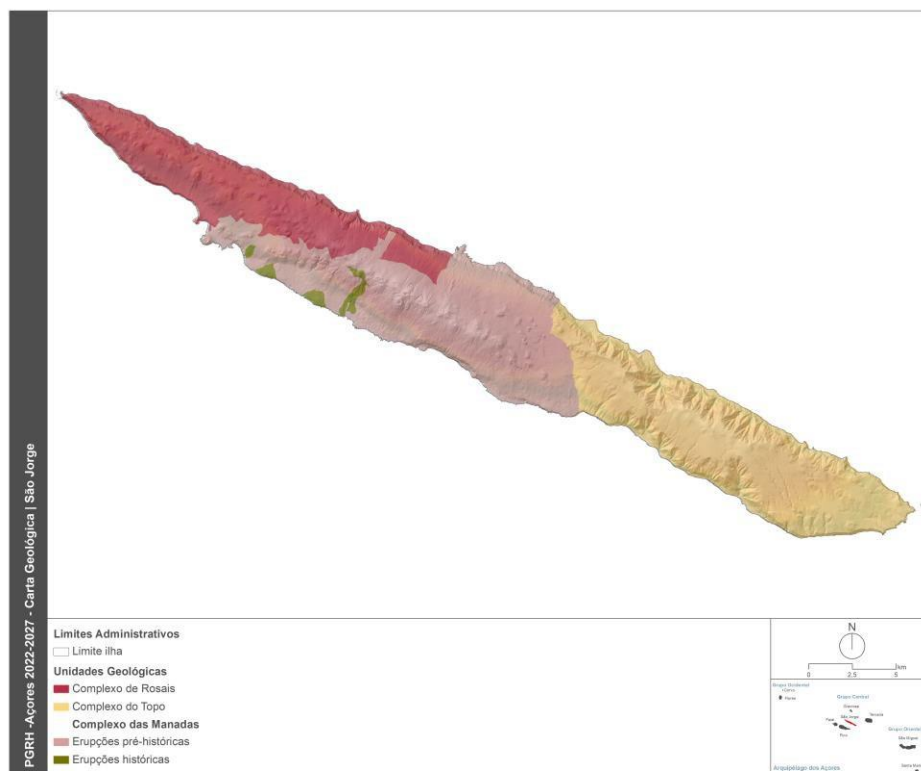
Madeira (1998), tendo por base trabalhos anteriores (e.g. Machado e Forjaz, 1968; Forjaz e Fernandes, 1970; Forjaz *et al.*, 1970), redefiniu a vulcanoestratigrafia da ilha, considerando três unidades geológicas principais, da mais antiga para a mais recente (Figura 2.3.3): (1) o Complexo Vulcânico do Topo, (2) o Complexo Vulcânico dos Rosais e (3) o Complexo Vulcânico das Manadas.

O Complexo Vulcânico do Topo ocupa a parte oriental da ilha e é constituído por lavas basálticas, havaíticas e mugearíticas, do tipo aa, sendo que os piroclastos estão circunscritos aos cones estrombolianos. É de salientar, ainda, a presença de vários filões de orientação NW-SE e WNW-ESE. Estas estruturas encontram-se associadas a vulcanismo fissural, predominantemente efusivo. Datações por Potássio - Árgon, realizadas por Feraud *et al.* (1980), estimam que a atividade vulcânica deste complexo ter-se-á iniciado há mais de 600 000 anos (in França *et al.*, 2005).

O Complexo Vulcânico dos Rosais situa-se na região ocidental da ilha e é constituído por lavas basálticas e havaíticas, do tipo aa, sendo que os piroclastos encontram-se, quer acumulados sob a forma de cones estrombolianos, quer

dispersos, constituindo depósitos. A idade deste complexo vulcânico é ainda uma incógnita, sabendo-se apenas que é mais antigo do que o Complexo Vulcânico das Manadas.

O Complexo Vulcânico das Manadas ocupa a parte central da ilha e encontra-se suprajacente aos complexos vulcânicos anteriores. Apresenta uma atividade vulcânica fissural com cones de escórias alinhados ao longo de falhas WNW-ESE e NNW-SSE. Para além dos cones estrombolianos, há a salientar a presença de dois cones surtsianos na região, o Morro do Lemos e o Morro Velho, assinalados pela palagonitização, em maior ou menor grau, dos piroclastos submarinos (França *et al.*, 2005) e, ainda, crateras de explosão e cones do tipo tuff rings produtos de atividade freatomagmática (Madeira, 1998).



Fonte: adaptado de Madeira (1998)

Figura 2.3.3 | Carta geológica da ilha de São Jorge.

2.3.2 | Geomorfologia

A parte emersa da ilha de São Jorge, com um volume estimado de 103km³, descreve uma configuração claramente alongada, perfilando-se entre as Pontas do Topo e dos Rosais. O coeficiente de circularidade de Gravelius (Kc), definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que São Jorge tem uma forma extensiva (Kc = 2,5). Com uma orientação predominante de NO-SE, a ilha apresenta um comprimento e uma largura máximas de 55km e de 7km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 139km, é alta e muito alcantilada em todos os setores da ilha, existindo numerosas fajãs detríticas e algumas plataformas lávicas que se formam na base das arribas.

Classes de Altitude (m)	Área (Km²)	% da ilha
> 900	1,8	0,7
> 1 000	0,9	0,4

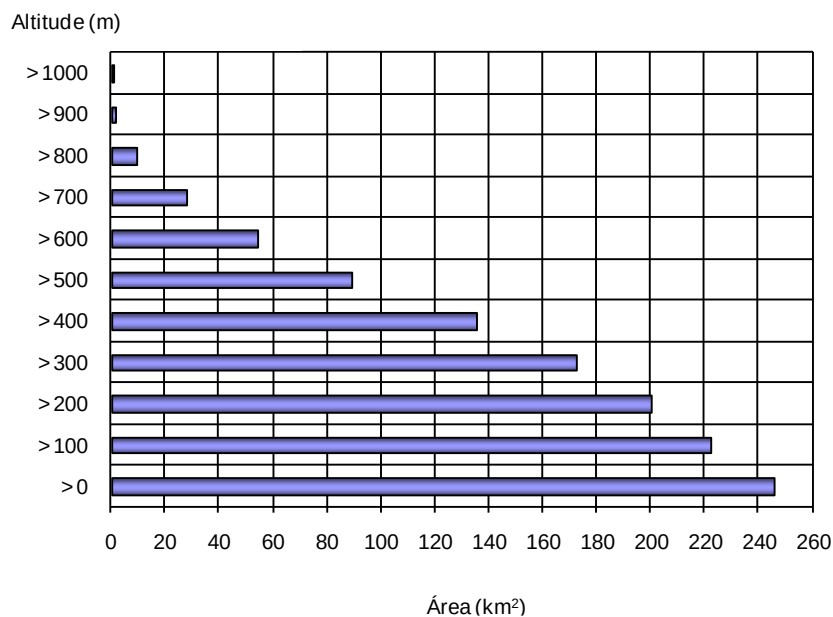


Figura 2.3.5 | Histograma hipsométrico da ilha de São Jorge.

No que concerne à declividade (Figura 2.3.5 e Quadro 2.3.2), regista-se que perto de 12% da superfície da ilha apresenta declives suaves (<8%), com maior representação nas fajãs e no Planalto Central. Por sua vez, cerca de 61% do território tem declives muito acentuados e escarpados, nomeadamente nas arribas costeiras. Os restantes 27% correspondem a áreas com declives moderados a acentuados que se encontram dispersas pelos diferentes setores da ilha.

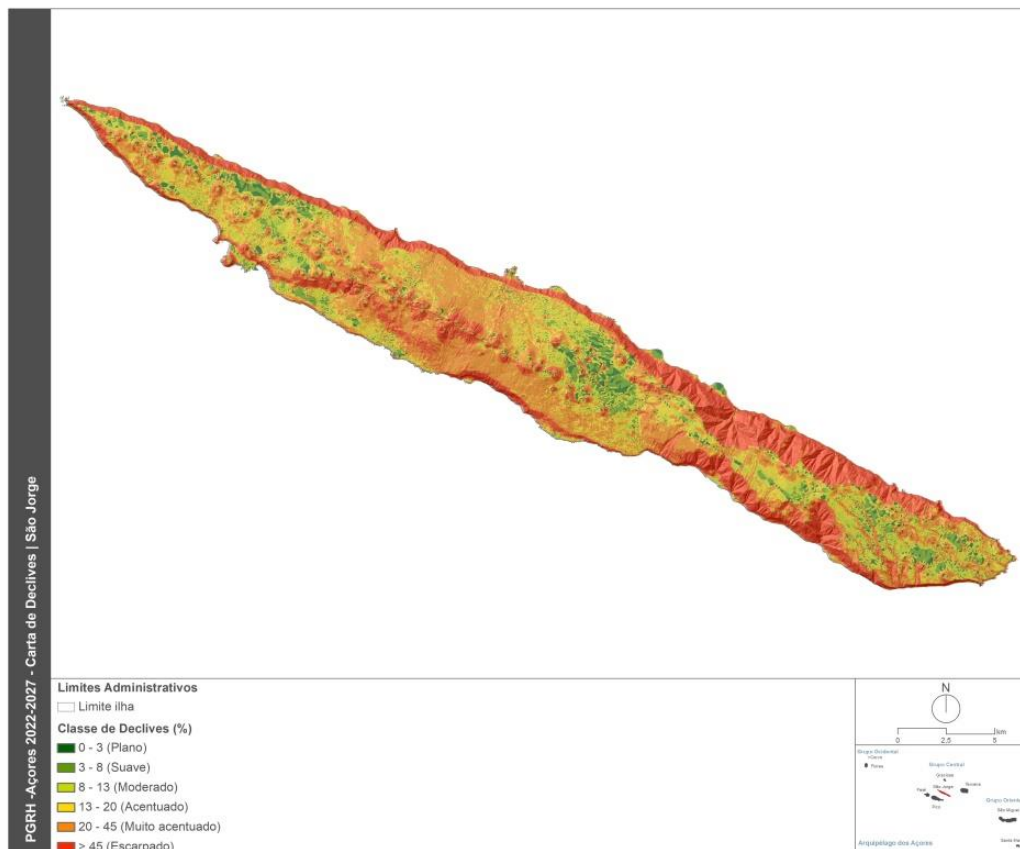


Figura 2.3.6 | Carta de declives da ilha de São Jorge.

Quadro 2.3.2 | Distribuição dos declives da ilha de São Jorge

Classes de Declive (%)		Área (Km²)	%da ilha
0 - 3	Plano	18,0	7,3
3 - 8	Suave	12,7	5,2
8 - 13	Moderado	26,1	10,6
13 - 20	Acentuado	38,8	15,8
20 - 45	Muito acentuado	79,2	32,2
> 45	Escarpado	71,0	28,9

A carta de exposições da ilha de São Jorge (Figura 2.3.6) evidencia uma clara simetria das vertentes viradas a norte e a sul, segundo um alinhamento quase perfeito definido pelos cones vulcânicos bem alinhados do Planalto Central.

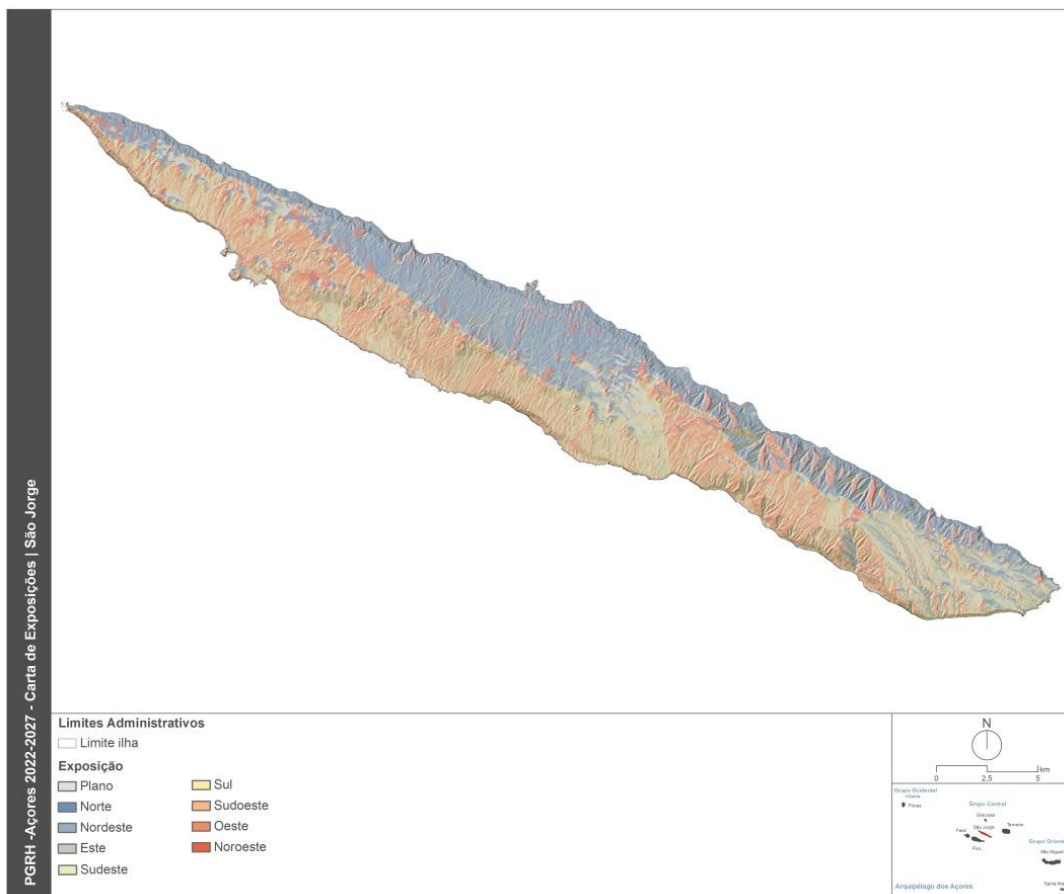


Figura 2.3.7 | Carta de exposições da ilha de São Jorge.

Em síntese e de acordo com o Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos (CVARG, 2010), a ilha de São compreende as seguintes unidades geomorfológicas (Figura 2.3.7):

- (1) Região ocidental;
- (2) Região oriental.

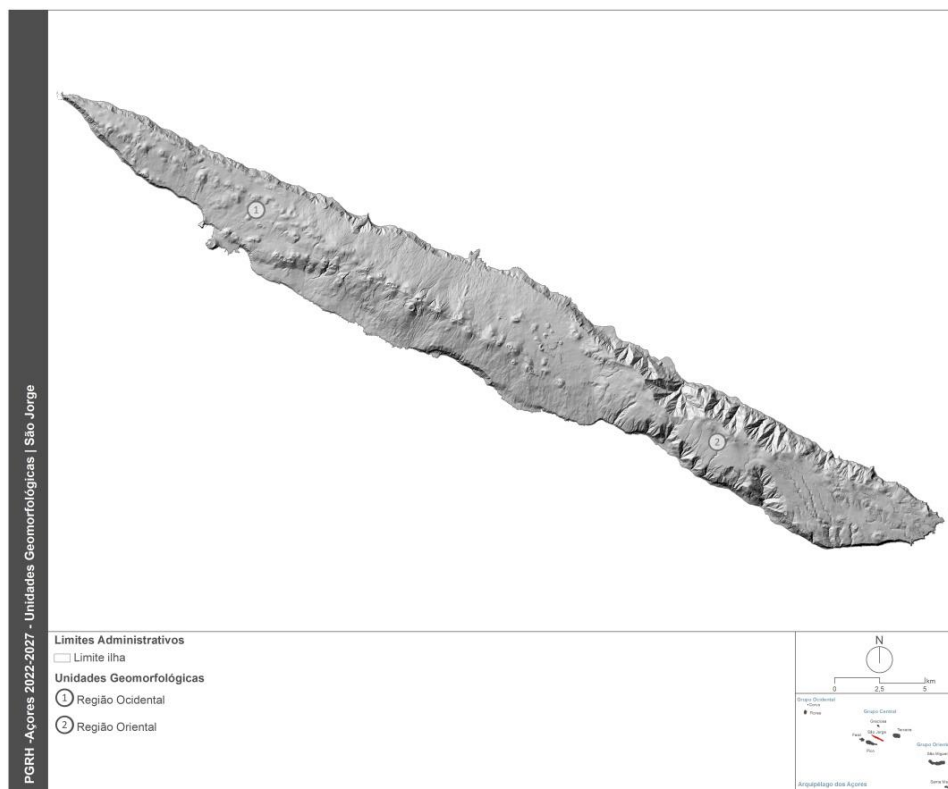


Figura 2.3.8 | Carta das unidades geomorfológicas da ilha de São Jorge.

- (1) A região ocidental abrange toda a área compreendida entre a Ponta dos Rosais e o limite definido pela Cana da Ponta, a Norte e a Grota Funda, a Sul (Madeira, 1998). Esta é a região de vulcanismo mais recente, como se infere quer pelas formas bem preservadas de alguns cones e do aspeto fresco dos produtos vulcânicos a eles associados, quer por nela se situarem os centros das erupções históricas de 1580 e 1808. Os efeitos erosivos marinhos afetaram drasticamente a superfície da ilha nas imediações de Rosais. Para além dos cones resultantes de uma nítida atividade estromboliana, são ainda visíveis três cones relacionados com atividade freatomagmática, subaérea (Pico do Areeiro) e submarina (Morro Grande e Morro do Lemos).
- (2) A região oriental é bastante mais antiga e encontra-se fortemente talhada pela erosão. Verifica-se um recuo do litoral NE até à cadeia axial dos cones, em que as arribas são mais altas do que as região ocidental. A morfologia dos cones está mais apagada, os efeitos da tectónica estão mais presentes e as fajãs são todas detríticas, por ausência de um vulcanismo mais recente.

2.3.3 | Tipos de solo

A ilha de São Jorge é caracterizada por uma orografia acidentada, onde se destacam o Planalto Central, as imponentes arribas costeiras e as peculiares fajãs detríticas. Na cordilheira central dominam os Andossolos Ferruginosos, com espessuras muito variáveis, alternando entre um horizonte A pouco espesso, formado sobre uma camada de bagacina, até solos com perfis bastante mais evoluídos, com acumulação de óxidos ferruginosos que estão na génese dos

horizontes plácicos (Belerique, 1993). Estes solos possuem um perfil com um horizonte superficial de 0,5cm a 11cm de espessura. São de cor muito escura devido à grande concentração de material orgânico. Possuem também um horizonte mais profundo, horizonte C, formado à base de bagacina preta, em geral pouco coesa e cujas dimensões vão desde o saibro à pedra miúda. No que respeita às características físicas, são solos muito porosos, com uma elevada capacidade de retenção para a água e densidade aparente inferior a 0,9. Com estas características verifica-se que são solos com taxas de infiltração médias, originando escoamento superficial e que, segundo a classificação hidrológica dos solos desenvolvida pela Soil Conservation Service (SCS), são solos tipo C.

Na encosta Norte do Pico das Morgadias, concretamente na Reserva Florestal das Macelas, encontram-se solos muito incipientes do tipo Regossolo (Belerique, 1993). Estes solos apresentam uma relação de elementos grosseiros semelhantes à da terra fina, em que predominam largamente as texturas ligeiras, em especial a arenosa para o horizontes C e a franco-arenosa e arenosa-franca para os restantes. Com este tipo de perfil, caracterizam-se como solos tipo A, cuja taxa de infiltração é elevada, originando um reduzido escoamento superficial.

Os Andossolos Típicos também estão representados em várias partes da ilha de São Jorge, como na zona aplanada a Norte do Pico da Velha e na zona Sul da Reserva Florestal da Silveira (Belerique, 1993). Estes solos apresentam uma textura franco-limosa em que a terra fina prevalece claramente sobre os elementos grosseiros, em peso e em volume. Os perfis são constituídos por materiais piroclásticos de natureza basáltica, com uma taxa de infiltração média originando algum escoamento superficial podendo, assim, classificar-se como solos tipo B.

Existem ainda outras zonas com horizontes pouco evoluídos, cujos solos são Rególicos, como na encosta e plataforma superior da Reserva Florestal da Silveira e na encosta do Pico da Velha (Belerique, 1993). Encontram-se também nos cones de escórias, sobre materiais piroclásticos grosseiros, bem como sobre piroclastos finos (Medina *et al.*, 1977). São solos tipo A, com muitos elementos grosseiros de textura mediana, conferindo-lhes uma taxa de infiltração alta e, consequente, um escoamento superficial reduzido.

Sobre esta matéria, refira-se que não existe cartografia de solos disponível.

2.3.4 | Hidrogeologia

2.3.4.1 | Enquadramento regional

2.3.4.1.1 | Caracterização hidrogeológica

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.3.4.1.2 | Caracterização hidrogeoquímica

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.3.4.2 | Hidrogeologia da ilha de São Jorge

Os sistemas aquíferos delimitados no Plano Regional da Água dos Açores foram considerados como a base de trabalho para a delimitação das massas de água subterrânea na Região Hidrográfica dos Açores (RH9) no âmbito da elaboração do relatório de caracterização da Região Hidrográfica dos Açores, elaborado por forma a corresponder às exigências da Diretiva-Quadro da Água (DQA; Diretiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro),

entretanto transposta para o quadro jurídico nacional pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, vulgo Lei da Água, (DROTRH, 2006). No decurso da elaboração dos dois primeiros ciclos de planeamento da RH9 a delimitação das massas de água não sofreu qualquer revisão (AHA-DRA, 2011, 2015).

No entretanto, após a elaboração do PGRH-RH9 2016-2021, a Administração da Região Hidrográfica dos Açores, promoveu a realização de estudos tendentes à reavaliação de delimitação das massas de água subterrânea. Neste trabalho, foi seguido, com as devidas adaptações, o procedimento proposto no guia publicado pela Comissão Europeia no âmbito do processo de implementação comum da Diretiva-Quadro da Água (CEC, 2003a). De acordo com estas orientações, o termo massa de água subterrânea é definido como um volume de água subterrânea contido no seio de um aquífero, ou grupo de aquíferos. Considerando como unidade básica o aquífero, importa avaliar a sua relevância, previamente à sua designação como massa de água, para o que de acordo com o referido procedimento metodológico se devem observar os seguintes critérios (CEC, 2003):

- *se o fluxo de água subterrânea atingir uma massa de água de superfície ou um ecossistema terrestre associado, então este escoamento deve ser considerado como significativo se causar a deterioração do estado ecológico ou químico da massa de superfície ou danos relevantes sobre o ecossistema terrestre;*
- *se a água captada no aquífero, ou a captar previsivelmente no futuro, excede em média 10 m³/dia ou satisfaz as necessidades de pelo menos 50 pessoas.*

Partindo da identificação positiva de um aquífero, decorrente da aplicação dos critérios acima referidos, gera-se após um processo iterativo para a delimitação como massa de água subterrânea. Em qualquer caso, as massas de água delimitadas devem genericamente permitir a descrição do estado quantitativo e químico, embora no primeiro caso a tarefa seja praticamente impossível, ou rodeado de muita incerteza, nos Açores devido à ausência de dados na RH9. Por intermédio da descrição do estado será possível verificar se os objetivos ambientais da Diretiva-Quadro da Água, e da Lei da Água, são alcançados, o que pode não ter uma absoluta identidade com a mera procura de unidades em que as características naturais sejam homogêneas. Outro aspeto muito importante é atender às diferenças do estado da água dentro de um dado volume de água subterrânea, ou seja, a delimitação deve eliminar qualquer falta de objetividade, sendo que a uma dada massa só é possível atribuir um estado quantitativo e químico uniforme.

Finalmente, um aspeto a salientar é que a delimitação deve ser considerada como um processo dinâmico, em especial em meios hidrogeológicos cuja caracterização hidrodinâmica é muito complexa, como os meios fraturados, em geral, os aquíferos cársicos, e os vulcânicos, estes últimos ocorrentes nos Açores. No entanto, a delimitação deve ser mantida ao longo de cada ciclo de planeamento (CEC, 2003).

No caso da ilha de São Jorge, tendo em conta os critérios acima referidos, assim como os resultados obtidos no âmbito da elaboração do Plano de Gestão de Região Hidrográfica (1.º e 2.º ciclos de planeamento; AHA-DRA, 2011, 2015), o processo de reavaliação da delimitação das massas de água subterrânea considera duas massas de água (Quadro 2.3.3).

Quadro 2.3.3 | Redelimitação das massas de água subterrânea para a ilha de São Jorge no âmbito do presente ciclo de planeamento da RH9 e comparação com a situação anterior

Massas de Água (1.º e 2.º ciclos de planeamento)	Massas de Água (Presente ciclo de planeamento)
---	---

Massas de Água (1.º e 2.º ciclos de planeamento)	Massas de Água (Presente ciclo de planeamento)
Ocidental	Ocidental
Central	
Oriental	Oriental

Neste contexto, na ilha de São Jorge foram delimitadas duas massas de água, cujas características hidrogeológicas se sistematizam nos Quadros 2.3.4 a 2.3.5. A cartografia respeitante à respetiva delimitação encontra-se na Figura 2.3.8.

O inventário de pontos de água resultou da validação do levantamento efetuado no âmbito dos trabalhos de elaboração do 1.º ciclo de planeamento da Região Hidrográfica. Este último 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 107 nascentes (0,44 nascentes/km²) e cinco furos (0,02 furos/km²), encontra-se representada na Figura 2.3.9. 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 Oriental ocorrem 45 e na massa Ocidental 62 nascentes. No que concerne à distribuição dos furos de captação, na massa de água Ocidental localizam-se todos os furos de captação identificados.

Quadro 2.3.4 | Síntese de caracterização da massa de água Ocidental

Área Aflorante	148,94km ²
Litologias Dominantes	Escodas lávicas e piroclastos basálticos subaéreos; inclui formações históricas por ocorrer identidade de litologias e uma maior proximidade temporal
Características Gerais	Sistema misto, de altitude e basal, constituído por aquíferos predominantemente fissurados; admite-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida; existência de aquíferos porosos de altitude se os cones secundários apresentarem volumes hidrogeologicamente interessantes; possibilidade de conexão hidráulica entre os aquíferos de altitude e basais; No caso em que os cones secundários apresentem volumes hidrogeologicamente interessantes admite-se a existência de aquíferos porosos de altitude.
Fácies Química	Cloretada sódica predomina; cloretada sódica magnesiana (2 amostras); cloretada sódica cálcica (2 amostras); bicarbonatada cloretada sódica magnesiana (1 amostra); bicarbonatada cloretada sódica (1 amostra); cloretada bicarbonatada sódica (1 amostra); bicarbonatada sódica (1 amostra)

Fonte: Cruz (2004)

Quadro 2.3.5 | Síntese de caracterização da massa de água Oriental

Área Aflorante	94,71km ²
Litologias Dominantes	Escoadas lávicas e piroclastos basálticos subaéreos
Características Gerais	Sistema misto, de altitude e basal, constituído por aquíferos predominantemente fissurados; admite-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida; existência de aquíferos porosos de altitude se os cones secundários apresentarem volumes hidrogeologicamente interessantes; possibilidade de conexão hidráulica entre os aquíferos de altitude e basais; No caso em que os cones secundários apresentem volumes hidrogeologicamente interessantes admite-se a existência de aquíferos porosos de altitude.
Fácies Química	Cloretada sódica predomina; cloretada bicarbonatada sódica (1 amostra)

Fonte: Cruz (2004)

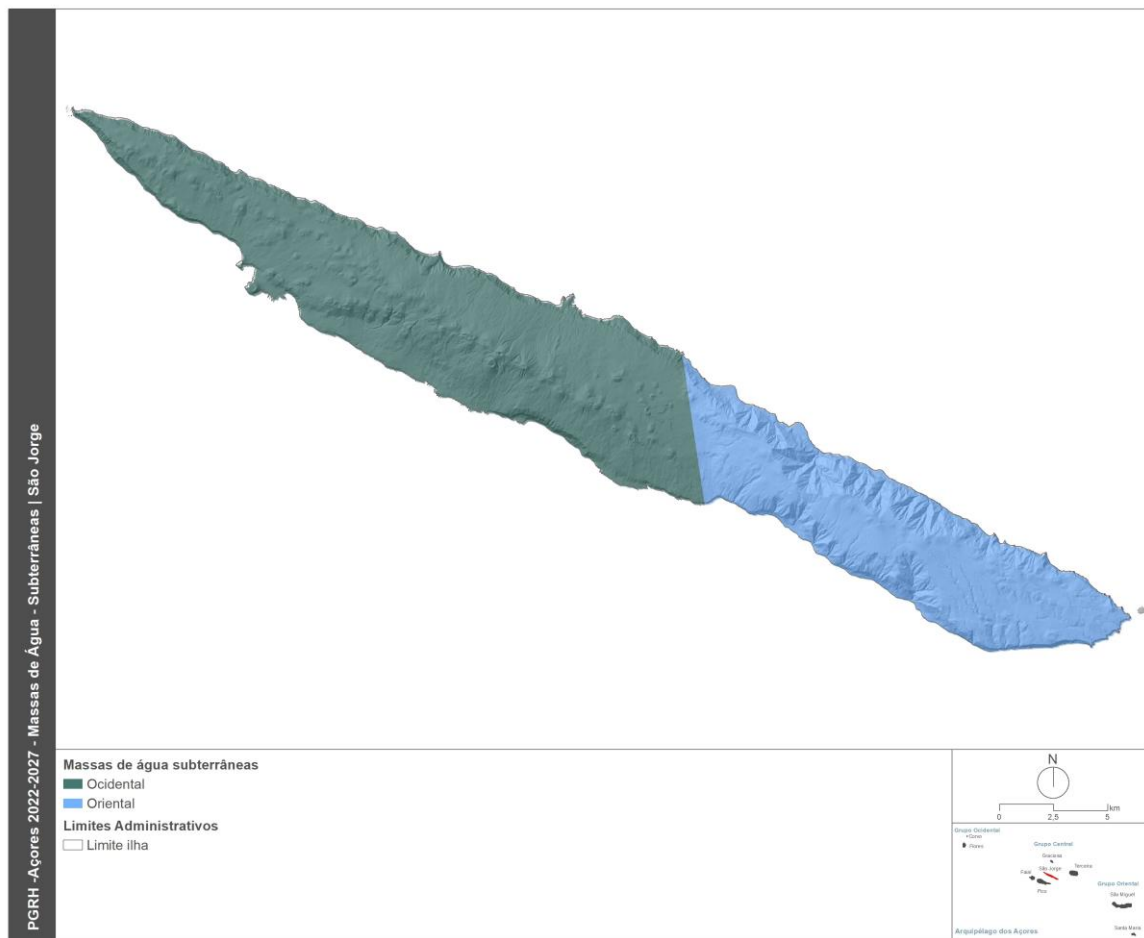


Figura 2.3.9 | Delimitação das massas de água na ilha de São Jorge.

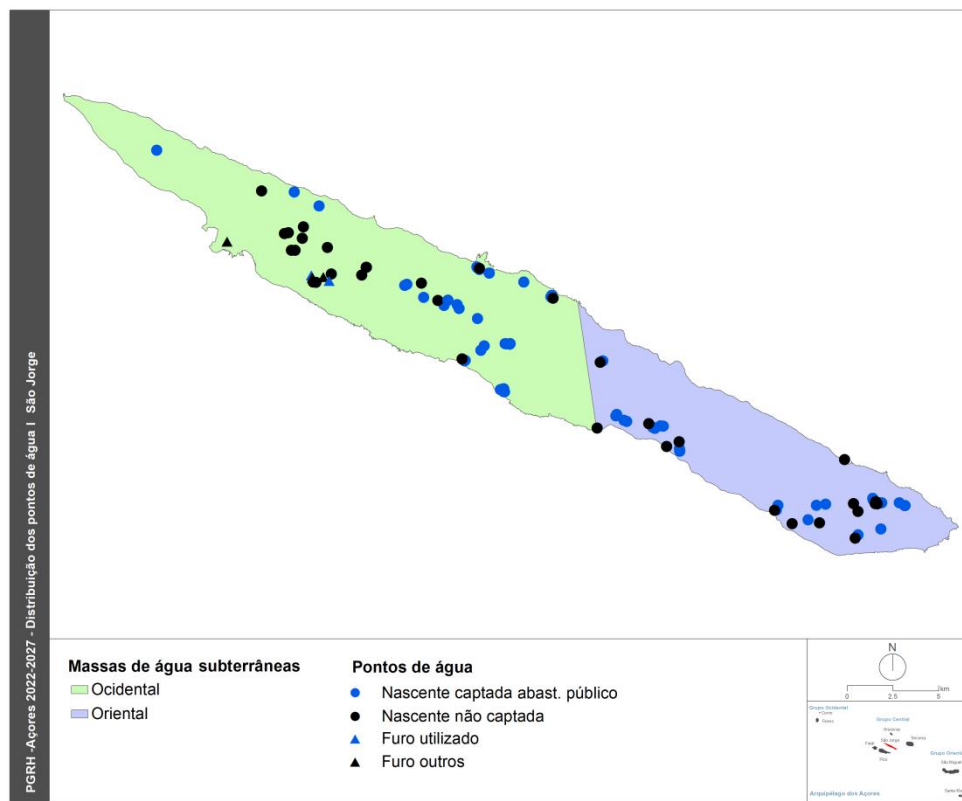


Figura 2.3.10 | Distribuição de pontos de água na ilha de São Jorge.

As características técnicas de todos os furos de que foi possível obter informação de base encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo 2). Com base nos dados obtidos é possível concluir que o caudal específico na ilha de São Jorge varia entre 3,3 e 230L/sm (mediana = 24,75L/sm), constatando-se que ambos os valores respeitam a captações instaladas na massa de água Ocidental, o que denota a grande variabilidade observada nesta unidade (Quadro 2.3.6).

Da leitura do Quadro 2.3.6, pode verificar-se que a transmissividade varia entre $2,68 \times 10^{-3}$ e $2,81 \times 10^{-1}$ m²/s (mediana = $4,23 \times 10^{-2}$ m²/s), e apresenta um comportamento similar ao caudal específico.

Quadro 2.3.6 | Valores de parâmetros hidrodinâmicos estimados nas massas de água subterrâneas da ilha de São Jorge

Massa de água	Refª PGRH	Caudal Específico (L/sm)	T (m ² /s)	Espessura captada (m)	K (m/s)
Ocidental	SJG.97	3,30	$4,03 \times 10^{-03}$	1,00	$4,03 \times 10^{-03}$
	SJG.98	230,00	$2,81 \times 10^{-01}$	3,10	$9,05 \times 10^{-02}$
	SJG.100	27,50	$2,68 \times 10^{-03}$	19,70	$1,36 \times 10^{-04}$
	SJG.99	22,00	$8,05 \times 10^{-02}$	2,00	$4,03 \times 10^{-02}$

2.3.4.3 | Hidrogeoquímica da ilha de São Jorge

Para a presente caracterização hidrogeoquímica recorreu-se aos dados agregados apresentados no âmbito do estudo 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 5.2 do presente relatório.

A projeção em diagrama de Piper dos resultados analíticos que é possível compilar permite evidenciar que a água subterrânea na ilha de São Jorge é predominantemente do tipo cloretada sódica, embora ocorram amostras com tendência bicarbonatada, sódica magnesiana e sódica cálcica (Figura 2.3.19). Correspondem a águas frias, alcalinas, em que o valor mediano de pH é igual a 7,45, o que é típico de regiões de litologia basáltica (s.l.). A condutividade apresenta uma grande variação, entre 272 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 5 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o que indicia a existência de águas muito mineralizadas. Do ponto de vista da dureza total pode considerar-se que as amostras correspondem a águas brandas a muito duras, apresentando valores entre 36,2 a 828,2mg/L de CaCO_3 . O valor da mediana, igual a 306,1mg/L de CaCO_3 , integra-se na gama característica das águas muito duras.

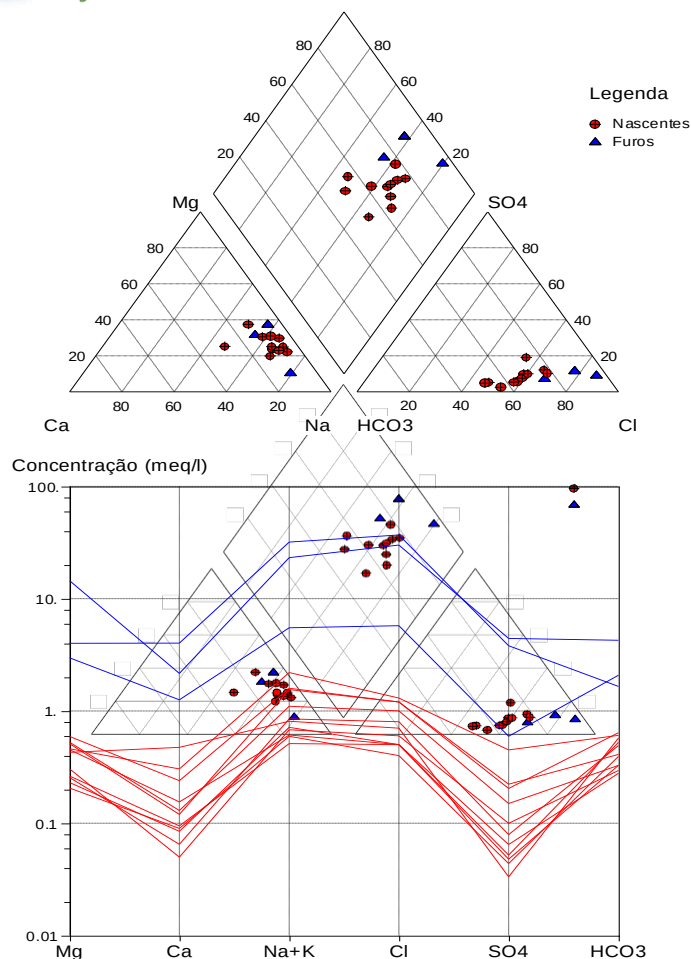
O diagrama de Schoeller evidencia que as águas das nascentes e furos são do ponto de vista da composição química dissemelhantes, o que resulta da maior mineralização da água captada nos últimos (Figura 2.3.19).

A massa de água Oriental apresenta uma fácies dominante cloretada sódica, correspondendo a emergências com águas pouco mineralizadas, cuja condutividade varia entre 134 a 272 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os iões predominantes são o sódio e o cloreto, que variam respetivamente entre 16 a 32,8mg/L e 21,3 a 42,6mg/L.

Em oposição à unidade anterior, a massa de água Ocidental apresenta uma gama alargada de valores de condutividades, respetivamente entre 109 a 5 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esta variação resulta do facto de neste sistema estarem incluídos furos de captação em que a influência de sais marinhos é notória, o que é dedutível dos respetivos valores da mediana do mesmo parâmetro. A diferença entre as amostras correspondentes a nascentes e as amostras de furos nestas unidades pode ser facilmente aquilatada a partir dos respetivos diagramas de Schoeller, em que as águas das captações tubulares se projetam bem acima das emergências.

Na massa de água Central os iões predominantes são o sódio e o cloreto, que respetivamente variam entre 15,4 a 710,2 mg/L e 17,8 a 1310mg/L. Nesta unidade, cuja fácies predominante é cloretada sódica, o bicarbonato pode apresentar igualmente concentrações elevadas, que podem ser significativas como se depreende do diagrama de Schoeller, variando entre 26 e 127mg/L. Observam-se, ainda, fácies do tipo cloretada sódica magnesiana, cloretada sódica cálcica, bicarbonatada cloretada sódica, cloretada bicarbonatada sódica, bicarbonatada sódica bicarbonatada cloretada sódica magnesiana e cloretada sódica cálcica.

De realçar que na ilha de São Jorge ocorrem ainda águas frias com teores de CO_2 relativamente elevados, comparativamente com o padrão regional, como por exemplo as nascentes da Água Azeda (Fajã do Nortezinho), da Água Azeda (Fajã dos Vimes) e a emergência da Ponta da Forcada. A nascente da Água Azeda (Fajã dos Vimes) pode ser considerada como representativa destas águas, e o autor registou naquela emergência um valor de pH igual a 5,35, uma temperatura de 15,1°C, 218mg/L de CO_2 dissolvido e um teor de bicarbonato de 64,7mg/L. Trata-se de uma água pouco mineralizada, o que é atestado pela condutividade igual a 197,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.11 | Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes e furos na ilha de São Jorge.

2.3.5 | Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas

No Quadro 2.3.7 discriminam-se os valores respeitantes às disponibilidades de água subterrânea em São Jorge. Os recursos na ilha são no geral elevados (185,0 hm³/ano), acima do valor da mediana regional de 159,9 hm³/ano (12,1% do total regional). O resultado mais significativo corresponde à massa de água designada por Ocidental, a que corresponde um valor de 120,9 hm³/ano, enquanto que a massa de água designada por Oriental apresenta um valor de 64,1 hm³/ano (Figura 2.3.20). Na massa Ocidental a taxa de recarga é igual a 39,9%, enquanto na massa Oriental esse valor equivale a 34,2%. Realça-se, ainda, que se admite a cedência de um volume de água subterrânea, não quantificado por falta de elementos de suporte, de uma massa de água para outra.

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

ursos 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 2.3.20).

Quadro 2.3.7 | Recursos hídricos subterrâneos na ilha de São Jorge

Massa de água	Precipitação (hm ³ /ano)	Disponibilidades (hm ³ /ano)	Taxa de Recarga (%)
Ocidental	303.30	120.90	39.86
Oriental	187.46	64.08	34.19

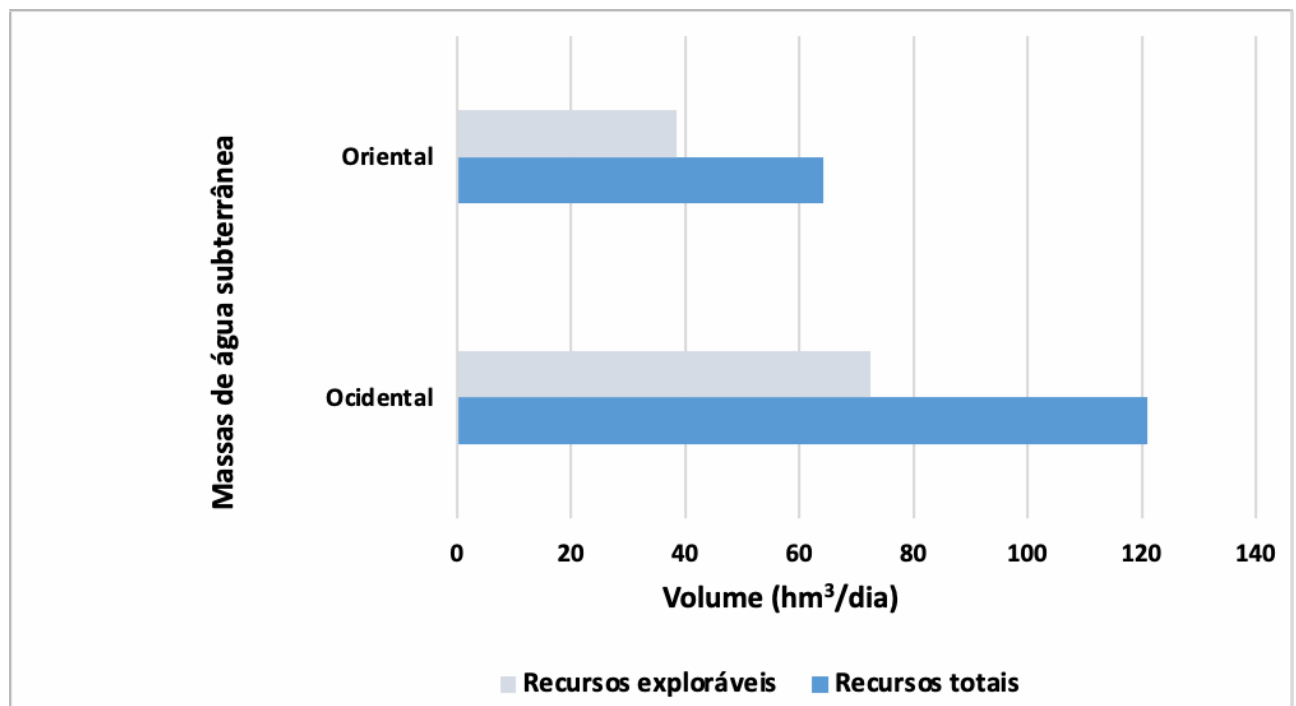


Figura 2.3.12 | Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha de São Jorge.

2.4 | Caracterização hidrográfica e hidrológica

2.4.1 | Rede hidrográfica

A Figura 2.4.1 caracteriza a drenagem superficial da ilha de São Jorge, e representa as principais bacias hidrográficas da ilha. Devido à grande pluviosidade, a ilha é drenada por uma densa rede hidrográfica, melhor instalada nas vertentes norte, embora constituída por cursos de água incipientes, pouco estruturados e com bacias de pequena dimensão. A linha de fecho principal segue a orientação geral da ilha e estabelece a separação das águas entre a costa norte e sul.

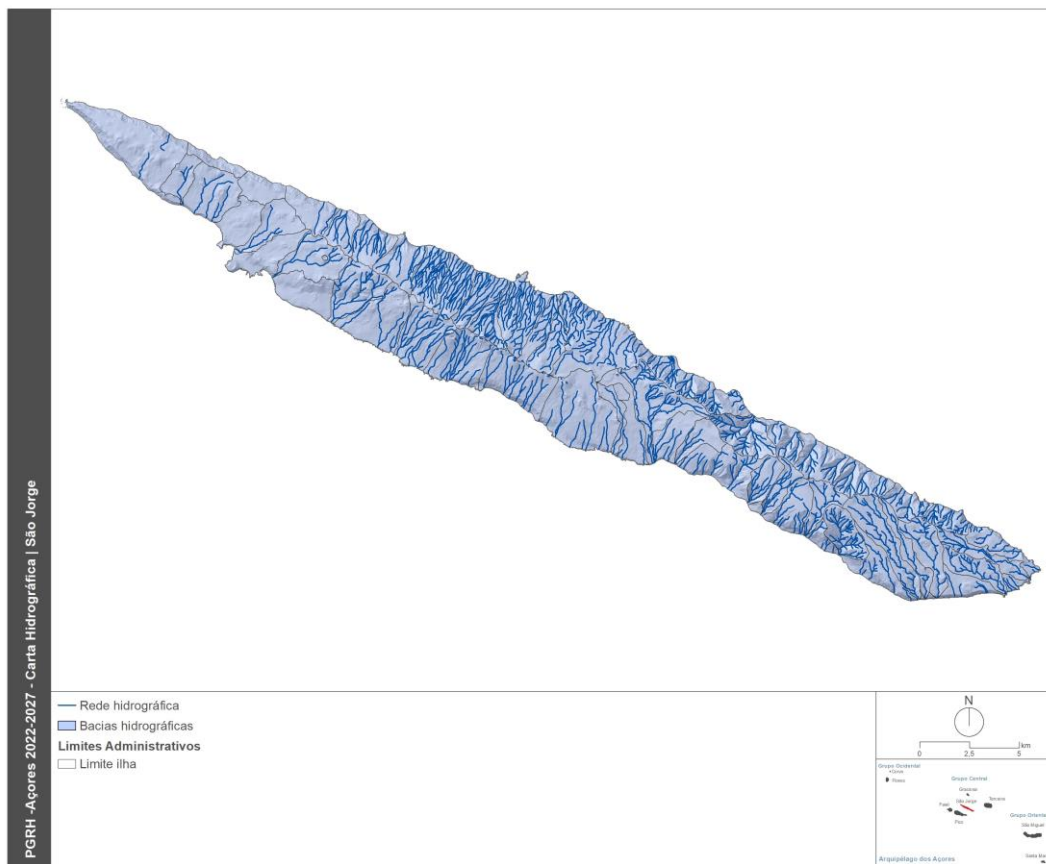


Figura 2.4.1 | Carta hidrográfica da ilha de São Jorge.

Com base nas principais unidades geomorfológicas, verifica-se que o regime de carácter periódico das ribeiras da metade ocidental está fortemente condicionado pela morfologia vulcânica recente. Neste contexto, os cursos de água mostram-se frequentemente pouco encaixados, pouco extensos e padrão paralelo, exceto nos casos em que se desenvolvem sobre depósitos piroclásticos. Na região oriental, é de realçar o facto dos cursos de água se desenvolverem obliquamente à ilha e exibirem maior comprimento do que os da parte ocidental. Salienta-se, ainda, que nas proximidades da Serra do Topo existem algumas ribeiras, que embora com pequenos caudais, permanecem correntes durante a época estival, como resultado da condensação dos nevoeiros característicos daquela zona (Madeira, 1998). Das ribeiras de caudal permanente destacam-se a ribeira dos Vimes, da Caldeira de Santo Cristo, de São João e das Lixívias, embora todas elas tenham bacias hidrográficas que não ultrapassem os 5 km².

A Figura 2.4.2, representa a densidade de drenagem na ilha de São Jorge, calculada para uma quadrícula de 250m x 250m. Observa-se que a região ocidental (Rosais) apresenta baixa densidade de drenagem e que as zonas com maior densidade concentram-se na costa norte e na região oriental (complexo do Topo), correspondendo à parte mais antiga da ilha.

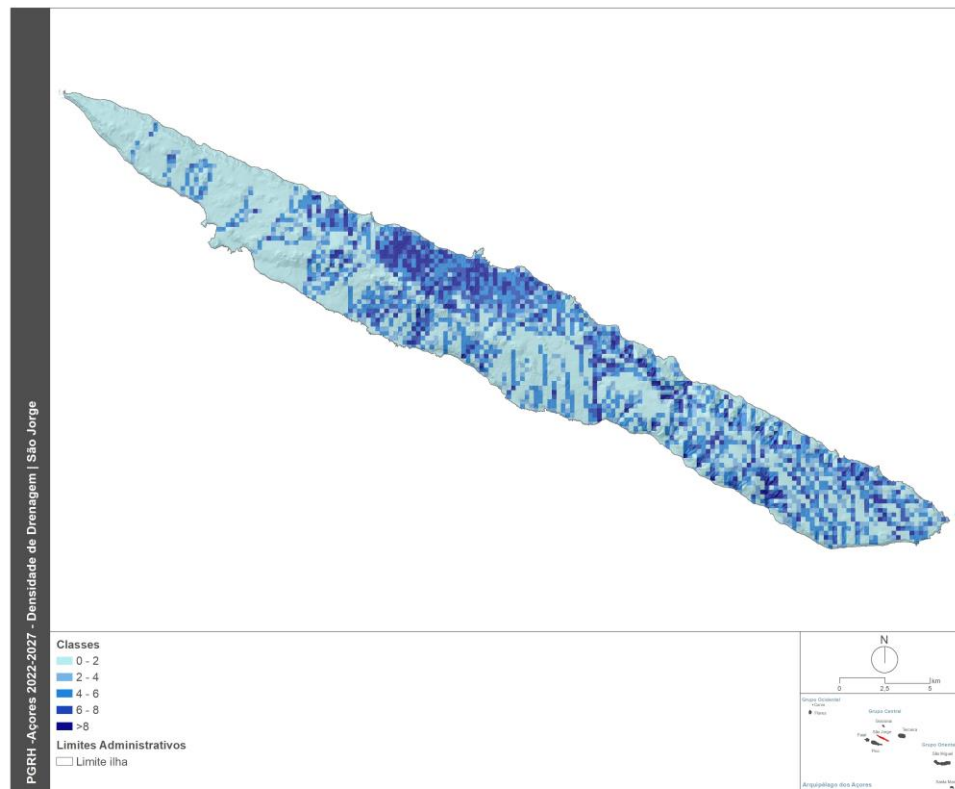


Figura 2.4.2 | Carta da densidade de drenagem da ilha de São Jorge.

2.4.2 | Balanço hídrico

No Quadro 2.4.1 são apresentados os valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da Ilha de São Jorge.

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

Código bacia	Nome bacia	Área (Km ²)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
JOB5	Nome Desconhecido	2,75	2 614	423	2 190
JOB17	Rib. de S. Tomé	6,23	2 220	471	1 750
JOB19	Ribeirinha	3,38	1 499	535	964
JOA13	Bacias Agregadas	3,74	1 966	479	1 487
JOA14	Bacias Agregadas	2,58	1 791	468	1 323
JOA32	Bacias Agregadas	2,58	1 351	439	912
JOE1	Bacias Endorreicas	0,06	2 413	400	2 013
JOE2	Bacias Endorreicas	5,69	2 132	582	1 550
JOE3	Bacias Endorreicas	0,47	2 304	456	1 849
JOE4	Bacias Endorreicas	0,02	2 086	400	1 686
JOA29	Bacias Agregadas	12,34	1 350	510	840
JOA30	Bacias Agregadas	1,49	1 238	514	723
JOB11	Rib. Funda	2,63	2 086	467	1 619
JOA36	Bacias Agregadas	0,32	1 408	843	565

Código bacia	Nome bacia	Área (Km ²)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
JOB14	Rib. do Cedro	2,30	2 360	461	1 898
JOA21	Bacias Agregadas	3,99	2 149	537	1 611
JOA20	Bacias Agregadas	1,22	1 634	693	941
JOB16	Rib. de S. João	3,87	2 268	544	1 724
JOA38	Bacias Agregadas	0,05	1 069	813	256
JOA37	Bacias Agregadas	0,09	1 136	822	314
JOA18	Bacias Agregadas	2,48	1 271	645	626
JOA17	Bacias Agregadas	0,66	1 104	699	405
JOA12	Bacias Agregadas	4,21	2 019	481	1 538
JOA11	Bacias Agregadas	2,74	1 648	471	1 177
JOA4	Bacias Agregadas	4,05	2 163	426	1 737
JOA33	Bacias Agregadas	3,46	1 524	457	1 067
JOA1	Bacias Agregadas	5,86	1 494	559	9 35
JOB1	Rib. da Água	2,47	1 494	507	987
JOA31	Bacias Agregadas	3,88	1 463	588	875
JOB2	Rib. do Grotão	4,17	1 795	491	1 304
JOA34	Bacias Agregadas	4,20	1 450	604	846
JOA35	Bacias Agregadas	4,64	1 209	749	460
JOA28	Bacias Agregadas	7,09	1 706	696	1 010
JOA39	Bacias Agregadas	4,03	1 628	634	994
JOA23	Bacias Agregadas	3,47	1 891	584	1 308
JOB12	Rib. do Meio	2,77	2 057	516	1 541
JOA15	Bacias Agregadas	2,25	1 414	458	956
JOB20	Rib. da Vila	3,21	1 444	503	942
JOB8	Nome Desconhecido	4,83	2 182	483	1 699
JOA10	Bacias Agregadas	6,24	1 394	543	851
JOB9	Rib. Seca	7,43	2 041	494	1 547
JOA9	Bacias Agregadas	12,07	1 725	486	1 239
JOB6	Rib. da Areia	2,33	2 188	448	1 740
JOA8	Bacias Agregadas	6,17	2 009	471	1 539
JOA7	Bacias Agregadas	3,66	2 094	470	1 623
JOA6	Bacias Agregadas	4,14	2 134	453	1 681
JOA5	Bacias Agregadas	3,81	2 163	429	1 735
JOA2	Bacias Agregadas	2,59	1 871	424	1 447
JOA3	Bacias Agregadas	3,70	1 859	449,	1 410
JOB3	Rib. da Granja	5,38	2 076	459	1 617
JOB13	Rib. dos Bodes	2,56	2 329	493	1 836
JOA25	Bacias Agregadas	7,35	2 107	571	1 536
JOA26	Bacias Agregadas	6,61	1 965	659	1 306
JOB18	Rib. das Lixívias	4,57	2 048	491	1 558
JOB10	Nome Desconhecido	1,69	1 797	555	1 242
JOA16	Bacias Agregadas	3,11	1 170	561	609
JOA22	Bacias Agregadas	6,14	1 921	618	1 303
JOA24	Bacias Agregadas	11,32	1 666	627	1 039
JOA19	Bacias Agregadas	4,19	1 475	622	853

Código bacia	Nome bacia	Área (Km ²)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
JOA27	Bacias Agregadas	6,24	2 004	630	1 375
JOB15	Rib. do Salto	2,70	2 698	445	2 253
JOB7	Rib. da Lapa	3,34	2 426	422	2 004

2.4.3 | Escoamento anual

No Quadro 2.4.2 são apresentados os valores de densidade de drenagem (km⁻¹), e escoamento superficial (hm³/ano) para as bacias hidrográficas da ilha de São Jorge.

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

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km ⁻¹)	Esc (hm ³ /ano)
JOB5	Nome Desconhecido	6,29	4,18
JOB17	Rib. de S. Tomé	3,39	4,37
JOB19	Ribeirinha	3,98	1,50
JOA13	Bacias Agregadas	3,59	2,34
JOA14	Bacias Agregadas	3,76	1,50
JOA32	Bacias Agregadas	0,00	0,14
JOE1	Bacias Endorreicas	0,00	0,01
JOE2	Bacias Endorreicas	0,00	0,53
JOE3	Bacias Endorreicas	0,00	0,05
JOE4	Bacias Endorreicas	0,00	0,00
JOA29	Bacias Agregadas	0,00	0,62
JOA30	Bacias Agregadas	0,00	0,06
JOB11	Rib. Funda	1,79	1,02
JOA36	Bacias Agregadas	0,00	0,01
JOB14	Rib. do Cedro	4,52	2,25
JOA21	Bacias Agregadas	2,73	2,16
JOA20	Bacias Agregadas	2,61	0,37
JOB16	Rib. de S. João	5,10	3,82
JOA38	Bacias Agregadas	0,00	0,00
JOA37	Bacias Agregadas	0,00	0,00
JOA18	Bacias Agregadas	1,54	0,33
JOA17	Bacias Agregadas	0,26	0,02
JOA12	Bacias Agregadas	2,66	2,12
JOA11	Bacias Agregadas	3,00	1,17
JOA4	Bacias Agregadas	2,60	2,26
JOA33	Bacias Agregadas	0,00	0,22
JOA1	Bacias Agregadas	1,53	1,17
JOB1	Rib. da Água	1,36	0,48
JOA31	Bacias Agregadas	0,00	0,20
JOB2	Rib. do Grotão	1,49	1,14
JOA34	Bacias Agregadas	0,00	0,21
JOA35	Bacias Agregadas	0,00	0,13
JOA28	Bacias Agregadas	1,56	1,55

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km ⁻¹)	Esc (hm ³ /ano)
JOA39	Bacias Agregadas	0,88	0,59
JOA23	Bacias Agregadas	2,48	1,41
JOB12	Rib. do Meio	2,94	1,52
JOA15	Bacias Agregadas	5,59	1,34
JOB20	Rib. da Vila	3,81	1,34
JOB8	Nome Desconhecido	4,54	4,24
JOA10	Bacias Agregadas	2,37	1,58
JOB9	Rib. Seca	4,02	5,34
JOA9	Bacias Agregadas	0,31	1,37
JOB6	Rib. da Areia	4,06	1,90
JOA8	Bacias Agregadas	3,46	3,88
JOA7	Bacias Agregadas	3,58	2,50
JOA6	Bacias Agregadas	4,51	3,58
JOA5	Bacias Agregadas	6,96	5,02
JOA2	Bacias Agregadas	3,27	1,46
JOA3	Bacias Agregadas	2,26	1,50
JOB3	Rib. da Granja	1,96	2,24
JOB13	Rib. dos Bodes	3,66	2,01
JOA25	Bacias Agregadas	2,62	3,65
JOA26	Bacias Agregadas	3,16	3,26
JOB18	Rib. das Lixívias	2,74	2,39
JOB10	Nome Desconhecido	2,28	0,61
JOA16	Bacias Agregadas	0,00	0,11
JOA22	Bacias Agregadas	2,38	2,40
JOA24	Bacias Agregadas	0,81	1,66
JOA19	Bacias Agregadas	2,07	0,96
JOA27	Bacias Agregadas	3,91	3,89
JOB15	Rib. do Salto	3,58	2,55
JOB7	Rib. da Lapa	4,13	3,18

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 anuais 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.

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. Assim, entende-se que a fórmula cinemática empregue para o cálculo dos escoamentos de ponta será, das disponíveis, a que maiores garantias oferece na

aproximação dos valores de escoamento de ponta reais. 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:

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

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 da RAA, 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 chuva 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 chuva. 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 I DF (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 chuva, t (em horas), através dos parâmetros a e b ($i = a t^b$) a aplicar a cada período de retorno T . Estas expressões encontram-se estabelecidas para os posto udométricos da Calheta, Rosais e Topo. 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 de São Jorge para os diferentes períodos de retorno considerados

Período de retorno	a	b
Posto udométrico da Calheta		
T = 5 anos	30,140	-0,600
T = 10 anos	35,795	-0,600
T = 25 anos	42,865	-0,599
T = 50 anos	48,090	-0,599
T = 100 anos	53,341	-0,599
Posto udométrico de Rosais		
T = 5 anos	30,922	-0,600
T = 10 anos	37,489	-0,600
T = 25 anos	45,726	-0,599
T = 50 anos	51,792	-0,599
T = 100 anos	57,921	-0,599
Posto udométrico do Topo		
T = 5 anos	30,531	-0,600
T = 10 anos	36,088	-0,600
T = 25 anos	43,060	-0,599
T = 50 anos	48,220	-0,599
T = 100 anos	53,406	-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 de São Jorge, esta traduz-se pela seguinte expressão:

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

Em que:

- t_c é o tempo de concentração em horas;
- L é o comprimento da linha de água principal, em km;
- Sb 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 de São Jorge.

Quadro 2.4.4 | Valores de escoamento de ponta para os diferentes tempos de retorno, e para as principais bacias hidrográficas da ilha de São Jorge

Código bacia	Nome bacia	Qp (m³/s)				
		T = 5 anos	T = 10 anos	T = 25 anos	T = 50 anos	T = 100 anos
JOB10	Nome Desconhecido	2,9	3,9	5,3	6,5	7,6
JOB11	Rib. Funda	6,7	9,2	12,6	15,4	18,3
JOB13	Rib. dos Bodes	6,8	9,4	13,1	16,0	19,1
JOB5	Nome Desconhecido	6,8	9,3	12,9	15,6	18,6
JOB6	Rib. da Areia	6,2	8,5	11,8	14,4	17,2
JOB7	Rib. da Lapa	7,9	10,8	14,8	17,9	21,3
JOB8	Nome Desconhecido	14,1	19,7	27,6	33,9	40,8
JOB9	Rib. Seca	16,5	22,3	30,4	36,7	86,8
JOB1	Rib. da Água	6,9	9,9	14,1	17,5	21,1
JOB2	Rib. do Grotão	7,7	10,9	15,3	18,8	22,6
JOB3	Rib. da Granja	13,1	18,5	26,0	32,0	38,3
JOB12	Rib. do Meio	4,4	5,9	8,0	9,6	11,3
JOB14	Rib. do Cedro	5,8	7,9	10,7	13,0	15,4
JOB15	Rib. do Salto	6,7	9,0	12,3	14,9	17,6
JOB16	Rib. de S. João	11,1	15,3	21,3	26,0	31,1
JOB17	Rib. de S. Tomé	13,2	17,6	23,6	28,4	33,3
JOB18	Rib. das Lixívias	9,8	13,1	17,6	21,1	24,9
JOB19	Ribeirinha	5,7	7,6	10,2	12,3	14,5
JOB20	Rib. da Vila	5,2	6,9	9,3	11,2	13,1

No Quadro 2.4.5 são apresentadas as expressões regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia, para os diferentes períodos de retorno.

Quadro 2.4.5 | Expressões regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia para a ilha de São Jorge

Período de retorno	Expressão
T = 5 anos	$q = 2,7356 A^{-0,162}$
T = 10 anos	$q = 3,7768 A^{-0,169}$
T = 25 anos	$q = 5,2437 A^{-0,178}$
T = 50 anos	$q = 6,4241 A^{-0,185}$
T = 100 anos	$q = 7,6826 A^{-0,191}$

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

2.4.4.2 | Secas

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

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

2.5 | Caracterização socioeconómica

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

2.6 | Caracterização do uso do solo e ordenamento do território

2.6.1 | Capacidade de uso do solo

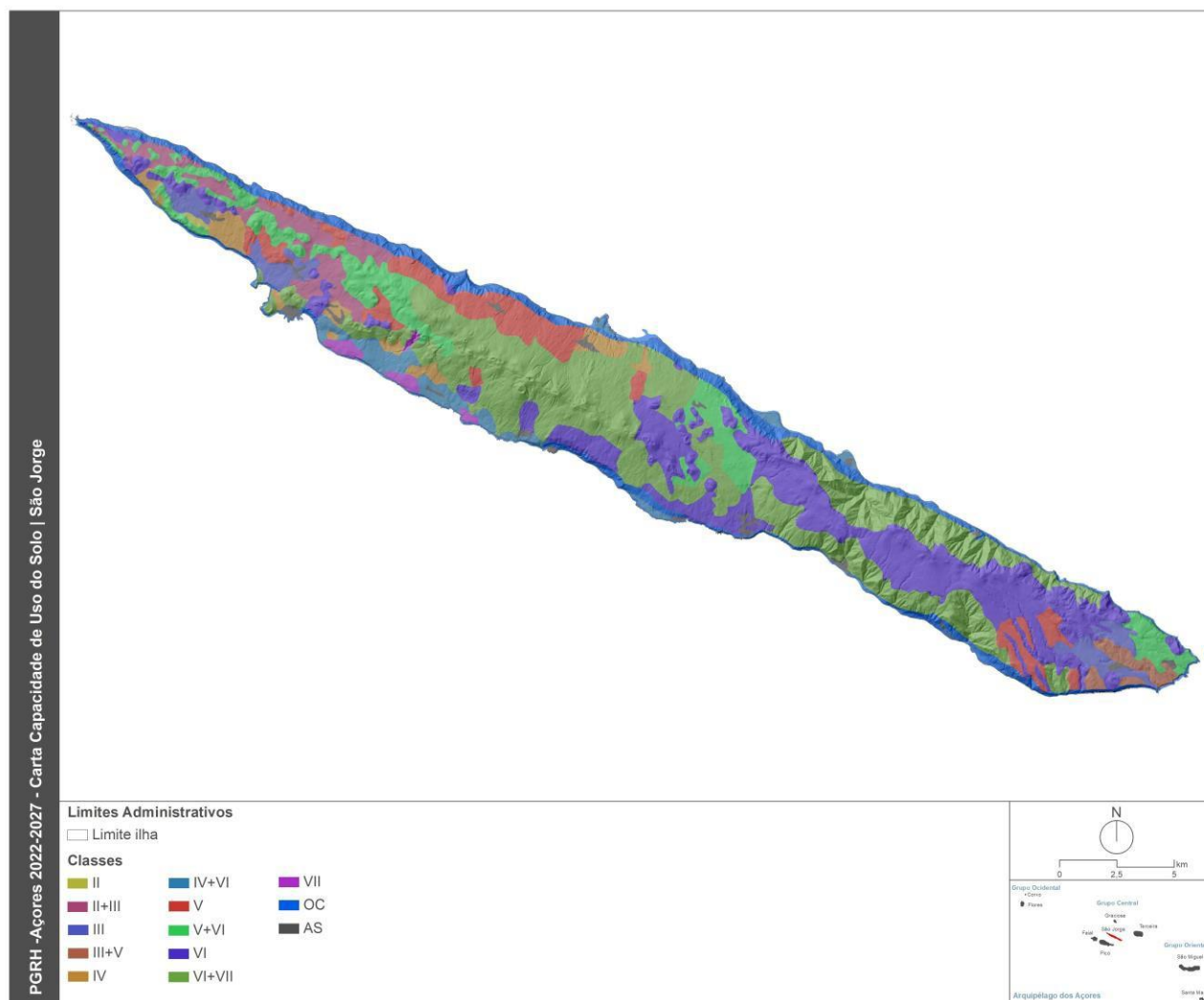
As cartas de capacidade de uso do solo dos Açores, produzidas pelo Departamento de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores (Sampaio, J. *et al.*, 1987), são representações interpretativas que classificam os solos considerando as suas aptidões naturais para usos agrícolas e florestais. O método adotado, baseado no sistema de classificação do Soil Conservation Service dos Estados Unidos, compreende sete classes de capacidade de uso, em que os riscos de deterioração e/ou as limitações agronómicas do solo 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 de São Jorge. Numa análise genérica, verifica-se que cerca de 11% dos solos correspondem à orla costeira, o que reflete as características geomorfológicas desta ilha, das quais se destacam as arribas escarpadas que estão na origem das fajãs. Nalgumas destas plataformas litorais os solos revelam limitações, como a reduzida espessura efetiva, pedregosidade, salinidade ou microrrelevo (subclasses *s* e *m*). Em virtude do vulcanismo fissural, a ilha é atravessada por uma extensa cordilheira montanhosa, onde as pastagens assumem cada vez maior representação (artificiais e seminaturais), embora ainda subsistam cobertos de *Sphagnum* (turfeiras) cuja manutenção depende das condições de encharcamento do solo. Em suma, cerca de 72% da superfície da ilha é formada por solos não aráveis (classes V a VII), o que revela a grande aptidão para pastagem e floresta natural.



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

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

Quadro 2.6.1 | Classes de capacidade de uso do solo na ilha de São Jorge

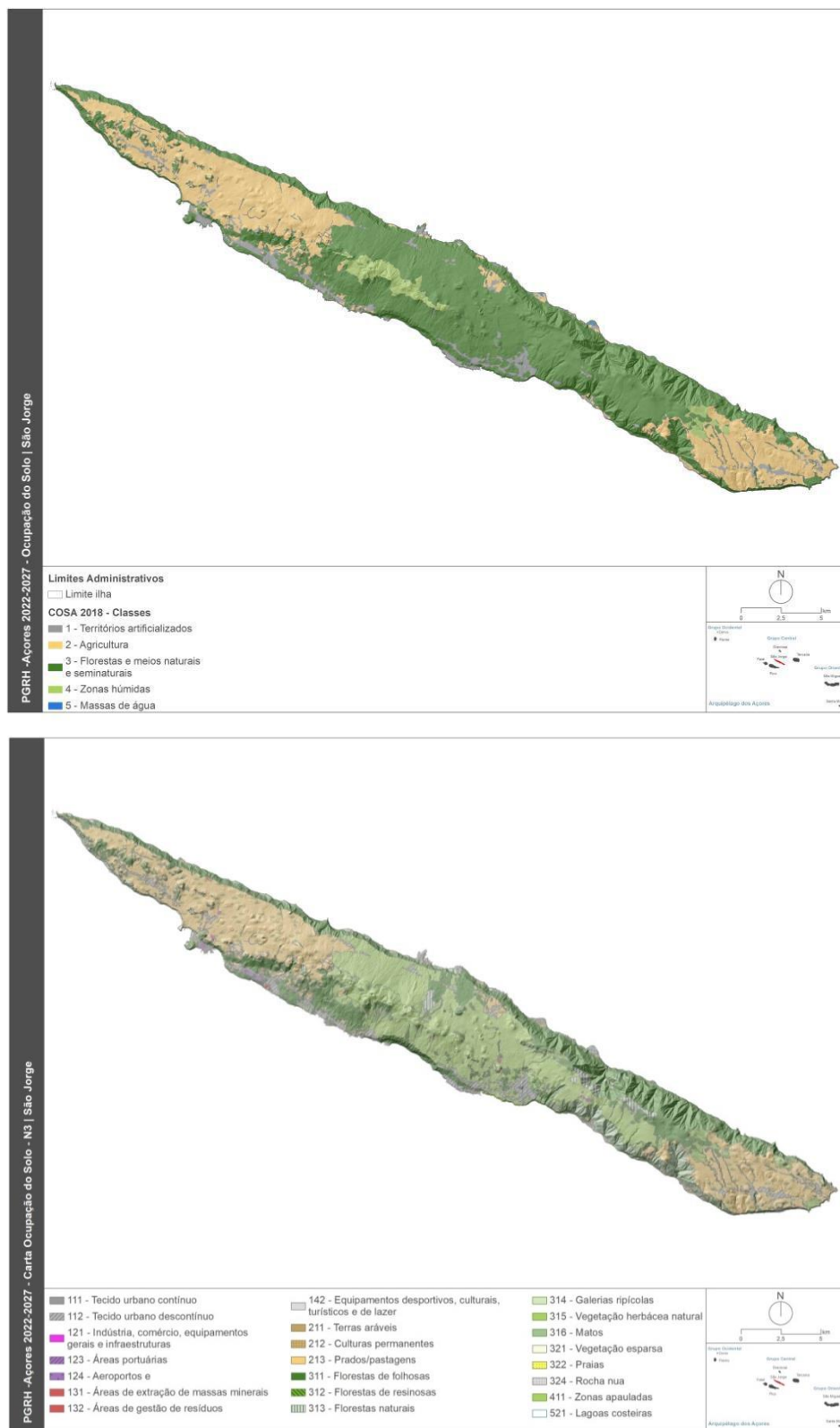
Capacidade de Uso do Solo			
Classes	Área (ha)	Área (km ²)	% da ilha
A. Social	327,6	3,3	1,3
II	32,1	0,3	0,1
II+III	1 119,6	11,2	4,5
III	827,7	8,3	3,3
III+V	334,6	3,3	1,4
IV	693,6	6,9	2,8
IV+VI	737,1	7,4	3,0
O. Costeira	2 746,6	27,5	11,1

Capacidade de Uso do Solo			
Classes	Área (ha)	Área (km²)	% da ilha
V	1 863,0	18,6	7,5
V+VI	2 382,3	23,8	9,6
VI	5 625,0	56,2	22,7
VI+VII	7 824,3	78,2	31,6
VII	224,6	2,2	0,9

2.6.2 | Usos do solo

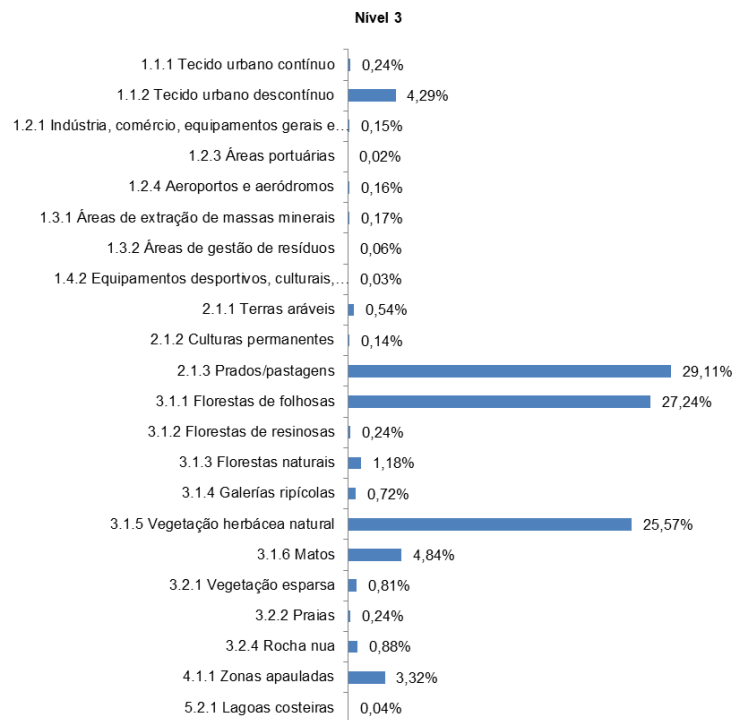
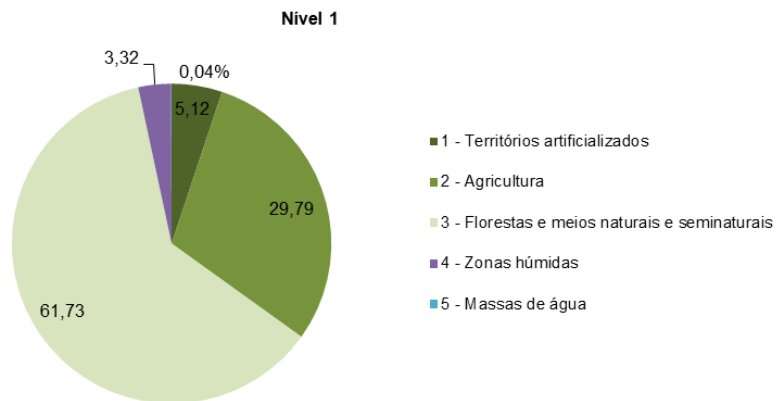
Tendo como base a Carta de Ocupação do Solo dos Açores 2018 (SREAT/DRA|DOT, 2018) e tal como representado nas Figuras 2.6.2 e 2.6.3, em São Jorge no nível hierárquico 1, as Florestas e Meios Naturais e Seminaturais têm uma expressão bastante assinalável, abrangendo 61,73% da superfície da ilha, sendo esta a sua base económica. Distribuem -se ao longo da cordilheira central, observando-se maior concentração no Planalto Central (Pico do Pedro, Verde e da Esperança) e no concelho da Calheta. A Agricultura, que representa 29,79% da superfície da ilha, concentra- se essencialmente nos extremos ocidentais e orientais da ilha. Por último, destacam-se os Territórios Artificializados, com um peso relativo de 5,12%, estando essencialmente concentrados ao longo da faixa costeira sul (fajãs), com exceção das freguesias de Norte Pequeno e Norte Grande.

Verifica-se que as Massas de Água, correspondendo a apenas 0,04% do território, assumem pouco significado na ilha, contudo importa não esquecer que nesta classe estão contempladas apenas as massas de água interiores superficiais interiores, i.e., lagoas e cursos de água (que apresentam uma largura mínima superior a 20 m) e águas costeiras associadas a lagoas costeiras. Numa análise mais específica (nível 3 da COS.A 2018) à classe das Massas de Água, verifica-se que a totalidade da classe diz respeito a Lagoas costeiras.



Fonte: Carta de Ocupação do Solo dos Açores 2018 (COS.A, 2018)

Figura 2.6.2 | Carta de ocupação do solo da ilha de São Jorge.



Fonte: Carta de Ocupação do Solo dos Açores 2018 (COS.A, 2018)

Figura 2.6.3 | Ocupação do solo na ilha de São Jorge (%).

2.6.3 | Sistema de gestão territorial

2.6.3.1 | Enquadramento

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.6.3.2 | Análise dos instrumentos de gestão territorial

2.6.3.2.1 | Plano Regional de Ordenamento de Território dos Açores (PROTA)

O PROTA, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 26/2010/A, de 12 de agosto, constitui um instrumento de natureza estratégica, que apenas vincula as entidades públicas, e que estabelece as normas orientadoras de uso, ocupação e de transformação do solo, associadas ao modelo territorial preconizado, servindo de referência para a elaboração e revisão dos restantes planos 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 do PROTA representa a organização geral do espaço regional e as suas relações dinâmicas, o sentido de evolução dos sistemas estruturantes e as interdependências funcionais com vista à concretização da estratégia de desenvolvimento instituída 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, o qual traduz 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 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.

Quanto 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 à gestão da água e saneamento ambiental, cujas normas orientadoras podem ser sintetizadas nos seguintes tópicos:

- A estrutura institucional que assegura a administração da RH9 deve ser estabelecida no prazo máximo de nove meses, ficando incumbida de elaborar o Plano de Gestão de Recursos Hídricos da RH9 no prazo máximo de 2 anos;
- As entidades competentes devem promover medidas e ações que fomentem a minimização de riscos (reabilitação de linhas de água em perímetros urbanos, infraestruturas de contenção de cheias e inundações, etc.) e a proteção da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos

(delimitação das zonas de proteção de origens de água, identificação de captações ou aquíferos em risco de sobre-exploração, etc.);

- Deve ser assegurado pelas entidades competentes a dotação de infraestruturas e equipamentos de 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.

Refira-se que grande parte destas normas e orientações já foram implementadas na RAA, ou estão em fase de implementação, designadamente aquelas que se prendem com o ordenamento da orla costeira e das bacias hidrográficas de lagoas, para além da institucionalização da entidade administrativa da RH9.

Por último, das normas específicas de caráter territorial para a ilha de São Jorge, salienta-se as seguintes: dar prioridade à resolução da carência em serviços e infraestruturas ambientais elevando os níveis e a qualidade de atendimento para padrões adequados na Calheta e em Velas; Aumentar os níveis de autossuficiência energética através do desenvolvimento da produção a partir de fonte eólicas e avaliar as condições de exploração geotérmica no grupo de ilhas Faial – Pico – São Jorge.

2.6.3.2.2 | 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, suspenso parcialmente pelo Decreto legislativo Regional n.º 13/2010/A, de 7 de abril, e com alteração de suspensão parcial pelo Decreto legislativo Regional n.º 17/2019/A, de 24 de julho, visa, em primeira linha, 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 diversos 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).

Os objetivos do POTRAA são concretizados em Linhas Estratégicas de Desenvolvimento (LED) que, no domínio específico da gestão dos recursos hídricos, traduzem-se essencialmente na necessidade de 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.

É ainda de ressaltar que já foi elaborado a revisão do Plano de Ordenamento de Turismo da Região Autónoma dos Açores (POTRAA), o qual se encontra atualmente em fase de aprovação.

2.6.3.2.3 | 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 Região Autónoma dos Açores, 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 de São Jorge, as disposições do PSRN2000 aplicam-se às ZEC Ponta dos Rosais e Costa Nordeste e Ponta do Topo, bem como à ZPE Ilhéu do Topo e Costa Adjacente. As principais ações que afetam a integridade destes ecossistemas prendem-se com a intensificação da agricultura e da agropecuária e com o uso desequilibrado dos recursos hídricos. As maiores ameaças dizem respeito à contaminação química das águas e solos, alterações no regime hídrico, degradação de zonas húmidas e erosão dos solos. Estas ameaças resultam em impactes significativos para o ambiente, que se manifestam na perda de qualidade da água e intensificação dos processos erosivos. O PSRN2000 aponta como medidas minimizadoras e preventivas destes impactes e ameaças o uso sustentável do território, no que concerne às práticas agrícolas e pecuárias, que passam pela extensificação agrícola, pela definição de áreas de proteção das zonas húmidas interditas ao pastoreio.

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

- Aplicar o Código de Boas Práticas Agrícolas e atribuir incentivos à extensificação agropecuária;
- Proceder à reconversão e renaturalização das áreas de pastagem que envolvem as lagoas e impedir o pastoreio;
- Promover a recuperação de áreas 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 vierem a ser transpostas para outros IGT, na área de intervenção do PSRN2000 deverão ser interditas atividades como: o lançamento de águas residuais industriais ou domésticas não tratadas, excedentes de pesticidas ou de caldas de pesticidas, nos cursos e planos de água, no solo ou no subsolo; a deposição de sucatas, de inertes ou de outros resíduos sólidos e líquidos que causem impacto visual negativo ou poluam o solo, o ar ou a água; o pastoreio nas áreas de proteção das turfeiras e restantes zonas húmidas. Nos mesmos termos, ficam condicionadas a parecer prévio da DRA as alterações do uso atual dos terrenos das zonas húmidas ou marinhas, a instalação de infraestruturas de saneamento básico, entre outras.

2.6.3.2.4 | Plano Regional da Água (PRA)

O Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores (PRA), que se encontra atualmente em processo de alteração, é um plano de recursos hídricos, de natureza estratégica, que tem por objeto os recursos hídricos da Região. Nessa medida, dentro do contexto da proteção do ambiente, o PRA deve ser encarado como o instrumento de planeamento primordial em matéria de gestão da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos da RA, cumprindo-lhe desenvolver, a nível regional, a valorização, proteção e gestão equilibrada da água, funções estas que, a nível

nacional, se encontram asseguradas pelo Plano Nacional da Água. Neste sentido, o PRA integra comandos de orientação para a atuação dos diversos intervenientes no processo de planeamento e gestão da utilização dos recursos hídricos regionais, em especial para os órgãos legislativos e para a Administração Pública regional.

2.6.3.2.5 | Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha de São Jorge (POOC São Jorge)

O POOC São Jorge, aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 24/2005/A, de 26 de outubro, 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 30 m. Os objetivos específicos preconizados no POOC São Jorge são os seguintes:

- A salvaguarda e valorização ambiental dos recursos naturais e da paisagem, em especial dos recursos hídricos;
- A proteção e valorização dos ecossistemas naturais com interesse para a conservação da natureza;
- A minimização e prevenção de situações de risco;
- A classificação e valorização das zonas balneares (ZB);
- A orientação do desenvolvimento de atividades específicas da orla costeira;
- A promoção da qualidade de vida da população;
- O reforço dos sistemas de transportes e de comunicações como fatores de coesão regional

Para cada destes objetivos 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:

- Promoção de ações de recuperação e valorização do coberto vegetal associado aos corredores ripários e às arribas e vertentes, que incluem também ações de sensibilização para a importância de manter as linhas de água e os leitos de cheia limpos e desobstruídos;
- Delimitação do domínio público marítimo;
- Definição dos perímetros de proteção das origens da água;
- Concretização das opções previstas no PRA relativamente à proteção de recursos naturais, implementação de sistemas de tratamento de águas residuais e à melhoria da qualidade da água;
- Monitorização da qualidade da água;
- Acompanhamento e monitorização da qualidade ambiental do domínio hídrico marítimo e das ZB que inclui o controlo dos usos e utilizações do domínio hídrico referido.

É ainda de ressaltar que o Plano de Ordenamento da Orla Costeira da ilha de São Jorge encontra-se atualmente em processo de alteração, aguardando publicação já após aprovação em Conselho de Governo.

2.6.3.2.6 | Plano Estratégico de Prevenção e Gestão de Resíduos dos Açores (PEPGRA)

O PEPGRA foi aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 6/2016/A, de 29 de abril e retificado pela Declaração de Retificação n.º 6/2016 de 26 de abril. No âmbito deste plano identificam-se os seguintes objetivos estratégicos:

- Promover a aplicação do princípio da hierarquia de gestão de resíduos, nos vários setores económicos e de prestação de serviços na Região, com vista ao cumprimento dos objetivos e das metas de gestão vigentes;
- Definir o programa regional de prevenção de resíduos, o qual deve estabelecer objetivos e identificar medidas de prevenção de forma a dissociar o crescimento económico dos impactes ambientais relacionados com a geração de resíduos;
- Completar e melhorar a rede integrada de instalações de armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, tendo em conta as melhores técnicas disponíveis com custos economicamente sustentáveis;
- Resolver o passivo ambiental, encerrar e qualificar os locais de deposição ilícita de resíduos;
- Melhorar a informação e conhecimento sobre a produção e gestão de resíduos;
- Promover a divulgação de informação e a sensibilização da população para a prevenção na fonte e para a valorização de resíduos;
- Qualificar os recursos humanos intervenientes na produção e gestão de resíduos;
- Aumentar a eficácia da regulação, da inspeção e fiscalização.

O PEPGRA encontra-se, à presente dada, em processo de revisão.

2.6.3.2.7 | Plano Setorial de Ordenamento do Território para as Atividades Extrativas da RAA (PAE)

O Plano Setorial de Ordenamento do Território para as Atividades Extrativas da RAA foi aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 19/2015/A, a 14 de agosto. Segundo o artigo 2.º do Decreto Legislativo Regional n.º 19/2015/A, de 14 de agosto, este plano tem como objetivo geral a compatibilização da atividade de exploração de recursos minerais não metálicos com a valorização dos valores ambientais e paisagísticos e com o desenvolvimento socioeconómico. Foram ainda identificados os seguintes eixos de orientação que serviram de base para definição do objetivo geral:

- Promover a exploração racional de recursos minerais não metálicos na Região;
- Salvaguardar o potencial estratégico dos recursos minerais não metálicos no contexto do desenvolvimento integrado da Região;
- Promover a recuperação de áreas ambientais e paisagisticamente degradadas em virtude de cessação de atividades extrativas de recursos minerais não metálicos;
- Fomentar o conhecimento e inovação associada ao setor extrativo.

2.6.6.2.8 | Programa Regional para as Alterações Climáticas (PRAC)

O Programa Regional para as Alterações Climáticas (PRAC) foi aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 30/2019/A, de 28 de novembro. O PRAC visa operacionalizar a implementação da Estratégia Regional para as Alterações Climáticas, atendendo aos seguintes objetivos estratégicos:

- Estabelecer cenários e projeções climáticas para os Açores nos horizontes de curto (2010 -2039), médio (2040 -2069) e longo prazo (2070 -2099);
- Estimar as emissões regionais de Gases com Efeito de Estufa (GEE), avaliando o contributo regional para a emissão de GEE, quer a nível sectorial, quer ainda em comparação com o contexto nacional;
- Definir e programar medidas e ações, de aplicação sectorial, para a redução das emissões de gases com efeito de estufa, estimando o seu potencial de redução;
- Definir e programar medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas para os diversos setores estratégicos;
- Proceder à avaliação e análise do custo-eficácia das medidas e ações propostas e definir as responsabilidades sectoriais para a respetiva aplicação;
- Identificar mecanismos de financiamento para as medidas definidas;
- Definir um programa de monitorização e controlo da sua implementação.

No PRAC, são identificados os principais impactos das alterações climáticas sobre o setor dos recursos hídricos a nível mundial (Quadro 2.6.2)

Quadro 2.6.2 | Principais impactes das alterações climáticas sobre o setor dos recursos hídricos a nível mundial

Fenómenos	Impactes
Eventos de precipitação extrema	• Inundações; • Efeitos negativos na qualidade nas águas de superfície e subterrâneas devido ao transbordo dos esgotos; • Contaminação dos sistemas de abastecimento de água; • A escassez de água pode ser aliviada.
Aumento da variabilidade da precipitação, incluindo aumento das secas	• Alterações no regime de escoamento; • Alargamento do stress hídrico; • Aumento da poluição da água devido à diminuição da dissolução de sedimentos, nutrientes, carbono orgânico dissolvido, patógenos, pesticidas e sais, assim como poluição térmica; • Salinização dos aquíferos costeiros.
Aumento da temperatura	• Aumento da temperatura das águas; • Aumento da evaporação; • Antecipação do degelo; • Degelo dos glaciares; • Prolongamento do período de estratificação dos lagos com o decréscimo da concentração de nutrientes nas camadas superficiais e prolongamento da depleção de oxigénio nas camadas profundas; • Aumento do crescimento das algas, reduzindo os níveis de oxigénio na água o que pode conduzir à sua eutrofização e perda de peixes; • Alteração do padrão de mistura e da capacidade de autodepuração.

Fonte: UNECE (2009) (adaptado de PRAC)

Assim, tendo em consideração os impactos enunciados, o PRAC identificou os objetivos de adaptação às alterações Climáticas para o setor dos recursos hídricos na RAA apresentados no Quadro 2.6.3.

Quadro 2.6.3 | Objetivos de adaptação às alterações climáticas para o setor dos recursos hídricos na Região Autónoma dos Açores

Sistemas	Objetivos
Águas superficiais	• Proteger as massas de águas superficiais (interiores e costeiras) no que respeita à sua qualidade, para garantir a respetiva conservação e melhoria; • Assegurar o fornecimento em quantidade suficiente de água de origem superficial de boa qualidade, conforme necessário para uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa da água; • Promover o consumo sustentável dos recursos hídricos, assegurando uma gestão eficaz e eficiente da oferta e da procura desses recursos.
Águas subterrâneas	• Proteger as massas de águas subterrâneas no que respeita à sua qualidade, para garantir a respetiva conservação e melhoria; • Assegurar o fornecimento em quantidade suficiente de água de origem subterrânea de boa qualidade, conforme necessário para uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa da água; • Garantir a proteção das origens de água e dos ecossistemas associados; • Melhorar a gestão da água subterrânea com vista à mitigação da sua salinização resultante do avanço da interface água doce-água salgada.
Transversal (Águas superficiais e Águas subterrâneas)	• Promover o conhecimento e investigação sobre os recursos hídricos, proporcionando o aprofundamento do conhecimento técnico e científico; • Implementar e otimizar a rede de monitorização, de forma a construir um sistema de informação e vigilância relativo ao estado e utilizações do domínio hídrico; • Mitigar os efeitos das inundações e das secas; • Promover a articulação e a cooperação entre a administração central, regional e local e também com instituições da sociedade civil com competências na gestão dos recursos hídricos.

Fonte: adaptado de PRAC

E assim, para alcance dos objetivos, o PRAC estabelece um conjunto de medidas de adaptação às alterações climáticas (Quadro 2.6.4).

Quadro 2.6.4 | Medidas de adaptação às alterações climáticas para o setor dos recursos hídricos na Região Autónoma dos Açores

Medidas de Adaptação	Sistema	Área Temática	Fonte
Controlo de captações em massas de água superficiais para consumo público	Águas superficiais	Quantidade	PGRH
Controlo, fiscalização e regulação das pressões associadas à utilização consumptiva e não consumptiva de recursos hídricos	Águas superficiais e subterrâneas	Quantidade	PGRH
Implementação de sistema de monitorização das perdas de águas dos sistemas públicos de abastecimento de água para consumo humano	Águas superficiais e subterrâneas	Quantidade	PGRH
Definição do regime a aplicar na RAA para as Zonas de Máxima Infiltração, no âmbito de adaptação da RE à Região, nomeadamente no que respeita à categoria “Áreas estratégicas de proteção e recarga de aquíferos”	Águas subterrâneas	Quantidade e Qualidade	PGRH
Criação de reservatórios para armazenamento de água para garantir disponibilidade de água sem sobrecarga dos recursos naturais em períodos de escassez	Águas superficiais e subterrâneas	Quantidade	PRAC
Redução e controlo dos impactos da poluição difusa em massas de água superficiais interiores	Águas superficiais	Qualidade	PGRH

Medidas de Adaptação	Sistema	Área Temática	Fonte
Promoção da aplicação das medidas de carácter agroambiental	Águas superficiais	Qualidade	PGRH
Redução e controlo de focos de poluição pontual em massas de água superficiais	Águas superficiais	Qualidade	PGRH
Monitorização da utilização de adubos químicos e orgânicos em zonas vulneráveis	Águas superficiais	Qualidade	PGRH
Reforço e recuperação da vegetação ripícola	Águas superficiais	Qualidade	PGRH/PRAC
Controlo de espécies exóticas	Águas superficiais	Qualidade	PRAC
Delimitação do Domínio Público Hídrico	Águas superficiais e subterrâneas	Quantidade	PGRH
Alargamento da rede de monitorização automática do nível das massas de água superficiais a toda a RH9	Águas superficiais	Quantidade	PRAC
Criar rede de monitorização automática da temperatura das lagoas monitorizadas no âmbito da DQA	Águas superficiais	Qualidade	PRAC
Conceção e instalação de uma rede de monitorização automática quantitativa das massas de água subterrâneas na RH9	Águas subterrâneas	Quantidade	PGRH
Otimização da rede de monitorização de vigilância das massas de água interiores na RH9	Águas superficiais e subterrâneas	Quantidade e Qualidade	PGRH
Programa de monitorização de investigação para massas de água superficiais	Águas superficiais	Qualidade	PGRH
Elaboração de um plano de gestão de secas e escassez considerando os cenários de alterações climáticas	Águas superficiais e subterrâneas	Quantidade	PGRH/PRAC
Sensibilização/educação e formação sobre recursos hídricos	Águas superficiais e subterrâneas	Quantidade e Qualidade	PGRH
Requalificar os sistemas de abastecimento de água e saneamento de águas residuais urbanas e assegurar a proteção da integridade infraestrutural e sua operacionalidade em situações de ocorrência de eventos extremos.	Águas superficiais e subterrâneas	Qualidade	PRAC
Implementar de sistemas de informação e apoio à decisão e capacitação dos recursos humanos envolvidos na gestão dos sistemas	Águas superficiais e subterrâneas	Qualidade	PGRH

É de salientar que 14 das 21 medidas do PRAC identificam como fonte da medida o PGRH-Açores 2016-2021 (e duas medidas PGRH/PRAC).

2.6.3.2.8 | Plano Diretor Municipal da Calheta (PDM Calheta)

O PDM Calheta, aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 23/2006/A, de 6 julho, suspenso parcialmente pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 8/2010/A de 7 de abril, e alterado pelo Aviso n.º 12551/2013, de 10 de outubro, desenvolve as suas propostas segundo três domínios programáticos: programas de ordenamento e desenvolvimento, programas de redes estruturantes e programas institucionais. Constituem como objetivos específicos do PDM Calheta com maior relevância para a gestão dos recursos hídricos os seguintes objetivos:

- Preservar e valorizar o património natural do concelho;
- Promover o ordenamento agro-florestal;
- Garantir e melhorar o abastecimento de água;
- Melhorar as condições de vida urbana no concelho.

No âmbito do planeamento e gestão dos recursos hídricos destacam-se as seguintes grandes linhas de intervenção:

- Utilização racional dos recursos naturais – controlo da qualidade da água e fontes de poluição e limpeza das linhas de água;
- Proteção e valorização do património paisagístico – elaboração de planos de ordenamento para áreas protegidas e orla costeira, bem como a divulgação do património natural e paisagístico;
- Atividades piscatórias e náuticas – promover o apoio a estas atividades;
- Infraestruturas primárias – promover a elaboração dos projetos e obras decorrentes do plano geral de abastecimento de água ao concelho;
- Abastecimento de água à agropecuária;
- Sistemas de drenagem de águas pluviais – construção de redes de integração dos locais passíveis de inundações em períodos de pluviosidade intensa.

Está atualmente em curso o processo de revisão deste PDM.

2.6.3.2.9 | Plano Diretor Municipal das Velas (PDM Velas)

O PDM Velas, aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 7/2005/A, de 23 de março, e alterado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 22/2005/A, de 12 de outubro, desenvolve, genericamente, as mesmas propostas para a gestão dos recursos hídricos, pelo que a análise é idêntica à do PDM Calheta. Contudo, destaca, adicionalmente, a realização de um inventário das reservas hídricas subterrâneas e, relativamente às infraestruturas, propõe a implementação de sistemas de drenagem de águas pluviais e de águas residuais domésticas, incluindo o respetivo tratamento.

Está atualmente em curso o processo de revisão deste PDM.

2.6.3.3 | Síntese conclusiva

O Quadro 2.6.5 resume as principais estratégias e/ou intervenções previstas nos IGT analisados relativamente ao planeamento e gestão dos recursos hídricos na ilha de São Jorge.

Quadro 2.6.5 | Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial – Ilha de São Jorge

Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial – Ilha de São Jorge	
PROTA	Instrumentos de Desenvolvimento Territorial Estratégias/intervenções - 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 ETAR.
POTRAA	Programas Setoriais Estratégias/intervenções

	- Proteger, preservar e valorizar os recursos naturais; - Atribuir prioridade à elaboração de POBHL; - Articular os IGT com o desenvolvimento turístico da Região.
PSRN2000	Programas Setoriais Estratégias/intervenções - Aplicar o código de boas práticas agrícolas e incentivar a extensificação agropecuária; - Reconverter as pastagens e interditar o pastoreio nas áreas envolventes das lagoas e turfeiras; - Dar prioridade à elaboração de POBHL; - Controlar a dispersão de efluentes pecuários e resultantes das silagens; - Melhorar a gestão dos resíduos sólidos e controlar a deposição clandestina; - Garantir a articulação do PSRN200 com POTRAA.
PRA	Programas Setoriais Estratégias/intervenções (em processo de alteração)
POOC São Jorge	Planos Especiais de Ordenamento do Território Estratégias/intervenções - Proceder à limpeza de linhas de água e leitos de cheia; - Definição dos perímetros de proteção das origens da água; - Concretizar as opções previstas no PRA, relativas à proteção de recursos naturais, implementação de sistemas de tratamento de águas residuais; - Monitorização da qualidade da água; - Monitorizar o domínio hídrico marítimo e ZB.
PEPGRA	Programas Setoriais Estratégias/intervenções - Promover a aplicação do princípio da hierarquia de gestão de resíduos, nos vários setores económicos e de prestação de serviços na Região, com vista ao cumprimento dos objetivos e das metas de gestão vigentes; - Completar e melhorar a rede integrada de instalações de armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, tendo em conta as melhores técnicas disponíveis com custos economicamente sustentáveis; - Resolver o passivo ambiental, encerrar e qualificar os locais de deposição ilícita de resíduos.
PAE	Programas Setoriais Estratégias/intervenções - Compatibilização da atividade de exploração de recursos minerais não metálicos com a valorização dos valores ambientais e paisagísticos e com o desenvolvimento socioeconómico.
PRAC	Programas Setoriais Estratégias/intervenções - Estabelecer cenários e projeções climáticas para os Açores nos horizontes de curto (2010 -2039), médio (2040 -2069) e longo prazo (2070 -2099); - Estimar as emissões regionais de Gases com Efeito de Estufa (GEE), avaliando o contributo regional para a emissão de GEE, quer a nível sectorial, quer ainda em comparação com o contexto nacional; - Definir e programar medidas e ações, de aplicação sectorial, para a redução das emissões de gases com efeito de estufa, estimando o seu potencial de redução;

	- Definir e programar medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas para os diversos setores estratégicos.
PDM Calheta e Velas	Planos Municipais de Ordenamento do Território Estratégias/intervenções - Controlar a qualidade da água, as fontes de poluição e a limpeza das ribeiras; - Implementar as infraestruturas de abastecimento de água e sistema de tratamento e drenagem de águas residuais; - Minimizar os riscos de cheias e inundações.

O PRAC identifica que diversas medidas de adaptação do setor assentam na concretização dos objetivos e das ações/projetos já inscritos em diversos instrumentos de gestão e planeamento com incidência no setor dos recursos hídricos, no qual o PGRH é responsável por 14. Outro importante referencial é, sem dúvida, o POOC São Jorge, cuja natureza, âmbito, objetivos e programa de medidas contribui significativa e decisivamente para o bom estado das massas de água, quer subterrâneas, quer superficiais.

Relativamente aos PDM da ilha de São Jorge, estes apontam medidas para melhoria das infraestruturas de abastecimento público e sistemas de tratamento e drenagem de águas residuais, bem como a monitorização da qualidade da água para consumo e ainda a proteção das origens de água. Além disso propõem medidas para a minimizar os riscos de cheias e inundações.

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

2.7.1 | Consumos de água por tipologia de uso

2.7.1.1 | Urbano

De acordo com a informação de base disponibilizada através de inquérito foi possível quantificar os consumos de referência para o setor urbano, nomeadamente, para o setor doméstico e comércio e serviços. Segundo os mais recentes dados disponibilizados para o ano de 2018, a ilha de São Jorge consome 458 mil m³ de água nas atividades domésticas e 90,3 mil m³ por ano de água nas atividades de comércio e serviços, totalizando um consumo aproximado de 574,4 mil m³ de água para o setor urbano. Entre o Quadro 2.7.1 e Quadro 2.7.3 é possível observar os consumos de água registados por ilha e concelho para os principais usos consumptivos afetos ao setor urbano.

Quadro 2.7.1 | Consumo de água da rede pública nas atividades domésticas da ilha de São Jorge

Território	Consumo de água (m ³ /ano)							
	Doméstico							
	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2018
São	700 194	819 572	793 098	778 074	1 123 567	532 549	n.d.	458 100
Calheta	150 201	252 116	196 121	191 423	164 414	164 414	n.d.	179 681
Velas	549 993	567 456	596 977	586 651	959 153	368 135	n.d.	278 419

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

Fonte: Dados relativos a 2018 provenientes de inquérito disponibilizado pelas entidades gestoras do serviço público de abastecimento de água.

Quadro 2.7.2 | Consumo de água da rede pública para as atividades de comércio e serviços da ilha de São Jorge

Consumo de água (m ³ /ano)								
Comércio e Serviços								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2018
São Jorge	24 711	31 969	50 940	49 865	n.d.	n.d.	n.d.	90 347
Calheta	16 560	22 776	16 219	13 399	n.d.	n.d.	n.d.	9 397
Velas	8 151	9 193	34 721	36 466	n.d.	22 883	n.d.	80 950

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

Legenda: n.d. – não disponível

Fonte: Dados relativos a 2018 provenientes de inquérito disponibilizado pelas entidades gestoras do serviço público de abastecimento de água.

Quadro 2.7.3 | Consumo de água da rede pública para o setor urbano da ilha de São Jorge

Consumo de água (m ³ /ano)								
Urbano ¹								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	
São Jorge	724 905	851 541	844 038	827 939	1 123 567	n.d.	n.d.	574 392
Calheta	166 761	274 892	212 340	204 822	164 414	n.d.	n.d.	189 078
Velas	558 144	576 649	631 698	623 117	959 153	391 018	n.d.	359 369

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

Legenda: n.d. – não disponível

Fonte: Dados relativos a 2018 provenientes de inquérito disponibilizado pelas entidades gestoras do serviço público de abastecimento de água.

2.7.1.2 | Turismo

Dada a desagregação do sistema tarifário não foi possível obter informação relativamente ao consumo de água pelas atividades turísticas, prevendo-se que estes consumos estejam dispersos e pelas tarifas de consumo “Urbano”, “Público” ou “Outros” (p.e. navegação).

2.7.1.3 | Agricultura e Pecuária

Tendo em consideração as referências bibliográficas disponíveis, observa-se um consumo de água proveniente da rede pública de aproximadamente 15,4 mil m³ por ano pelas atividades agrícolas e pecuária na ilha de São Jorge, demonstrando uma manutenção reativa dos consumos deste setor face aos últimos registos disponíveis (Quadro 2.7.4).

Quadro 2.7.4 | Consumo de água da rede pública na agricultura e pecuária da ilha de São Jorge

Consumo de água (m ³ /ano)								
Agricultura e Pecuária								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009	2018

² Contempla atividades domésticas e de comércio e serviços.

Consumo de água (m ³ /ano)								
Agricultura e Pecuária								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009	2018
São Jorge	n.d.	n.d.	16 188	13 113	n.d.	n.d.	n.d.	15 429
Calheta	n.d.	n.d.	5 057	866	n.d.	n.d.	n.d.	1 128
Velas	3 284	3 733	11 131	12 247	n.d.	7 685	n.d.	14 301

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

2.7.1.4 | Indústria

De acordo com a informação disponível, o setor industrial é responsável pelo consumo anual de 39 mil m³ de água para o município da Calheta na ilha de São Jorge, desconhecendo-se o consumo industrial no concelho de Velas (Quadro 2.7.5). Neste sentido, estima-se que o consumo total do setor na ilha seja superior ao registado.

Quadro 2.7.5 | Consumo total de água na indústria da ilha de São Jorge

Consumo de água (m ³ /ano)								
Indústria								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	
São Jorge	32 679	48 804	44 509	56 361	n.d.	n.d.	n.d.	39 054
Calheta	26 112	41 339	22 247	31 867	n.d.	n.d.	n.d.	39 054
Velas	6 567	7 465	22 262	24 494	n.d.	15 370	n.d.	n.d.

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

Fonte: Dados relativos a 2018 provenientes de inquérito disponibilizado pelas entidades gestoras do serviço público de abastecimento de água.

2.7.1.5 | Produção de Energia

De acordo com a informação disponível, o setor electroprodutor de energia na ilha de São Jorge é responsável pelo consumo anual de água 723 m³ (Quadro 2.7.6), proveniente da atividade de produção termoelétrica presente na ilha.

O consumo de água na atividade de produção termoelétrica de energia surge para efeitos de refrigeração dos motores, sendo realizado em circuito fechado, subsistindo uma produção residual de vapor de água que é perdido do sistema fechado e periodicamente reposto. O consumo de água também se refere a utilizações várias em oficinas, e usos equivalentes a domésticos realizados na central como, por exemplo, atividades de lavagens, sanitários e rega.

Quadro 2.7.6 | Consumo total de água no setor de produção de energia na ilha de São Jorge

Consumo de água (m ³ /ano)								
Produção de Energia								
Território / Tipologia	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2018	
São Jorge	400	400	400	400	400	400	723	
Termoelétrica	400	400	400	400	400	400	723	
Geotérmica	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Hidroelétrica	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	

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

Fonte: Dados provenientes do inquérito disponibilizado pela Electricidade dos Açores, S.A. (EDA).

2.7.1.6 | Outros Usos

Na ilha de São Jorge foram ainda contabilizados consumos na ordem dos 20 m³ de água por ano destinado a usos administrativos ou públicos, e 40 mil m³ de água por ano em obras e outras ligações provisórias, ou consumos não especificados. Não foi possível obter informação atualizada para as atividades aeroportuárias. As unidades portuárias existentes na ilha de São Jorge consomem cerca de 2 557 m³ de água por ano proveniente da rede pública de abastecimento (Quadro 2.7.7). Devido à ausência de informação disponível, não foi possível referenciar os consumo de água em marinas ou portinhos existentes, bem como nas instalações aeroportuárias, pelo que estes valores devem ser considerados conservativos. A globalidade dos outros usos totaliza cerca de 62,5 mil m³ de água consumidos na ilha de São Jorge.

Quadro 2.7.7 | Consumo total de água em outros usos existentes na ilha de São Jorge

Consumo de água (m ³ /ano)			
Outros Usos			
Ilha / Concelho	Atividade	Consumos	Ano de Referência
São Jorge	Público	20 041	2018
Calheta		n.d.	
Velas		20 041	
São Jorge	Outros	39 982	
Calheta		15 145	
Velas		24 837	
São Jorge	Aeroportuária	n.d.	2008
São Jorge	Portuária	2 557	2019
São Jorge	Total	62 580	-

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

Legenda: n.d. – não disponível

Fonte: Dados provenientes de inquérito às entidades gestoras e inquérito disponibilizado pelas Administrações dos Portos.

Tendo em consideração os consumos de água por tipologia analisados neste capítulo, é apresentada uma síntese dos valores de referência relativamente aos consumos de água por tipologia de uso para a ilha de São Jorge (Quadro 2.7.8).

Quadro 2.7.8 | Consumo de água por tipologia de uso na ilha de São Jorge

Consumo de água (m ³ /ano)	
Total por tipologia de uso	
Tipologia de Uso	São Jorge
Urbano ²	574 392
Turismo	n.d.
Agricultura + Pecuária	15 429
Indústria	39 054
Produção de Energia	723
Outros usos	62 580

² Considerando os setores doméstico e comércio e serviços.

Consumo de água (m³/ano)	
Total por tipologia de uso	
Tipologia de Uso	São Jorge
Total – Ilha	692 178

Legenda: n.d. – não disponível

Foram ainda disponibilizados pela ERSARA valores absolutos de água faturada dos sistemas públicos de distribuição em cada concelho da ilha de São Jorge, sendo igualmente um bom indicador para aferição dos consumos de água de referência (Quadro 2.7.9). Verifica-se que a ilha de São Jorge consumiu em 2018 cerca de 639 mil m³ de água proveniente das redes públicas de abastecimento, sendo bastante superior ao consumo registado em 2013.

Quadro 2.7.9 | Água pública faturada entre 2006 e 2018 na ilha de São Jorge

Água pública faturada (m³/ano)								
Território	Total							
	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2018
São Jorge	659 618	625 360	631 670	644 753	414 111	393 606	370 123	639 442
Calheta	255 290	249 222	245 490	244 969	17 730	17 076	0	244 405
Velas	404 328	376 138	386 180	399 784	396 381	376 530	370 123	395 037

2.7.2 | Necessidades de água por tipologia de uso

2.7.2.1 | Urbano

O cálculo da estimativa das necessidades de água no setor urbano teve como base as capitações apresentadas de seguida (Quadro 2.7.10). Optou-se por considerar exclusivamente as capitações da tipologia rural para efeitos de cálculo das necessidades hídricas dos concelhos abrangidos dado que não se detetaram diferenças significativas no padrão de consumo. Os resultados obtidos (Quadro 2.7.10) 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. À semelhança do último exercício efetuado no PGRH 2º ciclo assume-se, para efeitos de cálculo uma taxa de perdas de água na rede de abastecimento de 35%, considerando-se uma taxa bastante próxima da taxa média de perdas de água aferida pelo PRA 2019 para a totalidade dos sistemas existentes na Região (40%). Deste modo, verifica-se que a ilha de São Jorge apresenta necessidades hídricas totais para o setor urbano de aproximadamente 550 mil m³ para o ano de referência de 2019 (Quadro 2.7.11).

Quadro 2.7.10 | Captações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano

Captações de Necessidades Hídricas (l/hab/dia)	
Urbano	
Tipologia de território	Residentes
Rural	130
Semi-Urbano	150
Urbano	170

Quadro 2.7.11 | Necessidades totais de água para uso urbano na ilha de São Jorge

Necessidades de água (m³/ano)										
Urbano ³										
Território	2002	2004	2005	2006	2007	2009	2011	2013	2018	2019
São Jorge	609 956	612 198	610 020	608 802	608 034	605 215	587 471	562 233	534 368	550 455
Calheta	254 693	254 436	251 874	250 209	248 415	245 276	241 689	220 358	205 304	215 714
Velas	355 263	357 761	358 145	358 594	359 619	359 939	345 782	341 875	329 063	334 740

2.7.2.2 | Turismo

O cálculo da estimativa das necessidades de água no setor turismo teve como base as capitações apresentadas de seguida (Quadro 2.7.12). Optou-se por considerar exclusivamente as capitações da tipologia rural para efeitos de cálculo das necessidades hídricas dos concelhos abrangidos dado que não se detetaram diferenças significativas no padrão de consumo. Os resultados obtidos são relativos à população flutuante, considerando-se que se traduz em necessidades turísticas afetas à hotelaria. Assume-se, para efeitos de cálculo uma taxa de perdas de água na rede de abastecimento de 35%. Deste modo, verifica-se que a ilha de São Jorge apresenta necessidades hídricas totais para o setor do turismo na ordem dos 53 mil m³ para o ano de referência de 2019 (Quadro 2.7.13).

Quadro 2.7.12 | 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 2.7.13 | Necessidades de água para uso turístico (hotelaria) na ilha de São Jorge

Necessidades de água (m³/ano)										
Turismo										
Território	2002	2004	2005	2006	2007	2009	2011	2013	2018	2019
São Jorge	42 173	42 280	42 135	42 038	41 973	41 779	67 227	43 286	52 528	52 832
Calheta	16 304	16 287	16 123	16 017	15 902	15 701	17 414	17 641	23 654	25 715
Velas	25 870	25 993	26 012	26 021	26 072	26 078	49 813	25 646	28 877	26 905

2.7.2.3 | Agricultura e Pecuária

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

As necessidades hídricas afetas à produção pecuária foram estimadas com base em capitações por cabeça normal para cada tipo de cabeça, de acordo com os coeficientes apresentados de seguida (Quadro 2.7.14). Apenas se consideram representativos os efetivos pecuários bovinos e suínos.

³ Considerando apenas o setor doméstico.

De acordo com os dados de efetivo pecuário provenientes do IROA, estima-se que as atividades de produção pecuária realizadas na ilha de São Jorge necessitem de cerca de 529 mil m³ de água por ano para satisfazer as necessidades hídricas do efetivo pecuário cadastrado no ano de referência de 2019, registando-se um acréscimo das necessidades hídricas face ao último exercício de planeamento (2º ciclo) (Quadro 2.7.15).

Quadro 2.7.14 | Necessidades hídricas específicas por tipo de cabeça

Necessidades Hídricas Específicas Pecuária	
Tipo de Cabeça	NHE (m ³ /CN/ano)
Bovinos (carne)	14,60
Bovinos (leite)	36,50
Suínos	7,40

Fonte: IROA e PNA.

Quadro 2.7.15 | Necessidades de água para uso pecuário na ilha de São Jorge

Necessidades de água (m ³ /ano) Pecuária				
Território	1999	2009	2013	2019
São Jorge	369 271	385 107	399 555	529 101
Calheta	183 845	194 113	201 476	300 741
Velas	185 425	190 994	198 079	228 360

2.7.2.4 | Indústria

As necessidades de água associadas ao uso industrial foram aferidas tendo em consideração a informação mais recente relativa ao valor acrescentado bruto (VAB) e pessoal ao serviço para os principais setores de atividades (CAE-Rev.3) da indústria transformadora disponível nas estatísticas oficiais, e as capitações específicas determinadas para cada uma das ilhas no 2º ciclo do PGRH. Estas tinham sido aferidas através do 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, estima-se que a ilha de São Jorge necessite de cerca de 16 mil m³ de água por ano para satisfazer as necessidades hídricas das atividades de indústria transformadora existentes no ano de referência de 2019 (Quadro 2.7.16). Relativamente às necessidades de água para a indústria extrativa, de acordo com a informação recolhida por inquérito junto da DRAIC, a atividade de desmonte de massas minerais não pressupõe um uso significativo de água, pelo que não será contabilizada para efeitos de balanço hídrico.

Quadro 2.7.16 | Necessidades de água para a indústria transformadora na ilha de São Jorge

Necessidades de água (m ³ /ano) Indústria transformadora									
Território	2004	2005	2007	2008	2009	2011	2013	2018	2019
São Jorge	100 572	116 580	129 456	108 228	163 908	97 788	98 484	15 970	15 940
Calheta	59 160	74 124	85 260	69 600	105 407	69 252	69 745	13 025	13 001

2.7.2.5 | Produção de Energia

As necessidades de água associadas à produção de energia termoelétrica são consideradas equivalentes aos consumos de água registados.

No Quadro 2.7.17 são apresentadas as necessidades hídricas relativas ao setor electroprodutor de energia na ilha de São Jorge. Verifica-se que para a produção de energia termoelétrica são necessários cerca de 400 m³ de água por ano.

Quadro 2.7.17 | Necessidades de água na produção de energia na ilha de São Jorge

Necessidades de água (m ³ /ano)							
Produção de Energia							
Território /	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2019
São Jorge	400	400	400	400	400	400	723 ^(*)
Termoelétrica	400	400	400	400	400	400	723 ^(*)
Geotérmica	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Hidroelétrica	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Nota: Ausência de dados para 2019 relativo à termoelétrica e geotérmica, pelo que se assumiu constantes até 2019. Para a hidroelétrica considerou-se os valores de caudais turbinados reais e existentes para 2019.

Legenda: n.a. – não aplicável.

2.7.2.6 | Outros Usos

Dada a ausência de informação de base não foi possível efetuar o cálculo das necessidades hídricas da atividade aeroportuária, uso público ou outros usos provisórios. Assim, estima-se que a atividade portuária existente na ilha de São Jorge necessite de 2 557 m³ de água por ano.

Tendo em consideração as estimativas aferidas ao longo deste capítulo, é apresentada uma síntese das necessidades hídricas totais por tipologia de uso para a ilha de São Jorge (Quadro 2.7.18). Segundo os resultados obtidos, a ilha de São Jorge necessita de aproximadamente 1,15 milhões de m³ de água para satisfazer as suas atividades consumptivas⁴.

Quadro 2.7.18 | Necessidades hídricas totais por ilha e tipologia de uso na ilha de São Jorge

Necessidades Hídricas (m ³ /ano)	
Total	
Tipologia de Uso	São Jorge
Urbano ⁵	550 455
Turismo	52 832
Pecuária	529 101
Indústria	15 940
Produção de Energia	723
Outros usos	2 557
Total (m³)	1 151 608
Total RH9 (%)	4,1%

⁴ Todas as atividades representadas com exceção da produção de energia hidroelétrica.

⁵ Considerando apenas o setor doméstico.

2.7.3 | Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades

De acordo com os resultados estimados, a ilha de São Jorge apresenta umas necessidades hídricas totais na ordem dos 1,15 milhões de m³ 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 103,5 milhões de m³ por ano e aproximadamente 110,9 milhões de m³ por ano de água disponível a partir de recursos subterrâneos exploráveis. Em resultado, e dado que os volumes de água captados são provenientes exclusivamente de origens subterrâneas, estima-se um balanço hídrico subterrâneo bastante positivo (1%), já que as necessidades hídricas se mostram praticamente insignificantes face às disponibilidades hídricas totais existentes (Quadro 2.7.19). As necessidades hídricas afetas aos usos consumptivos representam em média 1% das disponibilidades hídricas subterrâneas exploráveis.

Quadro 2.7.19 | Balanço hídrico para a ilha de São Jorge

Balanço Hídrico (m ³)		
Parâmetro	Tipologia	São Jorge
Necessidades hídricas	Urbano ⁶	550 455
	Turismo	52 832
	Agricultura + Pecuária	529 101
	Indústria	15 940
	Produção de Energia	723
	Outros usos	2 557
	Total	1 151 608
Disponibilidades hídricas	Superficiais	103 468 472
	Subterrâneas	110 990 000
	Total	214 458 472
BALANÇO HÍDRICO	Nec. / Disp. Supf.	1%
	Nec. / Disp. Subt.	1%

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

2.8.1 | Sistema de abastecimento de água

2.8.1.1 | Modelos de gestão

Os modelos de gestão e entidades gestoras presentes no município da ilha de São Jorge estão elencados no Quadro 2.8.1.

Quadro 2.8.1 | Modelos de gestão e entidades gestoras do serviço público de abastecimento de água na ilha de São Jorge

⁶ Considerando apenas setor doméstico.

Modelos de Gestão			
Abastecimento de Água			
Ilha	Município	Alta	Baixa
São Jorge	Calheta	C.M. Calheta	C.M. Calheta
	Velas	C.M. Velas	C.M. Velas

2.8.1.2 | Atendimento do serviço

Praticamente toda a população de ambos os concelhos de São Jorge encontra-se atendida por serviço público de abastecimento de água, configurando um nível de atendimento próximo dos 100%. No concelho da Calheta apresenta uma cobertura na ordem dos 98%, sendo que os aglomerados/freguesias estão cobertos a 100% os 2% referenciados reportam-se a áreas muito específicas, nomeadamente as fajãs, que ainda que sem população residente/fixa incluem tecido habitacional mas não detém sistema de abastecimento face à sua dimensão e condição geográfica. Tendencialmente será aumentado o índice de cobertura da rede de abastecimento. Importa referir que no concelho da Calheta verificou-se um decréscimo populacional muito considerável o que influenciará esse mesmo índice de cobertura.

2.8.1.3 | Origens de água e infraestruturas de captação

Os sistemas, infraestruturas e equipamentos constituintes dos serviços de abastecimento de água pública na ilha de São Jorge estão representados na Figuras 2.8.1, de acordo com a informação recolhida junto das entidades gestoras. Importa referir que a informação georreferenciada disponível pode não representar a totalidade das infraestruturas hidráulicas existentes, devido a limitações de inventário aquando do levantamento cadastral da informação de base. De forma complementar no Quadro 2.8.2 estão quantificadas as captações geridas pelas diversas entidades gestoras a operar em cada município da ilha, bem como o volume anual de água extraído.

O serviço público de abastecimento de água de Calheta é constituído por 16 zonas de abastecimento abastecidos por 44 captações, todas de origem subterrânea, não havendo registos do volume captado de água. Já o serviço público de abastecimento de água de Velas é constituído por 14 zonas de abastecimento e 19 captações, todas de origem subterrânea, totalizando um volume de 894 mil m³ de água captada.

Quadro 2.8.2 | Caracterização das captações de água pública na ilha de São Jorge

Captações de Água São Jorge				
Território	Captações superficiais (n.º)	Captações subterrâneas (n.º)	Captações totais (n.º)	Volume captado (m ³ /ano)
São Jorge	0	63	63	894 189
Calheta	0	44	44	n.d.
Velas	0	19	19	894 189

Legenda: n.d. – não disponível

Fonte: RAAQSARA 2018 (ERSARA) / PRA / Inquérito às Entidades Gestoras, 2020.

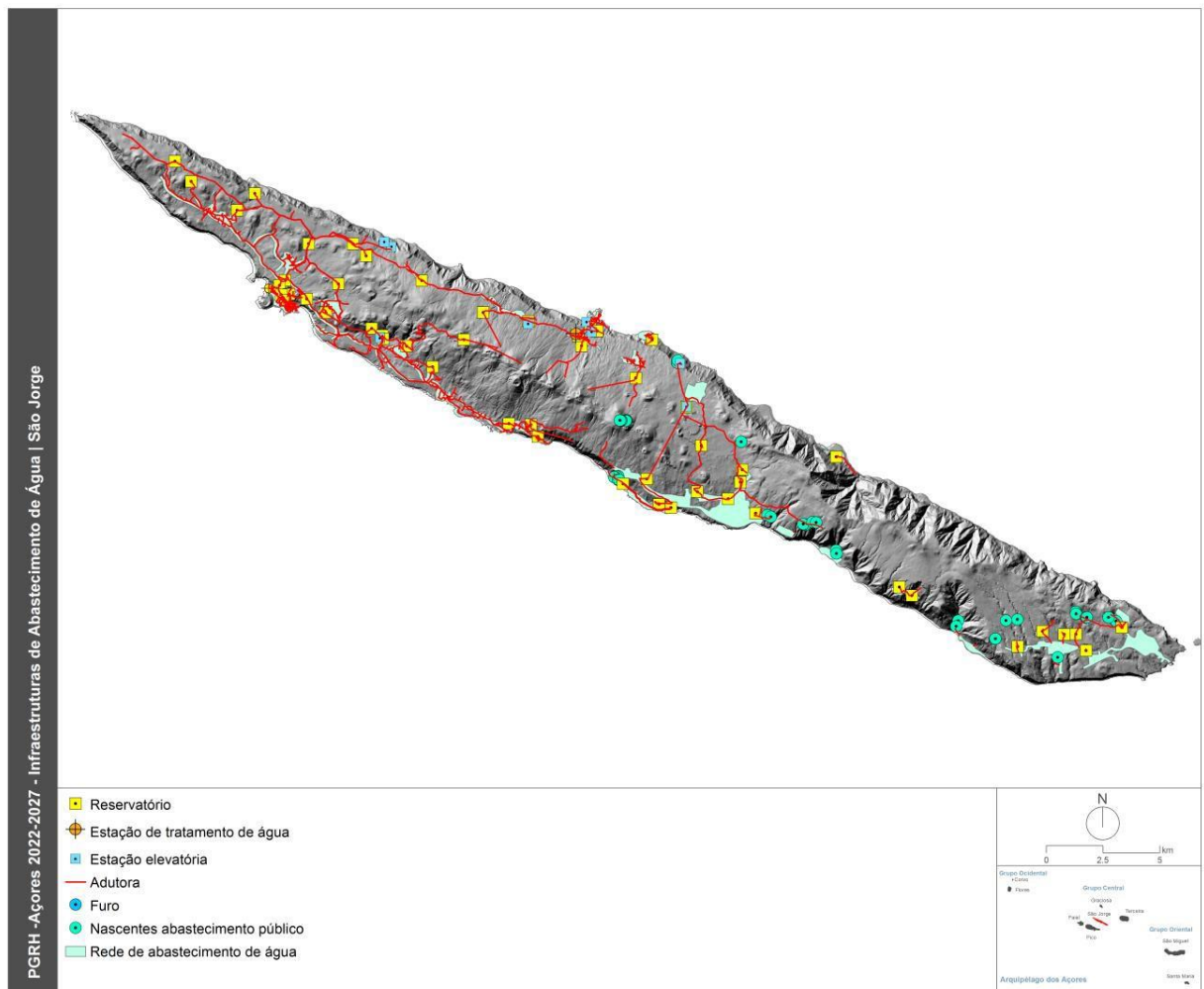


Figura 2.8.1 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos dos serviços de abastecimento de água da ilha São Jorge.

2.8.1.4 | Infraestruturas de tratamento de água

No município da Calheta existem 17 reservatórios com postos de cloragem instalados com capacidade máxima diária de tratamento de cerca de 670 m³ de água (Quadro 2.8.3). No concelho de Velas, existem 12 postos de cloragem com capacidade total diária para tratar 2 450 m³ de água.

Quadro 2.8.3 | Caracterização das infraestruturas de tratamento de água na ilha de São Jorge

Infraestruturas de Tratamento de Água			
São Jorge			
Território	PC / PCCA (n.º)	ETA (n.º)	Volume tratado (m ³ /dia – máx)
São Jorge	28	0	3 119
Calheta	17	0	670
Velas	12	0	2 450

Fonte: RAAQSARA 2018 (ERSARA) / PRA / Inquérito às Entidades Gestoras, 2020

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

No concelho de Velas, de acordo com a informação disponível, o sistema de abastecimento de água é constituído por 7 estações elevatórias e 33 reservatórios com uma capacidade de armazenamento útil total de 8 790 m³, equivalendo a 3,84 dias de capacidade de reserva (Quadro 2.8.4). O sistema que abastece o concelho da Calheta dispõe de 20 reservatórios com capacidade útil total de armazenamento de 1 980 m³ de água.

Quadro 2.8.4 | Caracterização dos equipamentos de armazenamento e transporte de água na ilha de São Jorge

Transporte, elevação, e armazenamento de água		
São Jorge		
Território	Estações Elevatórias (n.º)	Reservatórios (n.º)
São Jorge	7	53
Calheta	n.d.	20
Velas	7	33

Legenda: n.d. – não disponível.

Fonte: RAAQSARA 2018 (ERSARA) / PRA / Inquérito às Entidades Gestoras, 2020.

2.8.1.6 | Inventário de outras infraestruturas hidráulicas

Não foram inventariadas quaisquer outras infraestruturas hidráulicas na ilha de São Jorge.

Em termos de investimentos futuros, as entidades gestoras a operar na ilha de São Jorge apresentam um conjunto de intenções de reforço da capacidade de gestão e operacionalidade dos sistemas de abastecimento com vista à melhoria da qualidade do serviço prestado.

No município de Velas está previsto a execução de um projeto financiado pela ERSARA para a instalação de cerca de 300 contadores. Em 2018 a rede foi remodelada, com a criação de um novo furo e reabilitação de reservatórios, pelo que não estão previstos mais investimentos na rede de abastecimento a curto prazo.

No concelho da Calheta a entidade gestora realizou a introdução dos sistemas de desinfecção das águas, tendo -se verificado um incremento muito considerável na qualidade das águas. O Município tem um projeto a submeter a fundos comunitários, onde se prevê a implantação de perímetros de proteção nas nascentes bem como um reabilitação do todo o sistema de abastecimento em exploração permitindo assegurar melhores condições de operação, limpeza e higienização. Atualmente, os regulamentos de águas, águas residuais e gestão de resíduos, estão em fase de apreciação pública, pelo que serão os tarifários serão alvo de atualização a curto prazo.

2.8.2 | Sistema de drenagem e tratamento de águas residuais

2.8.2.1 | Modelos de gestão

Os modelos de gestão e entidades gestoras presentes no município da ilha de São Jorge estão elencados no Quadro 2.8.5.

Quadro 2.8.5 | Modelos de gestão e entidades gestoras dos serviços de drenagem e tratamento de águas residuais na ilha de São Jorge

Modelos de Gestão			
Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais			
Ilha	Município	Alta	Baixa

Modelos de Gestão			
Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais			
Ilha	Município	Alta	Baixa
São Jorge	Calheta	C.M. Calheta	C.M. Calheta
	Velas	C.M. Velas	C.M. Velas

2.8.2.2 | Atendimento do serviço

Relativamente a São Jorge, toda a população está servida por fossa séptica particular, não havendo rede pública de drenagem e tratamento de águas residuais, pelo que se assume um nível de atendimento do serviço nulo.

Quadro 2.8.6 | Níveis de atendimento do serviço público de drenagem e tratamento de águas residuais na ilha de São Jorge

Atendimento em Drenagem e Tratamento de Águas Residuais			
São Jorge			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
São Jorge	0%	0%	n.a.
Calheta	0%	0%	- Nenhum (FSP)
Velas	0%	0%	- Nenhum (FSP)

Legenda: n.a. – não aplicável.

Fonte: RAAQSARA 2018 (ERSARA) / PRA / Inquérito às Entidades Gestoras, 2020.

De acordo com o estipulado no PENSAAR 2020, o serviço de saneamento para pequenos aglomerados deverá passar pela escolha de soluções de tratamento eficientes com baixos consumos e custos, que apresentem um grau de tratamento que dependerá de critérios ambientais, e assim garantir um serviço de saneamento adequado nestas povoações para que se possam alcançar os níveis nacionais de atendimento definidos.

Segundo o Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro, que transpõe para o direito interno a Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio de 1991, relativamente ao tratamento de águas residuais urbanas, define no ponto 1 e 2 do artigo 10º as condições de obrigatoriedade para implementação e sistemas públicos de drenagem:

“1 — Sem prejuízo do disposto no número seguinte, no âmbito das suas atribuições, as entidades públicas responsáveis adoptam as medidas necessárias para garantir o pleno funcionamento de sistemas públicos de drenagem em todos os aglomerados com um equivalente de população superior a 2000.

2 — Sempre que fique demonstrado que a instalação de um sistema de drenagem não se justifica, por não trazer qualquer vantagem ambiental ou por ser excessivamente oneroso, pode a entidade licenciadora autorizar a utilização de sistemas individuais ou outros adequados que proporcionem o mesmo grau de protecção ambiental.”

Ora, na alínea y) do artigo 3º do mesmo diploma legal, define-se como tratamento apropriado:

“y) Tratamento apropriado o tratamento das águas residuais urbanas por qualquer processo e ou por qualquer sistema de eliminação que, após a descarga, permita que as águas receptoras satisfaçam os objectivos de qualidade que se lhes aplicam”;

Complementarmente, no artigo 29º do mesmo diploma legal, define-se os requisitos técnicos que os sistemas individuais de tratamento devem respeitar:

“1 — Os sistemas individuais de tratamento e descarga de águas residuais urbanas a que se refere a alínea b) do n.º 1 do artigo 20.º do presente diploma devem ser capazes de tratar as águas a um nível que satisfaça os requisitos constantes do quadro n.º 1 do anexo I do presente diploma no ponto de afluência às águas receptoras.

2 — Sem prejuízo do disposto no número seguinte, a rejeição das águas residuais dos sistemas individuais apenas pode ser feita para o subsolo e após tratamento em tanque séptico ou tecnologia que produza resultado similar.

3 — Quando integrada num sistema de tratamento por lagunagem, tanque de macrófitas ou tecnologia similar que garanta uma eficiência de tratamento igual ou superior a um tratamento secundário, a entidade licenciadora pode autorizar a rejeição para o solo de águas residuais urbanas tratadas num sistema individual desde que fique demonstrada a eficácia técnica e valia ambiental da solução.”

Deste diploma legal infere-se portanto que nos pequenos aglomerados com menos de 2000 habitantes e cujas descargas se efetuem em águas doces e estuários, é possível obter tratamento adequado das águas residuais produzidas através de sistemas individuais de tratamento que cumpram os requisitos de tratamento e descarga estipulados no anexo I do Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro, não havendo obrigatoriedade legal de implementar ligações a redes públicas de drenagem e estações de tratamento nestes aglomerados de baixa densidade populacional.

De acordo com o INE, em 2011 existiam nos Açores cerca de 23 lugares com 2000 ou mais habitantes, representando 47% da população, estando esta população sujeita à obrigatoriedade de ligação à rede pública de drenagem. Os restantes 53% da população residente em lugares com menos de 2000 habitantes poderão adotar sistemas de tratamento individuais ou centralizados, que cumpram os requisitos de descarga estipulados por lei.

Dada a antiguidade dos dados de base da BGRI e das campanhas do do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR), bem como a ausência de um cadastro pormenorizado da cobertura das redes de saneamento e respetiva população servida por ilha e tipologia de lugar ou aglomerado, torna -se inexequível a realização de uma estimativa da população sujeita a tratamento apropriado nos pequenos aglomerados com menos de 2000 habitantes, devendo ser definidas medidas de planeamento que permitam a sua aferição futura.

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

Os sistemas, infraestruturas e equipamentos constituintes dos serviços de drenagem e tratamento de águas residuais na ilha de São Jorge estão representados na Figura 2.8.2, de acordo com a informação recolhida junto das entidades gestoras. De forma complementar Tal como se observa no Quadro 2.8.7 não existem infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais a operar na ilha de São Jorge.

Quadro 2.8.7 | Infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais na ilha de São Jorge

Infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais
São Jorge

Território	Estações elevatórias (n.º)	Pontos de Rejeição (n.º)		
		Solo	Linha de Água	Mar
São Jorge	0	0	0	0
Calheta	0	0	0	0
Velas	0	0	0	0

Fonte: RAAQSARA 2018 (ERSARA) / PRA / Inquérito às Entidades Gestoras, 2020.

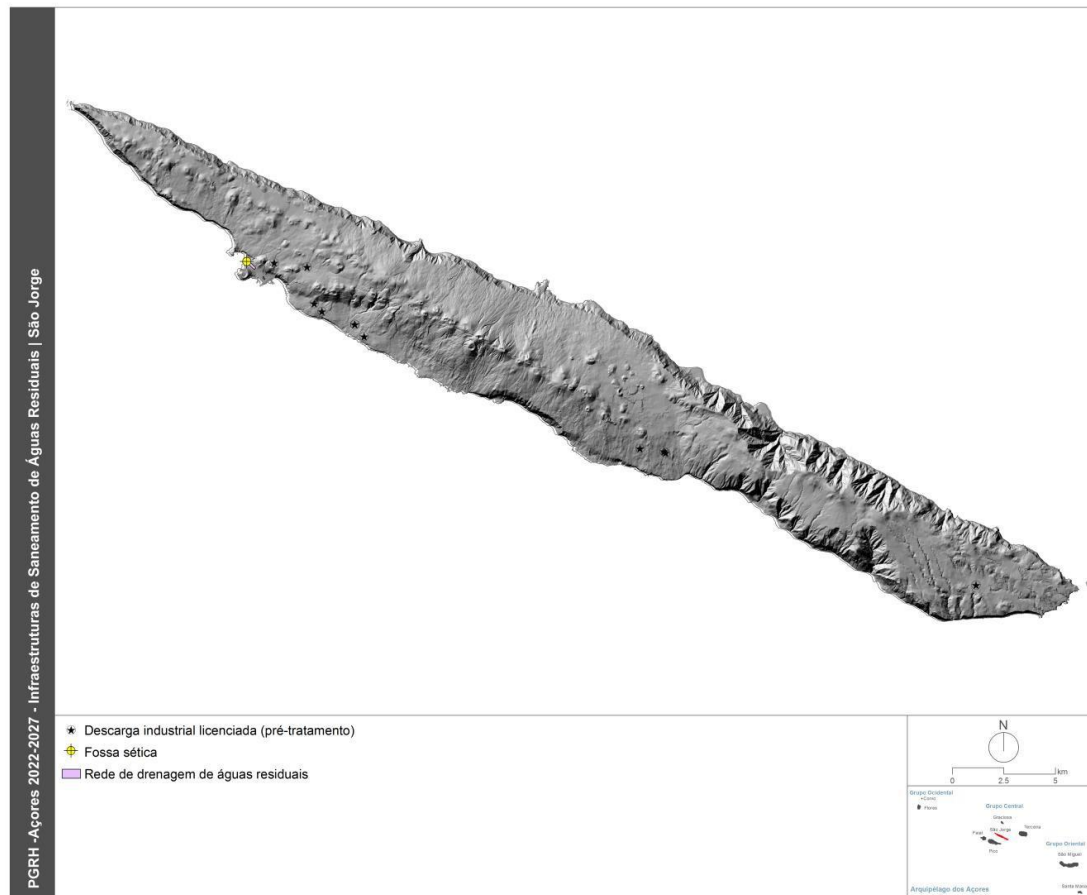


Figura 2.8.2 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos dos SDTAR da ilha de São Jorge.

2.8.2.4 | Infraestruturas de tratamento de águas residuais

Nenhuma infraestrutura de tratamento de águas residuais está cadastrada e gerida pelas entidades gestoras a operar na ilha de São Jorge. A população é apenas servida por fossas sépticas particulares.

Quadro 2.8.8 | Infraestruturas de tratamento de águas residuais na ilha de São Jorge

Infraestruturas de tratamento de águas residuais					
São Jorge					
Ilha	Município	Preliminar	Primário	Secundário	Terciário
São Jorge	Calheta	-	-	-	-
	Velas	-	-	-	-

2.8.2.5 | Águas residuais produzidas por tipo

2.8.2.5.1 | Urbano

A estimativa dos volumes de águas residuais urbanas geradas teve em consideração capitações médias apresentadas por Metcalf&Eddy. O setor doméstico e turístico são os setores mais representativos em termos de volume de águas residuais geradas. Para a produção de águas residuais urbanas considerou-se uma capitação de 90 litros/habitante/dia. Aplicando estas capitações aos dados de base de população residente e população flutuante, obteve-se a seguinte estimativa de volumes de águas residuais urbanas geradas (Quadro 2.8.9).

Quadro 2.8.9 | Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem em São Jorge

Águas residuais urbanas geradas (m³/ano) 2019			
Território	Doméstico	Turismo	Total
São Jorge	282 284	21 946	304 231
Calheta	110 623	10 836	121 459
Velas	171 662	11 111	182 772

A totalidade de volume de águas residuais urbanas geradas no ano de referência em São Jorge é de 304 mil de m³ por ano, correspondendo a aproximadamente 9 261 habitantes equivalentes⁸. O setor doméstico representa 93% da totalidade de águas residuais produzidas na ilha.

As respetivas cargas poluentes correspondentes aos volumes totais anteriormente aferidos para o setor urbano (Quadro 2.8.11), 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 2.8.10).

Quadro 2.8.10 | Capitações das cargas poluentes geradas pelo 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

Quadro 2.8.11 | Estimativa de cargas poluentes das águas residuais urbanas geradas em São Jorge

Cargas poluentes geradas (kg/ano) 2019					
Território	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
São Jorge	230 933	461 867	346 399	38 489	11 547
Calheta	91 297	182 594	136 945	15 216	4 565
Velas	139 636	279 273	209 454	23 273	6 982

De forma a estimar os volumes de águas residuais encaminhados para cada tipologia de tratamento existente ou descarregadas diretamente no meio ambiente foi necessário recorrer a inquéritos recolhidos das entidades gestoras, de forma a aferir as taxas de cobertura de drenagem e distribuição dos volumes gerados por freguesia e por tipologia de destino ou nível de tratamento (Quadro 2.8.12). A atualização do efetivo populacional efetuado neste 3º Ciclo do PGRH,

induziu igualmente ligeiras alterações nas taxas de cobertura ou distribuição ao nível da Região e ilhas face ao exercício anterior. Importa referir que as taxas de distribuição de águas residuais geradas por tipo ou grau de tratamento foram estimadas com base na informação facultada pelas entidades gestoras e mediante a consulta de informação agregada pela ERSARA. Contudo, em alguns sistemas subsistiram dificuldades na realização destas estimativas devido à ausência de informação essencial ou qualidade insuficiente dos dados facultados pelas entidades gestoras, obrigando a estipular suposições, o que causa desvios nos resultados das cargas emitidas face à situação real.

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

Quadro 2.8.12 | Taxas de distribuição das águas residuais urbanas geradas por tipo de destino e grau de tratamento em São Jorge

Taxas de distribuição das Águas Residuais Urbanas Geradas (%)					
2019					
Território	FSP	EPTAR/FSC/ETAR I	ETAR II	ETAR III	Descarga direta
São Jorge	100%	0%	0%	0%	0%
Calheta	100%	0%	0%	0%	0%
Velas	100%	0%	0%	0%	0%

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

Taxas de remoção de cargas orgânicas consideradas por nível de tratamento (%)					
Águas residuais urbanas					
Nível de tratamento	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
FSP (Primário)	40%	40%	50%	5%	2%
FSP ⁷ (Primário)	20%	20%	50%	0%	0%
EPTAR (preliminar) Erro!	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR I (primário) Erro!	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR II (secundário) ⁸	70% ^(a)	60% ^(a)	70% ^(a)	15% ^(b)	15% ^(b)
ETAR III (terciário) Erro!	70% ^(a)	60% ^(a)	70% ^(a)	75% ^(c)	80% ^(c)

Em resultado, obtiveram-se os seguintes volumes das águas residuais urbanas encaminhados por tipo de destino ou órgão de tratamento e as respetivas cargas poluentes emitidas para o meio (Quadro 2.8.14 a Quadro 2.8.15). As cargas emitidas contemplam aquelas que não sofreram qualquer tipo de tratamento (descarga direta) e as cargas que apesar de terem sido sujeitas a tratamento não foram removidas devido à eficiência do sistema de tratamento.

Segundo as mais recentes estimativas, 100% das águas residuais urbanas produzidas em São Jorge são encaminhadas para FSP. Em resultado, em São Jorge são emitidos para o meio cerca de 122 toneladas de CBO₅ (60% do produzido), 243 toneladas de CQO (60%), 152 toneladas de SST (50%), 32 toneladas de Azoto (95%), e 10 toneladas de Fósforo (98%).

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

Águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino (m³/ano)

⁷ Fonte: Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro. Assume-se equivalente a tratamento primário.

⁸ Fonte: (a) Mackenzie&Davis; (b) Mano, 2002; (c) DL n.º 348/98, de 9 de novembro.

Águas Residuais Urbanas					
Território	FSP	EPTAR/FSC/ETAR I	ETAR II	ETAR III	Descarga direta
São Jorge	304 231	0	0	0	0
Calheta	121 459	0	0	0	0
Velas	182 772	0	0	0	0

Quadro 2.8.15 | Estimativa de cargas poluentes de águas residuais urbanas emitidas para o meio em São Jorge

Cargas poluentes emitidas (kg/ano)					
Águas Residuais Urbanas					
Território	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
São Jorge	121 692	243 385	152 115	32 113	9 938
Calheta	48 583	97 167	60 729	12 821	3 968
Velas	73 109	146 218	91 386	19 293	5 971

2.8.2.5.2 | Agricultura

As cargas orgânicas estimadas no Quadro 2.8.17 tiveram em consideração as seguintes taxas de exportação (Quadro 2.8.16) e áreas agrícolas patentes nas Cartas de Ocupação do Solo.

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 2.8.16 | Taxas de exportação de nutrientes para o setor agrícola

Taxas de exportação (kg/ha/ano)	
Azoto	Fósforo
10	0,2

Fonte: Coelho, Diogo, Almeida (UNL)

Quadro 2.8.17 | Estimativa das cargas orgânicas emitidas pela agricultura em São Jorge

Cargas poluentes emitidas (kg/ano)		
Agricultura		
Território	Azoto	Fósforo
São Jorge	243 648	4 873
Calheta	126 264	2 525
Velas	117 384	2 348

2.8.2.5.3 | Pecuária

Considerando que o regime de transumância na bovinicultura é dominante na ilha, considera-se que as cargas poluentes geradas no Quadro 2.8.19 são totalmente emitidas para o meio sem tratamento e de forma difusa. Já as cargas poluentes geradas pelas atividades suinícolas são normalmente efetuadas em estábulo, pelo que se considera que estas cargas poluentes são emitidas após serem sujeitas a tratamento e de forma pontual.

O cálculo das cargas poluentes geradas pela bovinicultura (Quadro 2.8.19) e suinicultura (Quadro 2.8.20) foi efetuado assumindo os coeficientes de emissão de nutrientes para bovinos publicados pelo *Código de Boas Práticas Agrícolas 2018*, e captações de cargas orgânicas emitidas publicadas por documentos de referência⁹ e representadas de seguida (Quadro 2.8.18). As cargas poluentes geradas pela atividade pecuária correspondem a um efetivo total de 124 025 bovinos de leite, 6 836 de bovinos de carne, e 30 394 suínos, segundo o cadastro IROA e estimativas de efetivos segundo projeção linear com base nos dados dos últimos exercícios censitários do Recenseamento Geral Agrícola de 1999 e 2009 ⁽¹⁰⁾.

Quadro 2.8.18 | Coeficientes de emissão para o setor pecuário por tipo de cabeça

Tipo de cabeça	Coeficientes de emissão				
	CBO ₅ (g/animal/dia)	CQO (g/animal/dia)	SST (g/animal/dia)	Azoto (kg/animal/ano)	Fósforo (kg/animal/ano)
Bovinos (leite)	405	458	5000	115	41
Bovinos (carne)	405	458	5000	65	18
Suínos	186	384	294	4	2

Quadro 2.8.19 | Estimativa das cargas orgânicas geradas e emitidas para o meio pelo efetivo bovino em São Jorge

Cargas poluentes geradas e emitidas (kg/ano)					
Bovinos					
Território	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
São Jorge	3 158 577	3 571 921	38 994 775	1 878 955	610 052
Calheta	1 731 031	1 957 561	21 370 750	1 054 500	345 721
Velas	1 427 546	1 614 361	17 624 025	824 455	264 331

Quadro 2.8.20 | Estimativa das cargas orgânicas geradas pelo efetivo suíno em São Jorge

Cargas poluentes geradas (kg/ano)					
Suínos					
Território	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
São Jorge	64 971	134 133	102 696	3 828	1 914
Calheta	33 741	69 660	53 333	1 988	994
Velas	31 229	64 474	49 363	1 840	920

Previamente a emissão para o meio recetor, as águas residuais geradas em suiniculturas devem ser alvo de pré - tratamento segundo estipulado pelas respetivas licenças de rejeição de águas residuais emitidas pela DRA. Segundo a

⁹ Plano de Bacia Hidrográfica do rio Lima.

¹⁰ À data de elaboração do presente relatório ainda não se encontravam disponíveis os resultados do Recenseamento Geral Agrícola 2019.

informação facultada pelo IROA, existem 13 explorações de suínos em São Jorge. Contudo, não se identificaram explorações suínolas com títulos de rejeição de águas residuais atribuídos.

Este facto indicia que parte significativa das cargas geradas pelas suiniculturas existentes na ilha não estão sujeitas a TURH, e eventualmente, sistema de pré-tratamento licenciado. Neste sentido, e de forma conservativa, assume-se que as cargas poluentes geradas pela atividade suínola que não apresentem TURH equivalem às cargas emitidas para o meio de forma pontual, estando o ponto de rejeição localizado na própria exploração.

2.8.2.5.4 | Indústria

As cargas poluentes originadas nos processos industriais ou outras atividades económicas que produzam águas residuais industriais foram estimadas com base na informação disponível pela DRA relativamente a licenças de rejeição de águas residuais e projetos de base das principais indústrias agroalimentares existentes na ilha (Quadro 2.8.2 1). Complementarmente, também serão contabilizadas e agregadas as águas residuais equiparadas a domésticas que usualmente estas unidades produzem e que em alguns casos são tratadas nos mesmos sistemas de pré -tratamento existentes nas instalações. Assume-se que estas atividades apresentam o sistema de tratamento das águas residuais referido nas licenças em pleno funcionamento, respeitando os limites de descarga de águas residuais estipulados pelo Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 outubro relativo ao CBO₅ (25 mg-O₂/l), CQO (125 mg-O₂/l), e SST (35 mg/l), e pelo Decreto-Lei 236/98, de 1 de agosto (Anexo XVIII) para o Azoto total (15 mg-N/l), e Fósforo total (10 mg-P/l), tendo sido as cargas estimadas com base nestes pressupostos.

Quadro 2.8.21 | Águas residuais industriais produzidas e respetivas cargas poluentes emitidas na ilha de São Jorge

Ilha / Concelho	Instalações (n.º)	Cargas poluentes emitidas 2019						
		Volume ARD/ARU (m³/ano)	Volume ARI (m³/ano)	CBO ₅ (kg/ano)	CQO (kg/ano)	SST (kg/ano)	Azoto (kg/ano)	Fósforo (kg/ano)
São Jorge	10	1 161	5 268 695	131 746	658 732	184 445	79 048	52 699
Calheta	4	336	157 449	3 945	19 723	5 522	2 367	1 578
Velas	6	825	5 111 246	127 802	639 009	178 922	76 681	51 121

Legenda: ARD – Águas residuais domésticas ; ARU – Águas residuais urbanas ; ARI – Águas residuais industriais.

2.8.2.5.5 | Outros Usos

Não foram reportadas outras atividades responsáveis pela emissão de águas residuais.

2.9 | Análise de perigos e riscos

2.9.1 | Alterações climáticas

2.9.1.1 | A vulnerabilidade das ilhas face à alteração climática

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.9.1.2 | A evolução do clima dos Açores

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.9.1.3 | Cenários e projeções climáticas para os Açores

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

2.9.1.4 | Elevação do nível médio do mar

Ainda, segundo o último relatório publicado pelo IPCC (2019), 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 (2019) para a elevação do mar foram obtidos com base nos anos de 1986 -2005. Sendo assim os cenários foram projetados para 2100 ostenta uma elevação de 0,43-0,84m. No entanto, esta subida do nível do mar não será geograficamente uniforme, podendo variar entre $\pm 30\%$.

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 ilha de São Jorge é conhecida pelas suas fajãs que, com o aumento do nível do mar, ficarão submersas. Além das fajãs a Baía de Entre-Morros e Fajã dos Cubres são zonas mais afetadas pela elevação do mar, prevendo-se que a subida do nível médio do mar possa resultar numa área afetada de cerca de 0,44km².

2.9.1.5 | Galgamentos e Inundações Costeiras

De acordo com o último relatório publicado pelo IPCC (2019), é expectável que os episódios de vento extremo e tempestades possam ocorrer com frequência e intensidade, tendo em conta estudos sobre a frequência e Intensidade de furacões. Consequentemente é esperado que a sobrelevação marítima de origem meteorológica seja maior e mais frequente, o que aumentará o número eventos de galgamentos e inundações costeiras face ao presente. Adicionalmente estes fenómenos de galgamento serão agravados pela esperada subida do nível médio das águas do mar, que no caso dos Açores poderá atingir um metro, até ao final do século.

Apesar das limitações ao acesso de informação detalhada, sistematizada e devidamente documentada são diversos os eventos que ocorreram na última década. No Quadro 2.9.2 são apresentados exemplos de eventos ocorridos em São Jorge.

Quadro 2.9.1 | Eventos ocorridos em São Jorge associados a galgamentos e inundações costeiras.

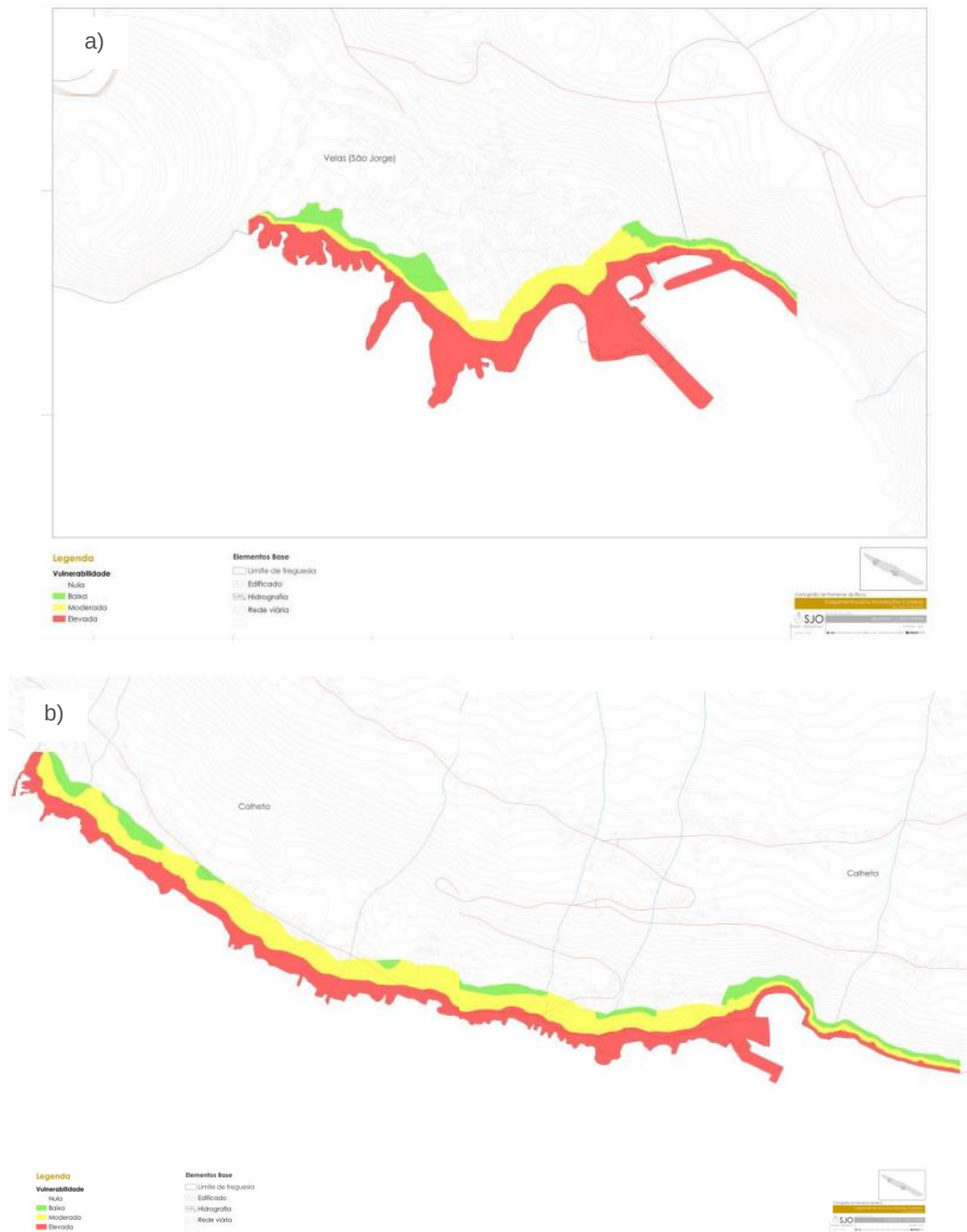
INVASÕES DE MAR – São Jorge				
Data	Lugar	Freguesia	Concelho	Observações
2-01-2010	Fajã dos Cubres	Ribeira Seca	Calheta	Galgamento costeiro na Fajã dos Cubres, afetando o caminho de acesso à Fajã da Caldeira de Santo Cristo. Nesta última o mar provocou inundações a cerca de 100 m da linha de costa.
	Fajã da Caldeira de Santo Cristo	Ribeira Seca	Calheta	

INVASÕES DE MAR – São Jorge				
Data	Lugar	Freguesia	Concelho	Observações
23-02-2013	Porto da Urzelina	Urzelina	Velas	Ondulação provoca galgamento no Porto da Urzelina e danos no Museu Etnográfico da Urzelina.
23 -02-2019	Zonas Balneares da Preguiça e Poça dos Frades	Velas	Velas	Na sequência da passagem da depressão Kyllian registaram-se galgamentos costeiros na ilha de São Jorge nas zonas balneares da Preguiça e Poça dos Frades na Vila das Velas, no Porto dos Terreiros e no Parque de Campismo e Piscinas da freguesia da Urzelina.
	Porto dos Terreiros	Manadas	Velas	
	Parque de Campismo e Piscinas da Urzelina	Urzelina	Velas	
02-10-2019	Porto comercial Velas	Velas	Velas (S. Jorge)	Danos no manto de proteção na área do cais comercial
01-02-2020	Velas Urzelina Casteletes	Velas Urzelina Manadas	Velas	Galgamentos e inundações em diversos pontos da zona costeira, com destruição de muros de proteção, estradas, danos no porto comercial e em equipamentos no porto comercial (ex: contentores).

Na RAA têm sido desenvolvidos estudos no âmbito do Plano de Gestão de Risco de inundações da Região Autónoma dos Açores (PGRIA) (2020), tendo sido identificadas quatro zonas críticas de inundação costeira localizadas nas ilhas do Pico (frente urbana de São Roque do Pico) e de São Miguel (São Roque, Lagoa e Ribeira Quente).

A avaliação detalhada da orla costeira exposta a riscos costeiros, no qual se incluem os riscos de galgamento e inundação costeira, está prevista no Programa Regional para as Alterações Climáticas (PRAC) dos Açores, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 30/2019/A, de 28 de novembro, especificamente no âmbito do definido no respetivo n.º 3 do artigo 6.º, o qual define que em sede de PEOT ou PMOT deve ser elaborada cartografia de pormenor de risco sempre que necessário determinar o afastamento de edificações e infraestruturas à exposição ao risco, com o objetivo de contribuir para a definição e a programação de medidas de mitigação e de adaptação às alterações climáticas para as áreas em estudo e à regulamentação de usos e atividades nessas áreas.

Neste âmbito, foi elaborada cartografia de pormenor de risco de galgamentos e/ou inundações costeiras para as sedes de concelho da ilha de São Jorge (Calheta e Velas) (<http://ot.azores.gov.pt/Riscos-Naturais-Cartografia.aspx#I-1-10>), com o objetivo a determinação e avaliação de zonas/faixas costeiras suscetíveis de ocorrência de galgamentos e inundações costeiras, permitindo uma melhor definição nos usos do solo e respetiva ocupação, contribuindo para minimização da exposição de bens e pessoas a estes riscos. Na Figura 2.9.1 são apresentados exemplos das cartas de vulnerabilidade de galgamento e inundação costeira obtidas nesse estudo, para a Calheta e para as Velas.



2.9.2 | Cheias

2.9.2.1 | Mapeamento do risco de cheia natural por bacia hidrográfica

A Diretiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento e do Conselho, de 23 de outubro, estabeleceu o quadro normativo para a avaliação e gestão dos riscos de inundações no espaço da União Europeia (UE), a fim de reduzir as consequências associadas à ocorrência destes fenómenos aos níveis da saúde humana, do ambiente, do património cultural e das atividades económicas. Entre outras disposições, esta Diretiva, também designada como Diretiva Inundações (DAGRI),

determina que os Estados-Membros da UE devem proceder à elaboração das cartas de zonas inundáveis para áreas de risco, cartas de riscos de inundações e planos de gestão dos riscos de inundações (PGRI). Em 2010, esta Diretiva foi transposta para o direito nacional, através do Decreto-Lei n.º 115/2010, de 22 de outubro.

Em consonância com o disposto na DAGRI, são vários os tipos de inundações que ocorrem no território dos Estados-Membros da UE: cheias de origem fluvial, cheias repentinas, inundações urbanas e inundações marítimas em zonas costeiras. Os objetivos da gestão dos riscos de inundações são estabelecidos pelos próprios Estados-Membros, baseando-se nas particularidades locais e regionais.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Após a hierarquização do risco de inundações, no caso das bacias hidrográficas com risco de cheia Elevado, foram identificadas cinco bacias hidrográficas onde ocorreram 27 reincidências e/ou vítimas mortais. Pode-se então concluir que as bacias hidrográficas em questão são recorrentemente atingidas por cheias fluviais, condicionando grandemente a atividade normal das populações. Nenhuma das zonas críticas assim selecionadas se encontra na ilha de São Jorge.

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

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

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

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

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

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

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

Das bacias hidrográficas classificadas como tendo risco elevado, 5 foram reavaliadas e consideradas no âmbito do PGRI 2022-2027. Das restantes, foram selecionadas 6 por terem registo de eventos de cheias/inundações com carácter danoso ocorridos nos últimos 6 anos, nomeadamente:

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

No Quadro 2.9.2 apresenta-se o resumo dos eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as seis bacias hidrográficas seleccionadas.

Quadro 2.9.2 | Eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as bacias hidrográficas seleccionadas (PGRH – 2º ciclo de planeamento)

Ilha	Bacia hidrográfica	Data	Ocorrência
São Miguel	Grotta da Areia	23-02-2016	No Pilar da Bretanha, a estrada cedeu parcialmente, tendo sido encerrada.
	Grotta do Cinzeiro	03-09-2015	Foram desencadeadas centenas de movimentos de vertente entre Água Retorta e Pedreira (Nordeste). A estrada regional ficou obstruída em numerosos locais e foi destruída no lugar da Pedreira. Neste local 3 casas foram destruídas e 10 ficaram muito danificadas. Várias pessoas tiveram de ser realojadas.
Terceira	Ribeira da Casa da Ribeira	06-12-2017	O transbordo da ribeira provocou inundações e uma viatura foi arrastada.
	Ribeira de São Bento	04-09-2015	Inundações na Praça Velha, Ladeira de São Francisco, Rua Direita, Pátio da Alfândega e Marina e em zonas contíguas à cidade de Angra do Heroísmo, nomeadamente Posto Santo, Ribeirinha e São Bento. 11 pessoas foram realojadas e 2 pessoas tiveram ferimentos ligeiros.
São Jorge	Ribeira Seca	28/29-10-2012	Destruição de uma estrada secundária. Esta cheia foi responsável pela destruição de veículos automóveis ligeiros e tratores e por danos em habitações e na Escola Básica/Jardim de Infância da Ribeira Seca (Escola Professor Nemésio Serpa).
Pico	Ribeira do Dilúvio	25-12-2014	Avulsão da Ribeira do Dilúvio provocando a remoção dos materiais de assentamento do pavimento da Rua do Dilúvio e consequente deposição do material remobilizado na Estrada Regional.

Quadro 2.9.3 | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha de São Jorge

Estação	Data de início	Data de fim	Período de Análise
Calheta	Fev-78	Set-93	Out 78 - Set 92
Manadas	Fev-78	Set-92	
Norte Grande	Fev-77	Set-92	
Rosais	Mar-78	Out-92	
Topo	Fev-78	Out-92	
Urzelina	Out-83	Out-91	

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

A partir dos dados completos de precipitação mensal dos postos indicados, foi determinada a série de precipitação mensal ponderada para a ilha de São Jorge para o período de avaliação (outubro de 1978 a setembro de 1992). Para o efeito foi considerada a representatividade dos polígonos de Thiessen de cada estação. A série de precipitação mensal surge representada no Anexo 2.9.I.

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 1978 – setembro de 1992). Os resultados para a ilha de São Jorge são apresentados nas Figuras 2.9.3, 2.9.4 e 2.9.5.

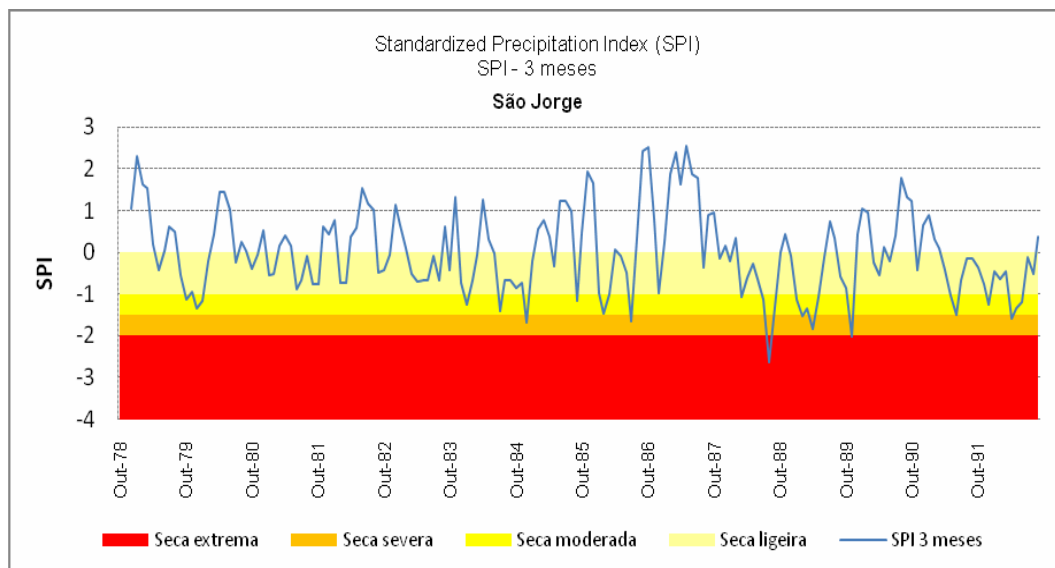


Figura 2.9.3 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha de São Jorge (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

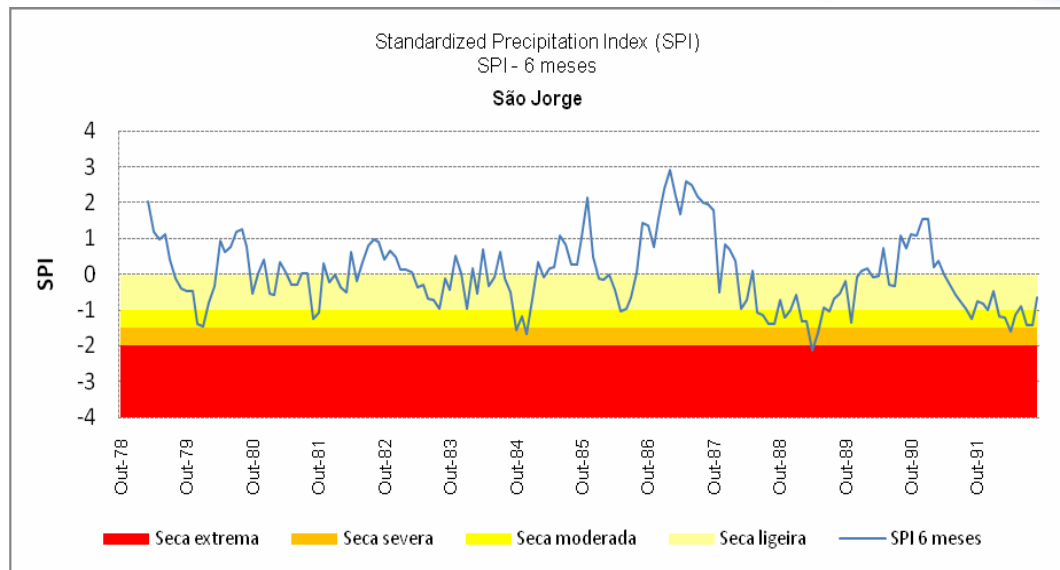


Figura 2.9.4 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha de São Jorge (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

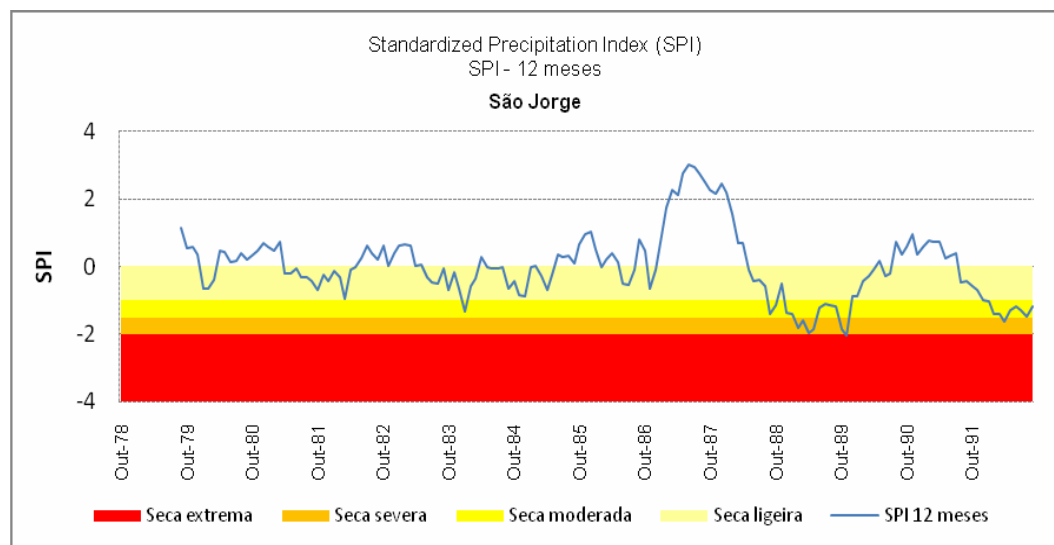


Figura 2.9.5 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha de São Jorge (período de outubro de 1977 a setembro de 1995).

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 de São Jorge, no período de análise de 14 anos (outubro de 1978 a setembro de 1992), foram consideradas apenas as classes de seca moderada a extrema, que correspondem a situações com impactes 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:

- Em janeiro de 1984, correspondente a uma situação pontual de seca moderada;
- De setembro de 1988 a novembro de 1989, tendo sido atingido o nível de seca extrema no último mês;
- De dezembro de 1991 a setembro de 1992, tendo sido pontualmente atingido o nível de seca severa em abril de 1992.

Analisando, por comparação, o SPI-3 e SPI-6 meses verifica-se que, no período analisado, existiu uma alternância entre períodos de seca e de normalidade, o que confirma a pouca relevância das situações de seca identificadas no período de análise.

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 2.9.4).

Os resultados obtidos para o mesmo período de avaliação (outubro de 1978 – setembro de 1992) e para as mesmas escalas temporais (3, 6 e 12 meses) encontram-se representados graficamente nas Figuras 2.9.6 a 2.9.23.

Quadro 2.9.4 | Características de altitude e área de influência (polígonos de Thiessen) das estações selecionadas

Estação	Altitude (m)	Área polígono de Thiessen (km²)
Calheta	232	59
Manadas	346	21
Norte Grande	406	25
Rosais	337	34
Topo	326	59
Urzelina	227	45

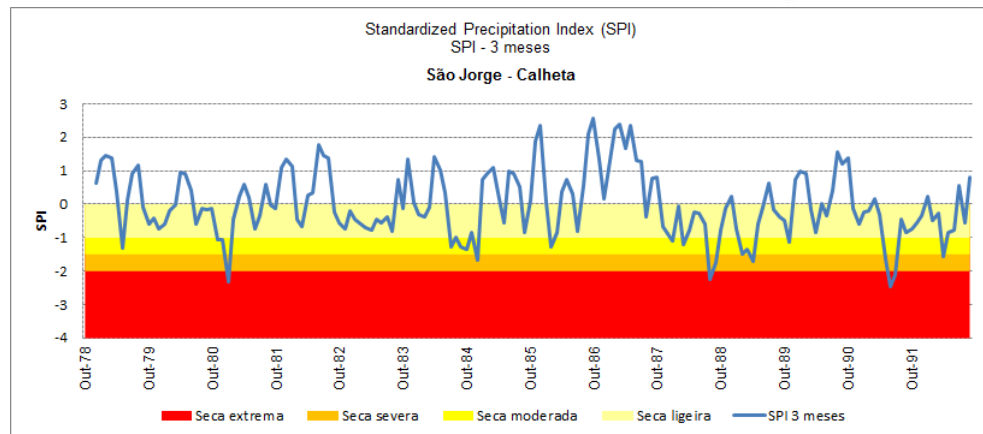


Figura 2.9.6 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Calheta.

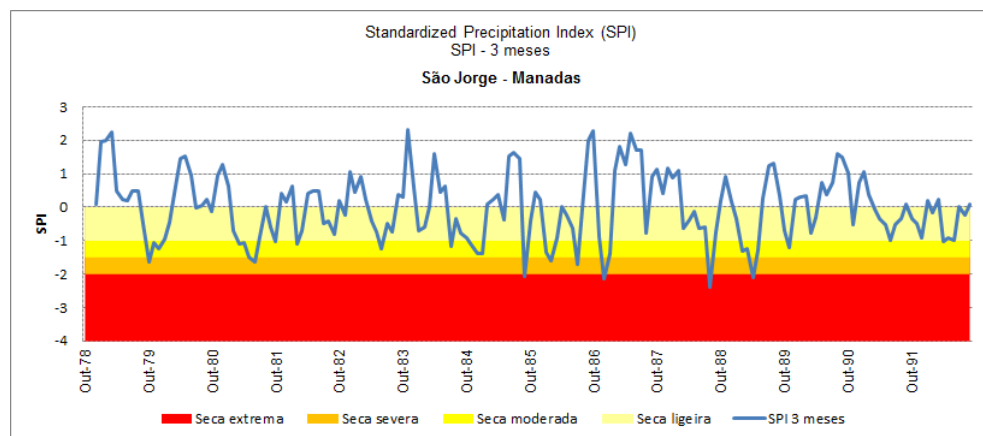


Figura 2.9.7 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Manadas.

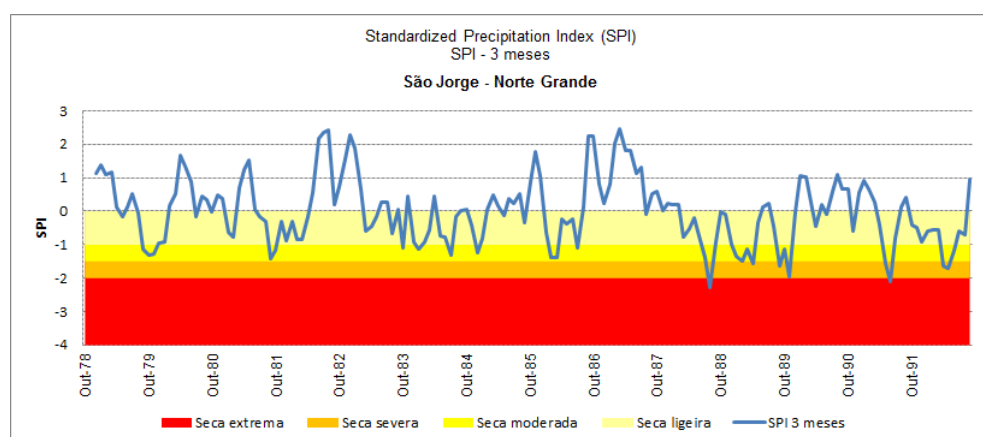


Figura 2.9.8 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Norte Grande.

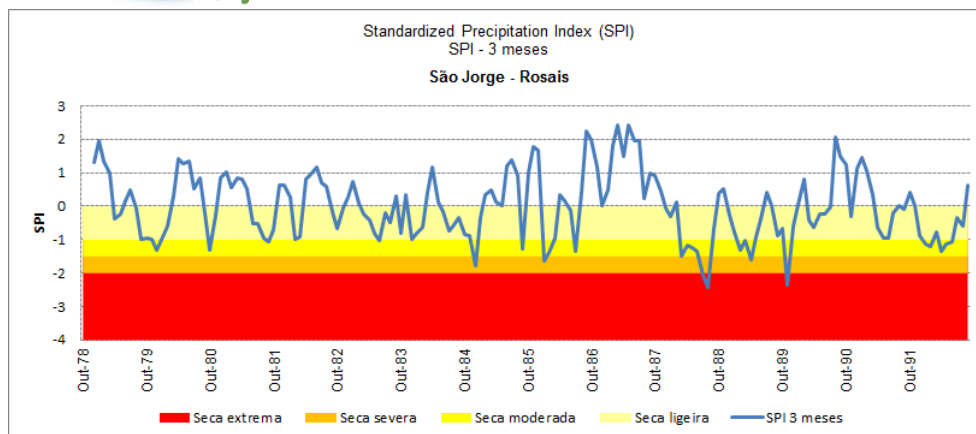


Figura 2.9.9 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Rosais.

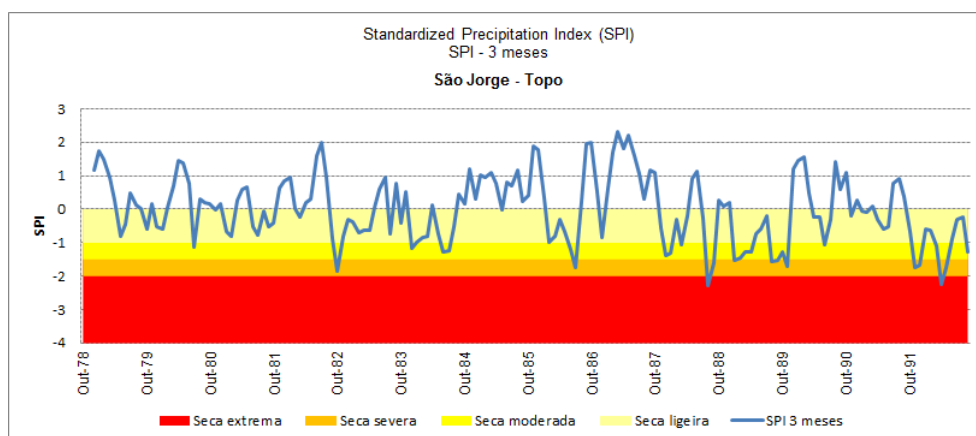


Figura 2.9.10 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Topo.

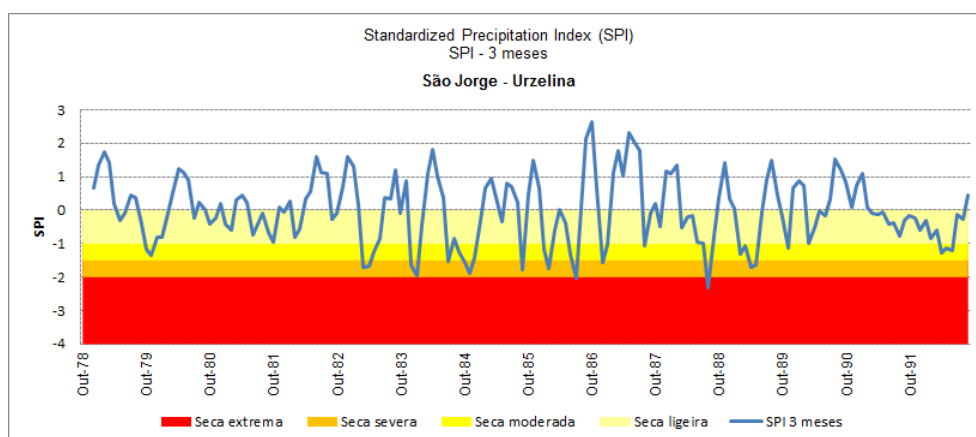


Figura 2.9.11 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Urzelina.

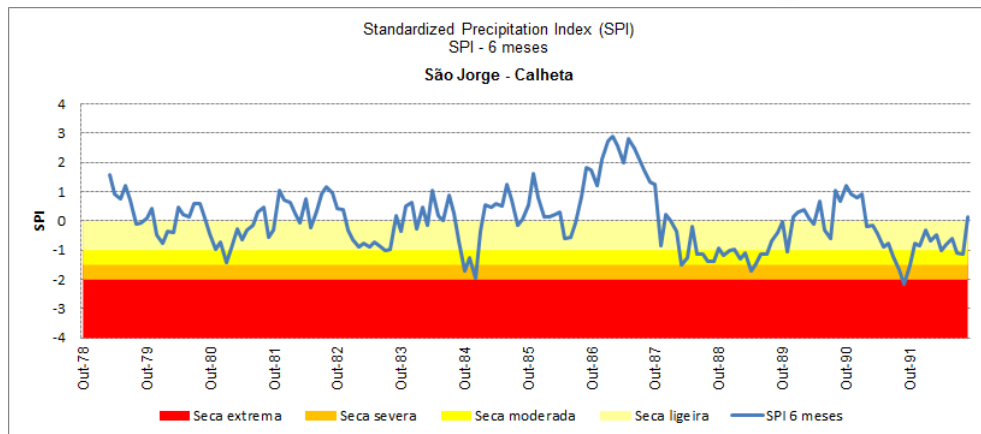


Figura 2.9.12 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Calheta

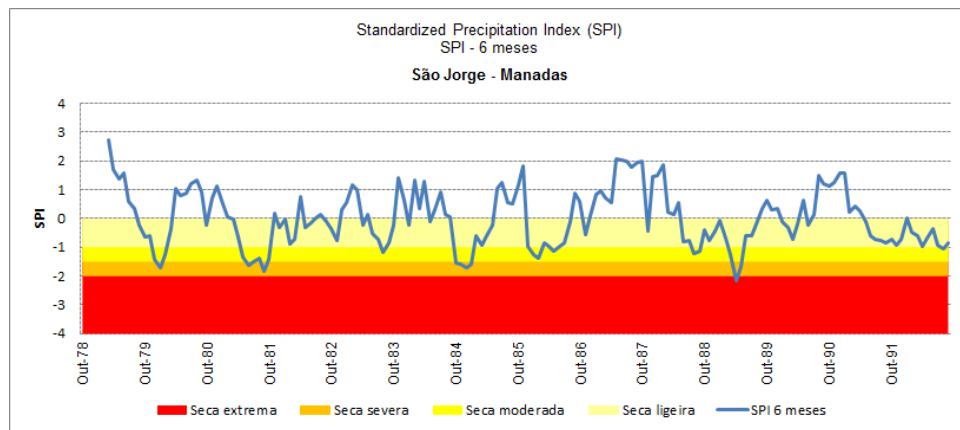


Figura 2.9.13 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Manadas

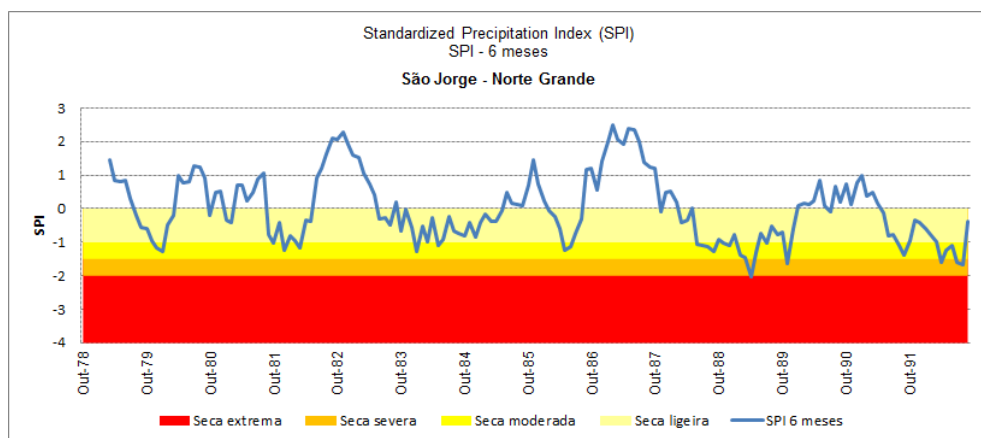


Figura 2.9.14 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Norte Grande

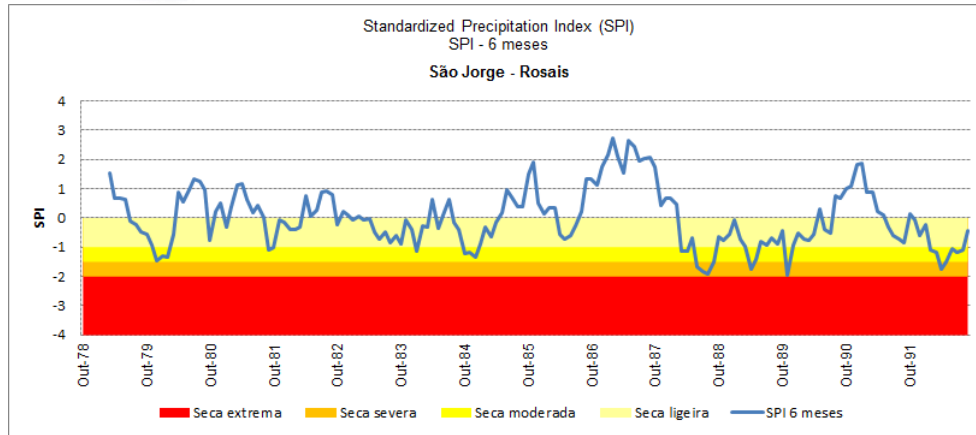


Figura 2.9.15 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Rosais

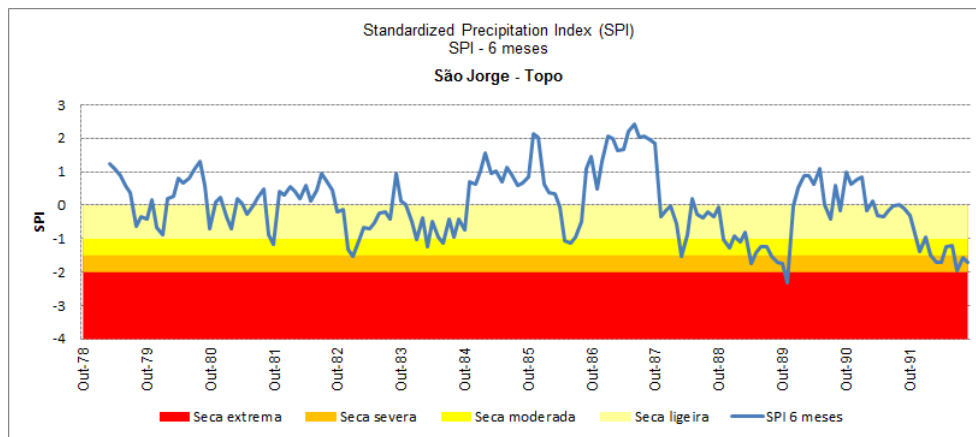


Figura 2.9.16 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Topo.

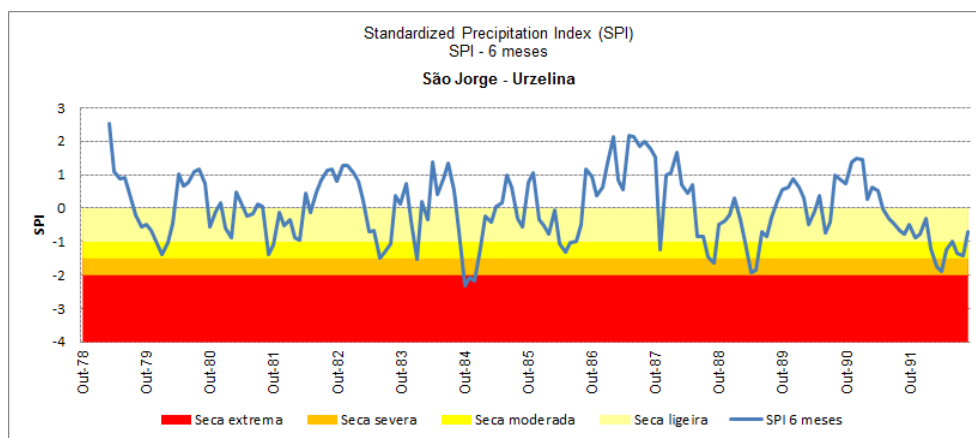


Figura 2.9.17 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Urzelina

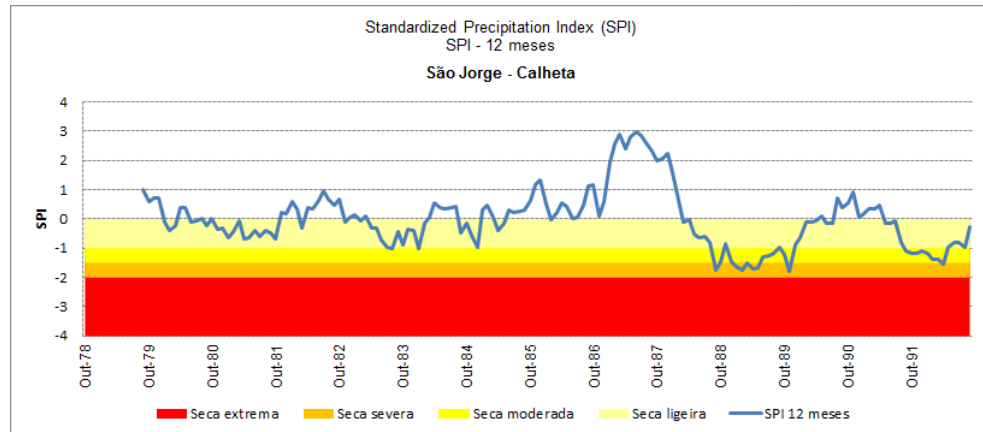


Figura 2.9.18 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Calheta

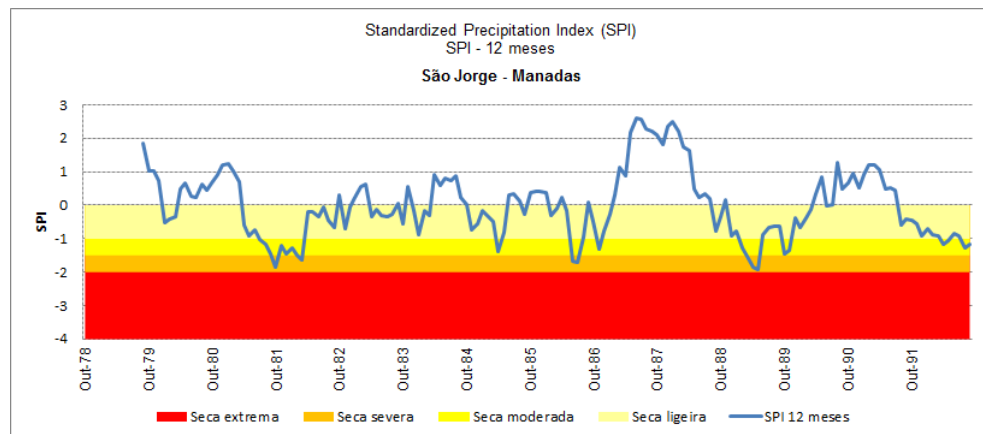


Figura 2.9.19 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Manadas

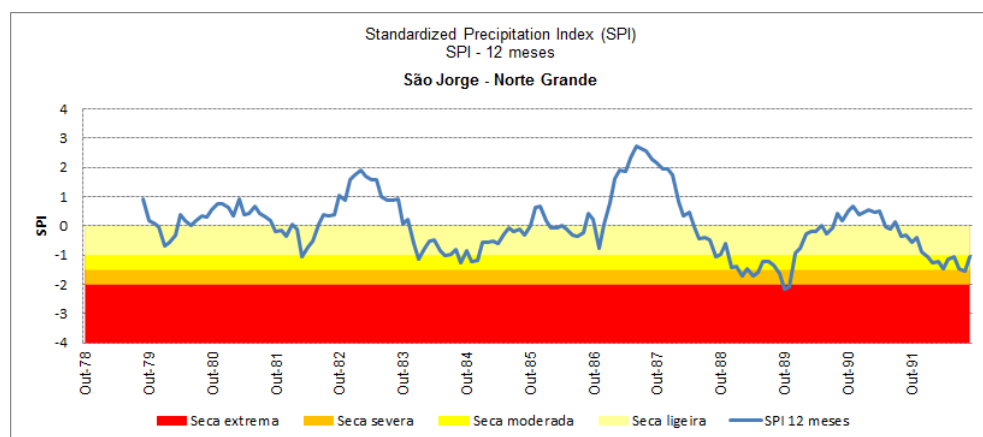


Figura 2.9.20 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Norte Grande

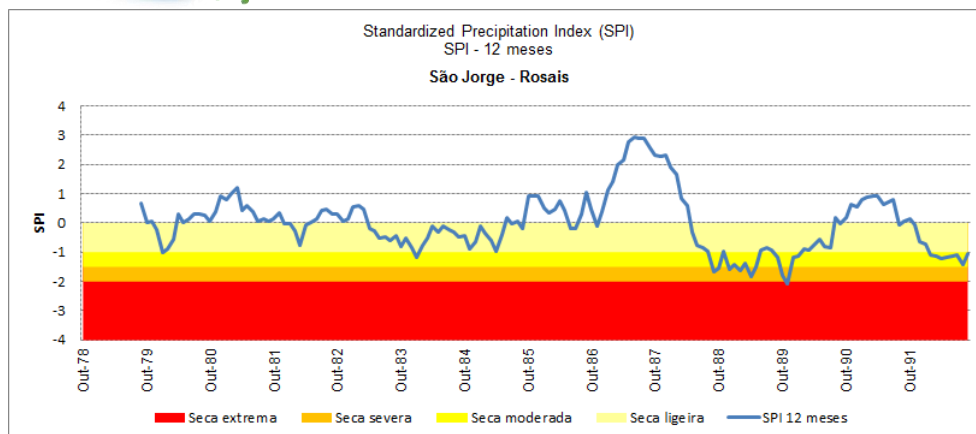


Figura 2.9.21 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Rosais

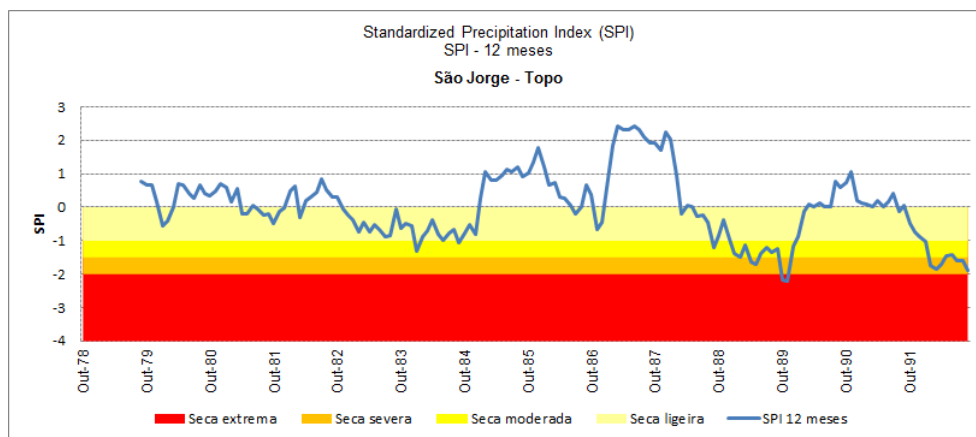


Figura 2.9.22 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Topo

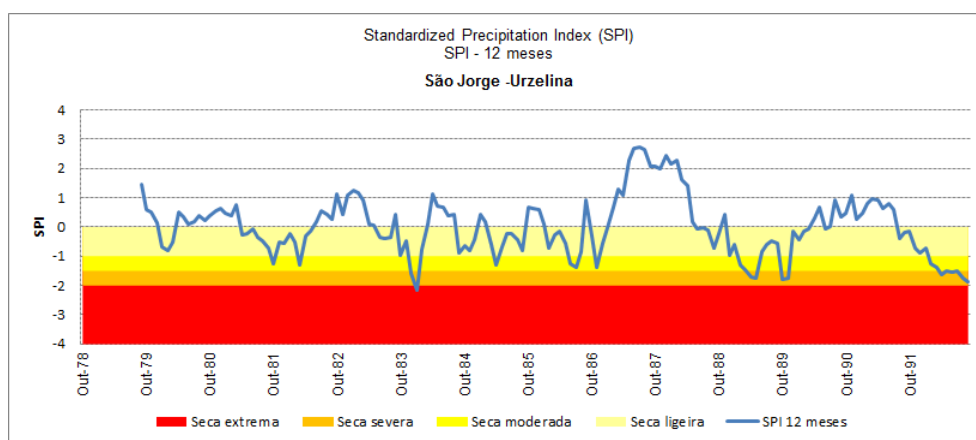


Figura 2.9.23 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Urzelina

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 sistematizado no Quadro 2.9.5.

Quadro 2.9.5 | 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
Calheta	12,7%	16,6%	14,6%
Manadas	16,3%	14,1%	14,6%
Norte Grande	15,7%	18,4%	17,8%
Rosais	15,7%	15,3%	14,6%
Topo	16,9%	18,4%	15,9%
Urzelina	18,1%	17,8%	14,0%

No Quadro 2.9.5 são salientados os postos mais afetados no período de análise, em cada escala temporal.

Considerando o SPI-12 meses representativo da afetação das principais reservas de água e níveis de água subterrânea, verifica-se que a área mais afetada por situações de seca, no período de análise, é representada pelo posto de Norte Grande, representativo de cerca de 25 km², 10,4% da área total da ilha.

2.9.4 | Erosão hídrica e transporte de material sólido

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

A metodologia utilizada para a análise e cruzamento dos indicadores acima referenciados é adaptada da metodologia desenvolvida por Andrade et al. (1987) e Andrade (1990) e teve como suporte o cruzamento de cinco mapas temáticos com informação relativa à densidade de drenagem, ao declive, à precipitação média anual, à litologia e à ocupação do solo. Os valores da densidade de drenagem e da precipitação média anual são os constantes do ficheiro Excel SAV_Ribeiras_2011, cedido pela 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 (I.E) definidos para estes parâmetros são os constantes do Quadro 2.9.6.

Quadro 2.9.6 | Classificação da suscetibilidade à erosão

Suscetibilidade à Erosão		1	2	3	4	5
		Baixa	Moderada	Média	Alta	Muito Alta
Densidade de Drenagem (km ⁻¹)	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

Suscetibilidade à Erosão		1	2	3	4	5
		Baixa	Moderada	Média	Alta	Muito Alta
Declive (graus)	Classes	0 - 1,7	1,7 – 6,6	6,6 – 15,2	15,2 – 26,2	≥ 26,2
	I.E.	1	2	3	4	5
Litologia	Classes	1	2	3		
	I.E.	1	3	5		
Ocupação do Solo	Classes	Espaços urbanos	Mato	Floresta	Solos Agrícolas	Pastagem
	I.E.	1	2	3	4	5
Precipitação Média Anual (mm)	Classes	<1018	1018 - 1268	1268 - 1519	1519 - 1769	> 1769
	I.E.	1	2	3	4	5

Os declives foram calculados com recurso a uma ferramenta do ArgGis, para uma malha de 10X10m, a partir das cartas do Instituto Geográfico do Exército (IGEOE), à escala 1:25 000, tendo sido consideradas cinco classes (0 - 1,7°; 1,7° - 6,6°; 6,6° - 15,2°; 15,2° - 26,2°; ≥ 26,2°), em que os índices de erosão mais elevados correspondem aos maiores declives. Para a elaboração do mapa de litologias recorreu-se à carta geológica da ilha de São Jorge (Forjaz et al.1970), e agruparam-se os materiais aflorantes segundo critérios litológicos, considerando apenas três classes: (1 – aluviões, depósitos de vertente e “fajãs”, aglomerados das erupções de 1580 e de 1808, aglomerados, tufos vulcânicos e tufos hialoclastíticos; 2 – cascalheiras de praia e filões basálticos s. l.; 3 – escoadas lávicas de natureza basáltica s. l.) cujos índices de erosão são 1, 3 e 5 respetivamente. As cartas de ocupação do solo foram produzidas com base nas imagens do satélite LANDSAT 7 e foram cedidas pela DROTRH. Atribuíram-se os índices de erosão de acordo com o fator K, para as diferentes classes de utilização do solo.

Neste contexto, através do cruzamento da densidade de drenagem e declive, precipitação e litologia (ABCD) com a ocupação do solo (E) produziu-se o mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica para a ilha de São Jorge (Figura 2.9.24).

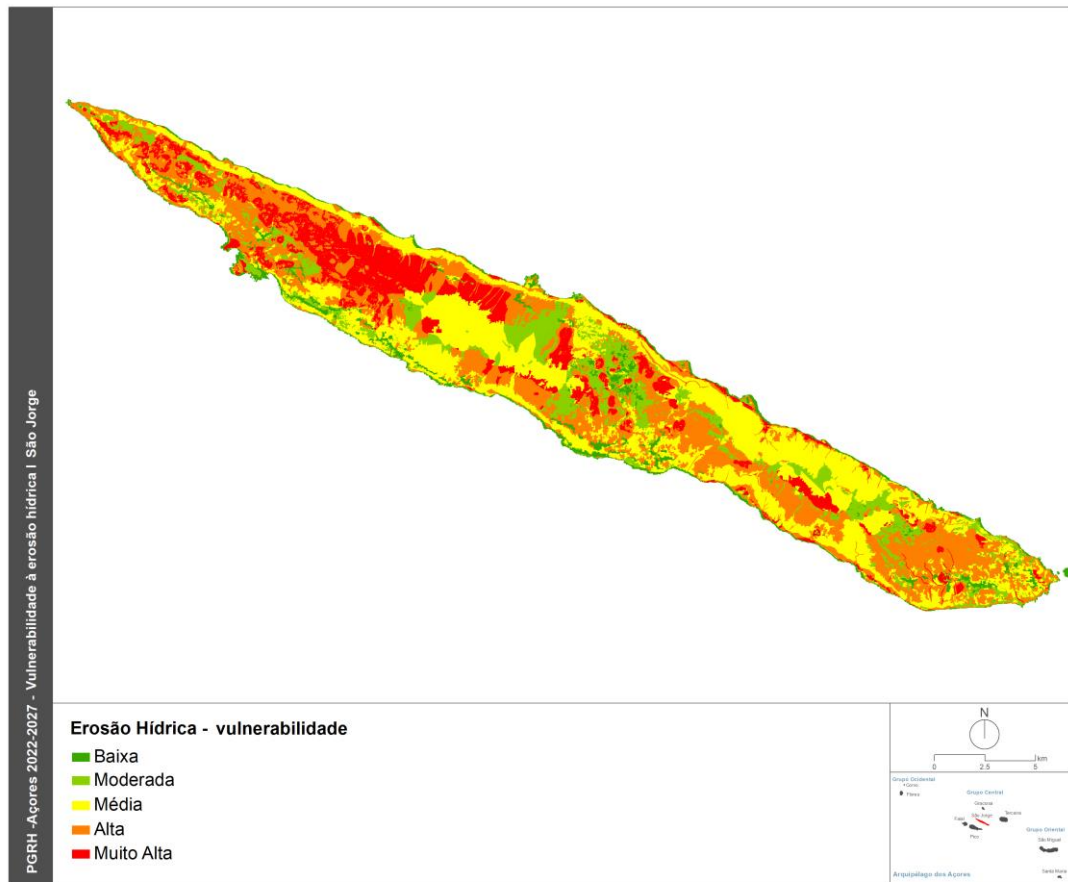


Figura 2.9.24 | Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da ilha de São Jorge.

Como se pode observar Figura 2.9.24, a vulnerabilidade à erosão é principalmente média a alta no setor oriental da ilha e essencialmente alta a muito alta no setor ocidental da ilha. Existem pequenas manchas dispersas na ilha onde a erosão é baixa a moderada.

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 edificadoss, de estradas e/ou de infraestruturas básicas situadas nas imediações da faixa litoral, proporcionando situações de perigo à ocupação da mesma, assim como, facultar a intrusão salina nos sistemas aquíferos de base.

No domínio da orla costeira o litoral NE da região ocidental da ilha é constituído por arribas declivosas e altas, com alturas entre os 300 e 400m (Figura 2.9.25); o litoral SW é um pouco mais acidentado do que a costa NE, apresentando um traçado menos retilíneo e alturas entre os 100 e os 400m (Madeira, 1998).



Figura 2.9.25 | Vista aérea da costa NE da região ocidental da ilha de São Jorge.

Na zona das Velas o litoral é dominado por dois cones piroclásticos submarinos (Figura 2.9.26), com diferentes graus de destruição pela erosão marinha, e a vila das Velas está edificada numa fajã lávica originada pelas escoadas provenientes do Pico dos Loiros (Madeira, 1998).

O litoral da região oriental da ilha caracteriza-se pelo seu traçado retilíneo e por uma costa alta, onde pontuam fajãs lávicas originadas por depósitos de vertente (Figura 2.9.27).

A vulnerabilidade das orlas costeiras à erosão depende de vários fatores, sendo as características geotécnicas das rochas aflorantes um dos mais influentes. O processo erosivo é potencialmente mais rápido nas arribas constituídas por material desagregado ou pouco consolidado (e.g. depósitos piroclásticos não consolidados), contrariamente ao esperado em costas formadas por rochas mais resistentes (e.g. escoadas lávicas). Além da ação modeladora da erosão marinha, cujos mecanismos foram descritos por Borges (2003), há a assinalar um importante controlo tectónico em quase toda a costa da ilha de São Jorge.



Figura 2.9.26 | Vista aérea da orla costeira da vila das Velas, implantada numa fajã lávica. Podem observar-se os dois cones de piroclastos submarinos: o Morro Grande (menos destruído) e o Morro do Lemos (mais destruído).



Figura 2.9.27 | Vista da costa do setor oriental da ilha de São Jorge.

Em termos de recarga do litoral há que considerar o importante contributo proveniente do desmonte das arribas (Figuras

2.9.28 e 2.9.29). A caracterização da linha de costa é utilizada como forma de sistematizar uma realidade complexa em classes mais simples e homogêneas. A tipologia da faixa costeira da ilha de São Jorge foi realizada por Borges (2003).



Figura 2.9.28 | Vista da costa NE da região ocidental da ilha, podendo observar-se a fajã de João Dias e uma série de movimentos de vertente que contribuem para a alimentação do litoral.



Figura 2.9.29 | Aspeto do desmonte provocado na arriba a montante da Fajã dos Cubres, provocado por um importante movimento de vertente.

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, verifica-se 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.

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 2.9.7).

Quadro 2.9.7 | 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 que 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), modelo este que utiliza informação relativa aos rumos, alturas significativas e períodos de pico das ondas ao largo, com dados para o ano (quer para o período de inverno, quer para o período de 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).

Só através da elaboração de planos de agitação, recorrendo a modelos numéricos e dispondo de informação topo-hidrográfica detalhada, é possível averiguar quais os valores locais dos rumos, alturas e comprimentos de onda ao longo do perímetro de cada ilha e, em particular, nos seus portos e portinhos.

2.9.6 | Movimentos de massas

Na ilha de São Jorge estão recenseadas 107 nascentes, que se distribuem ao longo de toda a ilha, com particular incidência no eixo central e nas vertentes próximas do litoral, e entre as quais são captadas 65 emergências, e dois furos para abastecimento público (Figura 2.9.30).

As nascentes e furos situam-se em locais onde as litologias dominantes são constituídas por escoadas lávicas (s.l.) e piroclásticos basálticos (s.l.) subaéreos.

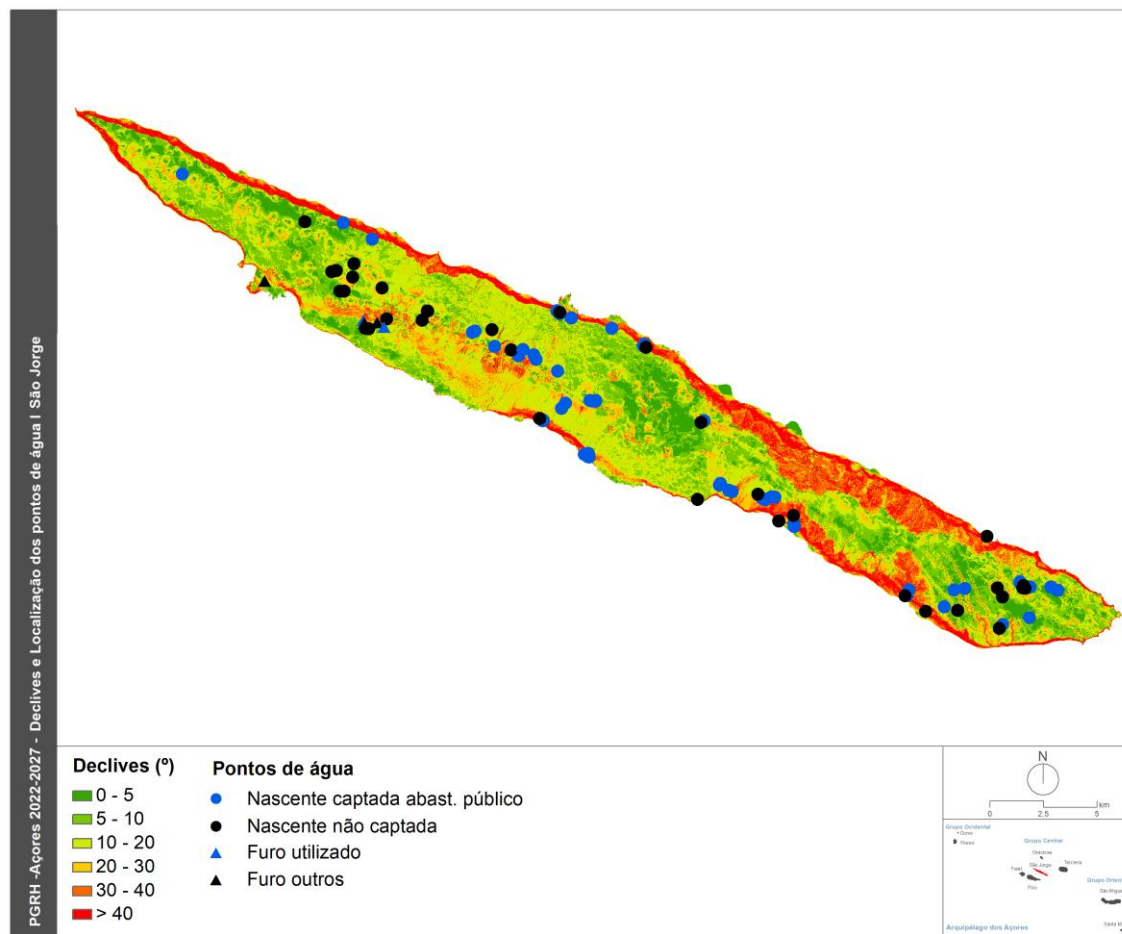


Figura 2.9.30 | Mapa de declives da ilha de São Jorge e localização dos pontos de água subterrânea.

Muitas das nascentes estão localizadas nas vertentes sobranceiras às Fajãs e em pequenas bacias hidrográficas, muitas vezes em zonas de convergência de água subterrânea e superficial. A presença de declives elevados nestes locais, bem como uma significativa área de contribuição interna e externa, promove a instabilização de vertentes.

Os critérios assentes nos resultados obtidos no âmbito do projeto “Avaliação de perigos geológicos e delimitação de áreas vulneráveis a considerar em termos de riscos no ordenamento do território da RAA” (E-PG), desenvolvido pelo CVARG/CIVISA para o Governo Regional dos Açores, permitem analisar de uma forma integrada a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente. No projeto E-PG foram inventariados na RAA cerca de 17 000 movimentos de vertente, identificados a partir das respetivas cicatrizes patentes em ortofotomapas referentes ao período 2004 – 2009, e efetuada a identificação e cartografia dos fatores de pré-disposição numa forma matricial (10 x 10 m). Esta informação permitiu a produção de mapas de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente (áreas-fonte) e das áreas de propagação dos mesmos, tendo da respetiva integração resultados a carta de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente, com três categorias (suscetibilidade reduzida, moderada e elevada).

Nas Figuras 2.9.31 e 2.9.32 projetam-se os limites das massas de água, quer subterrâneas, quer de superfície interiores de transição, relativamente as três categorias de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente acima

referidas. Grande parte da área aflorante das massas de água subterrâneas corresponde à classe de suscetibilidade reduzida, e a distribuição dos pontos de água subterrânea revela a mesma tendência predominante (Figura 2.9.31). No caso das massas de água de superfície de transição observa-se que se enquadram em áreas em que a suscetibilidade é classificada como elevada (Figura 2.9.32).

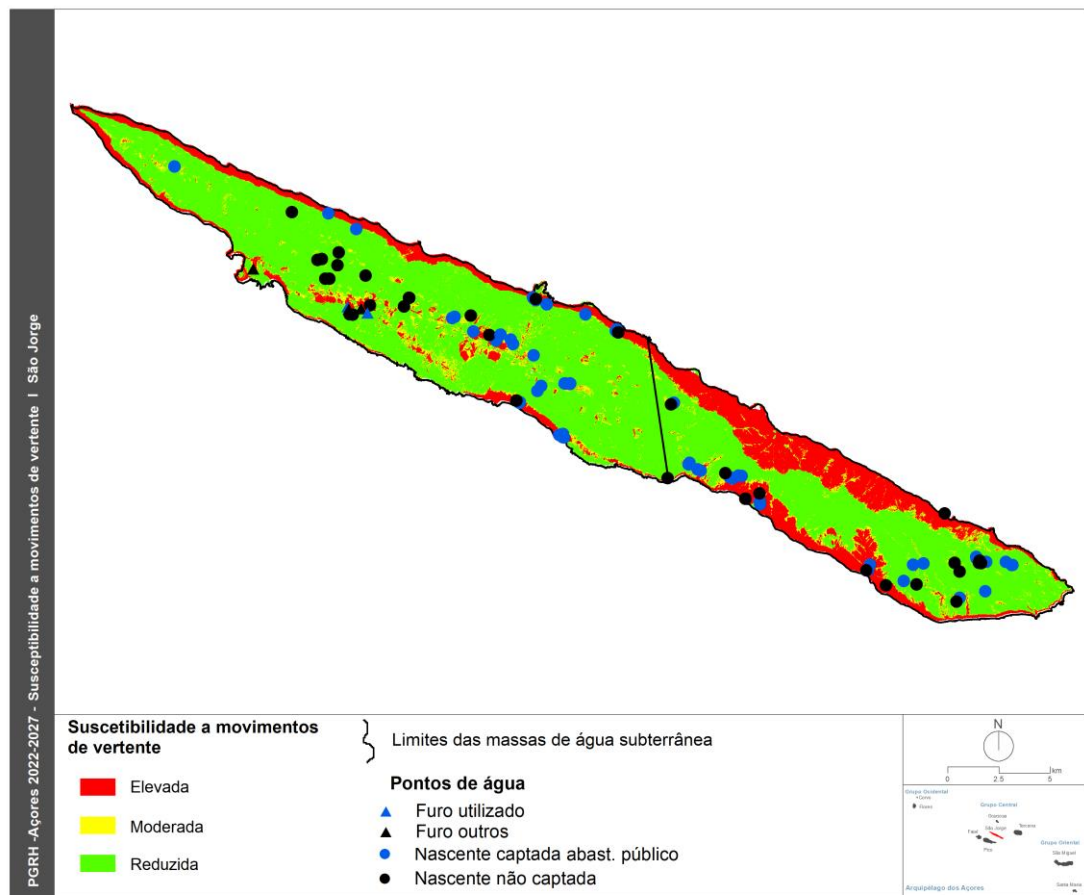


Figura 2.9.31 | Representação cartográfica das áreas de suscetibilidade reduzida, moderada e elevada à ocorrência de movimentos de vertente, com localização dos pontos de água subterrânea e limites das massas de água subterrânea.

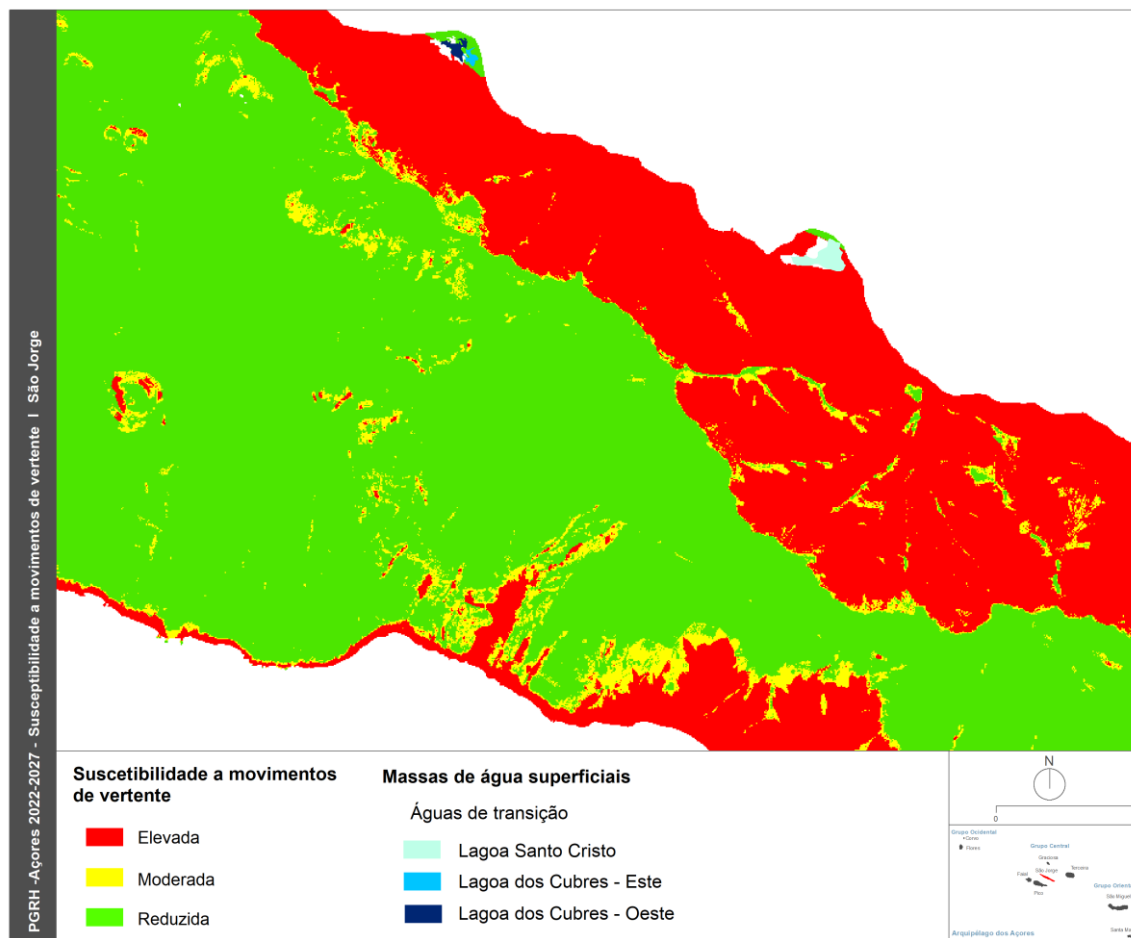


Figura 2.9.32 | Representação cartográfica das áreas de suscetibilidade reduzida, moderada e elevada à ocorrência de movimentos de vertente e localização das massas de água de superfície interiores de transição.

As vertentes das Fajãs e as arribas litorais do quadrante N e S da ilha apresentam uma série de cicatrizes que testemunham a atividade geomorfológica que tem ocorrido ao longo do tempo, resultando, muitas vezes, na solicitação de grandes volumes de materiais rochosos e de depósitos piroclásticos basálticos (s.l.) (Figura 2.9.33), com elevado poder destruidor. É também possível reconhecer formações geológicas na ilha caracterizadas por depósitos de vertente, revelando uma intensa atividade geomorfológica.



Figura 2.9.33 | Evidências morfológicas da atividade geomorfológica que atua ao longo das vertentes da ilha, próximas à orla costeira.

Em virtude dos constrangimentos geológicos, tectónicos e morfológicos, é frequentemente encontrar exsurgências de água na base e em fissurações de imponentes formações lávicas, dando origem por vezes ao destacamento de blocos com dimensões apreciáveis (Figura 2.9.34).



Figura 2.9.34 | Presença de blocos rochosos individualizados no talude e na sua base, próximos de uma nascente. A seta indica a presença de bloco rochoso oriundo do talude sobranceiro.

A sismicidade na ilha de São Jorge reflete a atividade sísmica das zonas sismogénicas circundantes, na medida em que alguns dos sismos mais energéticos, com origem nas proximidades das ilhas do Faial, Pico e Terceira, afetam a ilha

(e.g., 1 janeiro de 1980; 9 julho de 1998), podendo dar origem a movimentos de vertente que poderão afetar as nascentes localizadas nas arribas litorais ou na base de vertentes com comandos e declives consideráveis.

São vários os exemplos dos eventos sísmicos ocorridos na ilha de São Jorge que deram origem a movimentos de vertente, principalmente nas arribas, tendo inclusivamente o de 1757 dado origem à Fajã da Ponta Nova (Nunes *et al.*, 2001; Vieira, 2005), e à destruição de algumas nascentes de água. Adicionalmente, de acordo com Vieira (2005), são vários os registos bibliográficos que apontam o papel da precipitação intensa como fator desencadeante da instabilidade de vertente na ilha de São Jorge.

Com base no exposto, e face à morfologia, à geologia, à tectónica e às condições meteorológicas adversas, as vertentes e as arribas litorais onde estão instaladas uma parte significativa das nascentes, constituem -se suscetíveis à ocorrência de movimentos de vertente, e deste modo, as nascentes que ocupam estes espaços estão vulneráveis a atuação dos processos geomorfológicos.

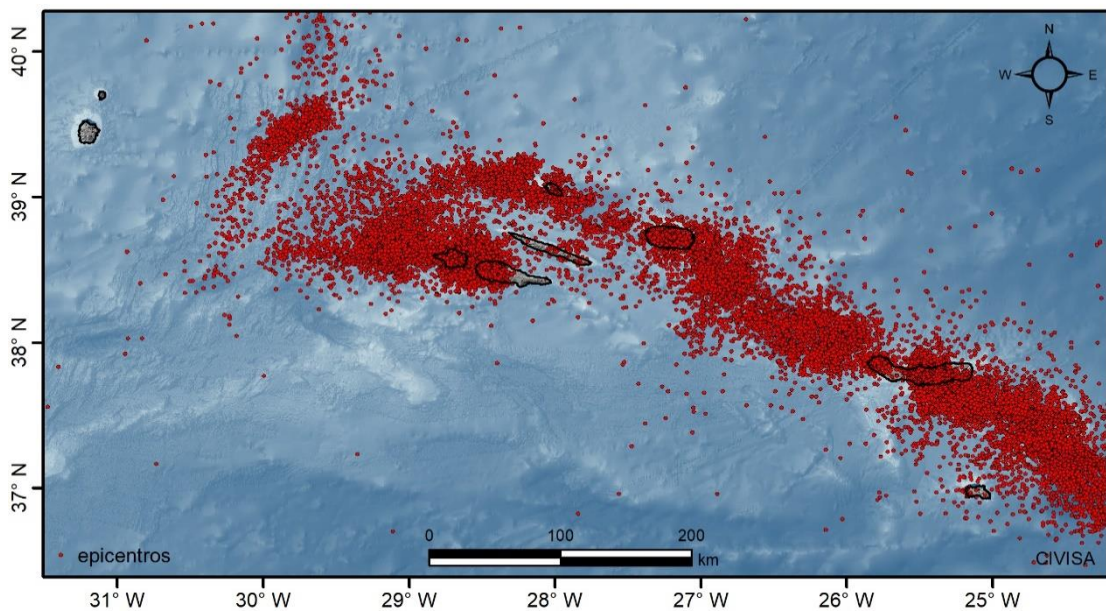
As nascentes para abastecimento público que se distribuem ao longo do eixo central da ilha, em virtude do seu enquadramento morfológico e geológico não se encontram em risco de serem atingidas por movimentos de vertente.

Relativamente aos furos de água para abastecimento, estes estão localizados em zonas sensivelmente aplanadas, correspondendo deste modo a locais com uma baixa suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente. No entanto, convém referir que o furo da Queimada I, na Fajã de Santo Amaro, poderá constituir um elemento vulnerável a movimentos de vertente, caso se desenvolva escoadas detriticas na vertente sobranceira, cuja propagação possa alcançar o furo

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 Crista Média Atlântica (CMA) e ao nível do Rift da Terceira (RT) (Figura 2.9.35).



Fonte: dados do CIVISA (2020)

Figura 2.9.35 | Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2019

Fruto do enquadramento geoestrutural, algumas ilhas têm sido atingidas por diversos sismos ao longo da história, tendo mesmo atingido intensidades de grau IX-X na Escala de Mercalli Modificada (EMM), por vezes com consequências devastadoras. Os sismos históricos sentidos na ilha de São Jorge estão descritos no Quadro 2.9.8.

Quadro 2.9.8 | Principais sismos sentidos na ilha de São Jorge

Caracterização Geral de Perigos Naturais					
Data	Intensidade	Ilha mais afetada	Zona mais afetada	Magnitude	Consequências
1757-07-09	XI	São Jorge	Calheta		Cerca de 1000 mortes. Grandes destruições.
1964-02-21	VIII	São Jorge	Velas		Grandes destruições.

Fonte: Gaspar et al., 1999 e Coutinho, 2000.

No domínio dos perigos geológicos importa sublinhar o sísmico, na medida em que os eventos desta natureza são frequentes no arquipélago e face ao contexto geoestrutural, a distância epicentral e a magnitude do evento podem desencadear outros fenómenos como o vulcânico, a instabilidade de vertentes e os tsunamis.

No contexto geodinâmico dos grupos Central e Oriental, a ilha de São Jorge apresenta historicamente um elevado índice de atividade sísmica, devido à localização numa importante área sismogénica, marcada pela presença de estruturas tectónicas regionais de direção WNW -ESE a E-W e NNW-SSE. Neste contexto, englobam-se, não apenas as estruturas tectónicas que se desenvolvem no interior da ilha, mas também todos os acidentes submarinos envolventes, de entre os quais se salientam: a Bacia E da Graciosa, a Crista Submarina de São Jorge, que se estende a N da ilha segundo a direção WNW-ESE e a zona de fratura do canal São Jorge-Pico, de direção WNW-ESE (Viveiros et al., 2004; Queiroz et al., 2002).

Nestas estruturas é possível a ocorrência de eventos com magnitudes superiores a 7, tal como o demonstram os casos de 9 de julho de 1757 ($M=7,4$; Machado, 1949) e de 1 de janeiro de 1980 ($M=7,2$; Hirn *et al.*, 1980), responsáveis pela grande destruição e avultados danos em São Jorge.

Desde 1901 registaram-se quarenta e três eventos sentidos com intensidade máxima IV na ilha de São Jorge, dezanove de grau IV/V, vinte e seis de grau V, dois de grau VI, um de grau VI/VII, um de grau VII e um de grau VIII (EMM).

Na Figura 2.9.36 apresenta-se a carta de intensidades sísmicas máximas calculada para a ilha de São Jorge, tendo por base a reanálise dos registos históricos, à luz da EMS-1998.



Fonte: Mendes-Victor e Costa Nunes (1986, Adaptado)

Figura 2.9.36 | Carta de intensidades máximas históricas (EMM) para a ilha de São Jorge.

2.9.8 | Vulcões

No que respeita à atividade vulcânica histórica de São Jorge, contabilizam-se 2 erupções subaéreas em 1580 e 1808, centradas na Região Ocidental, e uma erupção submarina em 1964 ao largo da ilha.

A análise dos registos eruptivos associados aos sistemas vulcânicos da ilha indica a possibilidade de ocorrência de erupções subaéreas basálticas (s.l.), marcadas por um caráter predominantemente efusivo ou moderadamente explosivo. Este tipo de atividade pode apresentar pontualmente algumas fases hidromagmáticas quando associadas a

massas de água subterrâneas. Madeira (1998) e Wallenstein et al. (2018) referem a ocorrência de escoadas piroclásticas associadas às erupções históricas de 1580 e 1808. As erupções subaéreas basálticas (s.l.) tem ocorrido predominantemente ao longo das falhas com orientação WNW -ESE, mas também se encontram em edifícios alinhados segundo a orientação NNW-SSE. Deste modo, eventuais futuras erupções poderão ocorrer ao longo do segmento dos Picos, ou da zona de Falha do Pico do Carvão, incluindo as fraturas paralelas aos seus eixos principais, tais como as que se estendem ao longo da região S da ilha, entre Queimada e Manadas. Embora com menor probabilidade, também o segmento Rosais-Brenhas poderá ser palco de atividade vulcânica.

De igual modo, é também admissível a ocorrência de eventos submarinos, nomeadamente no prolongamento dos sistemas de falha evidentes em terra, como por exemplo da zona de Falha do Pico do Carvão, para W do Morro Grande de Velas, e junto à orla costeira, em toda extensão entre o Morro do Lemos e Manadas. Importa ainda salientar a possibilidade de erupções paroxismais centradas nas ilhas vizinhas afetarem a ilha de São Jorge.

2.9.9 | Tsunamis

Tal como as restantes ilhas dos Açores, a ilha de São Jorge também pode ser afetada por tsunamis, que poderão ter origem local, regional ou atlântica. São vários os exemplos documentais que referem que a ilha já foi palco de várias inundações causadas por tsunamis associadas a fenómenos meteorológicos, sísmicos e por instabilidade de vertentes (e.g., 1641, 1668, 1755, 1757, 1792, 1856, 1899) (Cabral, 2009).

Tendo em consideração os tsunamis gerados em resultado dos fatores mencionados, é de admitir que os setores onde estão inseridos os parques habitacionais das Velas e Calheta, bem como as diversas fajãs que tanto caracterizam a ilha, sejam aqueles que se encontram mais expostos à ação de eventos desta natureza.

A Figura 2.9.37 ilustra a carta de suscetibilidade à inundação por tsunamis da ilha de São Jorge, afetará as nascentes para abastecimento público nas proximidades da linha de costa, a N e a S, constituindo-se como elementos vulneráveis à atuação de eventos de Tsunami nas infraestruturas, bem como na possível contaminação das águas subterrâneas.

Figura 2.9.37 | Carta de suscetibilidade a tsunamis – Carta produzida a partir da altimetria do IGeoE, na escala 1:25.000.

Na ilha de São Jorge não existem infraestruturas desta tipologia.

2.9.11.1 | Poluição tóxica

São identificadas no Quadro 2.9.9 as atividades desenvolvidas nas áreas das massas de água subterrâneas e costeiras, para a ilha de São Jorge, que contribuem ou possam contribuir como fontes de poluição tóxica.

Quadro 2.9.9 | Fontes de poluição tóxica na ilha de São Jorge

Fontes de Poluição Tópica	Concelho, Local	Tipologia
Efluentes urbanos	Velas/Calheta	Águas costeiras
Cooperativas de lacticínios	Velas/Calheta	Águas costeiras
Explorações agropecuárias	Velas/Calheta	Águas costeiras
Matadouro das Velas	Velas	Águas costeiras
Conserveira de Santa Catarina	Calheta	Águas costeiras

Fontes de Poluição Tópica	Concelho, Local	Tipologia
Indústria extrativa	Velas	Águas costeiras
Pressão associada à pressão turística	Velas/Calheta	Águas costeiras
Substâncias perigosas	Velas/Calheta	Águas costeiras
Armazenagem de combustíveis - Bencom, S.A	Velas, Porto das Velas	Águas costeiras
Efluentes domésticas	Velas/Calheta	Águas subterrâneas
Efluentes industriais	Velas/Calheta	Águas subterrâneas

2.9.11.2 | Poluição difusa

Na ilha de São Jorge em específico são identificadas no Quadro 2.9.10 algumas atividades que poderão contribuir como fontes de poluição difusa sobre determinadas massas de água.

Quadro 2.9.10 | Fontes de poluição difusa na ilha de São Jorge

Atividade	Concelho, Local	Tipologia
Lixeira	Velas	Águas costeiras
Pecuária	Velas/Calheta	Águas subterrâneas
Agricultura e exploração florestal	Velas/Calheta	Águas subterrâneas

3 | Caracterização das Massas de Água

3.1 | Massas de água superficiais

3.1.1 | Tipos de massas de água

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

- Águas costeiras e de transição.

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

3.1.1.1.1 | Ribeiras

As ribeiras identificadas na ilha de São Jorge possuem bacias de drenagem com área inferior a 10km² e são de caudal não permanente. Assim, na ilha de São Jorge não existe nenhuma massa de água da categoria rios que se inclua na tipologia definida.

3.1.1.1.2 | Lagoas

Todas as lagoas identificadas na ilha de São Jorge possuem dimensões inferiores a 0,01km². Assim, na ilha de São Jorge não existe nenhuma massa de água da categoria lagoas que se inclua nas tipologias definidas.

3.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição

A Figura 3.1.1 apresenta as massas de água costeiras delimitadas para a ilha de São Jorge.



Figura 3.1.1 | Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha de São Jorge.

Assim, as principais características para estas massas de água estão sistematizadas no Quadro 3.1.1.

Quadro 3.1.1 | Tipo identificado para a categoria águas costeiras na ilha São Jorge

Designação do tipo	Código	Fatores Obrigatórios		
		Ecorregião	Profundidade	Sanidade (%)
A-C-E/PP/SJG1	PT09SJOCPP1	Atlântico Norte	Pouco Profunda	Euhalina
A-C-E//SJG1	PT09SJOCI1	Atlântico Norte	Intermédia	Euhalina
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Atlântico Norte	Profunda	Euhalina

No que respeita às águas de transição, três lagoas costeiras da ilha de São Jorge constituem massas de água que, pela sua situação de fronteira entre o ambiente terrestre e o ambiente marinho, apresentam características intermédias, nomeadamente no que se refere à salinidade. É o caso das lagoas das Fajãs dos Cubres e de Santo Cristo. São pequenas lagoas costeiras com águas salobras, recebem escorrências dulçaquícolas, principalmente águas subterrâneas e constituem ecossistemas com especificidades bastante particulares. A lagoa dos Cubres (que se divide em Cubres Este e Oeste) encontra-se totalmente fechada, recebendo água salgada essencialmente por percolação através dos muros de separação, principalmente de noroeste, sendo a amplitude do nível das águas de poucos

centímetros. A lagoa da Fajã de Santo Cristo permanece aberta na região mais ocidental e a amplitude do nível das suas águas é idêntica à da maré local.

A Figura 3.1.2 apresenta as massas de água de transição delimitadas para a ilha de São Jorge.

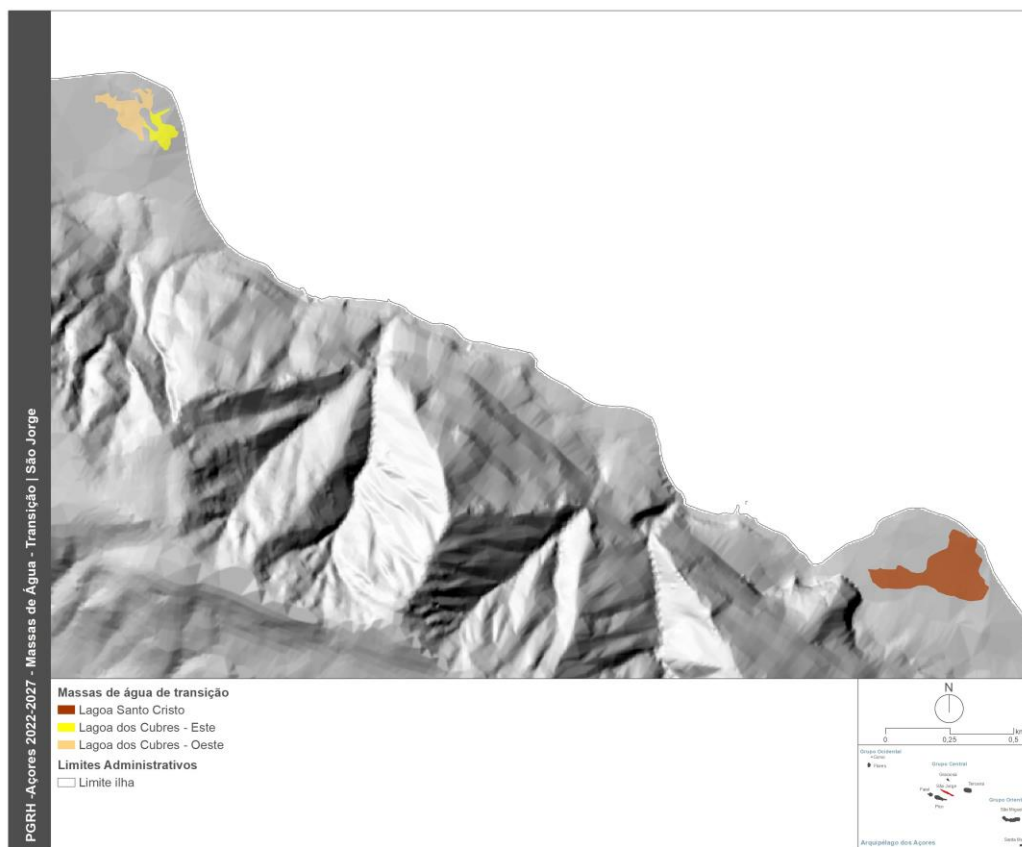


Figura 3.1.2 | Massas de água de transição designadas e delimitadas para a ilha de São Jorge.

As principais características para estas massas de água estão sistematizadas no Quadro 3.1.2.

Quadro 3.1.2 | Caracterização das águas de transição pela DQA, para a ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Fajãs	Área (km²)	Profundidade máxima (m)	Salinidade	Amplitude de maré (m)
A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	Santa Cristo	<1	6,0	17-38	1
A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	Cubres Este	<1	1,0	0-6	0
A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	Cubres Oeste	<1	1,5	6-16	0,02-0,03

3.1.1.1.4 | Massas de água fortemente modificadas

Não foram identificadas massas de água Fortemente Modificadas nas águas interiores nem nas águas de transição e costeiras da RAA. Nos termos previstos pela DQA, o processo de identificação provisória poderá ser retomado se existir informação adicional, ao longo do processo de implementação da DQA, que permita colmatar as lacunas de

conhecimento existentes. No caso específico de São Jorge, os dados disponíveis não indicam alterações hidromorfológicas significativas, derivadas de alterações físicas, nas massas de água (RSCRHA, 2006).

3.1.1.1.5 | Massa de água artificial (AA)

Não foram identificadas massas de água artificiais.

3.1.1.2 | Distribuição dos tipos

No Quadro 3.1.3 é apresentada a distribuição dos tipos e número de massas de água para as categorias de águas de superfície acima referidas para a ilha de São Jorge.

Quadro 3.1.3 | Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha de São Jorge

Categoria	Designação do tipo	Código	Número de massas de água
Ribeiras	B-R-C/P/S/P		0
Lagoas	B-L-M/MI-MP/S/P		0
	B-L-M/MI/S/PP		0
Águas de transição	A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	1
	A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	1
	A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	1
Águas costeiras	A-C-E/PP/SJG1	PT09SJOCPP1	1
	A-C-E/II/SJG1	PT09SJOCI1	1
	A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	1
Águas fortemente modificadas			-
Águas artificiais			-

3.1.1.3 | Identificação das condições de referência

3.1.1.3.1 | Ribeiras

Não existe nenhuma massa de água identificada para a categoria rios que se incluía na tipologia definida para a RH9, não podendo assim haver locais de referência para a ilha de São Jorge.

3.1.1.3.2 | Lagoas

Não existe nenhuma massa de água identificada para a categoria lagoas que se incluía na tipologia definida para a RH9, não podendo assim haver locais de referência para a ilha de São Jorge.

3.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Na ilha de São Jorge, e no que diz respeito às águas costeiras, iniciou-se na primavera de 2011, um conjunto de campanhas de monitorização, com o objetivo de caracterizar as condições de referência. Face ao reduzido volume de dados sobre a estrutura e variabilidade, espacial e temporal, das comunidades fitoplanctónicas nas massas de águas costeiras e de transição dos Açores, optou-se por utilizar os indicadores propostos e intercalibrados para as águas costeiras e de transição de Portugal continental (Carletti & Heiskanen 2009), adotando os valores de fronteira entre os estados de qualidade propostos para as águas costeiras das Canárias (Carletti & Heiskanen 2009) por estas serem mais similares às açorianas. Refira-se os valores fronteira entre as classes de qualidade para o fitoplâncton das Canárias são semelhantes aos observados nas águas costeiras da Ilha Terceira (Neto *et al.*, 2009c), pelo que esta

opção não contraria a indicação das águas costeiras da Ilha Terceira como referências, com a vantagem de os valores utilizados terem sido intercalibrados (Carletti & Heiskanen 2009) (Costa, *et al.*, 2012).

As águas de transição da RH9, não constituem sistemas na proximidade da foz de rios, mas são significativamente influenciadas por água doce. 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. As campanhas de monitorização iniciaram-se no verão de 2008 para as três massas de água identificadas e classificadas. As massas de água estão localizadas nas duas fajãs principais, a lagoa de Santo Cristo na Fajã da Caldeira de Santo Cristo, e a lagoa dos Cubres na Fajã de Cubres. Ambas estão separadas do oceano por um muro de pedras constituído por calhaus rolados embutidos em cascalho grosseiro. A lagoa de Santo Cristo comunica com o oceano através de um canal situado no lado Noroeste, enquanto a lagoa dos Cubres comunica com o oceano apenas por percolação através do muro.

Segundo o RCRH, 2006, a delimitação das massas de água costeiras Pouco Profundas (< -30m) utilizou o critério geométrico, traçando linhas perpendiculares à linha paralela à linha de base deslocada de uma milha para o lado do mar, perpendiculares essas que terminam na costa em coincidência com o limite das linhas que delimitam em terra as Regiões Hidrográficas. Para as massas de água costeiras de profundidade Intermédia e Profundas o critério geométrico foi reajustado, tendo sido abrangidas na delimitação as zonas 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 de um programa de monitorização sistemático e do estabelecimento de parâmetros quantitativos (métricas, índices) das condições de referência, que permitam, de uma forma simples, determinar/quantificar o desvio das massas de água em análise.

3.2 | Massas de água subterrâneas

3.2.1 | Delimitação das massas de água

Como referido no ponto 2.3.4 do presente relatório, na ilha de São Jorge foram delimitadas duas massas de água. A respetiva delimitação, realizada no âmbito do relatório de caracterização preliminar da RH9, assentou sobre os sistemas aquíferos cartografados no decurso da elaboração do PRA (DROTRH, 2006), constou nos documentos relativos aos 1.º

e 2.º ciclo de planeamento da RH9 e foi posteriormente reavaliada num estudo específico para o efeito. A representação cartográfica das massas de água subterrâneas pode encontrar-se no referido subcapítulo do relatório.

As massas de água delimitadas são as seguintes:

- Massa de água Ocidental

Com uma área aflorante da ordem de 148,94km², esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 61,1% da superfície de São Jorge, correspondendo aos setores ocidental e central da Ilha. Confronta a E com a massa Oriental. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se nos concelhos de Velas de São Jorge e Calheta. Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude e basal, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida. No caso em que os cones secundários apresentem volumes hidrogeologicamente interessantes admite-se a existência de aquíferos porosos de altitude.

- Massa de água Oriental

Com uma área aflorante da ordem de 94,71km², esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 38,9% da superfície de São Jorge, correspondendo ao setor oriental da ilha, confrontando a W com a massa Ocidental. Em termos administrativos a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Calheta. Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude e basal, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida. No caso em que os cones secundários apresentem volumes hidrogeologicamente interessantes admite-se a existência de aquíferos porosos de altitude.

3.2.2 | Caracterização das massas de água

3.2.2.1 | Características gerais dos estratos da área de drenagem

A descrição das características gerais dos estratos da área de drenagem das massas de água subterrâneas delimitadas na ilha de São Jorge foi efetuada com base nos trabalhos de Forjaz & Fernandes (1976), Fernandes (1977), Madeira (1998), Pereira (2000), Cruz (2001, 2004) e França et al. (2005).

3.2.2.1.1 | Massa de água Ocidental

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude e basal, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida. No caso em que os cones secundários apresentem volumes hidrogeologicamente interessantes admite-se a existência de aquíferos porosos de altitude.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo dos Rosais, que domina o setor ocidental da ilha de São Jorge, e é formado por escoadas lávicas de natureza basáltica e havaitica, porfíriticas predominantemente do tipo aa, muitas vezes dando lugar a níveis de clincker possantes. Associados a cones estrombolianos podem observar-se depósitos piroclásticos de natureza basáltica (s.l.), que podem originar coberturas relevantes.

Forjaz & Fernandes (1976) agrupam as formações geológicas desta massa de água em três grupos:

- Aglomerados, tufos vulcânicos e tufos hialoclastíticos;
- Distribuem-se desde os Rosais ao Morro pelado (Norte Grande) e agregam os depósitos piroclásticos acima referidos;
- Andesitos e andesitos peridóticos;
- Apesar da sua composição química poder ser reinterpretada como de natureza basáltica, corresponde a uma escoada lávica compacta, pouco porfírica, localizada a NW de Norte Pequeno;
- Basaltos;
- Corresponde ao conjunto de escoadas lávicas de natureza basáltica (s.l.) acima mencionadas, que apresentam geralmente pequenas espessuras (da ordem de 1,5m), mas que no conjunto podem apresentar uma sequência com aproximadamente 500m de possança.

3.2.2.1.1 | Massa de água Oriental

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos de altitude e basal, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida. No caso em que os cones secundários apresentem volumes hidrogeologicamente interessantes admite-se a existência de aquíferos porosos de altitude.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água corresponde ao denominado Complexo do Topo, que domina o setor oriental da ilha de São Jorge, formado em resultado de atividade vulcânica predominantemente fissural. Este Complexo é formado por escoadas lávicas de natureza basáltica, havaítica e mugearítica, frequentemente porfíricas predominantemente do tipo aa e com espessuras que raramente são superiores a 2m. Associados a cones estrombolianos podem observar-se depósitos piroclásticos de natureza basáltica (s.l.).

Forjaz & Fernandes (1976) agrupam as formações geológicas desta massa de água em três grupos:

- Aglomerados e tufos vulcânicos
Frequentemente apresentam-se alterados, e correspondem a depósitos piroclásticos de natureza basáltica (s.l.), de granularidades diversas, de origem indiferenciada ou muitas vezes diretamente associáveis a um determinado centro eruptivo (Piqueinho da Urze, Serra do Topo, Cabecinhos, Caminho do Pico, Cabeço da Lagoa)
- Andesitos e andesitos peridóticos
Apesar da sua composição química poder ser reinterpretada como de natureza basáltica, corresponde a escoadas lávicas porfíricas, localizada em pequenas manchas, muito localizadas (no caminho para a Caldeira de Cima, no vale da Ribeira de São João e a S da Fajã do Norte Estreito.
- Basaltos

Corresponde ao conjunto de escoadas lávicas de natureza basáltica (s.l.) acima mencionadas, que apresentam geralmente pequenas espessuras (da ordem de 1,5m), mas que no conjunto podem apresentar uma sequência com aproximadamente 500m de possança.

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 de São Jorge são, no geral, elevados, totalizando 185 hm³/ano. A massa de água com recursos mais elevados é a designada por Ocidental, a que corresponde um valor de 120,9 hm³/ano, enquanto na massa Oriental esse volume desce, respetivamente, para um total de 64,1 hm³/ano (Figura 3.2.1 a 3.2.2).

Considerando uma fração não disponível igual a 40% dos recursos estimados a longo prazo, i.e. a recarga, valor que se estima poder compensar os constrangimentos geológicos e hidrogeológicos e, paralelamente, ser suficiente para assegurar a parte do escoamento subterrâneo que alimenta os cursos de água, as disponibilidades reais nas massas de água subterrâneas de São Jorge são respetivamente iguais a 72,5 hm³/ano (Ocidental) e 38,5 hm³/ano (Oriental) (Figuras 3.2.1 a 3.2.2)

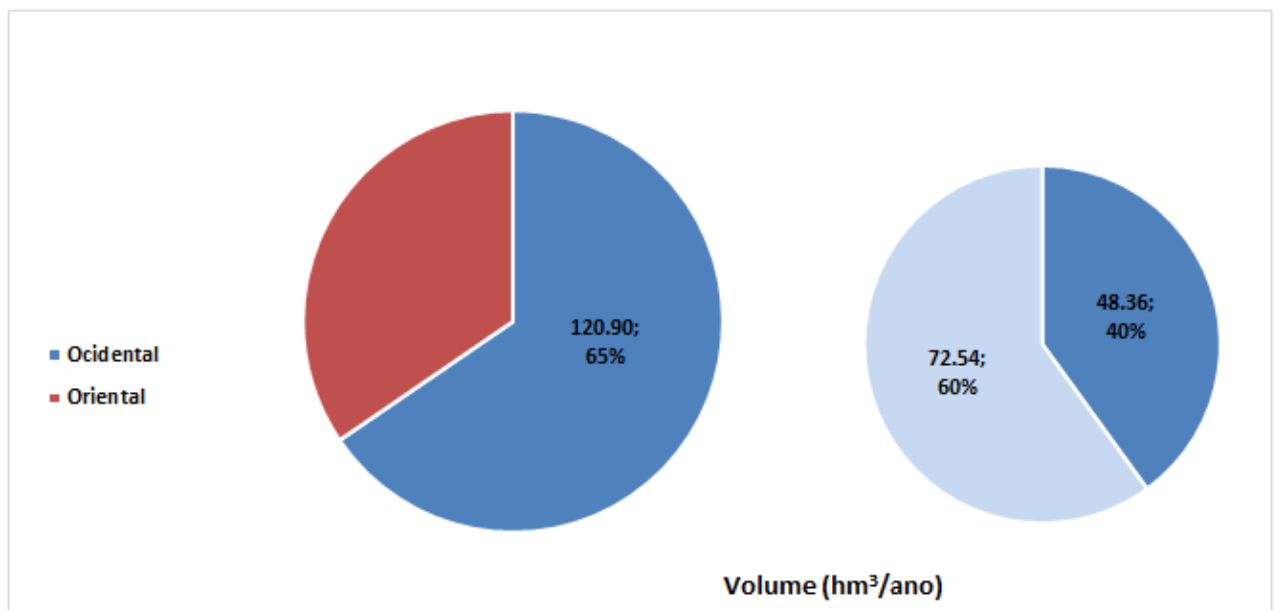


Figura 3.2.1 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Central no contexto geral da ilha de São Jorge (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

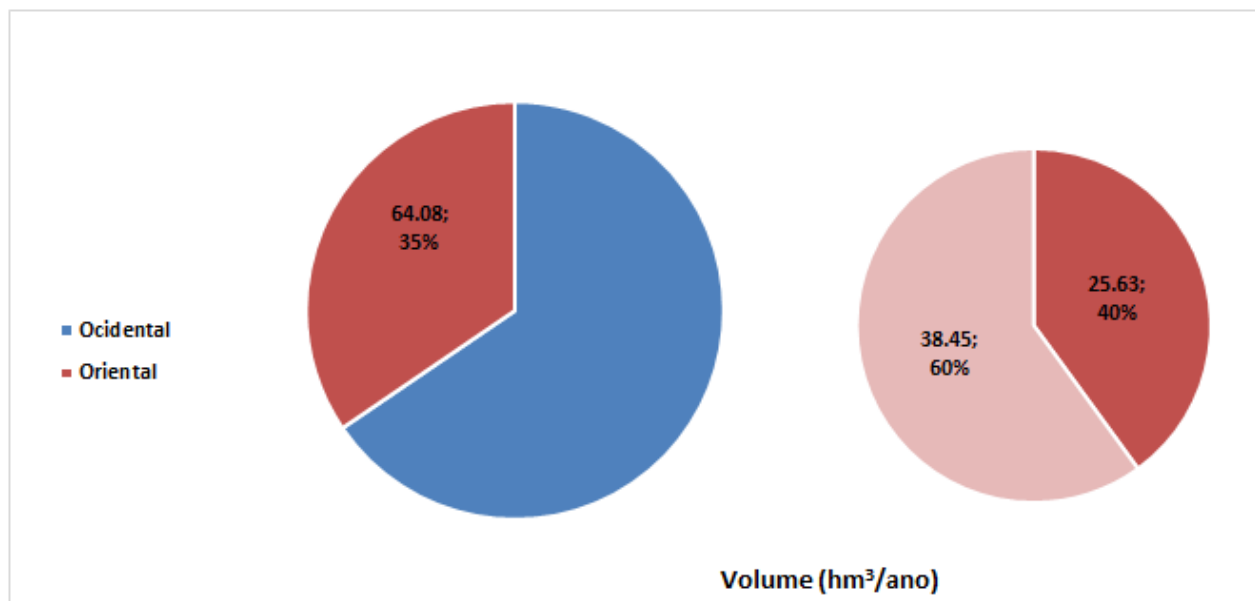


Figura 3.2.2 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Oriental no contexto geral da ilha de São Jorge (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

3.2.2.3 | Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos

Na Figura 3.2.3 representa-se a distribuição das zonas preferenciais de recarga na ilha de São Jorge, classificadas em função das categorias acima mencionadas. A análise do cartograma permite evidenciar que na ilha predominam as classes de recarga elevada a moderada, embora se observem regiões representativas de todas as classes.

As classes de recarga elevada e muito elevada predominam nas zonas de maior altitude, em especial na região central da ilha, ao longo de toda a zona dorsal, que frequentemente corresponde aos alinhamentos de cones vulcânicos. A classe de recarga reduzida está particularmente bem representada na zona costeira da ilha, em particular nos setores central e oriental de São Jorge.

Considerando o âmbito territorial das massas de água subterrâneas, constata-se que na massa Ocidental as classes de recarga dominantes são a elevada a moderada e reduzida, e é nesta unidade que se observa a taxa de recarga mais elevada (39,9%).

Na área dominada pela massa de água Oriental, a classe de recarga predominante corresponde à classe moderada. Contudo, observam-se algumas zonas onde a recarga nesta massa é elevada a reduzida, o que é compatível com o valor estimado da taxa de recarga média, igual a 34,2%.

A ocupação do solo nas áreas classificadas como de recarga elevada a muito elevada corresponde predominantemente a vegetação natural e a pastagem, neste último caso podendo implicar impactes negativos sobre a qualidade da água subterrânea (Figura 3.2.4).

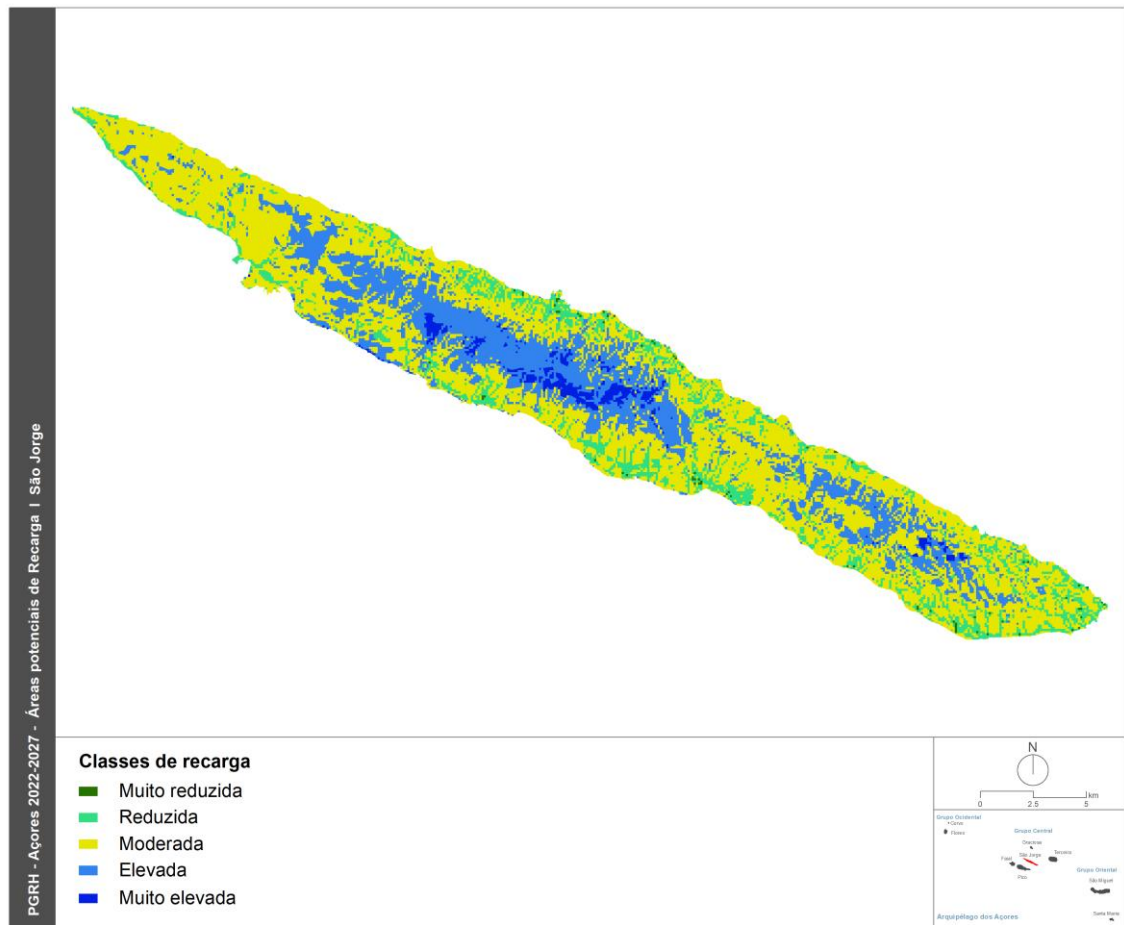


Figura 3.2.3 | Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha de São Jorge

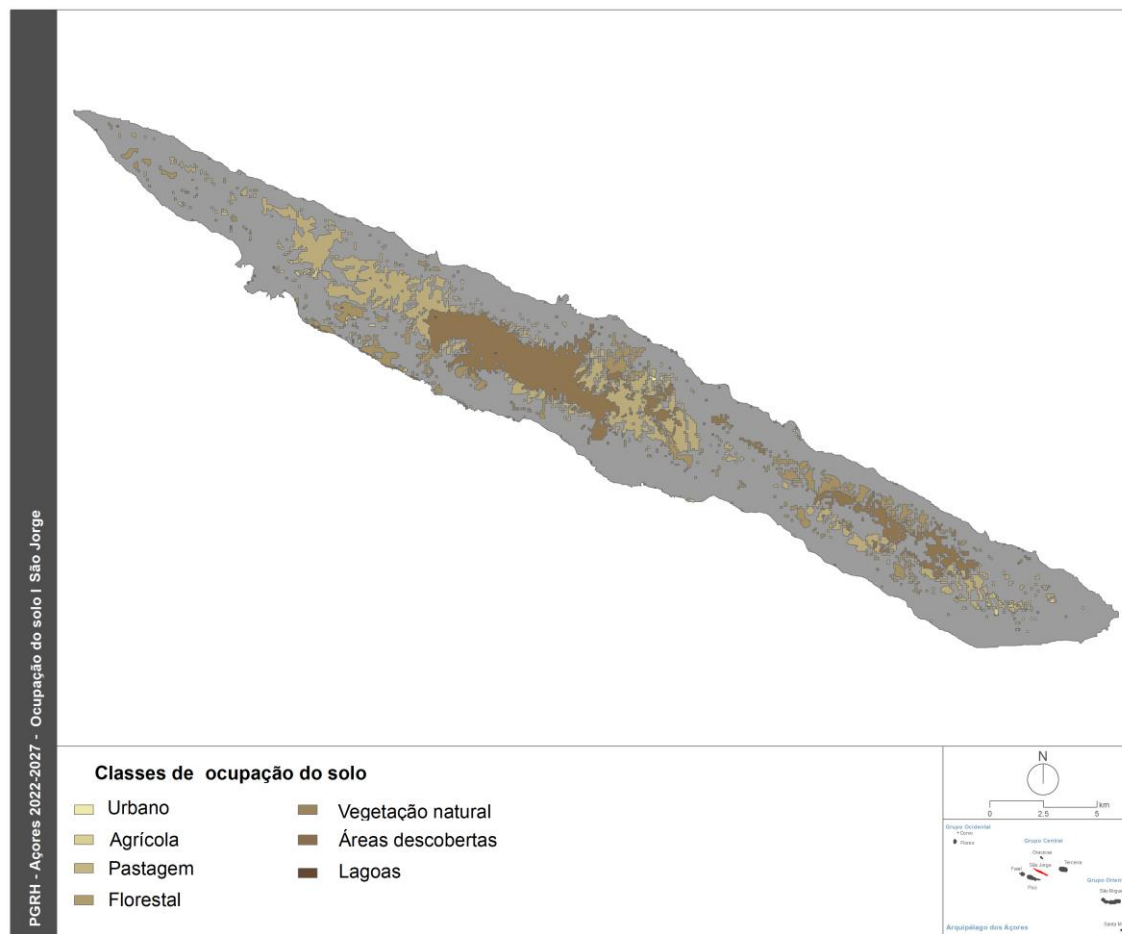


Figura 3.2.4 | Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.

3.2.2.4 | Massas de água em risco

No caso vertente da ilha de São Jorge, 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

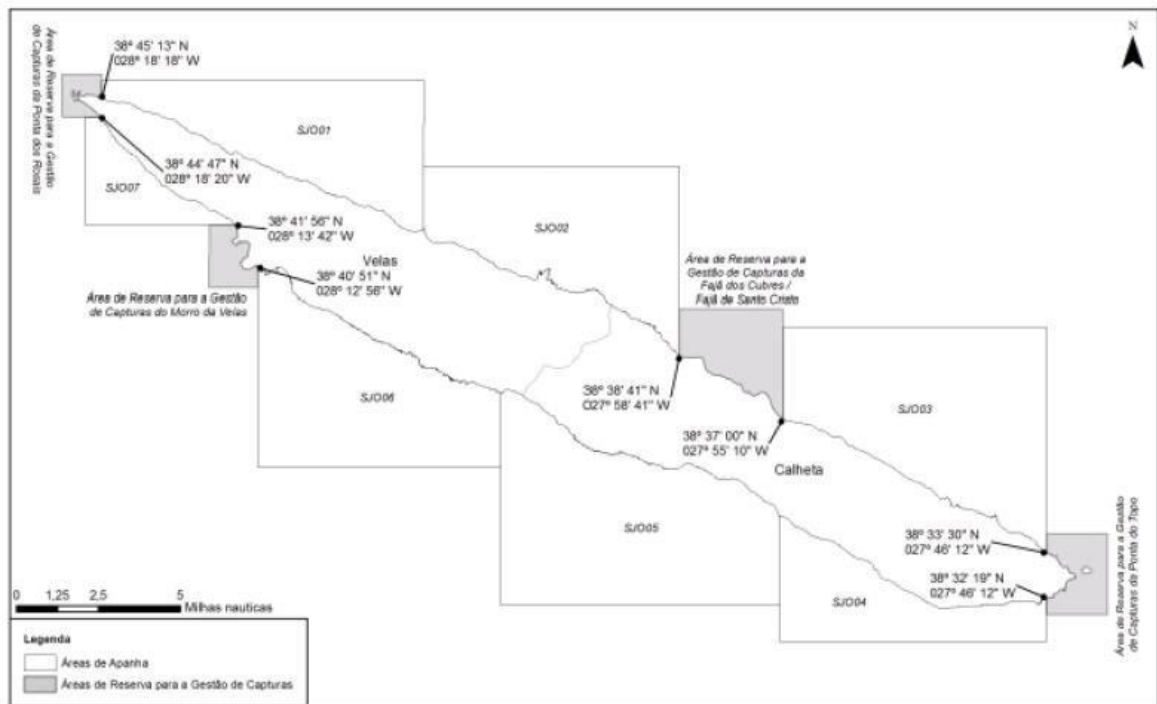
3.3.1 | Águas superficiais

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

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

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

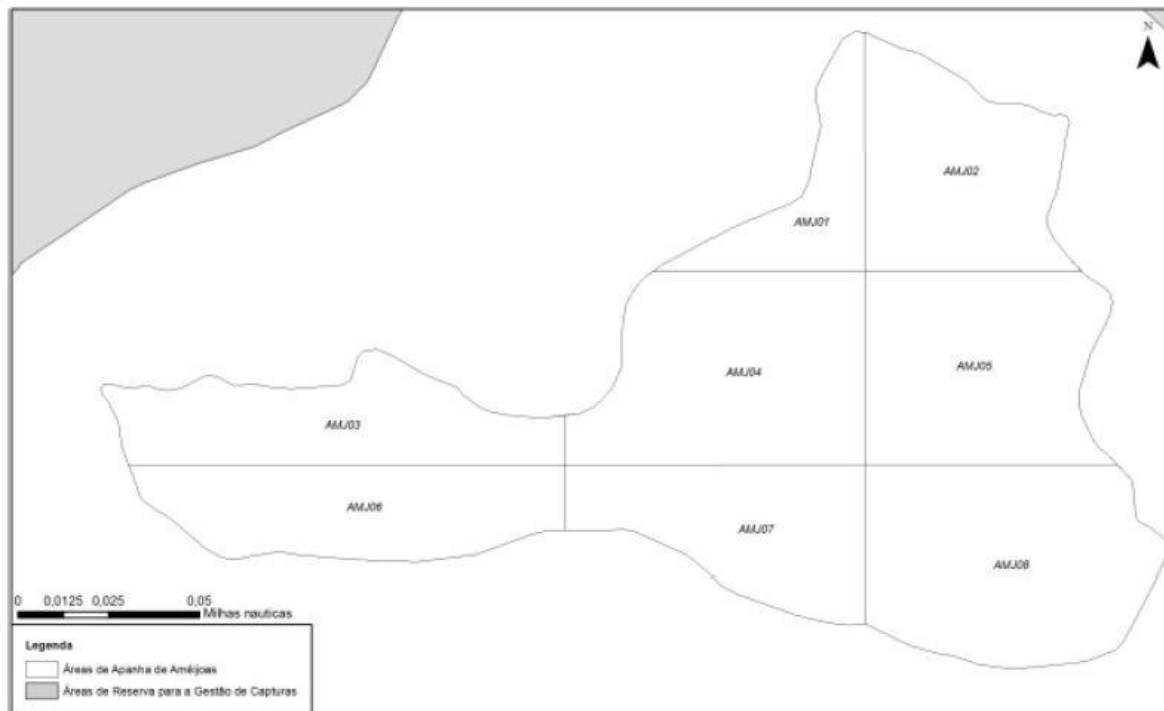
Na ilha de São Jorge estão demarcadas as seguintes Áreas de Reserva para a Gestão de Capturas: Ponta do Topo, incluindo ilhéu do Topo; Morro das Velas; Fajã dos Cubres/Fajã de Santo Cristo; Ponta dos Rosais, incluindo ilhéus (Figura 3.3.1).



Fonte: Portaria n.º 1/2014, de 10 de janeiro

Figura 3.3.1 | Áreas de Reservas para a Gestão de Capturas na ilha de São Jorge.

É permitida a apanha de amêijoia-boia dentro da Lagoa da Caldeira de Santo Cristo, sendo as zonas de apanha definidas de acordo com a Figura seguinte.



Fonte: Portaria n.º 1/2014, de 10 de janeiro

Figura 3.3.2 | Áreas de Reservas para a apanha de amêijoas na Lagoa da Caldeira de Santo Cristo – Ilha de São Jorge.

3.3.1.3 | Massas de água designadas como água de recreio

Em 2013, foram identificadas 58 zonas balneares costeiras na RAA Portaria n.º 26/2019 de 29 de março de 2019, três das quais na ilha de São Jorge (Quadro 3.3.1).

Quadro 3.3.1 | Águas balneares costeiras na ilha de São Jorge (2013)

Ilha	Concelho	Água Balnear	Classificação da Qualidade
São Jorge	Calheta	Portinhos - Fajã Grande	Excelente
	Velas	Poço dos Frades	Excelente
		Preguiça - Velas	Excelente

Fonte: Jornal Oficial (2019); Portaria n.º 26/2019, de 29 de março

No decorrer da época balnear de 2013 (1 de junho a 30 de setembro), as águas balneares na ilha de São Jorge apresentaram “Excelente Qualidade”.

3.3.1.4 | Zonas sensíveis em termos de nutrientes

Zonas Vulneráveis

Na ilha de São Jorge não foi designada qualquer massa de água superficial com estatuto de zona vulnerável.

Zonas sensíveis

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

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

Rede Natura 2000

Na ilha de São Jorge existem duas ZEC e uma ZPE, que totalizam aproximadamente 4642ha, dos quais 4122ha correspondem a área terrestre e 520ha a área marinha (Figura 3.3.3 e Quadro 3.3.2): ZEC Ponta dos Rosais e Costa NE e ZEC Ponta do Topo; ZPE Ilhéu do Topo e Costa Adjacente.

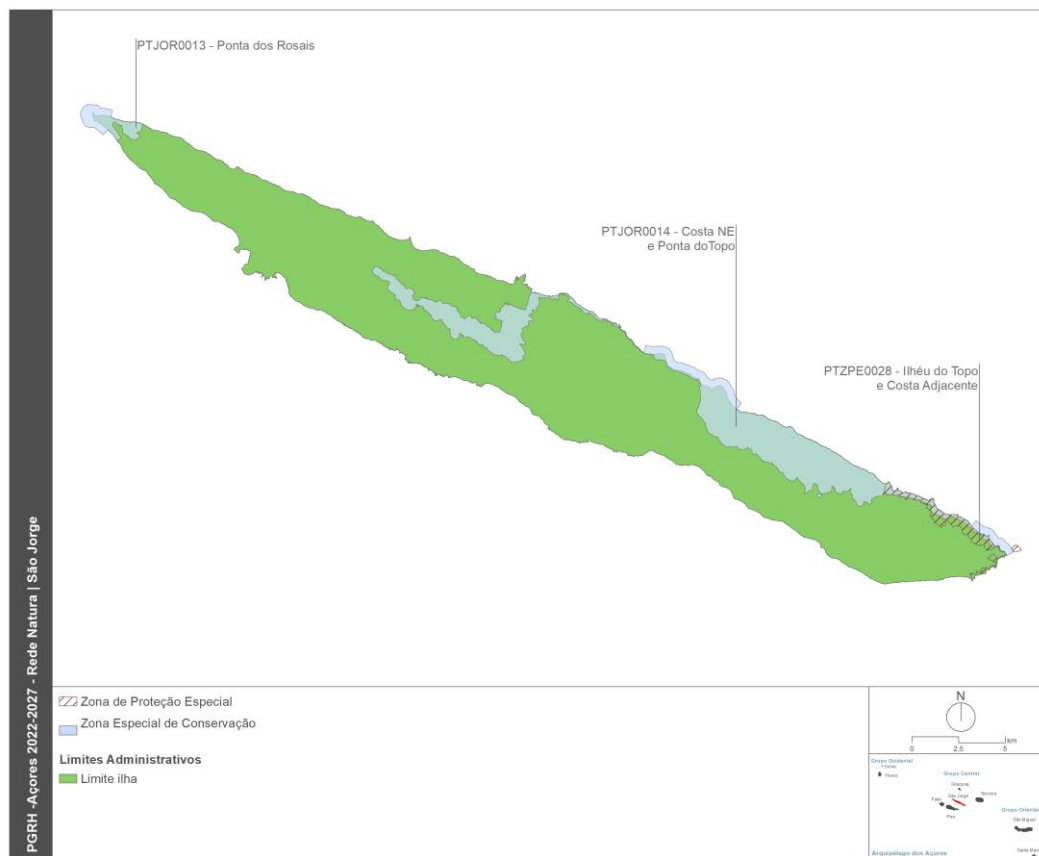


Figura 3.3.3 | Rede Natura 2000 na ilha de São Jorge.

Quadro 3.3.2 | Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha de São Jorge

Ilha	ZEC/ZPE	Código	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²
São Jorge	ZEC	PTJOR0013	Ponta dos Rosais	169,7	1,7	55,3	137,2	1,4	44,7	306,9	3,1
		PTJOR0014	Costa Nordeste e Ponta do Topo	3 584,1	35,8	90,4	381,0	3,8	9,6	3 965,2	39,7

Ilha	ZEC/ZPE	Código	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²
	ZPE	PTZPE0028	Ilhéu do Topo e Costa Adjacente	368,5	3,7	99,7	1,3	0,0	0,3	369,8	3,7

Parque Natural de Ilha

O Decreto Legislativo Regional n.º 15/2007/A, de 25 de junho (entretanto revogado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril, sem prejuízo da manutenção em vigor dos PNI criados ao seu abrigo), respeitante ao Regime Jurídico de Classificação e Gestão da Rede Regional de Áreas Protegidas, veio consagrar os Parques Naturais de Ilha (PNI) e o Parque Marinho dos Açores (PMA). Uma das vertentes da implementação deste diploma concretizou-se com a criação do PNI de São Jorge, através do Decreto Legislativo Regional n.º 10/2011/A, de 28 de março.

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 de São Jorge 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, as Áreas Importantes para as Aves – Important Bird Área (IBA) e as zonas húmidas de importância internacional, designadas ao abrigo da Convenção de Ramsar. Nestes termos, o PNI de São Jorge integra 13 áreas com categorias diferenciadas consoante os valores naturais e paisagísticos presentes e os objetivos de gestão preconizados, sendo estes os princípios que presidem ao sistema de classificação da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).

A Figura 3.3.4 e o Quadro 3.3.3 identificam as áreas do PNI de São Jorge, que totaliza 7593ha, dos quais 5651ha correspondem a área terrestre e 1942ha a área marinha: Monumentos Naturais (Ponta dos Rosais); Áreas Protegidas para a Gestão de Habitats ou Espécies (Ilhéu do Topo, Costa Noroeste, Costa Sudoeste, Pico da Esperança e Planalto Central, Costa das Velas, Fajã das Almas e Costa do Topo); Áreas de Paisagem Protegida (Fajãs do Norte); Áreas Protegidas de Gestão de Recursos (Costa Oeste, Costa das Fajãs, Entre Morros e Topo).

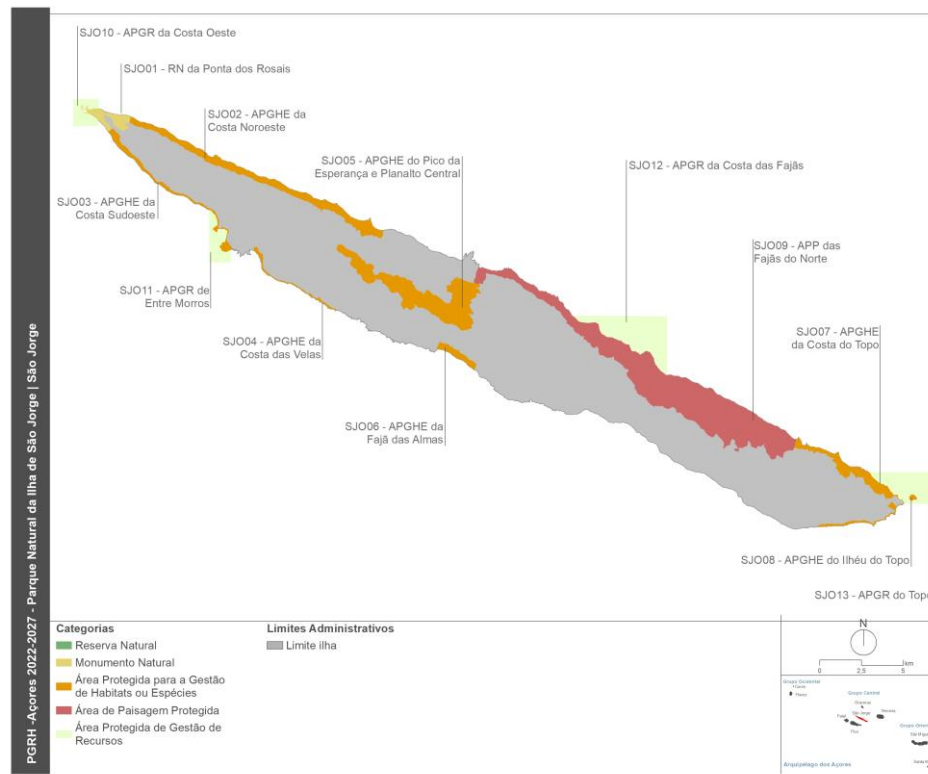


Figura 3.3.4 | Parque Natural da Ilha de São Jorge.

Quadro 3.3.3 | Áreas que integram o Parque Natural da Ilha de São Jorge

Ilha	Área Protegida	Designação	Código	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km²	(%)	(ha)	Km²	(%)	(ha)	Km²
São Jorge	Monumento Natural	Ponta dos Rosais	SJO01	170,2	1,7	100,0	—	—	—	170,2	1,7
	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies	Ilhéu do Topo	SJO08	12,1	0,1	100,0	—	—	—	12,1	0,1
		Costa Noroeste	SJO02	701,7	7,0	100,0	—	—	—	701,7	7,0
		Costa Sudoeste	SJO03	207,2	2,1	100,0	—	—	—	207,2	2,1
		Pico da Esperança e Planalto Central	SJO05	1 087,2	10,9	100,0	—	—	—	1 087,2	10,9
		Costa das Velas	SJO04	62,0	0,6	100,0	—	—	—	62,0	0,6
		Fajã das Almas	SJO06	97,1	1,0	100,0	—	—	—	97,1	1,0
		Costa do Topo	SJO07	387,8	3,9	100,0	—	—	—	—	3,9
	Área de Paisagem Protegida	Fajãs do Norte	SJO09	2 926,0	29,3	100,0	—	—	—	2 926,0	29,3
	Área Protegida de Gestão de Recursos	Costa Oeste	SJO10	—	—	—	209,4	2,1	100,0	209,4	2,1
		Entre Morros	SJO11	—	—	—	246,5	2,5	100,0	246,5	2,5
		Costa das Fajãs	SJO12	—	—	—	876,2	8,8	100,0	876,2	8,8

Ilha	Área Protegida	Designação	Código	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²
		Topo	SJO013	–	–	–	609,8	6,1	100,0	609,8	6,1

3.3.2 | Águas subterrâneas

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

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 no documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico, assim como se representam as áreas de proteção alargada atualmente delimitadas para as nascentes e furos captados, regulamentados a nível da RH9 pela Portaria n.º 61/2012 de 31 de maio e Portaria n.º 43/2014 de 4 de julho.

No caso vertente da ilha de São Jorge 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 de São Jorge foram inventariadas um total de 67 captações (65 nascentes e 2 furos), das quais 35 captações com um volume de extração superior a 10m³/dia, correspondendo a 33 nascentes (48% do total) e a 2 furos (40% do total), a maior parte das quais destinadas à produção de água para uso humano. Estes pontos distribuem-se pelas duas massas de água delimitadas.

O somatório da extração média anual nas captações é igual a 1,83hm³/ano (Quadro 3.3.4). A massa de água Ocidental é aquela em que se verificam as maiores extrações nas captações com um caudal médio maior que 10m³/ano (1,20hm³/ano), valor muito superior ao volume registados na massa Oriental (0,45hm³/ano).

No que concerne às zonas de proteção das origens de água, decorrentes da aplicação do Decreto -lei 382/99, de 22 de setembro, a situação atual na ilha de São Jorge encontra-se reportada no Quadro 3.3.5 (Coutinho *et al.*, 2008). Dos elementos supramencionados, pode concluir-se que os furos de água captados para uso humano, na massa de água Central possuem zonas de proteção definidas.

Por seu turno, relativamente às emergências captadas, enquanto na massa de água Ocidental 35 em 36 nascentes possuem áreas de proteção delineadas. Em qualquer caso, ressalva-se que relativamente a estes 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. Relativamente à massa de água Oriental 27 nascentes possuem áreas de definidas, para um total de 29 emergências.

Deste modo, as medidas de proteção inerentes aos constrangimentos às atividades humanas que devem ser observados nas zonas de proteção às origens estão dispostas na Portaria n.º 61/2012 de 31 de maio e Portaria n.º 43/2014, de 4 de julho.

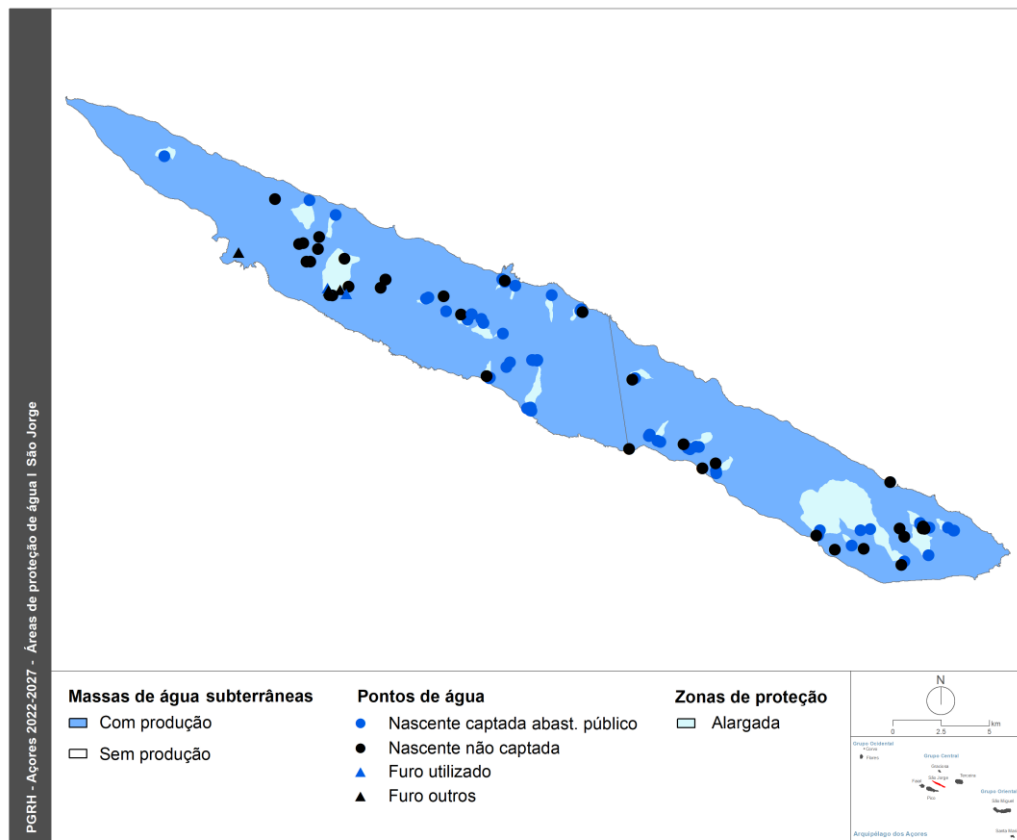


Figura 3.3.5 | Massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação. No cartograma representa-se igualmente as áreas de proteção alargada das nascentes captadas e furos para uso humano.

Quadro 3.3.4 | Caracterização das zonas protegidas relativas às massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação.

Massa de água	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados		Extração (hm³/ano)	Descarga total (hm³/ano)
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos		
Ocidental	62	5	36	2	1,37	1,69
Oriental	45	0	29	0	0,45	0,56

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 com PP	
	Nº Nascentes Captadas	Nº Furos Captados	Nº Nascentes com PP	Nº Furos com PP
Ocidental	36	2	35	2
Oriental	29	0	27	0

3.3.2.2 | Zonas de infiltração máxima

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

3.4 | Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas

3.4.1 | Águas superficiais

3.4.1.1 | Águas superficiais interiores

Não existem massas de água da categoria ribeiras e lagoas identificadas para a ilha de São Jorge.

3.4.1.2 | Águas costeiras e de transição

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 de São Jorge apresenta uma população em todas as suas bacias hidrográficas inferior a 2000 habitantes (Figura 3.4.1). Contudo a população distribui-se de forma assimétrica, sendo que as bacias dos centros urbanos das Velas e da Calheta apresentam uma população de cerca de 1600 e 1200 habitantes apresentando o maior efetivo populacional (Figura 3.4.2). Estas regiões terão particular interesse na determinação de cargas de origem doméstica, expondo uma probabilidade mais elevada no que respeita à pressão exercida.

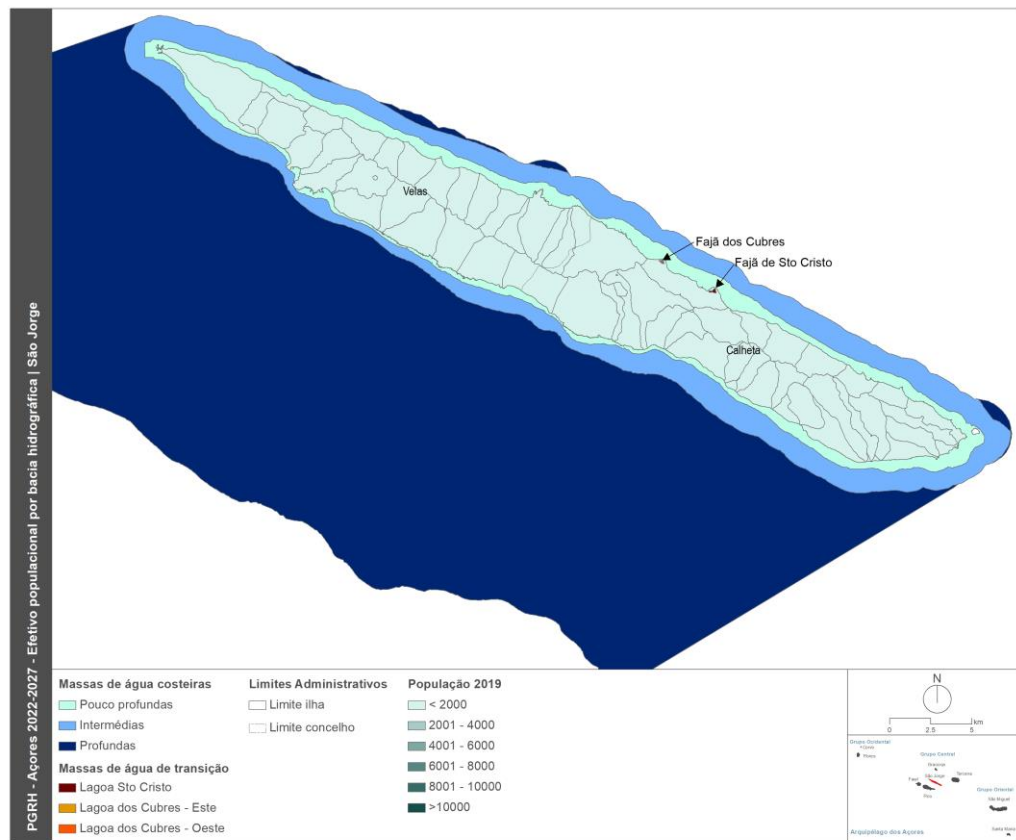


Figura 3.4.1 | Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha de São Jorge.

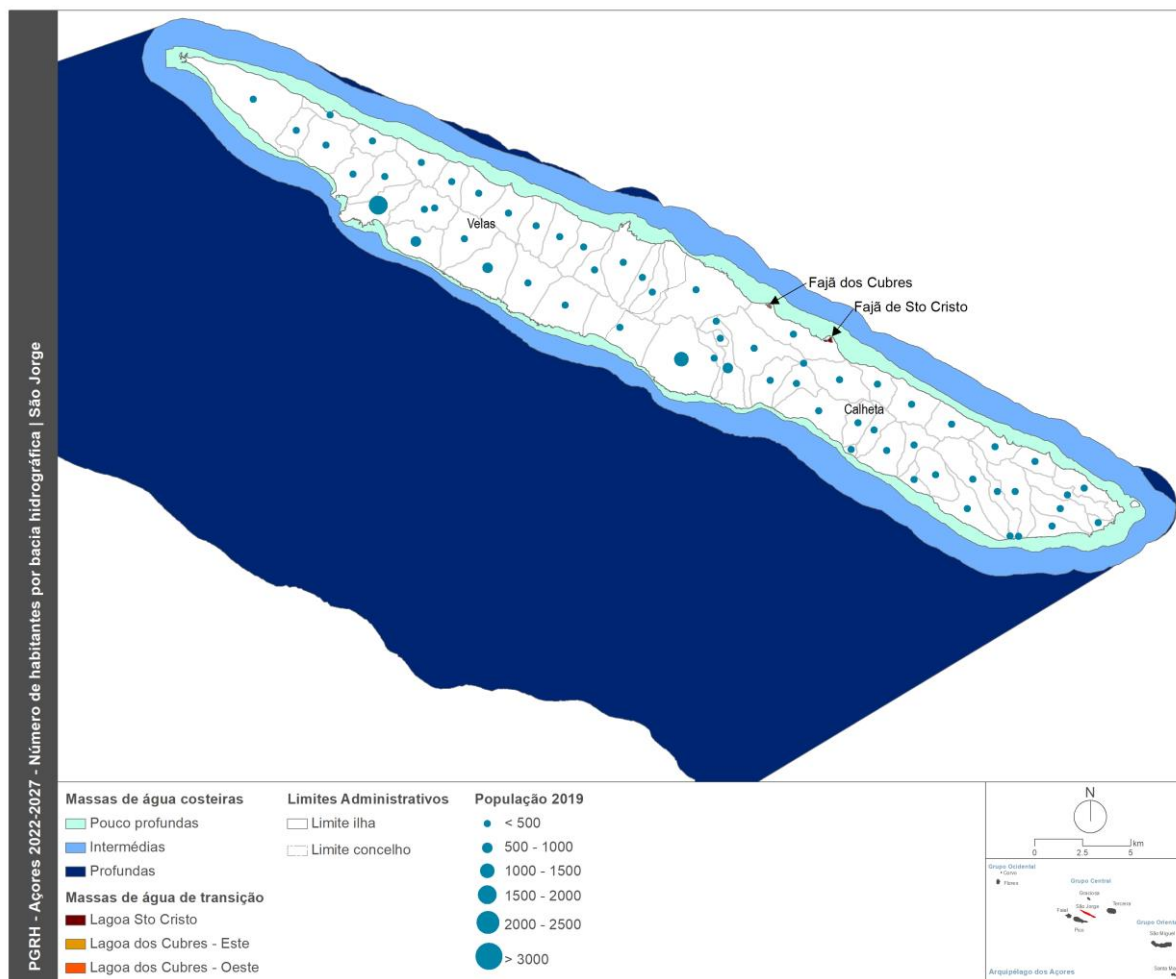


Figura 3.4.2 | Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha de São Jorge.

Atualmente, de acordo com a estimativa da SREA, 2020, esta ilha apresenta uma densidade populacional da ordem dos 34hab/km², muito abaixo da registada na RAA (104hab/km²). Nas Velas a densidade populacional era superior à da Calheta (44hab/km² e 26hab/km², respetivamente). A evolução demográfica nesta ilha revela uma tendência acentuada de decréscimo populacional, apresentando uma taxa de variação negativa de 5,2%, de acordo com os resultados dos dois últimos recenseamentos (Censos de 2001 e 2011). Os espaços urbanos distribuem-se pela faixa costeira, tendo uma maior representação na sede de concelho das Velas e da Calheta.

Indústria

A indústria transformadora apresenta um peso relativamente reduzido na economia da RAA, sendo responsável por 7.4% VAB. Na ilha de São Jorge, o número total de empresas transformadoras situa-se nas 41 e 518 empresas no setor da agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca.

Para além da indústria tradicional, considera-se a indústria do turismo, com uma elavada expansão na última década na RAA. Na ilha de São Jorge existem cinco unidades hoteleiras tradicionais apresentando um número de 58 747 dormidas em 2019, correspondendo a 2% do total das dormidas na RAA.

Pecuária

O setor primário apresenta um peso significativo na economia da RAA, em particular nas atividades ligadas à pecuária. De acordo com os dados IROA,2019, a ilha de São Jorge apresenta um efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos) de cerca de 23 057 animais, correspondentes a 811 explorações. Deste modo, é de esperar que este efetivo contribua significativamente para as cargas orgânicas que terão como destino final as águas costeiras. Da análise da carta do uso do solo, as pastagens apresentam uma expressão de 29,0% (70,7km²) da superfície da ilha. Este uso do solo fica a deve-se à intensificação das explorações agropecuárias, conduzindo ao declínio dos espaços florestais e de vegetação natural, traduzida na Figura 3.4.3 pelo número de cabeças de gado bovino.

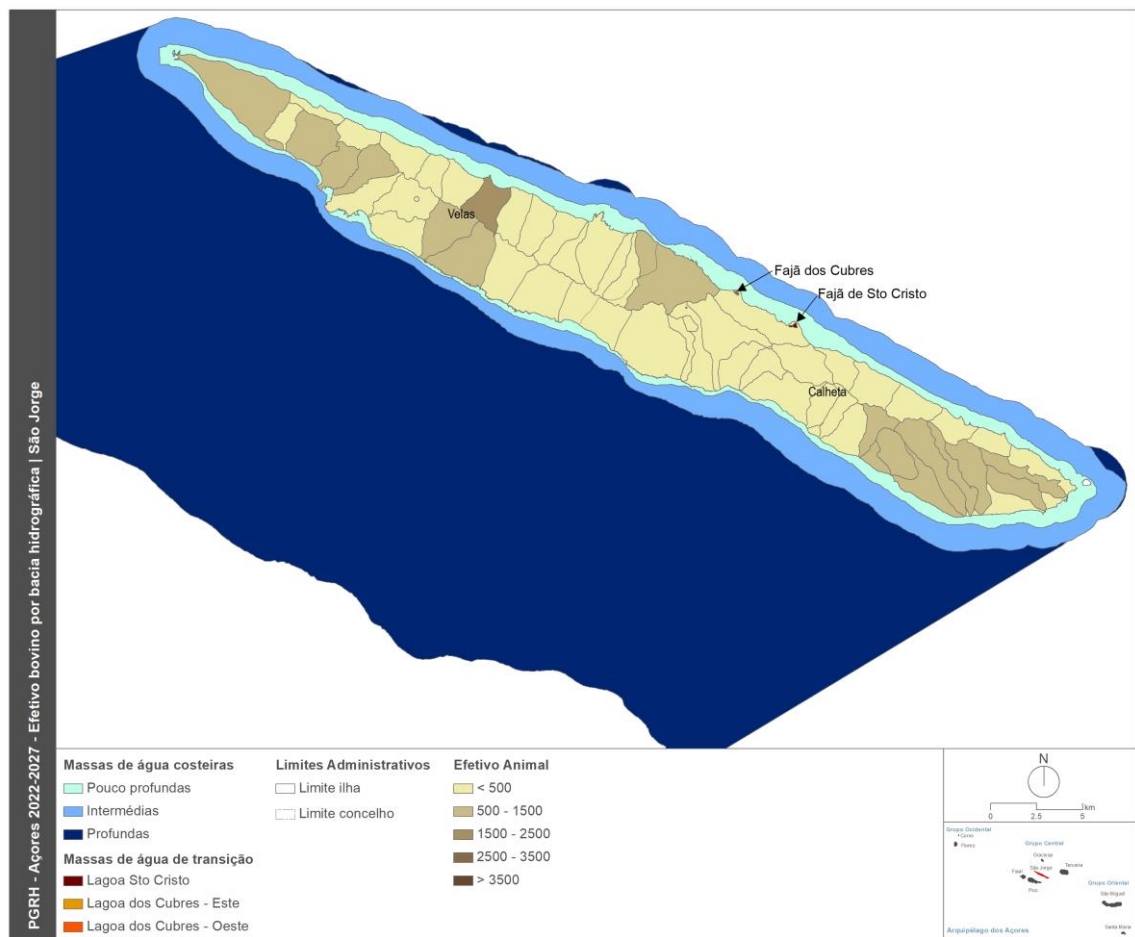


Figura 3.4.3 | Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha de São Jorge.

Analisando a Figura 3.4.4, verifica-se que o concelho das Velas apresenta, um maior número de bacia hidrográfica nas classes 0-500, três na classe 500-750, duas 750-1000 e uma com mais de 1500 animais. Relativamente ao concelho da

Calheta, verifica-se que, a maioria das bacias hidrográficas, apresentam uma classe entre <250 animais e existindo uma que ultrapassa os 1000 animais. No limite entre os dois concelhos, zona central da ilha, existem também bacias hidrográficas com mais de 1000 animais.

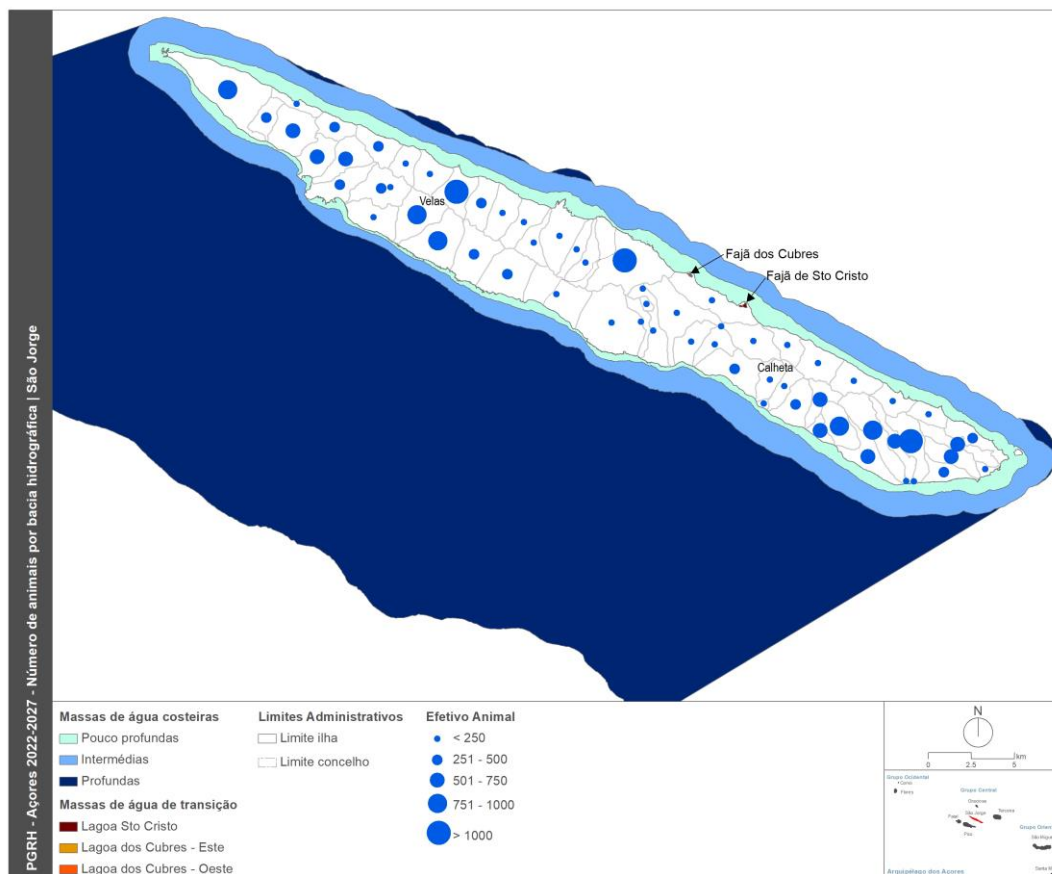


Figura 3.4.4 | Número de animais por bacia hidrográfica na ilha de São Jorge.

Agricultura e Floresta

Os espaços agrícolas, que representam cerca de 0.7% da ocupação do solo (1,6km²), envolvem os aglomerados populacionais, com particular incidência nas Velas, Calheta, Santo Antão e Topo (costa Sul).

Na ilha de São Jorge as culturas temporárias ocupam uma extensão de 430 hectares, sendo que as culturas temporárias mais comuns na ilha de São Jorge são as forrageiras, cereais para grão e a batata. Destas culturas temporárias, prevalecem como principais o milho para forragem e os cereais para grão. Este número de produção de milho para forragem deve-se à especialização das explorações da ilha de São Jorge em bovinos de leite e bovinos para gado e carne.

Relativamente à floresta e meios naturais e seninaturais, que ocupa uma parte expressiva do Planalto Central, designadamente o Pico do Pedro, o Pico Verde e o Pico da Esperança e parte ocidental, registam -se as manchas do Pico dos Frades e das Pedras Brancas, correspondendo a 62% de território de ilha (149,9 km²).

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 de São Jorge (os portos da Calheta e de Velas), traduziu-se no ano de 2019 em volumes da ordem das 251 toneladas, às quais correspondem valores brutos na ordem de 841 795 euros, embora se trate de uma atividade com fortes flutuações, nomeadamente devido a flutuações de preço.

Os transportes marítimos têm sofrido grandes modernizações tecnológicas, que se traduziram no aumento da velocidade, comodidade, dimensão e de capacidade dos navios, o que permitiu diminuir os custos de transporte, fator importante para a elevada seleção deste tipo de transporte. O transporte de passageiros por via marítima assume atualmente, no conjunto da RAA, um papel importante nas ligações inter-ilhas (REAA, 2016). 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. De salientar, relativamente ao movimento nos portos, que de acordo com dados de INE, 2019 se verificou em 2018 a entrada de 340 embarcações e 597 608 TPB (tonelagem de porte bruto)

Finalmente, a náutica de recreio tem, nos últimos anos, registado um crescimento significativo, como resultado da construção da marina das Velas, existindo também barcos de recreio distribuídos pelo porto da Calheta e portinhos existentes. De acordo com dados da SREA, 2020, no ano de 2019, registaram-se 657 entradas de embarcações e cerca de 2 776 passageiros.

Outros usos

No que concerne a outros usos, salienta-se a extração de inertes nas proximidades ou na zona costeira, assim como a exploração balnear que se reflete numa pressão temporária durante a época balnear e numa pressão contínua resultante da artificialização da orla costeira, em consequência da criação de Infraestruturas balneares de apoio.

3.4.1.2.2 | Pressões identificadas

Na metodologia de identificação de pressões foi considerada a lista apresentada no Quadro 3.4.11, baseada no IMPRESS (2002). As pressões foram divididas em quatro grupos: (i) Poluição em que são consideradas as fontes tóxicas e difusas de origem urbana, industrial, agrícola e pecuária; (ii) as morfológicas; (iii) as hidromorfológicas; (iv) as biológicas e usos e (v) outras.

As pressões de origem tóxica sobre as massas de água podem estar relacionadas com a ausência de tratamento de águas residuais doméstica, industrial e agrícola, com a ocupação urbana e agrícola dos solos.

As pressões de origem difusa estão relacionadas com as atividades agrícolas, pecuária e de pastagem.

As pressões morfológicas traduzem-se pelas alterações físicas nos leitos e nas margens das massas de água, de origem antropogénica, que têm como impacte alterações na hidrodinâmica e morfodinâmica das massas de água. Como exemplos de pressões pode-se referir as extrações de inertes, a deposições de sedimentos, as remoções de substratos, os esporões, os quebra-mares, os canais de navegação, a ocupação das margens e as obras marginais.

As pressões hidromorfológicas são alterações do regime hidráulico e hidrológico das massas de água, de origem antropogénica, que têm como impacte alterações no estado e no potencial ecológico dessas massas de água. São exemplos de pressões hidromorfológicas:

- As variações nas características 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 impacte direto nos recursos vivos, do ponto de vista quantitativo ou qualitativo.

Quadro 3.4.1 | 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 sem 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 identificaram-se as seguintes pressões:

- Efluentes Urbanos;
- Efluentes Industriais;
- Resíduos;
- Extração de Inertes;
- Transportes Marítimos.

3.4.1.2.3.1 | Efluentes urbanos – Pontos de descarga

Acompanhando o desenvolvimento económico que se tem verificado na Região, a implementação de infraestruturas de saneamento básico associadas às águas residuais têm registado alguns progressos, embora ainda não se tenha atingido uma situação satisfatória e uniforme em todas as ilhas (PROTA, 2007).

Segundo as normas comunitárias (Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio, transposta para direito interno pelo Decreto-Lei n.º 152/97 de 19 de junho) todos os municípios com mais de 15 000 habitantes deveriam tratar as suas águas residuais até ao ano 2000, enquanto que aqueles cuja população se situa entre os 2000 e 15 000 habitantes poderiam ver este prazo prorrogado até 2005. Nos Açores esta situação está longe da realidade (PRA, 2001).

As infraestruturas associadas aos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais são, de um modo geral, de pequena dimensão, apresentando uma implantação dispersa e procurando satisfazer isoladamente as populações e as atividades económicas da Região, não se verificando, aparentemente, um esforço efetivo no sentido da integração/otimização dos sistemas (REAA, 2016).

Devido a constrangimentos no acesso a sistemas coletivos de drenagem e de tratamento de efluentes, e a elevados custos de investimento associados à construção de estações de tratamento de águas residuais convencionais, economicamente insustentáveis, a implantação de fossas sépticas é, ainda, uma opção bastante utilizada para o tratamento de águas residuais domésticas e industriais em aglomerados de pequena dimensão (REAA, 2016).

Acompanhando o desenvolvimento socioeconómico que se tem verificado nos Açores, a implementação de infraestruturas de saneamento básico associadas às águas residuais têm registado alguns progressos, embora ainda não se tenha atingido uma situação satisfatória e uniforme em todas as ilhas (REAA, 2016).

Segundo a informação cedida pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores e dados da Direção Regional do Ambiente, em 2016 foram cadastrados um total de 192 equipamentos de tratamento de águas residuais, sendo 15 Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR's) em funcionamento e 177 Fossas Sépticas Coletivas (FSC), verificando-se um acréscimo destas estruturas em relação ao ano de 2013 (11 ETAR's e 147 FSC) (REAA, 2016).

Apesar de ter havido nos últimos anos um esforço por parte da administração local em servir a população açoriana de sistemas públicos de tratamento de águas residuais, na prática verifica-se que a ligação domiciliária à rede de drenagem e tratamento de águas residuais está ainda aquém de atingir as metas propostas neste domínio (REAA, 2016).

Relativamente a São Jorge, toda a população está servida por fossa séptica particular, não havendo rede pública de drenagem e tratamento de águas residuais, pelo que se assume um nível de atendimento do serviço nulo (Quadro 2.8.6).

De acordo com o estipulado no PENSAAR 2020, o serviço de saneamento para pequenos aglomerados deverá passar pela escolha de soluções de tratamento eficientes com baixos consumos e custos, que apresentem um grau de tratamento que dependerá de critérios ambientais, e assim garantir um serviço de saneamento adequado nestas povoações para que se possam alcançar os níveis nacionais de atendimento definidos.

Analisando espacialmente a população, as Infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais (Figura 3.4.5), observa-se que apenas uma percentagem muito reduzida apresenta rede de drenagem e tratamento das águas residuais no concelho das Velas. De salientar que, para o concelho da Calheta, não foi identificado qualquer sistema de drenagem e tratamento de águas residuais. Este facto conduzirá a um aumento da carga poluente descarregada nas águas costeiras da ilha de São Jorge. Importa referir que a informação georreferenciada disponível na Figura 3.4.5 pode não representar a totalidade das infraestruturas hidráulicas existentes, devido a limitações de inventário aquando do levantamento cadastral da informação de base.

As restantes zonas urbanas distribuídas pela ilha de São Jorge, as descargas de efluentes urbanos são efetuadas diretamente no meio hídrico ou no solo, sem qualquer tipo de tratamento ou sujeitas a tratamento inadequado, constituem um risco potencial para a qualidade dos recursos hídricos regionais (PROTA, 2007), nomeadamente na qualidade das águas costeiras).

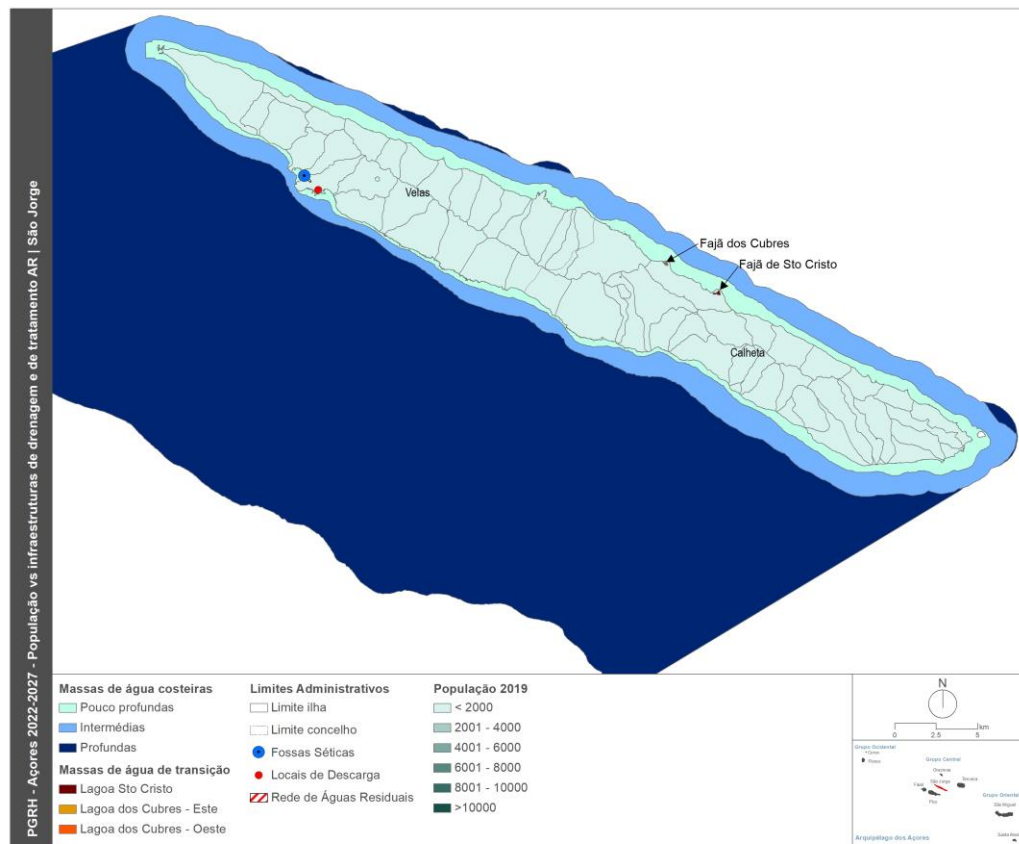


Figura 3.4.5 | Análise espacial população vs Infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais, da ilha de São Jorge.

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 seguida são apresentadas as indústrias agropecuárias.

- Todas as cooperativas de laticínios;
- Explorações agropecuárias;
- Matadouro da ilha de São Jorge;
- Conserveira de Santa Catarina.

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 de São Jorge.

3.4.1.2.3.4 | Resíduos

De acordo com estimativas apresentadas no PEGRA 2015 (Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos dos Açores) na Região Autónoma dos Açores apresenta uma produção de Resíduos Industriais no ano de 2013 de 132 058 toneladas, da qual 91% correspondeu a Resíduos Industriais Não Perigosos ou Resíduos Industriais Banais (RINP ou RIB). Quando analisada a distribuição da produção de resíduos industriais consoante a atividade económica específica, observa-se que 87% dos resíduos produzidos são originados pela indústria transformadora e a eletricidade, gás, vapor, água quente e ar frio. De referir que estas duas atividades produzem a totalidade dos resíduos industriais perigosos destacando-se que a indústria da eletricidade, gás, vapor, água quente e ar frio produz 85% destes resíduos.

De acordo com o PEGRA, 2015, os principais resíduos agrícolas são resíduos de tecidos vegetais (66%), seguidos de resíduos de tecidos animais (17%) e resíduos de plásticos (15%), sendo que apenas 4 % dos resíduos são encaminhados para operações de valorização.

Quanto ao Resíduos Industriais perigosos estes são produzidos pela indústria de eletricidade, gás, vapor, água quente e ar frio (85%) e indústrias transformadoras (15%).

No que concerne ao resíduos urbanos, de acordo com o SRIR, 2018, – Sistema Regional de Informação sobre Resíduos - a Ilha de São Jorge, tem como infraestrutura de gestão de resíduos urbanos um Centro de Processamento de Resíduos (estação de triagem, tratamento mecânico, valorização orgânica e estação de transferência), tendo sido produzidos na ilha de São Jorge de 3 3327 toneladas de RSU, que traduz uma capitação de RSU para a Ilha de São Jorge 396 kg/hab.ano. Em 2018 o volume de resíduos valorizado foi de: 1457 toneladas - valorização material; 1 249 toneladas – valorização orgânica; 585 tonelada – valorização energética e 36 toneladas – eliminação (aterro).

3.4.1.2.3.5 | Indústria extrativa

As indústrias extrativas correspondem ao setor de atividade com menor expressão na economia açoriana, registando um peso no VAB e no emprego que não vai além dos 0,4%.

Trata-se de um setor largamente centrado na exploração de basaltos e de outras matérias-primas utilizadas na produção de cimento e de britas que se destinam ao mercado local, destacando-se mais recentemente a bagacina, mas quando localizado nas arribas costeiras, zonas sedimentares e fundos marítimos podem influenciar de forma significativa da qualidade das massas de água costeiras e a alteração dos ecossistemas.

Na figura 3.4.6, apresentam-se os locais licenciados (à data de 2021) para a exploração de massas minerais não metálicas (inertes), verifica-se que a maioria das explorações junto à linha de costa se referem ao concelho das Velas.

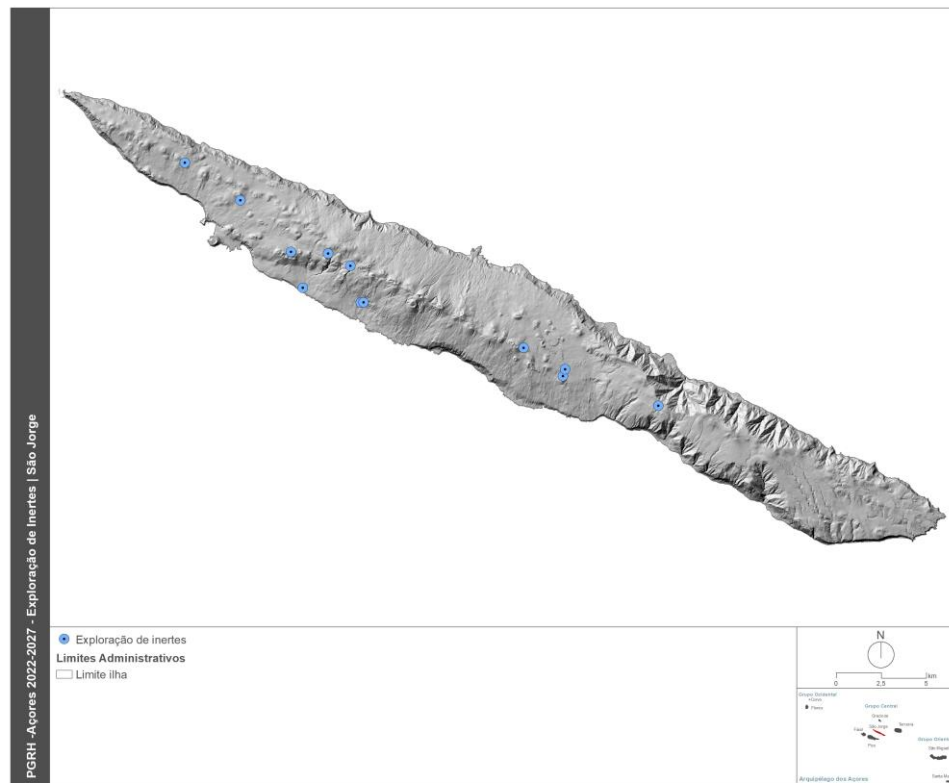


Figura 3.4.6 | Localização das explorações de inertes cadastradas na ilha de São Jorge.

3.4.1.2.3.6 | Turismo

A indústria do turismo, apresenta uma expansão assinalável nos últimos anos na RAA. Segundo a SREA, 2020, nos últimos anos na ilha de São Jorge verifica-se a existência de 5 estabelecimentos hoteleiros. No que refere ao número de dormidas e hóspedes verifica-se que, de acordo com os dados do SREA, 2019, o número de dormidas e hóspedes regista uma tendência de crescimento nos últimos anos (Quadro 3.4.2 e Quadro 3.4.3).

Quadro 3.4.2 | Número de camas

Ilha	Ano								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
São Jorge	217	270	309	203	317	319	348	395	957
Total	9 976	9 983	10 235	9 534	9 733	10 546	11 234	11 682	25 248

Fonte: SREA, 2020

Quadro 3.4.3 | Número de dormidas

Ilha	Ano								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
São Jorge	18 946	18 306	21 769	25 637	36 525	39 459	44 356	49 442	58 747
Total	1 150 449	1 077 420	1 185 780	1 229 283	1 548 389	1 976 083	2 376 579	2 563 640	3 009 845

Fonte: SREA, 2020

De acordo com o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma das Açores, as relações entre ordenamento de atividades, proteção do ambiente e conservação da natureza determinam a importância dos aspetos espaciais, conduziu à delimitação dos Espaços Ecológicos de Maior Sensibilidade, isto é, áreas com algum tipo de condicionamentos de índole biofísica ou ambiental (algumas com expressão legal, como é o caso das Áreas Protegidas).

Os seguintes Espaços Ecológicos de Maior Sensibilidade incluem as seguintes reservas, parques ou zona de proteção:

- Reservas Naturais;
- Reservas Florestais;
- Paisagens Protegidas;
- Biótopos;
- Zonas de Proteção Especial (ZPE);
- Sítios de Importância Comunitária (SIC);
- 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 REAA, 2016, apesar da incipiente industrialização dos Açores, que estão normalmente na origem da poluição por substâncias perigosas, a ZEE dos Açores não está imune à exposição destas substâncias, embora com diferentes níveis, consoante o tipo de substâncias, existindo várias indústrias existentes na Região, algumas cujas águas residuais são suscetíveis de conterem substâncias perigosas incluídas nas listas I e II. As razões da presença

destas substâncias variam também em função de contaminações locais, por acidentes ou incúria, ou por causas mais globais que também acabam por atingir a região. Depledge et al. (1992) reconhecem que, embora a sociedade açoriana seja pouco industrializada, tal não significa que não tenha poluição por substâncias perigosas, sobretudo em consequência de más práticas agrícolas e pecuárias (utilização excessiva de fertilizantes e pesticidas), aliada à deficiente deposição de resíduos sólidos.

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. As cracas (*Megabalanus azoricus*) atingem valores muito elevados de Cádmiio, superando em muito os valores legalmente permitidos para alimentação humana na Europa (Dionísio *et al.*, 2013).

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 de São Jorge.

Os dados relativos à presença de hidrocarbonetos no ambiente marinho dos Açores são irregulares, dado que resultam de conhecimentos relativos a situações acidentais. A base de dados da qualidade das águas balneares dos Açores, apesar de incidir apenas sobre uma parte do ano (época balnear) e a amostragem se limitar às zonas classificadas com este estatuto, desde 2009, acaba por conter os dados mais sistematizados (ver <http://www.azores.gov.pt/Gra/srrn-mar/conteudos/livres/Qualidade+das+águas+balneares.htm>). Assim desde 2009 até ao presente, a presença de óleos minerais (2009) ou de alcatrão (2010 até ao presente), é insignificante (REAA, 2016).

3.4.1.2.3.8 | Transportes marítimos

A localização geográfica do arquipélago dos Açores coloca-o no centro de uma das principais zonas de navegação para o tráfego marítimo de longa distância, entre a Europa e o continente norte-americano. A grande maioria do tráfego que atravessa a zona económica exclusiva em redor do arquipélago dos Açores não interage diretamente com as estruturas portuárias da região, a não ser em caso de necessidade por motivos de avaria ou acidente. Tal significa que o espaço marítimo da região se encontra sujeito a riscos potenciais que poderão implicar alterações no seu estado ambiental, podendo essas circunstâncias não depender diretamente das entidades responsáveis na região pe la estratégia de monitorização e controlo do estado ambiental do mar dos Açores (DQEM, 2014).

No que respeito, ao modelo do transporte marítimo de passageiros este circunscreve-se ao transporte interilhas, não havendo armadores a operar entre a Região Autónoma dos Açores e o Continente Português ou com a Região Autónoma da Madeira. O transporte marítimo regular de passageiros e viaturas é realizado entre as ilhas do Faial, Pico e São Jorge e de passageiros entre as ilhas das Flores e Corvo, bem como o serviço de transporte marítimo sazonal de passageiros e viaturas, no período compreendido entre maio e setembro, entre todas as ilhas da Região, com exceção do Corvo.

Contudo é ao nível do transporte de mercadorias que pela característica insular dos Açores, poderá surgir as pressões mais significativas. A reduzida dimensão de algumas ilhas, aliada à sua dispersão física, torna o abastecimento à RAA um problema sempre presente. Os portos desempenham assim um papel primordial no abastecimento às ilhas e no escoamento da produção açoriana, pelo que este tem sido um setor privilegiado pelos investimentos regionais.

Dentro das pressões mais significativas do tráfego marítimo de mercadorias salienta-se o transporte de hidrocarbonetos. As águas portuguesas, são sulcadas diariamente, por largas dezenas de navios, sendo muito deles navios petroleiros. Com efeito, muito do tráfego de crude desde os centros de produção até aos grandes centros de consumo, como é o caso do Norte da Europa, passa ao largo da costa portuguesa.

Sendo assim verificamos que o "RISCO" de acidentes é uma constante permanente, nas águas costeiras. O risco de poluição por hidrocarbonetos e por substâncias perigosas, seja ele operacional ou accidental, no meio aquático depende de múltiplos fatores, no entanto, a maior parte da poluição por hidrocarbonetos resulta de operações portuárias de rotina ou acidentes em operações de descarga e ou em instalações de armazenamento. As zonas portuárias com terminais petrolíferos estão desta forma sujeitas a um maior risco de poluição accidental ou operacional (REOTA, 2003).

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 petroleiro para outro, tais como alívio ou descarga por intermédio de barcaças;
- 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 dos Açores correspondem sobretudo a combustíveis líquidos, nomeadamente gasolina, gasóleo, jet-fuel e gás liquefeito. Estes chegam aos Açores, mais propriamente a São Miguel uma vez por mês, vindo de Sines, em quantidades de cerca de 14 a 18 mil toneladas, e quatro vezes por ano chegam à

Base dos EUA na ilha Terceira. Para as outras ilhas o transporte deste material inflamável é feito a partir da ilha de São Miguel (PRA, 2001).

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 3.4.4 apresentam-se as instalações de armazenagem de combustíveis, na ilha de São Jorge, e os volumes das substâncias armazenadas.

Quadro 3.4.4 | Instalações de armazenagem de combustíveis

Ilha	Empresa	Localização	Substâncias armazenadas	Volume por tanque (m³)
São Jorge	Bencom, S.A	Porto das Velas	Gasóleo	5x50
			Gasolina	2x50

De acordo com a base de dados da DCPM, desde 2004 até 2012 registaram-se 75 ocorrências de derrames de hidrocarbonetos na ZEE dos Açores, a maioria delas em 2011 (cerca de ~1/3), correspondendo a uma média anual de 4 ocorrências, e praticamente todas relativas a pequenos incidentes em áreas portuárias. As únicas exceções a estes derrames pequenos, foram os acidentes registados na ilha do Faial em 1994 (derrame após incêndio do arrastão “Viana”) e 2005 (derrame após encalhe do navio CP Valour), embora só o segundo tenha resultado no derrame para o mar e zona costeira de 345 ton de combustível (MAIB, 2006). Embora não tenha sido considerado como um grande derrame em termos globais, teve algumas consequências ambientais de poluição costeira. As ações de limpeza de “crude” da costa e a degradação natural deste composto faz com que hoje não se observem evidências deste derrame (DQEM, 2014).

3.4.1.2.4 | Poluição difusa

A poluição difusa é causada pela escorrência e infiltração no solo da precipitação, resultando no 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 de água 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 PGRH, para estimar as cargas de origem difusa, consideraram-se as cargas obtidas para as bacias hidrográficas de cada ilha, afetado de um coeficiente de escoamento superficial considerado no balanço hidrológico.

De seguida apresenta-se a identificação e a avaliação de impactes associados a:

- Agricultura/floresta e Pecuária;
- Outras pressões (escorrências de zonas urbanas, lixeiras a céu aberto, limpeza de fossas, operações associadas a atividades marítimas).

3.4.1.2.4.1 | Agricultura/Floresta e Pecuária

A poluição difusa é caracterizada por ocorrer sobre áreas extensas, transportada por escoamento superficial ou dispersão aérea, entrando no meio recetor de forma difusa e intermitente.

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, subterrando os organismos bentónicos e tornar os substratos rochosos desadequados para a fixação de organismos (PRA, 2001).

A poluição difusa resultante, sobretudo, da atividade agropecuária, assume grande significado como fonte de contaminação dos recursos hídricos (águas interiores e costeiras). Por serem dispersas, irregulares e sem uma localização específica, as descargas não pontuais são de difícil controlo, especialmente numa Região onde o modelo económico assenta na bovinicultura (Quadro 3.4.5).

As cargas decorrentes da aplicação de fertilizantes devem também ser consideradas. Os fertilizantes, aplicados em excesso relativamente à capacidade de absorção das plantas e do solo, muitas vezes em épocas do ano não aconselhadas, constituem um risco de contaminação dos recursos hídricos, atingindo inevitavelmente as zonas costeiras.

Dada a grande importância que a poluição difusa tem, pela presença vinculada de grandes áreas de pastagem em quase todas as ilhas, potenciadoras de impactos negativos que se fazem sentir nas ribeiras e lagoas, torna-se imprescindível referir a eutrofização. Embora possa ocorrer em zonas costeiras, o forte hidrodinamismo marinho reduz significativamente a sua ocorrência. Contudo, em zonas abrigadas, a probabilidade de eutrofização torna-se maior.

Quadro 3.4.5 | Cargas de origem biológica na ilha de São Jorge

Agricultura + florestal (t/ano)			Carga Pecuária (t/ano)			
Ntotal	Ptotal	CBO ₅	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
102,61	8,84	2 928,9	3 312,2	36 158,7	2 278,5	812,3
Agricultura + florestal (kg/dia km ²)			Carga Pecuária (kg/dia km ²)			
Ntotal	Ptotal	CBO ₅	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
1,2	0,1	32,9	37,6	406,6	25,6	9,1

A Figura 3.4.7 apresenta a espacialização das cargas de origem biológica associadas à pressão difusa para a ilha de São Jorge, relativas ao Azoto Total (agricultura, floresta, pecuária, doméstica, industrial).

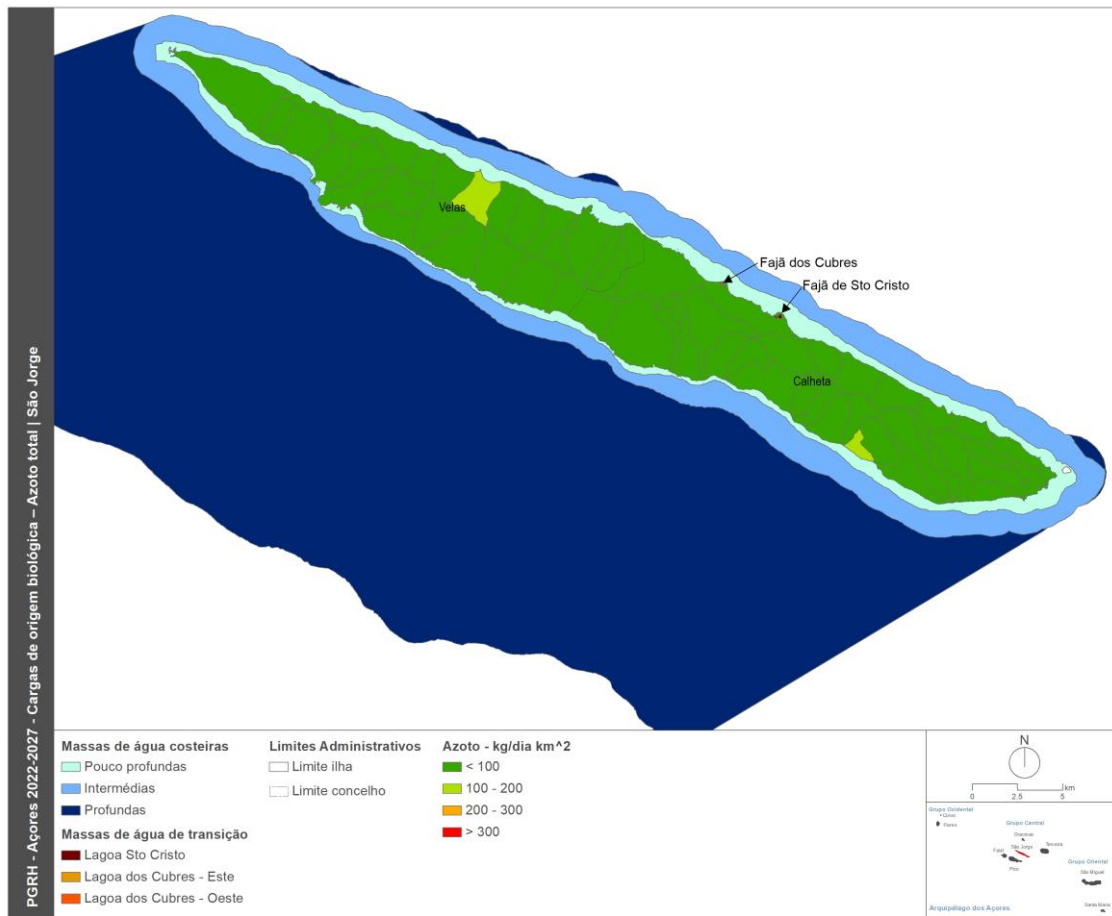


Figura 3.4.7 | Cargas de origem biológica associadas à pressão difusa para a ilha de São Jorge - Azoto Total.

Analisando o valor de Azoto Total para cada bacia hidrográfica (Figura 3.4.8), observa-se que nenhuma das bacias hidrográfica apresenta valores superiores a 100kg Ntotal/dia km², e que a maioria apresenta valores próximos ou superiores a 25kg Ntotal/dia km².

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 Ntotal apresentam valores ainda mais reduzidos. Em termos de carga de Ntotal média, obtêm-se valores de cerca de 8.4 kg N/dia km² e 30.5 kg N/dia km de linha de costa).

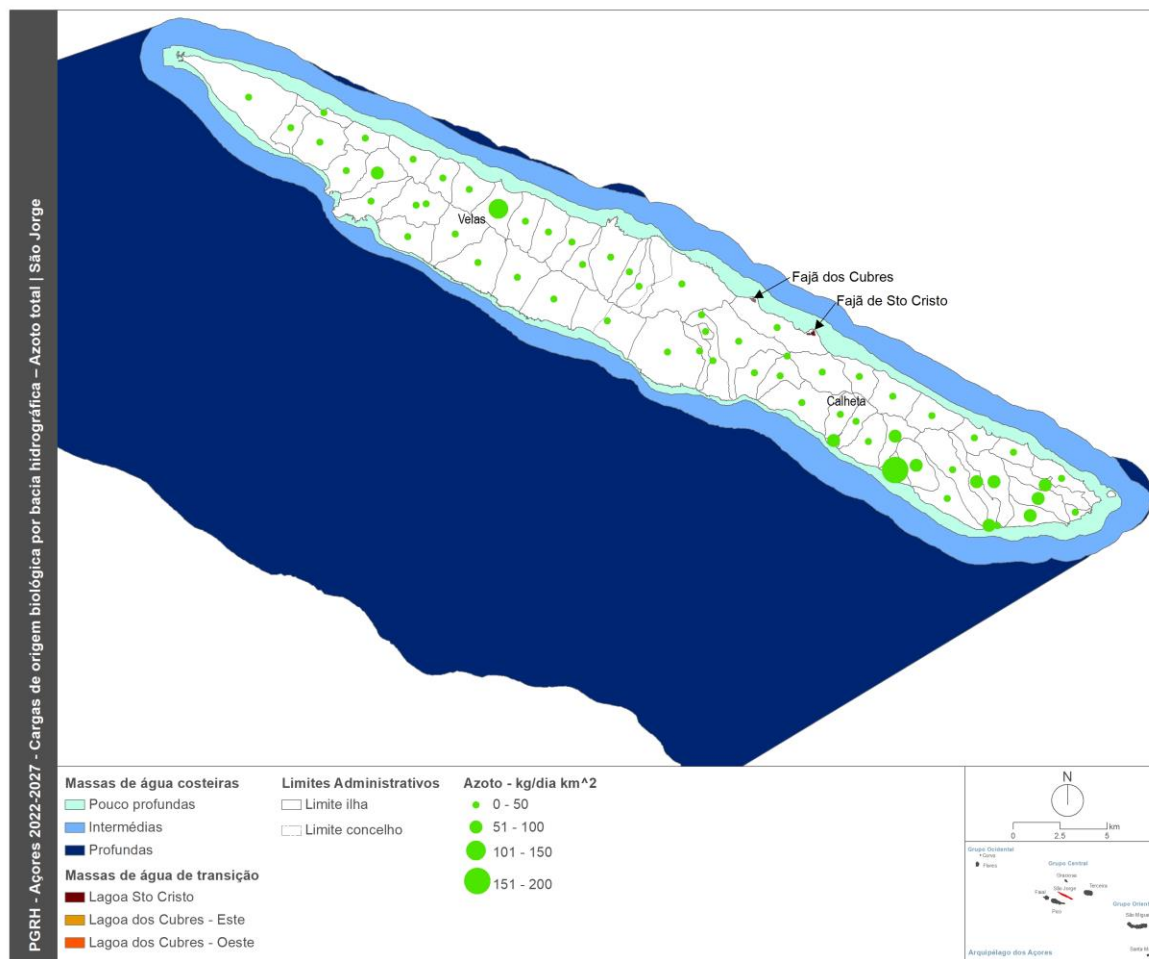


Figura 3.4.8 | Pressão difusa para a ilha de São Jorge - Azoto Total.

3.4.1.2.4.2 | Outras pressões (Escrerências de zonas urbanas, lixeiras a céu aberto, limpeza de fossas, operações associadas a atividades marítimas)

De acordo com o PRA (2001), para além das pressões significativas anteriormente referidas existe um conjunto de pressões que poderão contribuir também para a intensificação da poluição difusa:

- A prática generalizada da utilização de lixeiras a céu aberto onde se processa à combustão dos lixos leva a um risco acrescido de poluição difusa para o meio marinho envolvente das ilhas, pois a elevada pluviosidade que caracteriza o clima local rapidamente transporta as substâncias e poeiras presentes nos fumos para a superfície do mar circundante;
- As escrerências de águas pluviais também arrastam substâncias provenientes do tráfego de veículos (sobretudo óleos, derivados combustíveis e outros resíduos que são depositados sobre as estradas) e das pistas dos aeroportos, bem como de resíduos industriais. Assim é de esperar que entrem no ambiente marinho quantidades consideráveis de hidrocarbonetos através dos sistemas de drenagem

pluvial (que estão geralmente ligados à rede de esgotos quando esta existe) dos centros urbanos, onde também é generalizada a descarga ilegal de óleos usados;

- Considerando a elevada porosidade dos solos em algumas ilhas é lícito pensar que qualquer contaminação destes irá, em última análise, ter ao mar, através da escorrência da água nos solos. Assim será importante considerar que os sumidouros poderão ser uma fonte de contaminação não negligenciável sobretudo em zonas próximas do litoral;
- Na limpeza das fossas, realizada nas diversas ilhas pelos Serviços Municipais, quando existem, ou pelos bombeiros, nem sempre são tomadas as medidas mais corretas para o seu despejo, não sendo raro que este seja efetuado no mar.
- As operações associadas a atividades marítimas, nomeadamente, descargas provenientes dos tanques de carga dos navios-tanque, dos tanques de resíduos, 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, desde os 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.

Dragagens

O licenciamento da dragagem de areia dos fundos marinhos dos Açores compete à DRAM, 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.

Atualmente é Decreto Legislativo Regional n.º 31/2012/A, de 6 de julho, que estabelece o regime jurídico das atividades extrativas de inertes que se poderão realizar na faixa costeira dos Açores, destinadas à utilização em operações de aterro e construção, incluindo a ornamentação, bem como as realizadas no âmbito de operações de desassoreamento, escavação e desobstrução, realizadas no domínio público marítimo (DQEM, 2014).

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 DRAM, 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 de São Jorge.

No Quadro 3.4.6 apresentam-se os volumes totais das licenças, atribuídas a empresas de dragagem da Região.

Quadro 3.4.6 | Volumes de dragados licenciados e extraídos nos Açores (ton/ano)

		2016	2017	2018	2019
Açores	Licenciado	105 000	165 000	50 000	50 000
	Extraído	59 553	84 058	42 101	38 859
São Jorge	Extraída	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Fonte: DRAM, 2014

De salientar a relevância dos ecossistemas arenosos, praticamente desconhecidos, não sendo desta forma possível avaliar qual a sua importância em termos ecológicos. Por outro lado, este tipo de substrato é pouco comum no litoral das ilhas, o que só por si justifica uma tomada de precauções acrescida.

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 assim indispensável a realização de estudos de impacto ambiental e a análise dos sedimentos nos locais delimitados para dragagens e respetivas zonas adjacentes, por forma a determinar quais os impactos que este tipo de atividade terão 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, infraescavações de fundações e erosões.

Na Figura 3.4.9 estão localizadas as obras de defesa costeira, maioritariamente na costa sul, contribuindo decisivamente para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal. Analisando a Figura 3.4.10, verifica-se que as obras de defesa costeira de maior dimensão (obras de defesa aderente e muros marginais de retenção e de suporte rodoviário) localizam-se no perímetro urbano das Velas, Urzelina e Calheta.

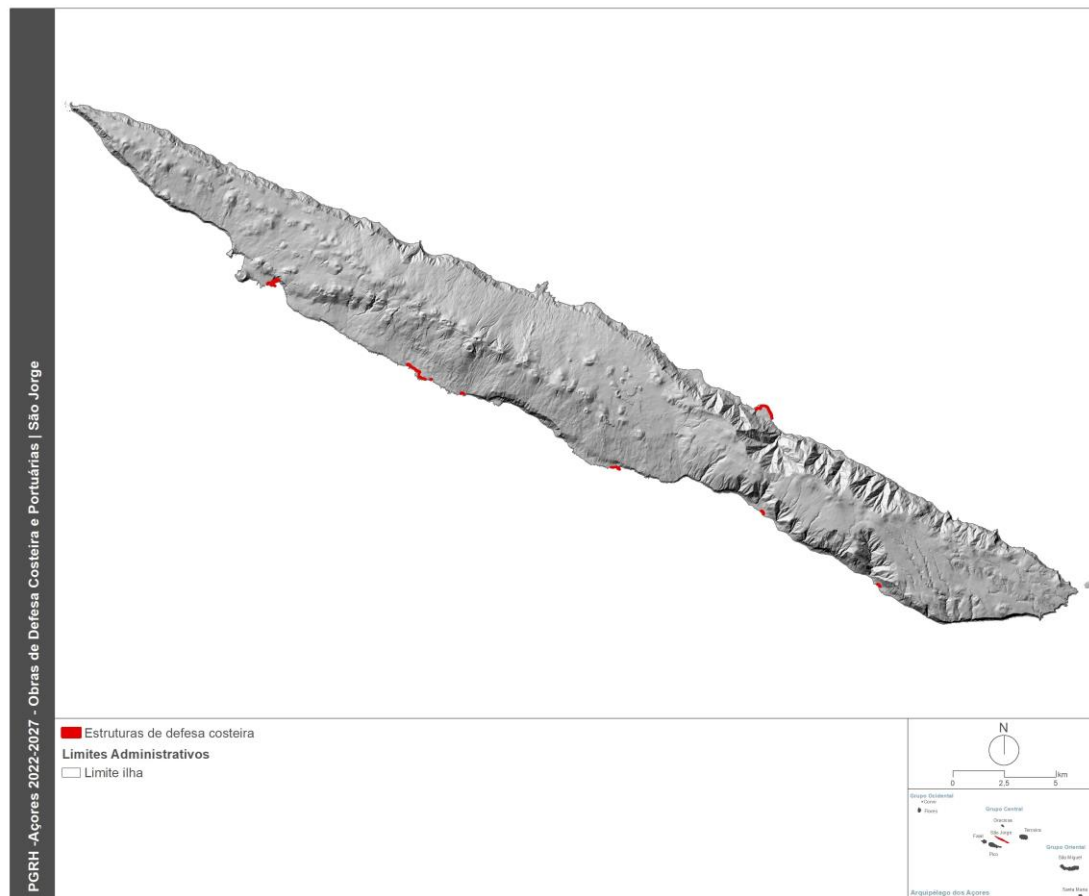


Figura 3.4.9 | Localização das obras de defesa costeira e portuárias que contribuem para a artificialização da zona costeira.

Relativamente às águas de transição a massa de água da Fajã de Santo Cristo, de acordo com o dados da DRAM apresenta uma obra aderente de cerca de 1250m de comprimento. No caso das massas de água de Fajã dos Cubres, é observado um conjunto de cinco pequenas estruturas com um comprimento total da ordem dos 100m. Duas dessas estruturas correspondem passadiços que impede a comunicação superficial entre as duas massas de água, mas que se encontra atualmente em desmantelamento (Figura 3.4.10).



Fonte: Neto et al., 2009

Figura 3.4.10 | Pormenor do passadiço de cimento que divide a lagoa.

Podemos ainda verificar na Figura 3.4.11 que a linha de costa se classifica com o grau de artificialização é baixo (semi-natural e natural) na totalidade da sua extensão.

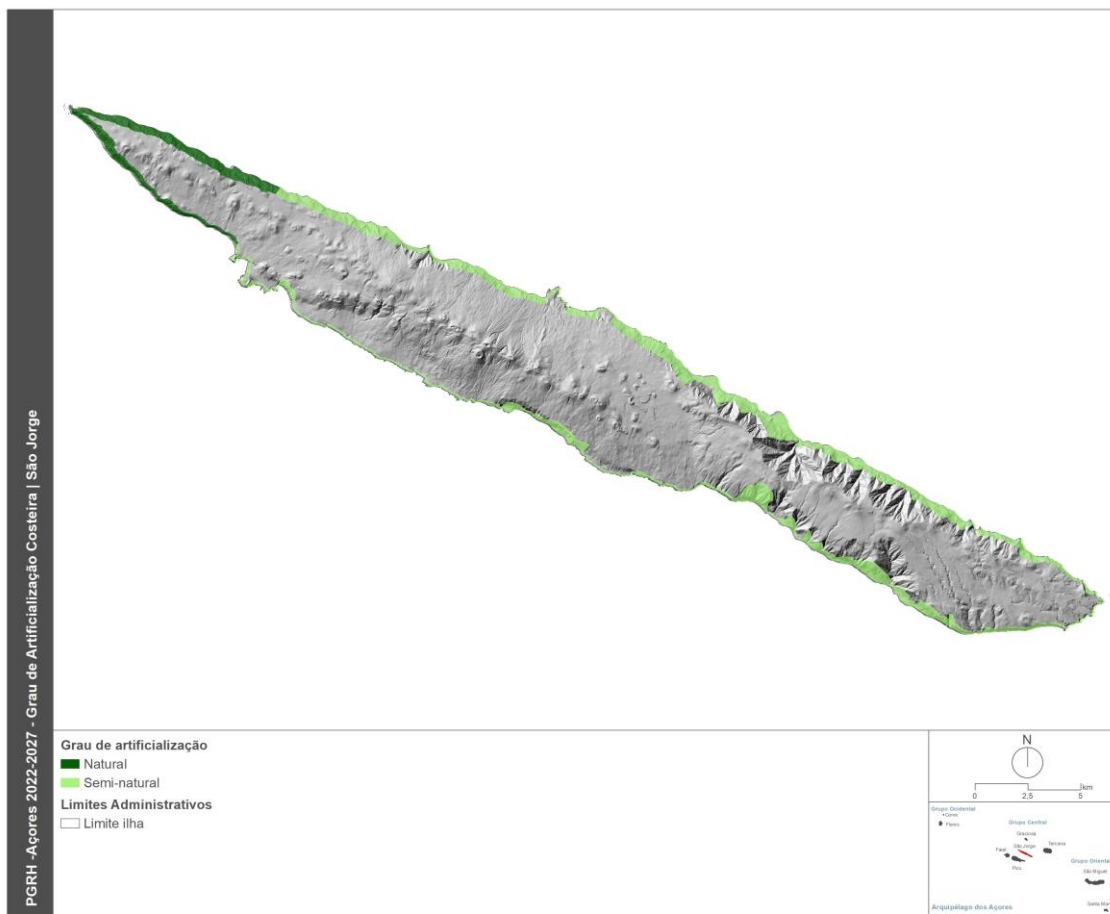


Figura 3.4.11 | Grau de artificialização da zona costeira de São Jorge.

As infraestruturas portuárias

As obras costeiras alteram a orla costeira, com eventual redução do risco de erosão. Ao longo do perímetro das ilhas encontram-se uma série de obras costeiras, modificando a orla costeira, por vezes com impacte no comportamento hidromorfológico e hidrodinâmico do local. Como tal, para cada ilha são apresentadas algumas destas intervenções efetuadas desde 2004, bem como intervenções referidas nos POCC 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.

De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 13/2000/A, de 20 de maio, sobre os Portos da RAA, verifica-se que na ilha de São Jorge estão classificados: o porto das Velas na classe B; o porto da Calheta na classe C; os portos de Urzelina, Topo e Norte Grande na classe D; e os classificados como “portinho”.

No Quadro 3.4.7 encontram-se listados os portos e portinhos da ilha e a respetiva classificação dos portos (POTRAA, 2007).

Quadro 3.4.7 | Listagem de portos, portinhos e marinas da ilha São Jorge

Portos		Portinhos	Marinas
Nome	Classe		
Velas	B	Queimada	Velas
Urzelina	D	Fajã de Santo Amaro	
Calheta	C	Urzelina	
Topo	D	Terreiros	
Norte Grande	D	Manadas	
		Fajã das Almas	
		Vicente Dias	
		Ribeira Seca	
		Fragueira	
		Fajã dos Vimes	
		Fajã dos Bodes	
		São João	
		Caldeira de Santo Cristo	
		Fajã dos Cubres	
		Norte Pequeno	
		Fajã de João Dias	

Fonte: POTRAA, 2007

Da análise da figura 3.4.12, verifica-se que obras portuárias de maior dimensão se localizam nas cidades das Velas e da Calheta, apresentando quebra-mares com cerca de 250m e 180m comprimento, respetivamente. Assim, é incrementada a pressão sobre as massas de água costeiras, sendo necessária uma atenção redobrada.

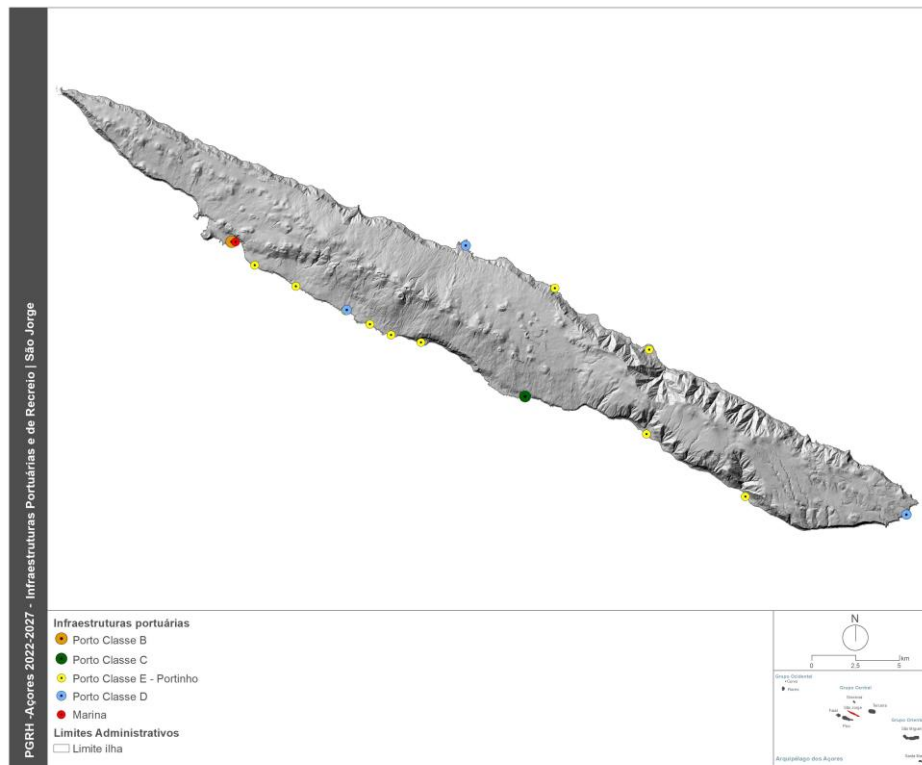


Figura 3.4.12 | Localização das Infraestruturas portuárias.

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 pelágicos (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

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 75% da pesca descarregada na ilha de São Jorge corresponde a peixes marinhos, dos quais se destacam principalmente os recursos pelágicos (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 2019) correspondem à percentagem restante para perfazer os 100% (SREA, 2014) (Quadro 3.4.8).

Quadro 3.4.8 | Quantidade de pesca em São Jorge

Anos								
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Quantidade Pesca (Kg)								
Demersal								
56758	152359	64064	57441	70647	70290	52557	55721	23996
Pelágica								
212233	102914	202333	186138	79912	34392	76945	435145	166408
Molusco								
81405	27959	25544	53431	17041	15472	15441	22722	59915
Crustáceo								
272	707	1296	2048	4212	8673	4096	2281	908
Outras espécies-								
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Da pesca descarregada na Região Autónoma dos Açores reportada ao ano de 2019, a espécies principais são o Atum e similares seguindo-se do Chicharro (Quadro 3.4.9).

Quadro 3.4.9 | Pesca descarregada na Região Autónoma dos Açores reportada ao ano de 2019

Peixes marinhos	Toneladas
	6 275
Atum e similares	3 390
Besugo	14
Carapau	-
Cavala	227
Cherne	80
Chicharro	1 041
Congro	82
Garoupa	31
Goraz	211
Imperador	46
Pargo	39
Peixe-Espada	65
Pescada	10
Raia	41
Salmonetes	8
Sardinha	22

	Toneladas
Sargo	49
Tainha	16
Tamboril	3
Outras Espécies	759
Crustáceos	18
Carangueijo	2
Lagosta	3
Santola	0
Diversos	13
Moluscos	1 311
Lula	1 284
Polvo	6
Diversos	21
Total	7 604

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 haja 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.

A amêijoa também tem sido objeto de sobre-exploração, por se tratar de uma espécie edível de elevado valor comercial. A sua ocorrência, restrita à lagoa da Caldeira de Santo Cristo, na ilha de São Jorge, as características particulares desse habitat e a elevada pressão de colheita, obrigaram ao ordenamento e classificação da área, bem como à regulamentação da atividade de colheita (Santos & Martins, 1986; Santos *et al.*, 1989).

Das 14 espécies de polvos existentes nos Açores, apenas uma, *Octopus vulgaris*, é comercialmente explorada. O conhecimento dos níveis de exploração é insuficiente, pois grande parte escapa ao controlo das autoridades. Há, no entanto, razões para crer que esteja a ocorrer uma diminuição dos stocks.

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 *Epinephelus guaza* está protegida dos caçadores submarinos

e, segundo Santos (1992), a proteção deveria ser alargada ao badejo (*Epinephelus alexandrinus*), espécie aparentada com a anterior mas menos abundante (PRA, 2001).

Espécies Exóticas

Devido ao fluxo de nutrientes proveniente de terra, a concentração de nutrientes nas águas costeiras é mais elevada do que em alto mar. Isto significa que as alterações biológicas devidas à eutrofização far-se-ão sentir mais em zonas costeiras e particularmente abrigadas, como lagoas costeiras e baías semifechadas, do que em grandes áreas marinhas abertas.

A sequência de alterações que caracterizam os sucessivos estados da eutrofização no mar, é a seguinte: a) aumento da produção primária, por aumento rápido e excessivo de fitoplâncton; b) alteração na composição das espécies vegetais; c) florescências ("blooms") muito densas, por vezes tóxicas; d) diminuição de oxigénio devido à decomposição das algas que pode levar a condições de anóxia; e) efeitos adversos em peixes e invertebrados; f) impacte 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 impactes sociais negativos com percas em termos económicos.

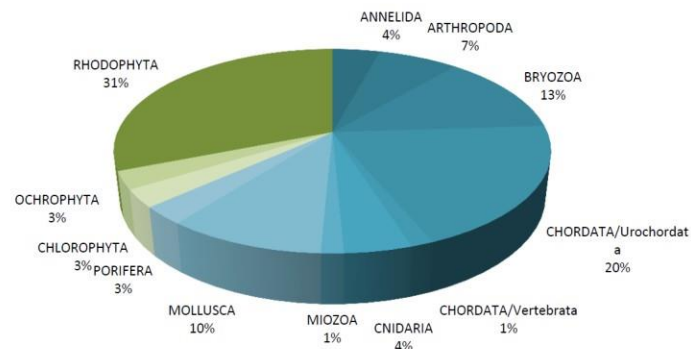
De referir, de acordo com a bibliografia consultada ao nível de florescências algais, a problemática da *Caulerpa webbiana*, mais localizada nas ilhas do Faial e Pico e a inexistência de casos de eutrofização nas águas marinhas do Arquipélago dos Açores. Porém, a monitorização das águas em relação a 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 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.

De acordo com o projeto PIMA, 2016, atualmente estão registadas 71 espécies marinhas não indígenas, pertencentes a 11 filos. As macroalgas incluem o grupo mais representado em número de espécies marinhas não indígenas do arquipélago, i.e. as algas vermelhas, Rhodophyta (31%) enquanto o grupo mais representado de animais são os Urochordata (ascídeos) (21%). O número e área de distribuição de macroalgas não nativas nos Açores tem vindo a aumentar consideravelmente nos últimos anos (Araújo et al. 2009) (Figura 3.4.13).



Fonte: projeto PIMA, 2016

Figura 3.4.13 | Distribuição por grupo taxonómico das espécies marinhas não indígenas presentes nos Açores.

De acordo com o projeto PIMA, 2016, foram contabilizadas 17 espécies não indígenas.

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 de São Jorge, 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 ocorrerem 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 impacto sobre a massa de água;
- Pressão baixa (não significativa): Existe uma elevada probabilidade de não produzir impacto sobre a massa de água;
- Pressão Ausente (não significativa): Não é produzido impacto sobre a massa de água.

Assim, pode concluir que, se o valor obtido for inferior ou igual a 3, a pressão global sobre o meio não terá significado, considerando-se o mesmo estado para o caso de não existirem dados. Seguindo o mesmo princípio, se o valor for superior a 3, a pressão global sobre o meio será significativa.

3.4.1.2.7.1 | Identificação das pressões relevantes

A metodologia apresentada, adaptada de Borja *et al.*, 2005, que utilizou a aproximação DPSIR (Driver, Pressure, State, Impact, Response), para avaliar o risco de as massas de água costeiras e de transição não atingirem o Bom estado ecológico, no País Basco, Espanha.

Assim, após a identificação e caracterização das pressões, foram estabelecidos grupos de pressões relevantes descritos em seguida:

- Pressão originada pelos 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 3.4.10).

Quadro 3.4.10 | Determinação do nível de pressão pela carga de nutrientes, em águas costeiras e de transição, produzido pelas descargas de nutrientes. Modificado de Borja *et al.* 2005. S-Sensibilidade; P-Pressão

Características de mistura	Diluição potencial	Taxa de Renovação (t)*		
		Alta (horas)	Moderada (dias)	Baixa (semanas)
Mistura Total	Alta	Baixa S	Baixa S	Moderada S
Mistura Parcial	Moderada	Baixa S	Moderada S	Alta S
Estratificação permanente	Baixa	Moderada S	Alta S	Alta S
Carga de CBO ₅		Sensibilidade		
		Baixa	Moderado	Alto
Ausente		Sem P	Sem P	Baixa P
Baixa		Baixa P	Baixa P	Moderada P
Moderada		Baixa P	Moderada P	Moderada P
Alta		Moderada P	Alta P	Alta P
Carga de Azoto		Sensibilidade		
		Baixa	Moderado	Alto
Ausente	<100 kg N/dia km ²	Sem P	Sem P	Baixa P
Baixa	100-200 kg N/dia km ²	Baixa P	Baixa P	Moderada P
Moderada	200-300 kg N/dia km ²	Baixa P	Moderada P	Moderada P

Alta	>300 kg N/dia km ²	Moderada P	Alta P	Alta P
------	-------------------------------	------------	--------	--------

*Associada à dinâmica costeira, tendo em consideração as características de agitação marítima, correntes e maré.

- Poluição da água – para este tipo de pressão, devem utilizar-se variáveis de concentração de metais de compostos orgânicos. Este parâmetro pode ser determinado pela percentagem de amostras de água que não cumprem os objetivos de qualidade de acordo com a legislação em vigor (Quadro 3.4.11 e Quadro 3.4.15).

Quadro 3.4.11 | 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 3.4.20), 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 impacte potencial a produção de toxicidade, a poluição dos ecossistemas, etc. (Quadro 3.4.12).

Quadro 3.4.12 | Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (µg/kg)

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Metais					
Arsénio	<20	20-50	50-100	100-500	>500
Cádmio	<1	1-3	3-5	5-10	>100
Crómio	<50	50-100	100-400	400-1 000	>1 000
Cobre	<35	35-150	150-300	300-500	>500
Mercúrio	<0,5	0.5-1.5	1.5-3.0	3.0-10	>10
Chumbo	<50	50-150	150-500	500-1 000	>1 000
Níquel	<30	30-75	75-125	125-250	>250
Zinco	<100	100-600	600-1 500	1 500-5 000	>5 000
Compostos orgânicos					
PCB (soma)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
PAH (soma)	<300	300-2 000	2 000-6 000	6 000-20 000	>20 000
HCB	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50

- Alterações morfológicas – utilizadas para avaliar várias pressões relevantes provocadas pela artificialização da linha de costa, nomeadamente pela construção de estruturas de defesa costeira e portuária, dragagens dentro e fora das bacias portuárias e deposição (aterros), que provocam importantes impactes 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 3.4.23). 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 3.4.23).
- 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 3.4.23).
- Pressões biológicas – avaliação do volume de pescas, bem como a introdução de espécies exóticas (Quadro 3.4.13).

Quadro 3.4.13 | 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	Defesa Costeira (%)	Transição	<10	11-30	30-60	>60

Nível de pressão			Ausente	Baixo	Moderado	Elevado
morfológicas		Costeira	<5	6-10	11-30	>30
	Divisão da Massa de Água (%)	Transição	<10	11-25	26-50	>50
	Profundidade média (m)	Transição	>3	3-1,5	1,5-0,75	<0,75
	Artificialização da LC (tipologia)		Natural	Seminatural	Semiartificial	Artificial
	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 3.4.14). O levantamento e a quantificação foram elaborados com base em documentos bibliográficos e dados/informação geográfica.

Quadro 3.4.14 | Levantamento das pressões consideradas relevantes e sua quantificação

Pressões							
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	1	Obras de defesa aderente	7	nº empresas	24
Com tratamento	0	Portos de pesca	3	Esporões		Mudanças na biodiversidade	
Fontes difusas		Comerciais	2	Quebra-mares (>400 m)	0	Introdução de espécies	17
Descargas Industriais		Portinhos	10	Quebra-mares (<400 m)	2	Introdução de doenças	0
Combustíveis	1	Estruturas de defesa		Outros	10	Recreio	
Indústria transformadora (nº de empresas)	41	Obras de defesa aderente	7			Áreas balneares	3
Construção		Esporões					
Fontes difusas		Quebra-mares (>400 m)	0				
Agricultura e Floresta		Quebra-mares (<400 m)	2				
Fontes difusas	63	Dragagens					
Pecuária		Sedimentos 10 ⁴ m ³ /ano	0.1				
Fontes difusas (nº de bacias)	40						

Pressões							
Poluição	Alterações morfológicas		Alteração do regime hidrológico		Biologia e Usos		
Indústria Extrativa							
Sedimentos							
Bagacina	20						
Materiais basálticos							
Outros materiais							
Lixiviados de Aterros Sanitários	1						
Transportes Marítimos							
Embarcações comerciais (nº de entradas anuais)	340						

Deste levantamento foram apuradas/estimadas cerca de 596 pressões relevantes exercidas sobre as águas costeiras da ilha de São Jorge. A distribuição de pressões foi realizada tendo em consideração a área e o perímetro da ilha de São Jorge, 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 Velas e na Calheta, em particular as pressões associadas a carga orgânicas domésticas, hidromorfológicas e portuária comercial e de recreio. De salientar ainda, as pressões relacionadas com a pesca no que respeita à exploração de recursos e usos

São ainda identificadas e quantificadas as principais forças motrizes responsáveis pelas pressões relevantes identificadas anteriormente. Das forças motrizes, destacam-se, em particular, a pecuária, que é responsável por mais de 90% da carga orgânica produzida.

No Quadro 3.4.15 são apresentadas 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 3.4.15 | 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			Massa de água costeiras de São Jorge (PP/II/P)	Massa de água Transição de São Jorge – Fajã dos Cubres*	Massa de água costeiras de São Jorge - - Fajã de Santo Cristo*
Forças Motrizes	População (n/km ²)		34	3	
	Indústria	(km ²)	0,2	0	
		(n)	41	0	
	Portos		16	0	
	Pescas (t/ano)		251	n.a.	
	Agricultura	(km ²)	1.6	0.36	
	Pecuária (Pastagem)	(km ²)	70.7	0	

Forças motrizes principais			Massa de água costeiras de São Jorge (PP/II/P)	Massa de água Transição de São Jorge – Fajã dos Cubres*	Massa de água costeiras de São Jorge – Fajã de Santo Cristo*
	Explorações agrícolas	(n)	811	n.a.	
Pressões	Total (n)		296	n.a.	
	(n/km ²)		10	n.a.	
	(n/km)		14	n.a.	

Legenda: n.a. – não aplicável.

Das pressões enumeradas, foi identificado um conjunto de pressões relevantes, apresentadas e quantificadas no Quadro 3.4.16.

Quadro 3.4.16 | Quantificação das pressões relevantes para a ilha de São Jorge

Pressões Relevantes			Massa de água costeira de São Jorge (PP/II/P)	Massas de água Transição de São Jorge – Fajã dos Cubres**		Massa de água costeiras de São Jorge – Fajã de Santo Cristo**
				Oeste	Leste	
Nutrientes	Carga total média (km ²)	Kg N/dia.km ²	28	0.7		
	Carga total média (km)	Kg N/dia.km	48,9	0.61		
Poluição	Água (%)*		0	0		0
	Sedimentos (%)		n.a.	n.a.		n.a.
Dragagem de sedimentos (10 ⁴ m ³ /ano)	Portos		n.a.	n.a.		n.a.
	Outros		n.a.	n.a.		n.a.
Defesa Costeira (%)			4	0		100
Divisão da Massa de Água (%)		Transição	-	100		0
Profundidade média (m)		Transição	-	1,5	0,5	3,6
Artificialização da linha de costa (%)			Semi-natural	Semi-natural		Semi-natural
Ancoradouros (n)	Portos		128	0		0
	Outros		n.a.	0		0
Espécies Exóticas (n)			17	0		0

Legenda: n.a. – não aplicável

*De acordo com o relatório de monitorização “Caracterização das massas de água costeiras da ilha de São Jorge”

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 de São Jorge, assumindo uma distribuição uniforme da carga para toda a ilha. Analisando a primeira aproximação, de acordo com o Quadro 3.4.8, 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 3.4.8, 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 3.4.17, a pressão é também classificada como Ausente (Sem P).

Relativamente às águas de transição, considerando apenas a bacia hidrográfica onde se inserem ambas as lagoas, verifica-se que a pressão exercida pelo azoto total se classifica como uma pressão Baixa. Considerando que a mistura é parcial, a diluição potencial moderada/baixa e a taxa de renovação baixa, devido à mistura entre a lagoa e o mar por percolação em particular na Fajã dos Cubres, verifica-se que as massas de água de transição apresentam uma sensibilidade alta. Relativamente à segunda aproximação, a pressão é também classificada como Baixa. Devido à reduzida profundidade, a mistura ser parcial, a diluição potencial moderada/baixa e a taxa de renovação baixa, em particular as lagoas dos Cubres, poderá condicionar de forma significativa o estado da massa de água.

Relativamente à poluição considerou-se a poluição da água e dos sedimentos. A primeira foi quantificada com base nos relatórios de monitorização, constata-se que todos os parâmetros analisados apresentavam valores inferiores aos respetivos valores máximos admissíveis de acordo com o Decreto-Lei n.º 236/98 e com o Anexo III, Coluna C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010, 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, não foram dragados sedimentos. Deste modo classifica-se a pressão como Ausente.

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), de acordo com os dados fornecidos pela DRAM, tendo sido a pressão classificada como Ausente. Desta, destacam-se fundamentalmente os quebra-mares dos Portos comerciais das Velas e da Calheta e obra aderente da área adjacente ao porto das Velas. Quanto às águas de transição foi identificada uma obra de defesa na zona na totalidade da zona de interface entre o mar e a lagoa de Santo Cristo, classificando-se assim a pressão como Elevada.

A artificialização da linha de costa considerou-se a classificação/tipologia da DRAM, semi-natural, o que conduziu à classificação de pressão Baixa. Relativamente às águas de transição de acordo com a classificação de artificialização das margens, a pressão foi classificada como Baixa.

Quanto ao número de ancoradouros/amarrações, foram estimados através da contagem de embarcações presentes no ortofotomapas, atracados nos Portos de pesca e comerciais, obtendo-se um valor de cerca de 50 embarcações, ao qual foi adicionando o número de amarrações (78) da marina das Velas. Contudo o valor estimado com base na contagem em ortofotomapas é apenas indicativo, devendo ser considerado com reserva. Deste modo, e de acordo com o Quadro 3.4.13, esta pressão é classificada como Baixa. Quanto às águas de transição, não foram identificados quais ancoradouros/amarrações, classificando assim a pressão como Ausente.

Por último, e relativamente às espécies exóticas e em particular nas águas costeiras, de acordo com o projeto PIMA, 2017, foram identificadas na ilha de São Jorge 17 espécies exóticas marinhas nesta região, tendo sido classificada como Elevada. A introdução destas espécies resulta da intensificação de tráfego marítimo, em particular através das embarcações de recreio, 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 impacte ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão moderada (significativa), quando existe alguma probabilidade de produzir um impacte ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão baixa (não significativa), quando existe uma elevada probabilidade de não ser produzido um impacte ecológico ou químico no meio ambiente;
- Pressão ausente (não significativa), quando não é produzido impacte sobre a massa de água.

No sentido de estabelecer a significância da pressão, recorrendo aos intervalos propostos nos Quadro 3.4.17 e Quadro 3.4.20 classificou-se cada uma das 9 pressões relevantes (Quadro 3.4.27).

Quadro 3.4.17 | Avaliação do nível de pressão, em termos de pressão relevante. Determinação da pressão global média. A – Ausente; B – Baixa; M – Moderada; E – Elevada; NS – Não Significativa; S – Significativa

	Massa de água costeira de São Jorge (PP//P)	Classificação		Massa de água costeiras de São Jorge – Fajã de Santo Cristo
		Massa de água Transição de São Jorge – Fajã dos Cubres	Oeste	Leste
Nutrientes Carga Ntotal média (km ²)	A	B		B
Nutrientes Carga Ntotal média (km)	A	B		B
Poluição Água (%)	A	A		A
Poluição Sedimentos (%)	A	A		A
Dragagem de sedimentos (10 ⁴ m ³ /ano) - Portos	A	A		A
Dragagem de sedimentos (10 ⁴ m ³ /ano) - Outros	A	A		A
Defesa Costeira (%)	A	A		E
Divisão da Massa de Água (%)	-	E		A
Profundidade média (m)	-	E	E	A
Artificialização da linha de costa (%)	B	B		B
Ancoradouros (n) - Portos	B	A		A
Ancoradouros (n) - Outros	A	A		A
Espécies Exóticas (n)	E	A		A
Pressão Global Média	A - NS	B - NS		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 de São Jorge, é classificada como Ausente (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 0-1, 0,91 para as águas costeiras e 0,92 para a massa de água de transição relativamente à lagoa de Santo Cristo. Para a lagoa do Cubres (Oeste e Leste) é classificada como Baixa (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 1-3, 1,38 respetivamente. De salientar e apesar do pressão média global apresentar a mesma classificação do ciclo anterior a apresenta um valor quaitativo no intervalo superior da classificação. Neste contexto, deve ser tida em consideração a concretização de um programa de monitorização efetivo durante o presente ciclo de planeamento.

3.4.1.2.8 | Avaliações do risco das massas não alcançarem os objetivos

De acordo com a Diretiva Quadro da Água, 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 impace.

Pela comparação da pressão global e dos impactes ambientais detetados, obtidos com base no estado ecológico de cada massa de água, Quadro 3.4.18, é possível avaliar o risco de as massas de água não atingirem o Bom estado ecológico.

Quadro 3.4.18 | Avaliação do risco de os objetivos da DQA não serem alcançados, baseados no nível significativo de pressão e nos impactes determinados em cada massa de água. Não aparente, provável e verificado são níveis equivalentes de impactes pela aproximação pressão-impacte

Pressão		Estado da Massa de Água (ecológico e químico)					
		Excelente	Bom	Moderado	Pobre	Mau	Sem dados
		Impacte					
		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							

Nota: Não aparente, provável e verificado são nível equivalente de impactes pela aproximação pressão-impacte

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 de S. Jorge 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.

No que respeita às das massas de água de transição, de acordo o resultado da análise expressa no capítulo de monitorização e do estado das massas de (classificadas como **Excelente – lagoa de Santo Cristo e Bom – lagoa dos Cubres Este e lagoa dos Cubres Oeste**), e tendo-se verificado que o grau de pressão existente nas massas de água de transição da ilha de São Jorge apresenta uma classificação de **Não Significativo**, conclui-se que a massa de água da fajã de Santo Cristo apresenta **Ausência de Risco** em não alcançar os objetivos estabelecidos pela DQA e que as massas de água da fajã dos Cubres apresentam um **Risco Baixo**.

3.4.2 | Águas subterrâneas

3.4.2.1 | Caracterização das cargas poluentes tóxicas e difusas

Nas Figuras 3.4.14 e 3.4.15 representam-se as cargas poluentes totais anuais de azoto e fósforo estimadas por bacia hidrográfica, verificando-se que é na área dominada pelas massas de água Ocidental 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 0,00 e 203,66T/ano (média=39,52T/ano), enquanto relativamente ao fósforo total as cargas variam entre 0,00 e 71,65T/ano (média=14,02T/ano).

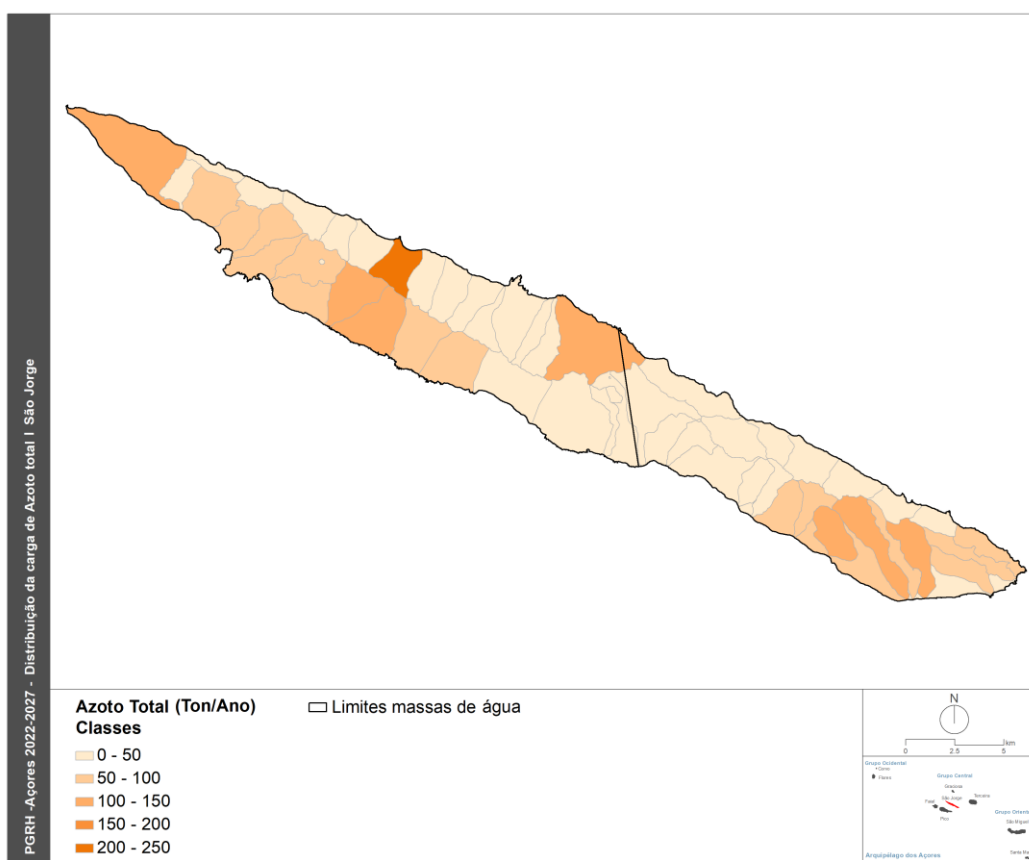


Figura 3.4.14 | Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha de São Jorge.

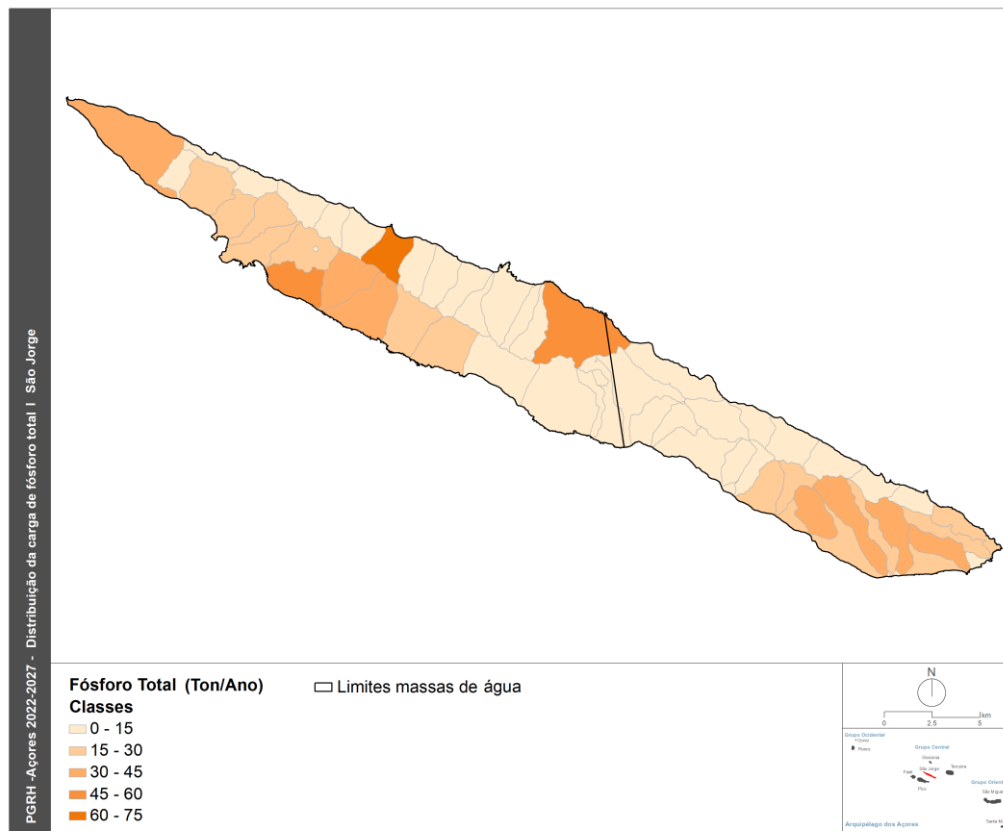
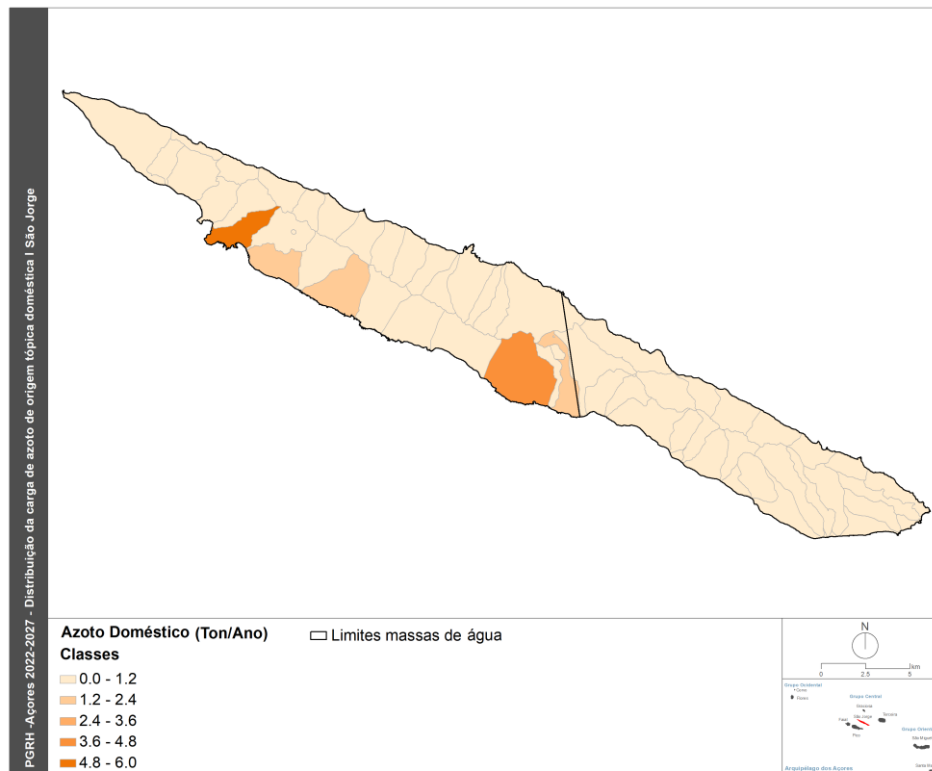


Figura 3.4.15 | Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha de São Jorge.

Considerando a tipologia dos focos de poluição é possível observar que as cargas poluentes tóxicas (domésticas e industriais) são relativamente pouco significativas comparativamente às cargas difusas, em especial quando comparadas com as emissões associadas à pecuária, quer quanto ao valor absoluto, quer quanto à distribuição espacial. As emissões associadas à atividade florestal são significativas numa área relevante de ambas as massas de água subterrânea (Figuras 3.4.16 e 3.4.23). A discriminação dos valores de cargas totais de N e P por bacia hidrográfica, evidencia bem o predomínio das cargas difusas, em especial as relacionadas com a atividade pecuária (Quadro 3.4.19).

Quadro 3.4.19 | Distribuição das cargas poluentes por bacia hidrográfica de acordo com a origem

Poluição	Origem	Valores (T N/ano)			Valores (T P/ano)		
		Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
Tóxica	Doméstica	0,00	5,02	0,47	0,00	1,55	0,15
	Indústria	0,00	72,38	1,25	0,00	48,25	0,84
Difusa	Pecuária	0,00	200,56	36,17	0,00	71,50	12,89
	Floresta	0,00	7,42	1,63	0,00	0,54	0,14



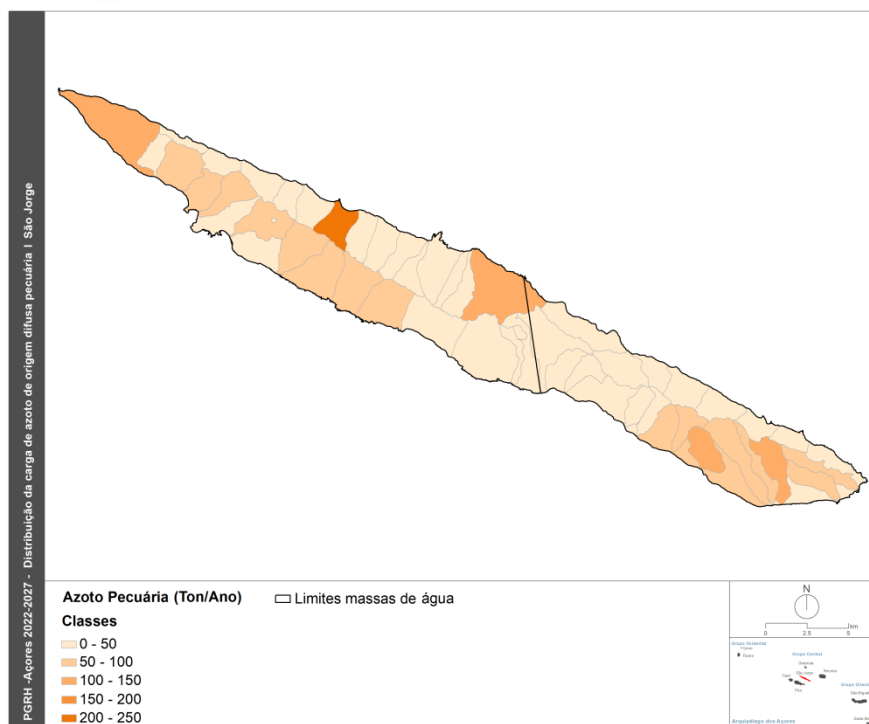


Figura 3.4.18 | Distribuição da carga poluente de azoto de origem difusa pecuária.

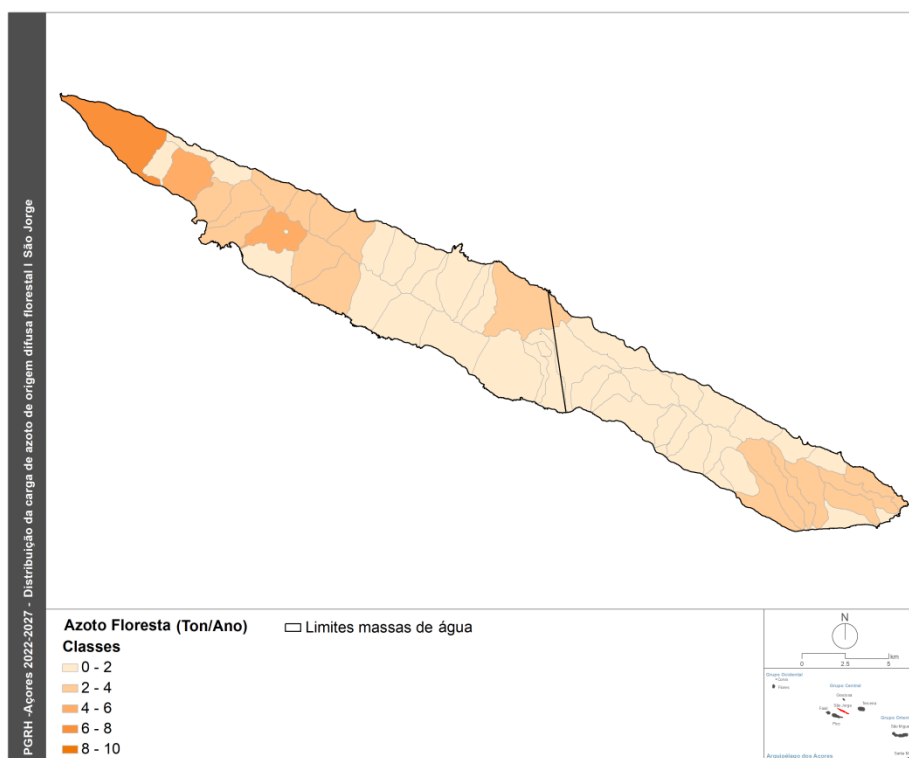


Figura 3.4.19 | Distribuição da carga poluente de azoto de origem difusa florestal.

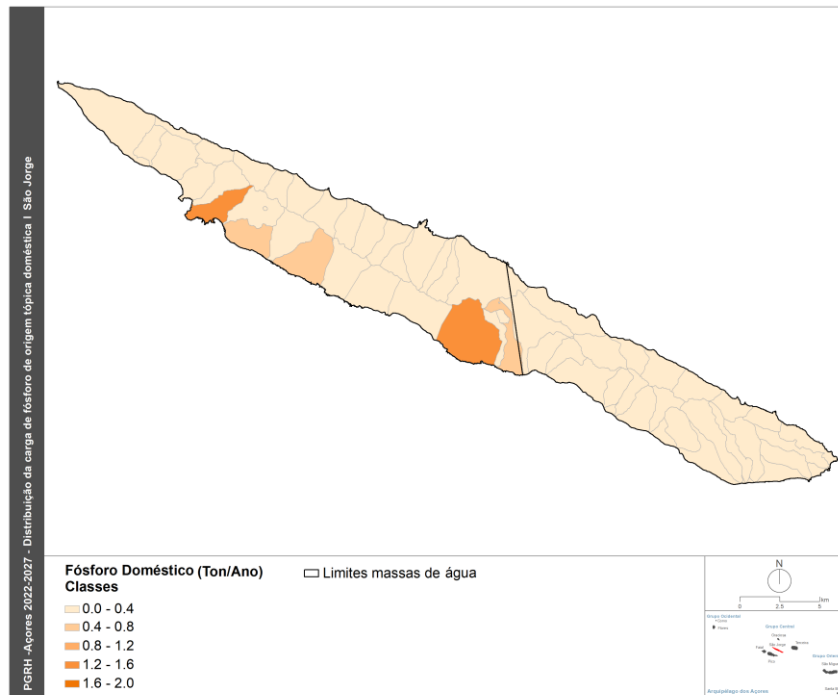


Figura 3.4.20 | Distribuição da carga poluente de fósforo de origem tónica doméstica.

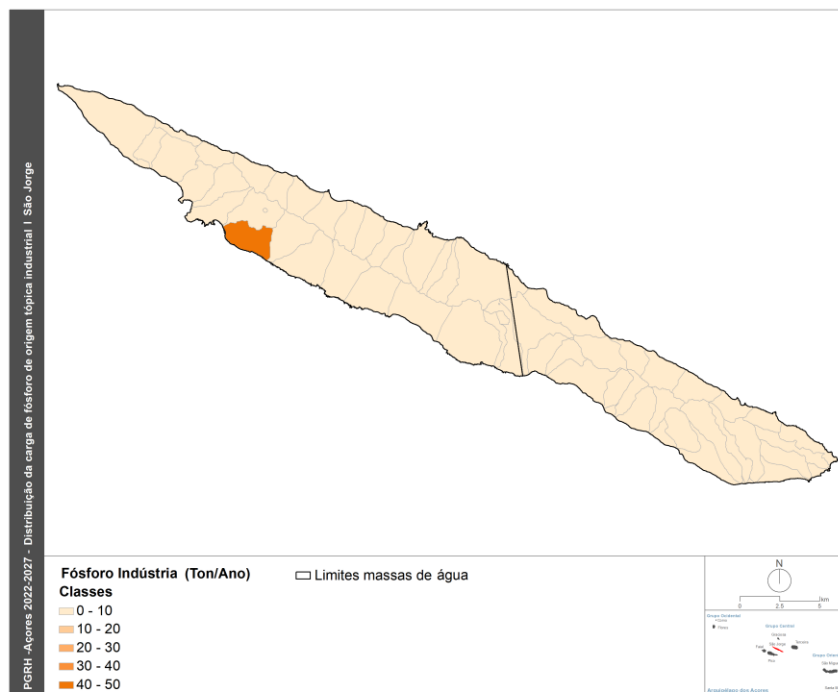


Figura 3.4.21 | Distribuição da carga poluente de fósforo de origem tónica industrial.

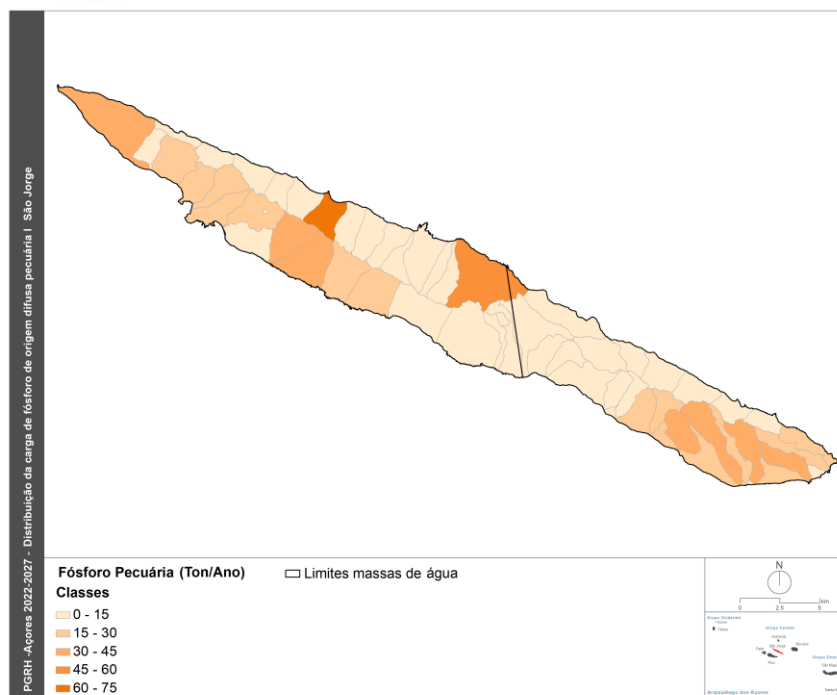


Figura 3.4.22 | Distribuição da carga poluente de fósforo de origem difusa pecuária.

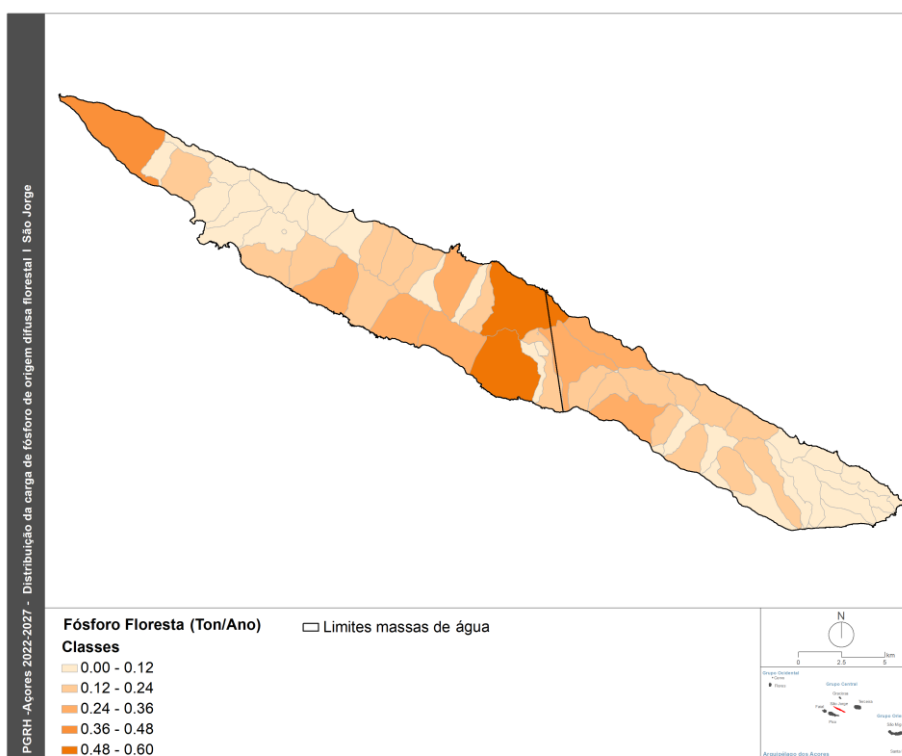


Figura 3.4.23 | Distribuição da carga poluente de fósforo de origem difusa florestal.

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 compostos azotados associados a fontes tópicas, o que está de acordo com a análise providenciada por Cruz et al. (2010a). Contudo, outros trabalhos demonstram que nalgumas ilhas dos Açores podem ocorrer pontualmente valores elevados de concentração de nitratos nas águas subterrâneas, pelo que esta questão não deverá ser ignorada no âmbito do PGRH.

Além dos nutrientes, e associados aos focos de poluição tópica, podem ocorrer ainda cargas poluentes relativas a metais pesados e metalóides, 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 impacte significativo sobre as massas de água subterrâneas (Cruz et al. (2010)), os outros grupos de substâncias poluentes não são detetados na rede de monitorização, nem se conhecem estudos que demonstrem a ocorrência de impactes significativos.

Como potenciais focos de poluição tópica por compostos orgânicos e metais pesados e metalóides devem, ainda, considerar-se as áreas de gestão de resíduos localizadas em cada ilha, incluindo os vazadouros controlados e não controlados, mesmo que entretanto tenham sido alvo de operações de selagem. De acordo com o proposto no âmbito do Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores (PEPGRA, 2014) o Governo Regional dos Açores promoveu a conceção e construção dos projetos dos Centros de Processamento de Resíduos (CPR) para as ilhas do Corvo, Flores, Graciosa, Faial, Pico, São Jorge e Santa Maria, que genericamente incluem um ecocentro, um centro de valorização orgânica por compostagem e uma estação de transferência. Por seu turno, nas ilhas de São Miguel e Terceira estão localizados ecoparques, que englobam, entre outras infraestruturas, aterros para resíduos perigosos e não perigosos.

Na ilha de São Jorge foram inventariados pelas autoridades ambientais dois aterros sanitários, explorados pelas duas autarquias, onde foi explorado um volume anual da ordem de 4518 t/ano (PEPGRA, 2014), assim como dois vazadouros não controlados. Contudo a classificação efetuada no âmbito do Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores designa o aterro do Concelho das Velas como um vazadouro controlado, a que está associado o risco ambiental Médio, enquanto no Concelho da Calheta se trata de um vazadouro não controlado, de elevado risco ambiental (SRAM, 2007). Relativamente à situação reportada no anterior ciclo de planeamento da RH, os vazadouros foram alvo de obras de selagem e requalificação ambiental e paisagística, terminadas em 2018.

3.4.2.2 | Avaliação de potenciais impactes associados à poluição tópica

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

Para este objetivo considera-se, no presente trabalho, que a vulnerabilidade à poluição corresponde a uma propriedade intrínseca de um sistema hidrogeológico, que depende da sensibilidade do mesmo a impactes de origem natural ou humana (Zaporozev, 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 3.4.20). 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 3.4.20 | Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação

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

A Figura 3.4.24 representa a cartografia final que põe em evidência que a maior parte da superfície da ilha corresponde às classes de moderada e elevada vulnerabilidade à poluição. Estas classes distribuem-se por toda a ilha de São Jorge, sem um padrão bem definido, embora a classe de vulnerabilidade elevada seja proporcionalmente mais importante sobre a massa de água Oriental (Figura 3.4.24). Em qualquer caso, e considerando a área aflorante das massas de

água subterrâneas, constata-se que nas respetivas áreas aflorantes ocorrem setores de elevada e muito elevada vulnerabilidade à poluição.

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 (DRA, 2019);
- Vulnerabilidade à poluição da água subterrânea.

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

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

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

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

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

Em resultado da aplicação da metodologia referida, apresentam-se os mapas de risco referentes à poluição tóxica doméstica (Figuras 3.4.25 e 3.4.26) e industrial (Figuras 3.4.27 e 3.4.28). O cartograma relativo à poluição tóxica doméstica, mostra que em todas as massas de água ocorrem zonas em que o risco associado pode ser classificado como muito reduzido, distribuídas em função das áreas de maior densidade populacional. No que concerne à poluição tóxica derivada da atividade industrial, quer na massa de água Ocidental, quer na massa de água Oriental, ocorrem zona de risco muito reduzido, mas cuja representatividade espacial é diminuta.

Na Figura 3.4.29 apresenta-se a localização das áreas de gestão de resíduos na ilha de São Jorge (COS.A/2018; DRA, 2019), que se situam numa área considerada como de moderada vulnerabilidade à poluição sobre a massa de água Ocidental. De acordo com o Relatório de Avaliação Intercalar do PEPGRA, o CPR engloba uma estação de triagem, uma estação de transferência, tratamento mecânico e valorização orgânica e um aterro de Inertes. Sem informação que permita estimar as eventuais emissões com foco nas áreas de gestão de resíduos, salienta -se, contudo, que poderão ocorrer eventuais impactes se não forem implementados os melhores procedimentos aplicáveis.

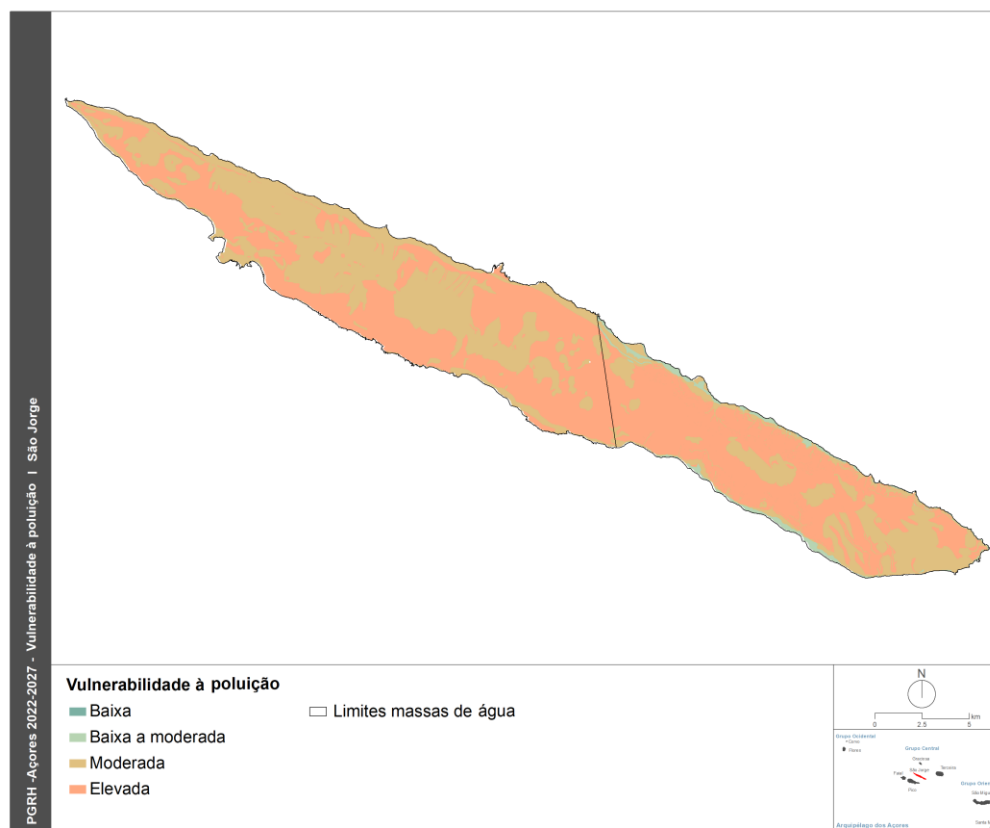


Figura 3.4.24 | Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.

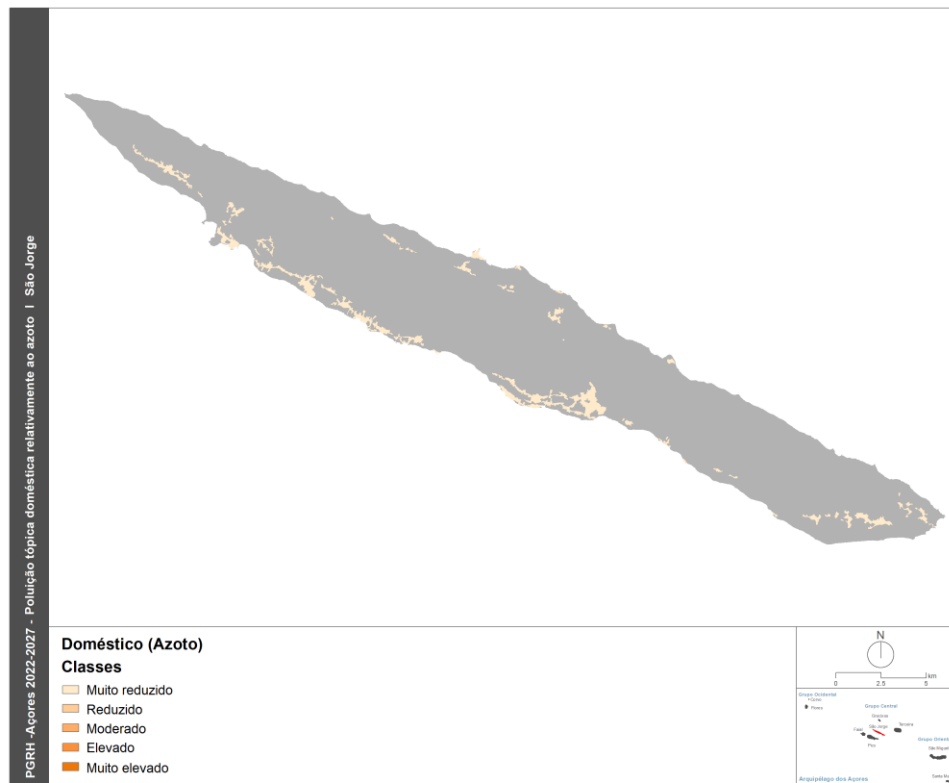


Figura 3.4.25 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica doméstica relativamente ao azoto.

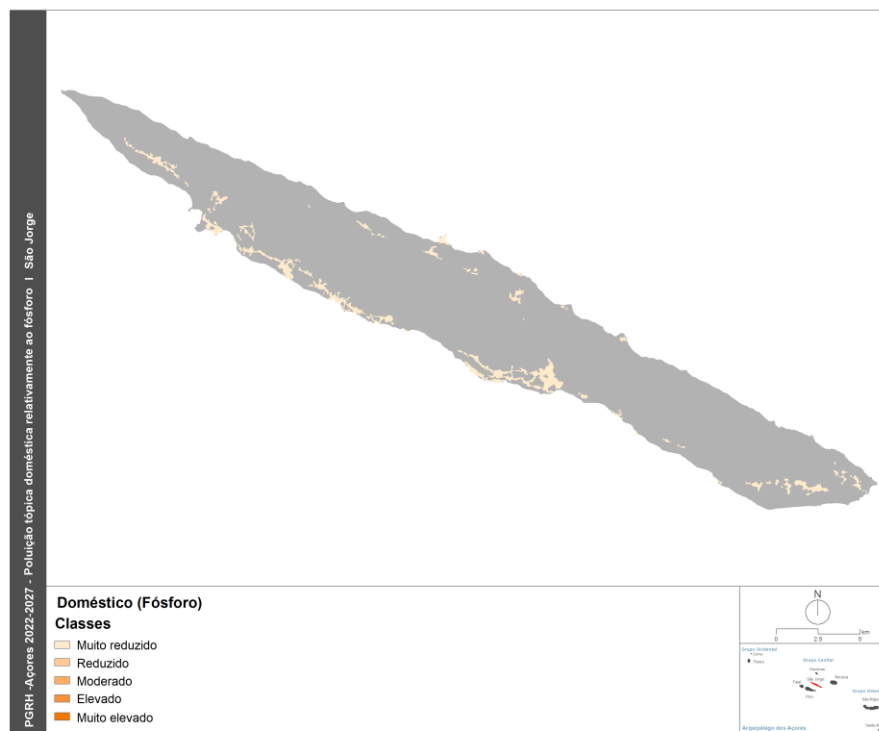


Figura 3.4.26 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica doméstica relativamente ao fósforo.

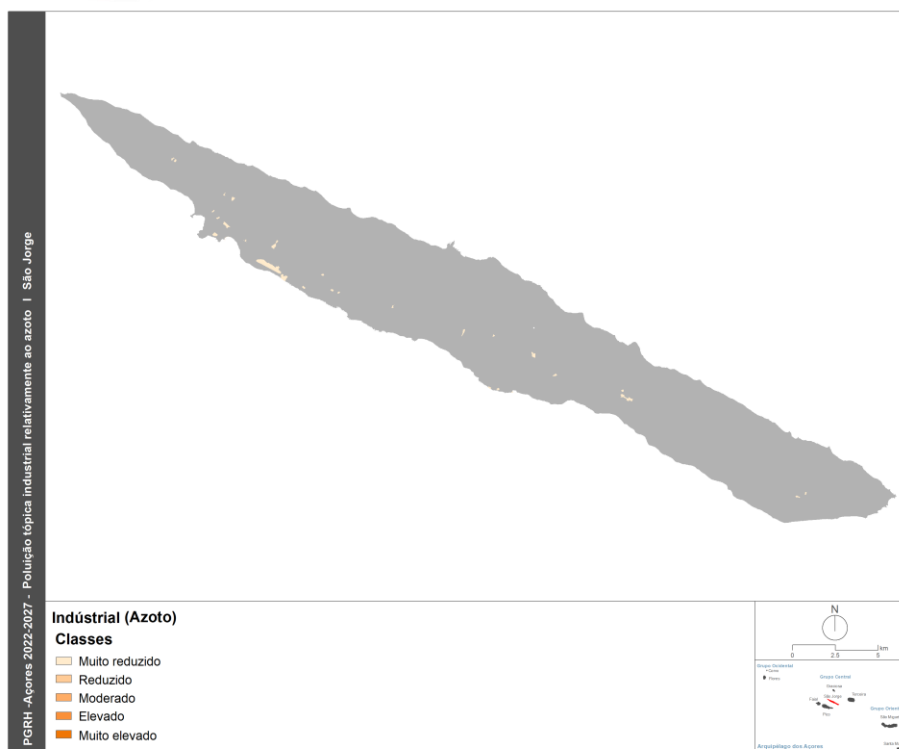


Figura 3.4.27 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica industrial relativamente ao azoto.

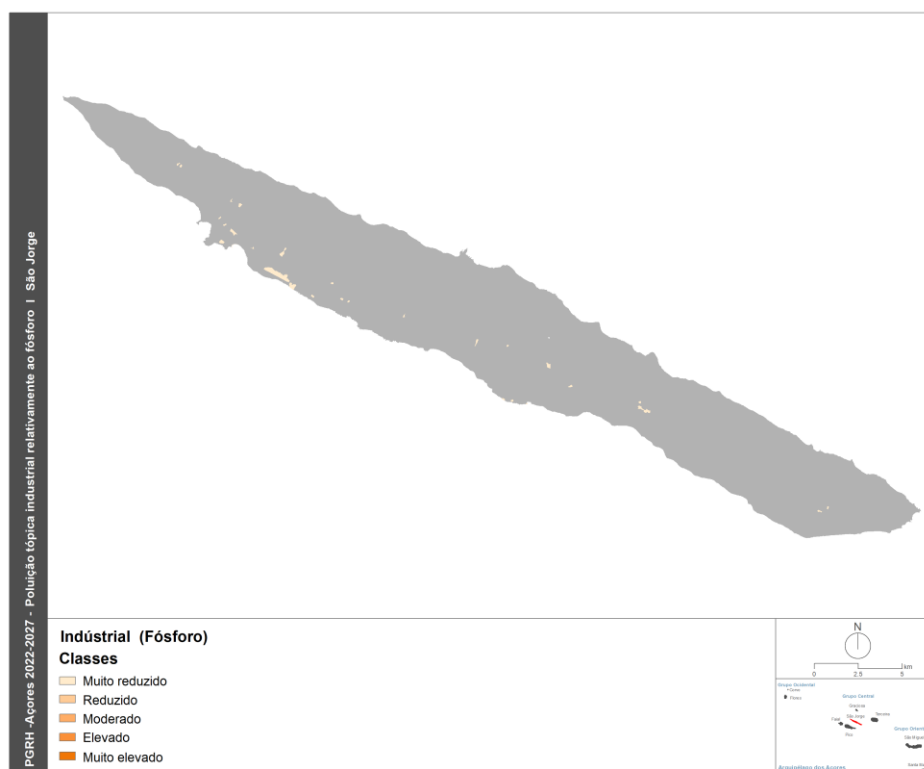


Figura 3.4.28 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica industrial relativamente ao fósforo.



O cartograma relativo à poluição difusa associada à atividade pecuária mostra que em ambas as massas de água subterrânea ocorrem extensas zonas em que o risco associado pode ser designado como muito reduzido. Comparativamente, as zonas onde o risco associado à atividade florestal foi cartografado, sempre classificado como muito reduzido, apresentam uma distribuição espacial muito limitada, em particular em pequenos troços na faixade menor altitude.

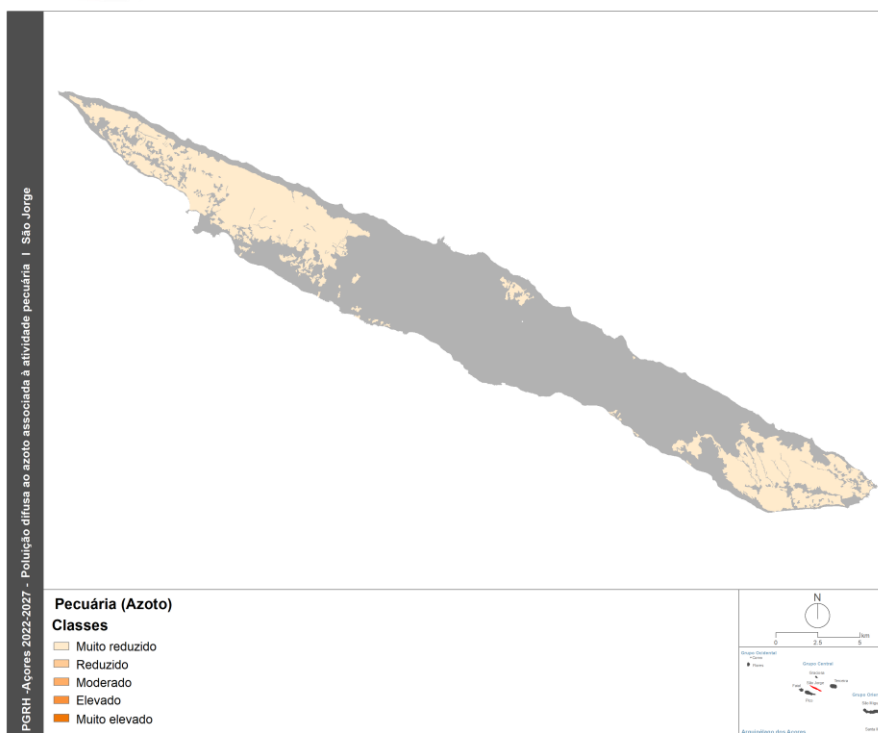


Figura 3.4.30 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao azoto associada à atividade pecuária.

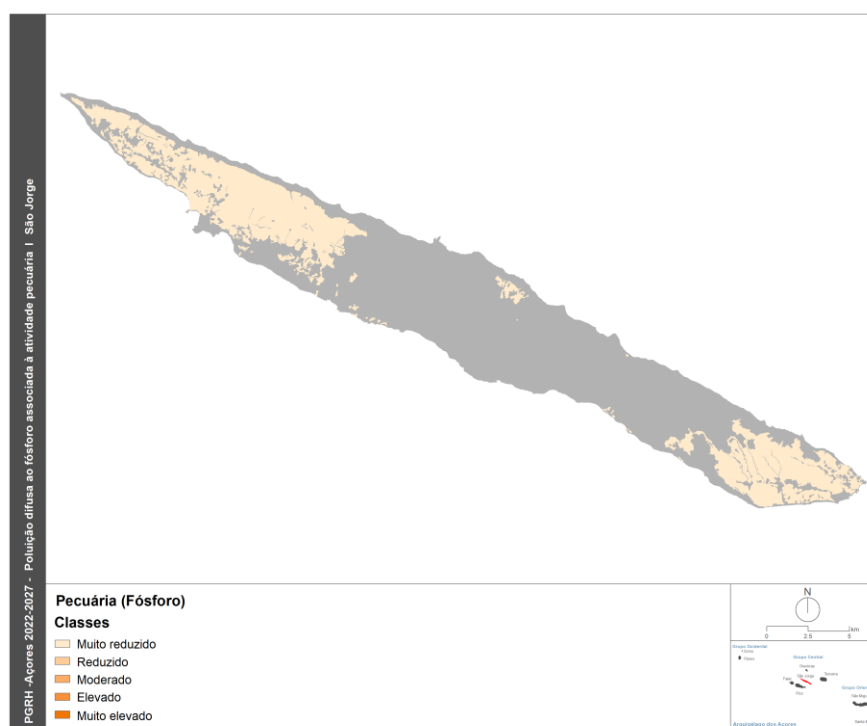


Figura 3.4.31 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao fósforo associada à atividade pecuária.

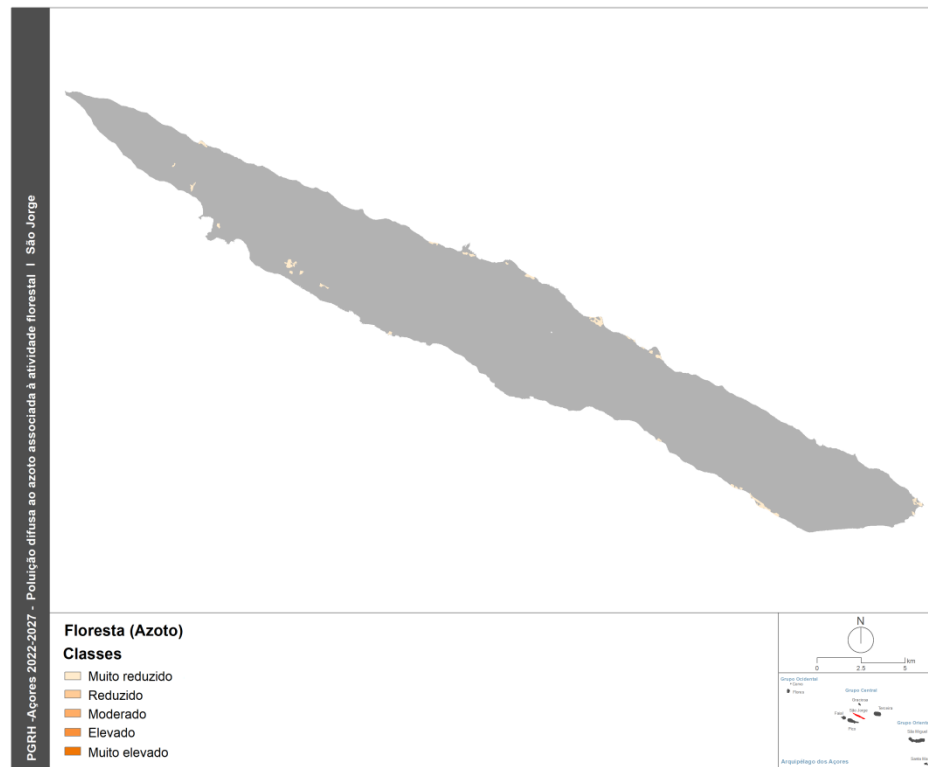


Figura 3.4.32 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao azoto associada à atividade florestal.

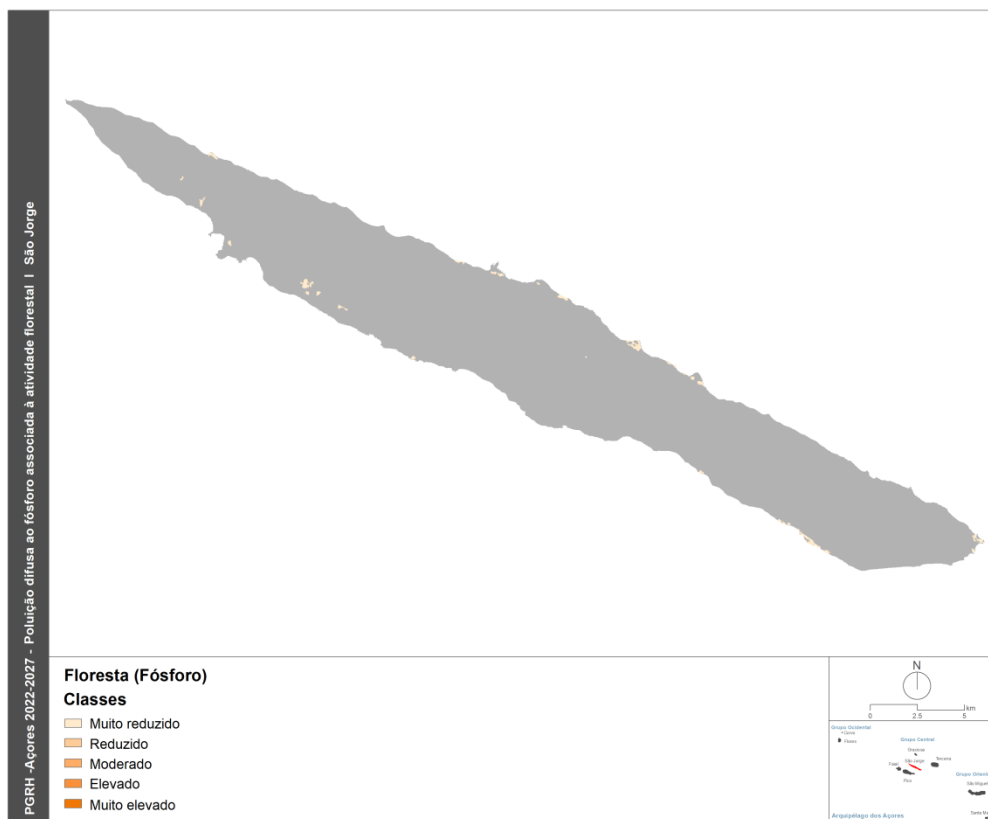


Figura 3.4.33 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao fósforo associada à atividade florestal.

3.4.2.3 | Intrusão salina

No caso vertente da ilha de São Jorge, têm vindo a ser reportados os efeitos da intrusão salina, que inclusivamente provocaram o abandono de furos de captação, com as inerentes consequências económicas e constrangimentos ao abastecimento público.

Nas Figuras 3.4.34 e 3.4.35 pode observar-se a distribuição de todos os furos que captam em aquíferos basais, realçando-se em particular aqueles em que o valor de condutividade elétrica é elevado e o teor de cloretos é superior ao valor critério adotado (225mg/L). A análise do cartograma respeitante à distribuição dos teores em cloreto evidencia que a captação de água no sistema aquífero basal está associada a valores de concentração nesta espécie que, nos furos monitorizados na ilha de São Jorge, é inferior ao limite anteriormente referido para a mesma.

Contudo, o furo em que ocorre este teor elevado foi abandonado, e na Ilha o fenómeno de intrusão salina não implica que qualquer uma das massas de água delimitadas seja considerada como de estado químico Medíocre (ponto 5 do presente relatório). Não obstante, importa salientar que a captação de água em aquíferos basais deve implicar um criterioso estudo hidrogeológico e a adoção das melhores práticas para a perfuração de novos furos.

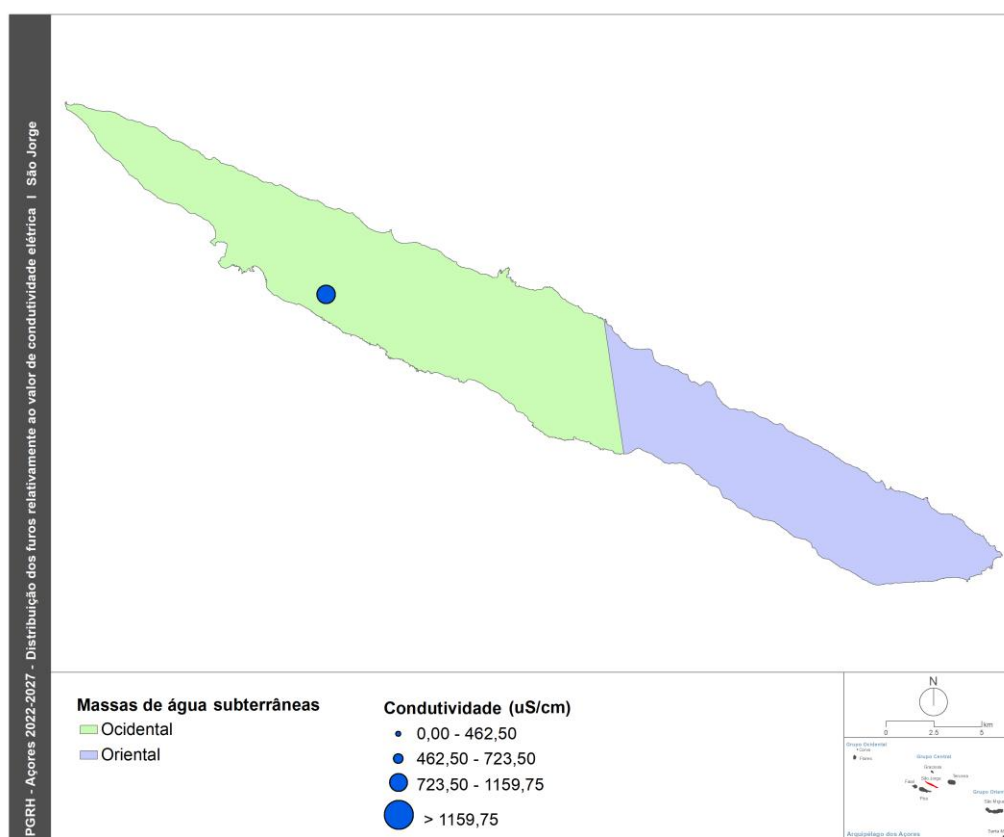


Figura 3.4.34 | Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com o valor de condutividade elétrica da água.

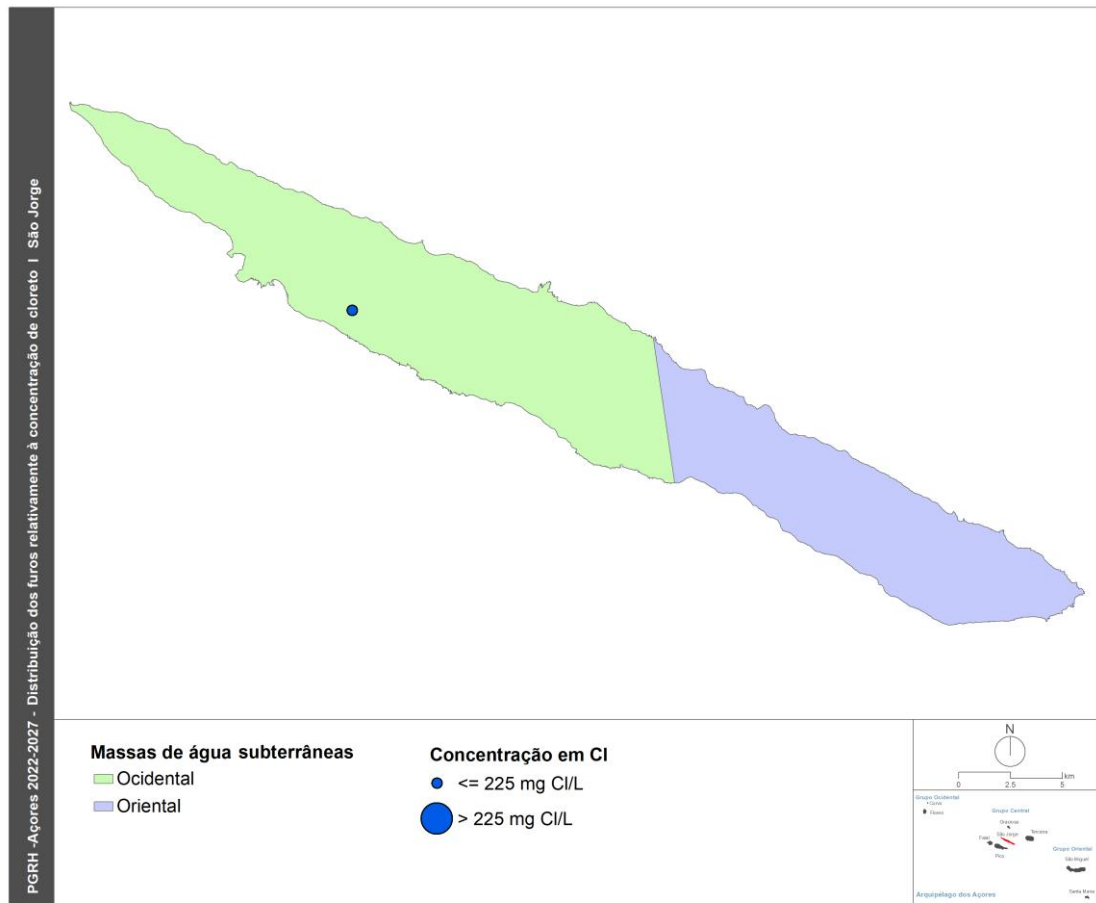


Figura 3.4.35 | Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com a concentração em cloreto na água.

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 10m³/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 de São Jorge, expressa no relatório de caracterização preliminar da RH9 (DROTRH, 2006), no presente trabalho procedeu-se ao inventário supramencionado não obstante o seu caráter não compulsivo.

A inventariação das captações que forneçam mais de 10m³ 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 à 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 de São Jorge, 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 10m³/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 3.4.36 apresenta-se a localização das captações de água subterrânea com um volume de extração superior 10m³/dia, num total de 33 nascentes (48% do total) e 2 furos (40% do total). Estes pontos distribuem -se pelas duas massas de água delimitadas na ilha das Flores (Quadro 3.4.21).

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 1,83hm³/ano, valor que corresponde a 100% da extração total anual e é inferior à descarga anual média nas massas de água (2,25hm³/ano), neste último caso considerando o volume de água emergente nas nascentes captadas e não captadas (Quadro 3.4.22). A massa de água Ocidental é aquele em que se verificam as maiores extrações nas captações com um caudal médio maior que 10m³/ano (1,20hm³/ano), valor muito superior ao volume registado na massa Oriental (0,45hm³/ano).

Da observação da Figura 3.4.37, depreende-se que, face aos recursos hídricos subterrâneos, a captação de água subterrânea na ilha de São Jorge 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.

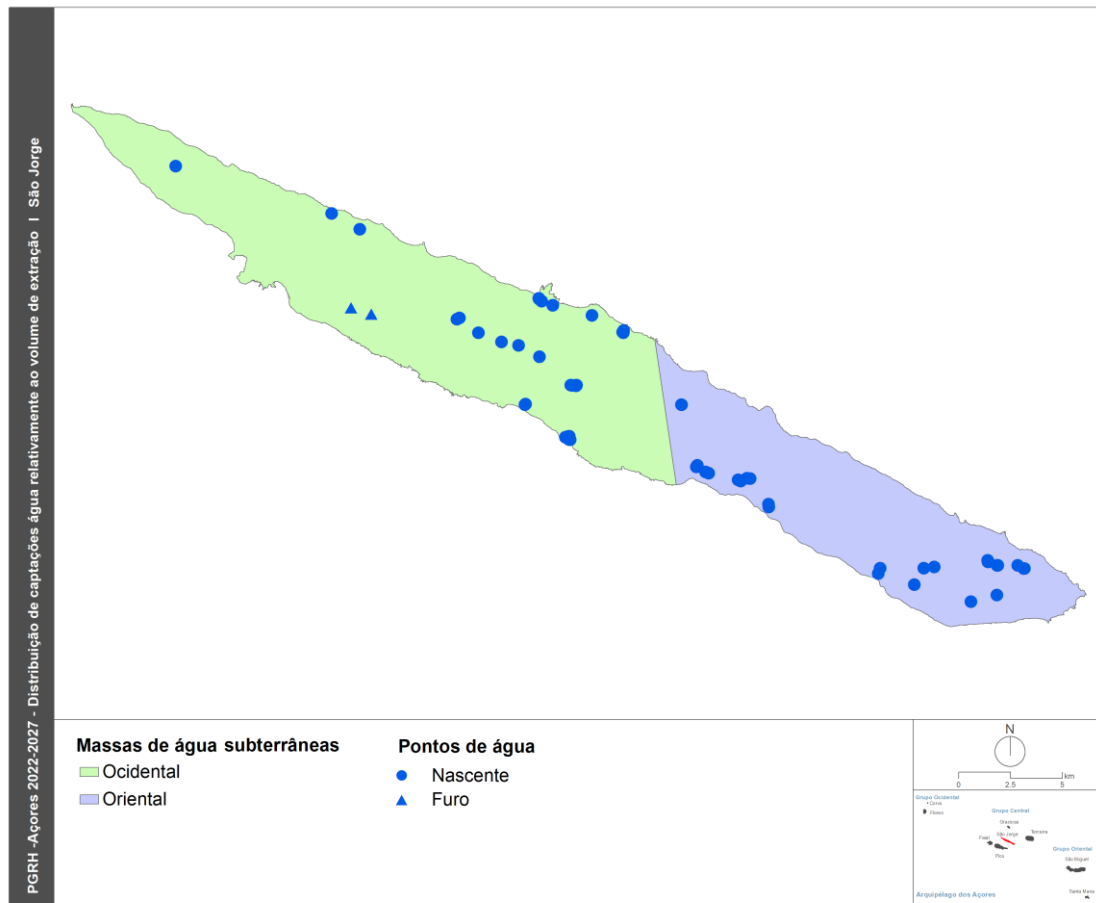


Figura 3.4.36 | Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m³/dia.

Quadro 3.4.21 | Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de água delimitadas na ilha de São Jorge.

Massa de Água	Código	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados	
		Nascentes	Furos	Nascentes	Furos
Ocidental	62	5	36	2	Ocidental
Oriental	45	0	29	0	Oriental

Quadro 3.4.22 | Quadro comparativo do volume de recursos hídricos subterrâneos, da extração natural total e da extração média nos pontos de água com caudal superior a 10m³/dia.

Massa de Água	Código	Recursos Subterrâneos (hm³/ano)	Descarga total (hm³/ano)	Extração (>10 m³/ano)
Ocidental	~173,40	1,69	1,20	Ocidental
Oriental	~45,60	0,56	0,45	Oriental

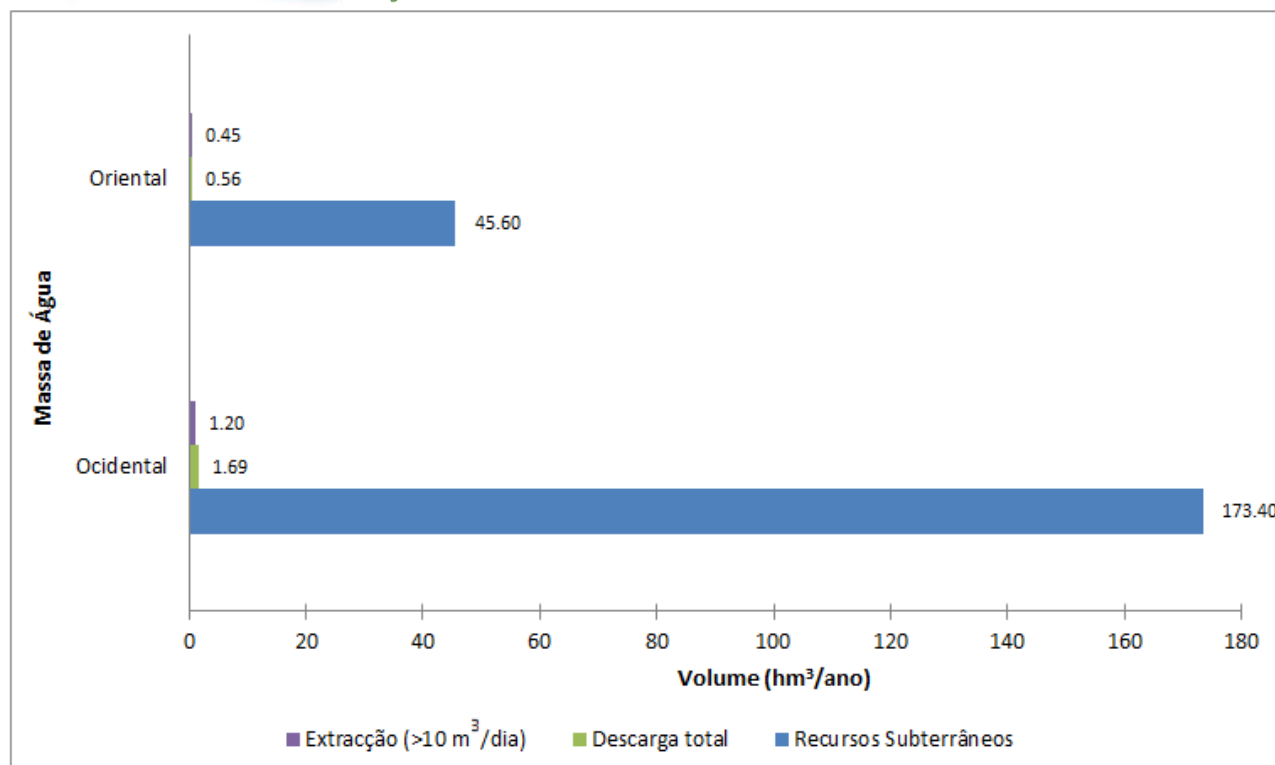


Figura 3.4.37 | Gráfico comparativo do volume médio extraído nos pontos de água com caudal superior a 10m³/dia, face à descarga natural total e aos recursos hídricos subterrâneos globais.

4 | Redes de Monitorização

4.1 | Rede de monitorização do estado das massas de água

4.1.1 | Águas superficiais

4.1.1.1 | Rede de vigilância

4.1.1.1.1 | Ribeiras

Na ilha de São Jorge não estão designadas massas de água na categoria rios, pelo que não existe qualquer rede de monitorização implementada.

4.1.1.1.2 | Lagoas

Na ilha de São Jorge não estão designadas massas de água na categoria de lagoas, pelo que não existe qualquer rede de monitorização implementada.

4.1.1.1.3 | Águas costeiras e de transição

Pontos de monitorização

Foi escolhido um ponto de amostragem para as massas de água pouco profundas, intermédia e profunda (Quadro 4.1.1). A colheita da água para amostragem química/biológica foi feita sempre a 5 m de profundidade para as massas de água costeiras pouco profundas, intermédias e profundas, e para as massas de água de transição).

Quadro 4.1.1 | Ponto de monitorização para os elementos de qualidade biológica e físico-química das águas costeira e de transição, ilha de São Jorge

Estação	Massa de água	Coordenadas (UTM)	
		X	Y
Águas Costeiras			
2ª Fase – Agroleico			
SJO – PP	Pouco Profundas	-	-
SJO - AI	Intermédia	-	-
FAI_PIC_SJO - AP	Profundas	-	-
Águas de Transição			
1ª Fase – Universidade dos Açores			
SJG1 Santo Cristo	-	419062	4275589
SJG2 Cubres A	-	415847	4277423
SJG3 Cubres B	-	415847	4277423
2ª Fase – Agroleico			
FSC	5,5m, 2,5m, 0,5m	-	-
FC – Maior	2m, 1m, 0,5m	-	-
FC – Menor	0,5m	-	-

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 4.1.2), hidromorfológica (Quadro 4.1.3) e físico-química e química (Quadro 4.1.4), (Neto et al, 2009).

Quadro 4.1.2 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeiras e de transição, ilha de São Jorge

Elementos Biológicos	Parâmetros	Águas Costeiras	Águas de Transição	
		2ª Fase	1ª Fase	2ª Fase
Fitoplâncton	Composição	Sim	Sim	Sim
	Abundância	Sim	Sim	Sim
	Biomassa	Sim	Sim	Sim
Restante flora aquática	Composição e Abundância	Sim	Sim	
Invertebrados bentónicos	Composição e Abundância	Sim	Sim	
Fauna piscícola	Composição e Abundância	-	Sim	

Quadro 4.1.3 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfológica águas costeiras e de transição, ilha de São Jorge

Elementos Hidromorfológicos	Parâmetros	Águas Costeiras	Águas de Transição	
		2ª Fase	1ª Fase	2ª Fase
Regime de Marés	Fluxo de água doce	Sim	Sim	-
	Direção das correntes dominantes	Sim	-	-
	Exposição às vagas	Sim	-	-
Condições Morfológicas	Variação de profundidade	Sim	-	-
	Estrutura e substrato do leito	Sim	Sim	-
	Estrutura da zona intertidal	Sim	-	-

Quadro 4.1.4 | 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 de São Jorge

Elementos Físico-Químicos e Químicos	Parâmetros	Águas Costeiras	Águas de Transição	
		2ª Fase	1ª Fase	2ª Fase
Elementos gerais	Transparência;	Sim	Sim	Sim
	Condições térmicas;	Sim	Sim	Sim
	Condições de oxigenação;	Sim	Sim	Sim
	Salinidade;	Sim	Sim	Sim
	Condições relativas aos nutrientes	Sim	Sim	Sim
Poluentes específicos	Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água;	-	-	-
	Poluição resultante de outras substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas nas massas de água;	-	-	

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 dezembro de 2010 até fevereiro de 2012, 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 (Costa *et al.*, 2012).

A periodicidade, época de amostragem e frequência prevista varia com o tipo de elemento de qualidade (Quadro 4.1.5).

Quadro 4.1.5 | Frequência e programa de monitorização dos elementos de qualidade avaliados no âmbito das massas de água costeiras e de transição, ilha de São Jorge.

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																
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																
Químicos	3 meses																
Substâncias prioritárias	1 mês																

*1 amostragem das condições relativas a nutrientes; 3 amostragens de salinidade e temperatura.

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.

4.1.1.2 | Rede operacional

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

4.1.1.3 | Rede de investigação

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

4.1.1.4 | Avaliação da representatividade e adequabilidade das redes de monitorização

4.1.1.4.1 | Rede de monitorização das ribeiras

Não existem massas de água identificadas nesta categoria para a ilha de São Jorge.

4.1.1.4.2 | Rede de monitorização das lagoas

Não existem massas de água identificadas nesta categoria para a ilha de São Jorge.

4.1.1.4.3 | Rede de monitorização de águas costeiras e de transição

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

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 (Directiva 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro, transposta para a ordem jurídica interna pelo do Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho). 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 eutrofização da água.

Para a análise da conformidade da água compatível com a prática balnear (Decreto Lei n.º 236/98, de 1 de agosto) DRAM 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: *Escherichia coli*; enterococos intestinais; temperaturas do ar e da água do mar; inspecionar visualmente para detetar poluição por resíduos de alcatrão, vidro, plástico, borracha e outros resíduos; avaliação visual da presença de macroalgas e/ou fitoplâncton marinho.

No decorrer da época balnear de 2019, de acordo com o boletim do Governo Regional dos Açores, DRAM, a classificação de qualidade da água foi Excelente, não tendo sido registadas nas zonas balneares classificadas da ilha de São Jorge a 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 de São Jorge apresentam Excelente qualidade das águas balneares (Quadro 4.1.6).

Quadro 4.1.6 | Zonas balneares da ilha de São Jorge

Ilha	Concelho	Água Balnear	Massa de água	Qualidade
------	----------	--------------	---------------	-----------

Ilha	Concelho	Água Balnear	Massa de água	Qualidade
São Jorge	Calheta	Portinhos-Fajã Grande	Costeira	Excelente
	Velas	Velas/ Preguiça	Costeira	Excelente
		Poço dos Frades - Velas	Costeira	Excelente

* Controlo Mensal

4.1.2 | Águas subterrâneas

4.1.2.1 | Enquadramento legislativo comunitário

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

4.1.2.2 | Enquadramento legislativo nacional

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

4.1.2.3 | Monitorização do estado quantitativo das águas subterrâneas

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

No caso vertente da ilha de São Jorge, a rede proposta, que poderá ainda vir a sofrer reajustes por motivos operacionais, prevê a monitorização de 7 nascentes e 1 furo (Quadro 4.1.7).

Quadro 4.1.7 | Rede de monitorização quantitativa proposta para as massas de água subterrânea na ilha de São Jorge

Massa de Água	Refº PGRH	Designação	Tipo	IR (%)
Occidental	SJG.2	Abelheira II	Nascente	68,8
	SJG.57	Sete Fontes (Calheta)	Nascente	
	SJG.58	Sete Fontes (Velas)	Nascente	
	SJG.97	Queimada II	Furo	
Oriental	SJG.16	Cancela d'Água	Nascente	59,6
	SJG.55	Serra IV	Nascente	
	SJG.59	Sete Fontes (Stº Antão)	Nascente	
	SJG.71	Cabral II	Nascente	

4.1.2.4 | Monitorização do estado químico das águas subterrâneas

4.1.2.4.1 | Historial e critérios de estabelecimento dos programas de monitorização

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

4.1.2.4.2 | Localização dos pontos de água monitorizados

A monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha de São Jorge teve início no ano de 2006, com uma rede constituída por 5 nascentes e 1 furo. A rede delineada em 2009 e 2011 foi composta por 5 nascentes e um furo, esquema mantido até à data (Figura 4.1.1 e Quadro 4.1.8).

As 2 massas de água delimitadas na ilha de São Jorge são todas monitorizadas, com uma distribuição de pontos de água caracterizada por uma densidade respetivamente igual a 0,020 pontos/km² (Occidental) e 0,032 pontos/km² (Oriental) (Quadro 4.1.9).

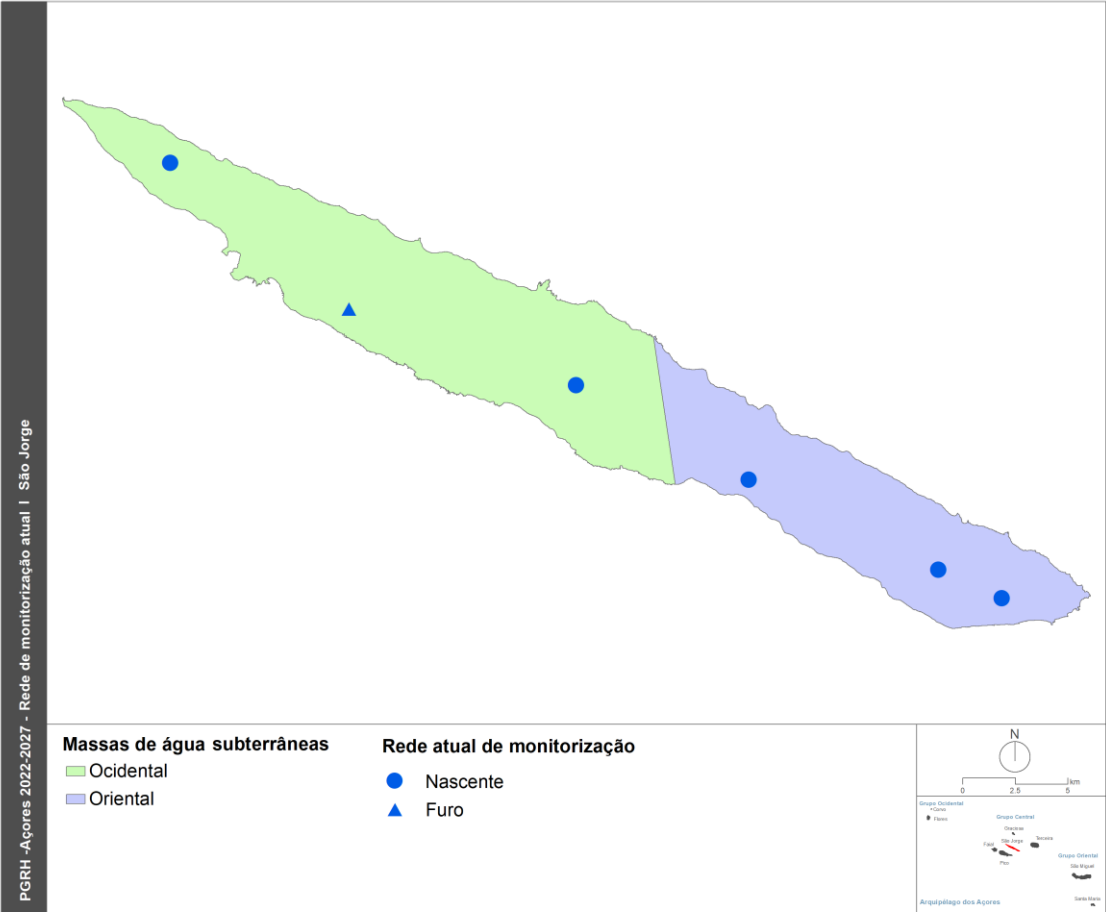


Figura 4.1.1 | Representação cartográfica da rede de monitorização do estado químico atualmente em vigor.

Quadro 4.1.8 | Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico (Coordenadas UTM Datum São Brás, zona 26N). As redes 2009 e 2011 referem-se à delimitação das massas de água subterrâneas considerada no primeiro e segundo ciclos de planeamento respetivamente da RH9.

Refª PGRH	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massas de Água 1.º + 2.º ciclos			Massas de Água presente ciclo	
						Massas de Água	< 2009	2009	2011	Massas de Água 2018
SJG.2	Abelheira II	Nascente	408705	4280842	Sim	Central	✓	✓	✓	Ocidental
SJG.40	Pico Alto I	Nascente	409849	4276996	Sim	Central				Ocidental
SJG.98	AC2 - São Jorge	Furo	399046	4280597	Sim	Central	✓	✓	✓	Ocidental
SJG.58	Sete Fontes (Velas)	Nascente	390530	4287570	Sim	Ocidental	✓	✓	✓	Ocidental
SJG.16	Cancela de Água	Nascente	431100	4268297	Sim	Ocidental		✓	✓	Ocidental
SJG.33	Macarrão	Nascente	427084	4268207	Sim	Ocidental				Ocidental
SJG.48	Poujal II	Nascente	415675	4273125	Sim	Ocidental	✓	✓	✓	Ocidental
SJG.55	Serra IV	Nascente	418057	4272504	Sim	Ocidental				Ocidental
SJG.59	Sete Fontes (Calheta)	Nascente	430096	4266861	Sim	Ocidental	✓	✓	✓	Ocidental
SJG.72	Cabral III	Nascente	429900	4268225	Não	Ocidental	✓			Ocidental

Nota: Coordenadas UTM Datum Graciosa Base SW 1948, zona 26N

Quadro 4.1.9 | Densidade das redes 2009, 2011 e atual de monitorização do estado químico. A densidade das redes 2009 e 2011 refere-se à delimitação das massas de água subterrâneas considerada no primeiro e segundo ciclos de planeamento respetivamente da RH9

Massa de Água 1.º + 2.º ciclos	Monitorização durante o 1.º + 2.º ciclos					Massas de Água presente ciclo	Presente ciclo		
	Nº de Pontos		Densidade (Ponto/Km²)		Área (Km²)		Nº de Pontos	Densidade (Ponto/Km²)	Área (Km²)
	2009	2011	2009	2011					
							2018		
Central	2	2	0,023	0,023	87,23	Ocidental	3	0,020	148,94
Ocidental	1	1	0,016	0,016	61,71				
Oriental	3	3	0,032	0,032	94,71	Oriental	3	0,032	94,71

4.1.2.4.3 | Parâmetros e frequência de monitorização

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

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

Tendo em conta a metodologia apresentada no documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico, no Quadro 4.1.10 apresentam-se os valores de IR calculados para as massas de água monitorizadas na ilha de São Jorge. Os valores de IR da rede atual variam entre 63,4% e 73,0%, resultados todos abaixo do limiar aceitável de 80%.

Quadro 4.1.10 | Cálculo do índice de representatividade para as redes 2009, 2011 e atual de monitorização do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha de São Jorge. As redes 2009 e 2011 referem-se à delimitação das massas de água subterrâneas considerada no primeiro e segundo ciclos de planeamento da RH9

Massas de Água 1.º + 2.º ciclos	Monitorização durante o 1.º + 2.º ciclos					Massas de Água presente ciclo	Monitorização atual		
	Densidade (Ponto/Km²)		Índice de Representatividade (%)		Quadrícula (m)		Densidade (Ponto/Km²)	Índice de Representativ idade (%)	Quadrícul a (m)
	2009	2011	2009	2011					
Central	0,023	0,023	57,5	57,5	300x300	Ocidental	0,020	73,0	100x100
Ocidental	0,016	0,016	40,8	40,8	300x300				
Oriental	0,032	0,032	56,0	56,0	300x300	Oriental	0,032	63,4	100x100

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 de São Jorge, e da RH9 no seu todo, as ações integradas de monitorização da água subterrânea são relativamente recentes, com início datado do ano de 2006, 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 63,4% e 73,0%, resultados todos 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 pro ceda 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 afigura-se necessário empreender ações para avaliar e 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 4.1.11).

Por outro lado, a lista de parâmetros atualmente analisada já engloba 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, assim como 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 4.1.11 | 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

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

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 à 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, e no caso vertente da ilha de São Jorge todas as massas de água subterrâneas são destinadas à produção de água para consumo humano.

No caso vertente, na ilha de São Jorge, 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 4.1.12 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, não obstante a Administração da Região Hidrográfica ter desenvolvido recentemente estudos técnicos tendentes à definição da geometria da respetiva rede.

Quadro 4.1.12 | Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano

Massa de água	Ref ^a PGRH	Designação	Tipo	M	P	Captação
Ocidental	SJG.40	Pico Alto I	Nascente	409849	4276996	Sim
Ocidental	SJG.98	Fajã Sto. Amaro (Queimada I - AC2 ou S.J. F1)	Furo	399046	4280597	Sim
Ocidental	SJG.58	Sete Fontes (Velas)	Nascente	390530	4287570	Sim
Oriental	SJG.33	Macarrão	Nascente	427084	4268207	Sim
Oriental	SJG.55	Serra IV	Nascente	418057	4272504	Sim
Oriental	SJG.59	Sete Fontes (Calheta)	Nascente	430096	4266861	Sim

5 | Avaliação do Estado das Massas de Água

5.1 | Sistemas de classificação e avaliação do estado das massas de água

5.1.1 Águas superficiais

5.1.1.1 | Metodologia geral

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

5.1.1.2 | Estado ecológico

5.1.1.2.1 | Ribeiras

Na ilha de São Jorge não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, na categoria rios.

5.1.1.2.2 | Lagoas

Na ilha de São Jorge não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, na categoria lagos.

5.1.1.2.3 | Águas costeiras e de transição

Relativamente às campanhas de monitorização para as águas costeiras e de transição da ilha de São Jorge é de salientar que até ao momento já existiram dois ciclos de campanhas, sendo que o 1º ciclo foi efetuado durante o verão de 2008 e primavera de 2009 e o 2º ciclo de monitorização foi executado entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012 para as águas transição e costeiras em que foi efetuada a avaliação da composição, abundância e biomassa do fitoplâncton, da composição e abundância das macroalgas, da composição e abundância dos invertebrados bentónicos existentes nas amostras de água recolhidas nos diferentes pontos de monitorização. De acordo com Costa *et al.*, 2012, foi classificado o estado ecológico das massas de águas costeiras e de transição para a ilha de São Jorge de acordo com a prevista no Anexo V da DQA, embora com reservas decorrentes da escassez de dados (número de amostragens efetuado e representatividade dos locais analisados). De referir que em 2019 no âmbito da Diretiva Quadro da Estratégia Marinha foram avaliadas as tipologias de pressões e impactes identificados no âmbito de diversos estudos e relatórios de monitorização. Contudo e apesar dos parâmetros e periodicidades monitorizados considerados não serem os definidos na DQA, será utilizada informação complementar na avaliação do estado das massas de água, dadas as condições particulares das massas de água costeiras dos Açores nomeadamente as massas de águas profundas.

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.

Para as águas costeiras foram efetuadas campanhas de monitorização, tendo sido desenvolvidas metodologias de condições de referência e delimitação de limites das fronteiras entre RQE e respetivo estado ecológico (Costa *et al.*, 2012).

Elementos Biológicos

Fitoplâncton

Até ao momento foram efetuadas cinco campanhas de monitorização relativamente a composição, abundância e biomassa de fitoplâncton, para todas as massas de água costeiras. Apesar da reduzida representatividade dos locais analisados e do número de amostragens efetuado, os resultados do estudo do fitoplâncton mostram que as massas de água costeiras dos Açores possuem baixa biomassa fitoplanctónica, tal como seria de esperar dada a localização na zona oligotrófica subtropical atlântica (e.g. Li 1994, Macedo *et al.*, 2000, Marañón *et al.*, 2000, Follows & Dutkiewicz 2002). A maioria dos valores da concentração de clorofila a (90%) são inferiores a 1 µg/L e são semelhantes aos observados em estudos anteriores nas ilhas Terceira e São Miguel (Neto *et al.*, 2009b, 2009c) ou em águas costeiras do Arquipélago das Canárias (Arístegui 1990, Arístegui *et al.*, 2001).

No âmbito do programa de monitorização levado a cabo, a determinação dos pigmentos clorofila a e feopigmentos foi realizada através do método espectrofotométrico, de acordo com a norma portuguesa (IPQ, 1997). Em relação à identificação taxonómica do fitoplâncton, esta foi efetuada através de microscopia ótica de interferência diferencial de Nomarski e foi efetuada até ao nível taxonómico mais baixo possível (maioritariamente ao nível genérico).

De mencionar que nas massas de água costeiras o grupo que registou maior riqueza taxonómica foi o das diatomáceas (Bacillariophyta), seguido do grupo dos dinoflagelados (Dinophyta). O taxon de diatomáceas mais frequente nas massas de água estudadas, tendo sido observado em todos os pontos de amostragem, foi o género *Chaetoceros*, seguindo-se a espécie *Dactyliosolen fragilissimus*, e os géneros *Rhizosolenia* e *Pseudo-nitzschia*. Os dinoflagelados mais frequentes nas massas de água estudadas pertencem aos géneros *Prorocentrum*, *Alexandrium* e *Protoperidinium*.

Considerando a abundância de cada taxon no cálculo da diversidade, recorrendo aos índices de Margalef, de Shannon-Wiener e a equitabilidade de Pielou's, os locais com maior diversidade coincidem, genericamente, com os que possuem maior riqueza específica. Não se observou qualquer padrão de biodiversidade relativamente ao tipo de massa de água. Já em relação à época do ano, parece existir uma tendência para o aumento da biodiversidade do Inverno/Primavera para o Verão.

Durante a campanha semestral, as massas de água costeiras da ilha Graciosa foram as que apresentaram maiores valores de abundância fitoplanctónica absoluta, variando entre 134 410 cél./L na massa de água profunda e 168 546 cél./L na massa de água pouco profunda. As ilhas do Faial e de São Jorge, por outro lado, foram as que a exibiram menores valores de abundância fitoplanctónica, variando entre 2 743 cél./L na massa de água pouco profunda do Faial e 43 584 cél./L na massa de água profunda repartida pelo Faial, Pico e São Jorge.

Restante flora aquática - Macroalgas

Apesar de já se conhecer há algum tempo o impacte da poluição na estrutura das comunidades dominadas por algas, há pouca tradição no uso de macroalgas em índices bióticos (Ballesteros *et al.*, 2007).

A monitorização das macroalgas foi realizada apenas para as massas de água pouco profundas. Este processo, para a maior parte das amostras, foi efetuado através da leitura de transeptos e/ou observação de fotografias, evitando os métodos destrutivos. Quando necessário, os exemplares foram analisados em laboratório para a confirmação do nível taxonómico. As algas foram então observadas em lupa e posteriormente reidratadas em água do mar para a realização de cortes histológicos e observação dos mesmos ao microscópio. Para correta identificação, utilizaram -se chaves dicotómicas e outras publicações do Atlântico Norte (e.g. Afonso & Sanson, 1999).

No que toca aos índices paramétricos, foram escolhidos pela equipa de monitorização 4 índices: o índice paramétrico inglês (RSL - Lista Reduzida de Espécies, Wells *et al.*, 2007), o espanhol (CFC - Qualidade dos Fundos Rochosos, Juanes *et al.*, 2008) e o português (MarMAT - Ferramenta de Avaliação de Macroalgas Marinhas, Neto *et al.*, 2012), criados para o Atlântico Norte, foram adaptados para que os valores limite, para os diferentes parâmetros, fossem compatíveis com a lista reduzida de espécies dos Açores, e a respetiva ocorrência natural dos grupos taxonómicos. Também foi aplicado o índice grego (EEI - Índice de Avaliação Ecológica, Orfanidis *et al.*, 2001), que, apesar de ter sido criado para o Mediterrâneo, não foi adaptado pelo tipo de métrica que utiliza.

O EQR (Ecological Quality Ratio) foi calculado para cada índice, resultando numa escala de 0 a 1, de acordo com o definido da DQA (2000/06/CE). Valores de EQR próximo de 1 indicam comunidades de condições pristinas e perto de zero indicam um nível elevado de perturbação, e é traduzido para as 5 classes de qualidade ecológica EQS (Ecological Quality Status): Excelente, Boa, Razoável, Medíocre e Má.

Invertebrados bentónicos

A amostragem de macroinvertebrados nas águas costeiras pouco profundas foi efetuada por mergulho com escafandro autónomo, realizando-se censos visuais (identificação e quantificação), ao longo de um transepto de 25m de comprimento e 1,5m de largura. Esta metodologia foi aplicada em cada um dos três patamares de profundidade selecionados (5, 15 e 25m).

As amostras de epifauna provenientes da colheita de macroalgas dominantes das massas de água pouco profundas, foram trídadas à lupa binocular, fazendo-se, quando necessário, preparações de partes específicas dos organismos para observação microscópica.

A dificuldade na determinação e identificação dos organismos prende-se com o desconhecimento de muitas taxas de fauna de macroinvertebrados aquáticos no Arquipélago, o que implica a utilização de guias de muitas áreas geográficas (e.g. Hayward & Ryland, 1995; Riedl, 1991; Gibbs, 2001; Martins *et al.*, 2009). Determinadas identificações tornam-se, por isso, difíceis e bastante morosas.

Nesta análise foram consideradas duas aproximações taxonómicas na descrição da estrutura da comunidade de invertebrados. Os organismos foram separados em taxa superiores, classe (e.g. Smith, 1994) e famílias, sempre que possível.

Para esta componente dada à ausência de indicadores robustos, por insuficiência de dados, do estado das massas de água costeiras a partir dos restantes elementos biológicos estudados (macroinvertebrados e epifauna) Costa *et al.*, 2012, optou por usar estes elementos apenas para uma apreciação qualitativa do estado das massas de água, não os utilizando na classificação final do estado ecológico.

Neste contexto e tendo como base o estudo de Costa *et al.*, 2012, apesar do reduzido volume de dados e baixa representatividade, da inexistência do estabelecimento de condições de referência e de metodologias para o estabelecimento dos valores fronteira para alguns dos parâmetros biológicos (macroinvertebrados), e a análise de pressões para a ilha de São Jorge, cuja classificação obtida é de Ausente - Não Significativa, as massas de água costeiras da ilha de São Jorge apresentam um estado excelente para os elementos em apreço (Quadro 5.1.1).

Quadro 5.1.1 | Classificação dos elementos biológicos para as massas de água costeiras da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Fitoplâncton	Macroalgas	Invertebrados bentónicos	Final
A-C-E/PP/SJG1	PT09SJOCPP1	Excelente	Excelente	-	Excelente
A-C-E/II/SJG1	PT09SJOCI1	Excelente	-	-	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	-	-	Excelente

Elementos químicos e físicos de suporte aos elementos biológicos

Elementos gerais

Condições térmicas, de transparência, salinidade e de oxigenação

Nas campanhas desenvolvidas, 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 estes elementos o volume de dados apresentam ainda pouca representatividade é pouco significativo. No entanto, os dados existentes para os parâmetros analisados (Azoto amoniacal, Azoto total, nitratos, nitritos, fosfatos, sulfatos, fosfatos inorgânicos e fósforo total) apresentam valores inferiores aos respetivos valores máximos admissíveis de acordo com o Decreto-lei n.º 236/98. Deste modo considera-se que a massa de água apresenta boa qualidade., sendo o classificado como excelente (Quadro 5.1.2).

Para cada parâmetro e nutriente analisado durante as cinco campanhas de amostragem realizadas, verifica-se que (Costa *et al.*, 2012):

- O parâmetro salinidade variou entre 34 e 37 ao longo das cinco campanhas realizadas, com a exceção dos registos de salinidades de 10 e 11, na primeira campanha decorrida no mês de janeiro nas massas de água do grupo ocidental;
- A percentagem de saturação de oxigénio variou entre 79 na massa de água intermédia da ilha do Faial na primeira campanha e 170,8 na massa de água intermédia da Graciosa na quarta campanha de amostragem;
- A temperatura da água apresentou valores entre 15,3 °C nas massas de água intermédia do Corvo e profunda do grupo ocidental e 24,5 °C na massa de água intermédia do Corvo;
- Só se registaram valores de nitratos acima do respetivo Limite de Quantificação (LQ), na terceira, quarta e quinta campanha de amostragem, sendo o valor registado mais elevado de 52,7 mg/L na

massa de água pouco profunda do Corvo e o valor mais baixo de 4,88 mg/L na massa de água intermédia do Pico;

- Os valores de sulfatos na água do mar variaram entre 1500 mg/L na quarta campanha (massa de água intermédia da ilha do Faial) e 3100 mg/L na primeira (nas massas de água pouco profunda e intermédia da Graciosa), segunda (na massa de água intermédia das Flores) e quarta campanha (na massa de água pouco profunda do Faial);
- Só foram registados valores de fosfato solúvel, acima do LQ, na terceira e quarta campanha, sendo, o valor mais elevado de 0,128 mg/L e o mais baixo de 0,02 mg/L na massa de água na massa de água pouco profunda das flores;
- Os valores de pH registados variaram, nas cinco campanhas realizadas, entre 5,4 e 8,64;
- Registaram-se transparências entre os 33 metros e os 4 metros ao longo das diversas campanhas.

Quadro 5.1.2 | Classificação dos elementos físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Nitrato+Nitrito	Amónia	Fosfato	%O.D.	Final
A-C-E/PP/SJG1	PT09SJOCPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/I/SJG1	PT09SJOCI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

Elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos

A componente hidromorfológica para as águas costeiras pressupõe a obtenção do RQE com base nos elementos apresentados no Quadro 5.1.12. Para ilha de São Jorge o estado hidromorfológico será avaliado e classificado de acordo com a análise de pressões e os resultados do relatório final de monitorização, designado “caracterização das massas de água costeira das ilhas Graciosa, São Jorge, Pico, Faial, Flores e Corvo e caracterização das águas de transição da região hidrográfica dos Açores” (Costa *et al.*, 2012).

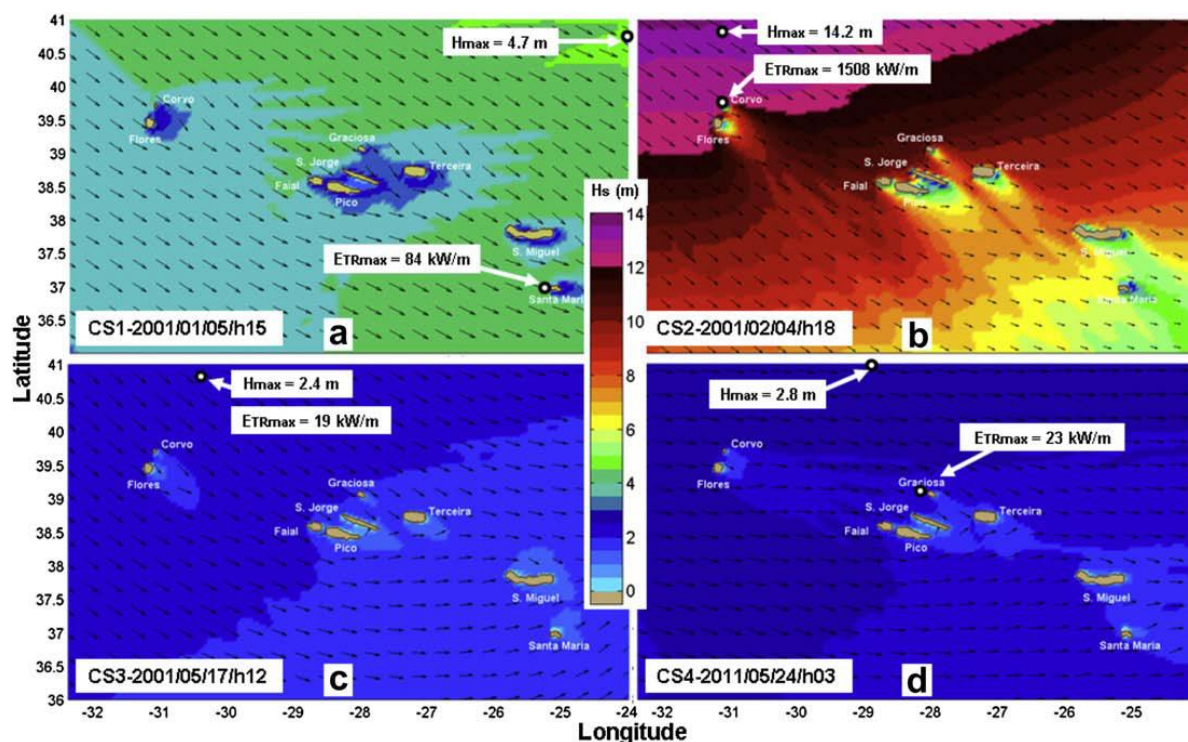
Regime de marés, direção das correntes dominantes e exposição às vagas

Por razões geográficas as ilhas do arquipélago dos Açores estão expostas a diversos sistemas de ondas que se propagam no Atlântico Norte.

O Arquipélago está sujeito a uma aproximação direta de ondulação vinda de tempestades distantes, bem como de ondas geradas pelo vento que se faz sentir nas ilhas, criando um sistema de ondas local. Quando o sistema de ondulação atravessa o Arquipélago a direção das ondas é significativamente alterada e isto induz à ocorrência de vários sistemas de ondas com diferentes direções nas zonas costeiras das ilhas. Assim, os Açores constituem um ambiente muito rico em recursos da energia das ondas, sujeito, no entanto, periodicamente, a condições severas climatológicas (Liliana Rusu & Guedes Soares, 2012).

De acordo com Liliana Rusu & Guedes Soares (2012), que considerou o Inverno o período de 1 de outubro a 31 de março e Verão o tempo restante, verifica-se que a altura da onda significativa é superior a 1,7 m no Verão e a 3,2 m no

Inverno. Relativamente aos histogramas de frequência das diferentes alturas de onda (H_s) pode-se observar que no verão as ondas de altura entre 1m e 3m representam cerca de 75% do total para as localizações a N do Corvo e 85% para N da Graciosa. No Inverno as percentagens correspondentes ao intervalo de altura de ondas 1-4m são 60-65% para o primeiro local e cerca de 70% para o segundo. Cerca de 75% das ondas provém de oeste-noroeste.



Fonte: Costa et al., 2012

Figura 5.1.1 | Escalares e vetores de onda para o Arquipélago dos Açores (modelo de ondulação SWAN) com indicação dos valores máximos de altura de onda e potência da onda. a) condições de ondulação média de Inverno (15h/05/01/2001); b) condições de ondulação elevada de Inverno (18h/04/02/2001), c) condições de ondulação média de Verão de noroeste (12h/17/05/2001) e d) condições de ondulação média de Verão de oeste (03h/24/05/2011).

Condições morfológicas: estrutura da zona marginal e do leito

Para a caracterização dos elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos foi feita uma adaptação dos critérios de Ballesteros et al. (2007) e Wells et al. (2007), à região, tendo sido utilizadas as variáveis geomorfológicas com as categorias que se indicam em seguida, para a zona costeira de acordo com a metodologia apresentada em Costa et al., 2012:

- Orientação da linha de costa;
- Costa baixa – Declive;
- Morfologia da linha de costa;
- Substrato;

- Naturalidade;
- Altura da arriba;
- Irregularidade da rocha;
- Declive da arriba;
- Sub-habitats.

Desta caracterização resultou uma abordagem integrada em cada uma das ilhas, que engloba caracterização da secção os taxa presentes na zona intertidal onde foram efetuados os perfis e respetiva abundância (escala semi-quantitativa DAFOR), perfil topográfico do fundo oceânico situado entre os diferentes pontos de amostragem e dados de agitação marítima (Figura 5.1.2).

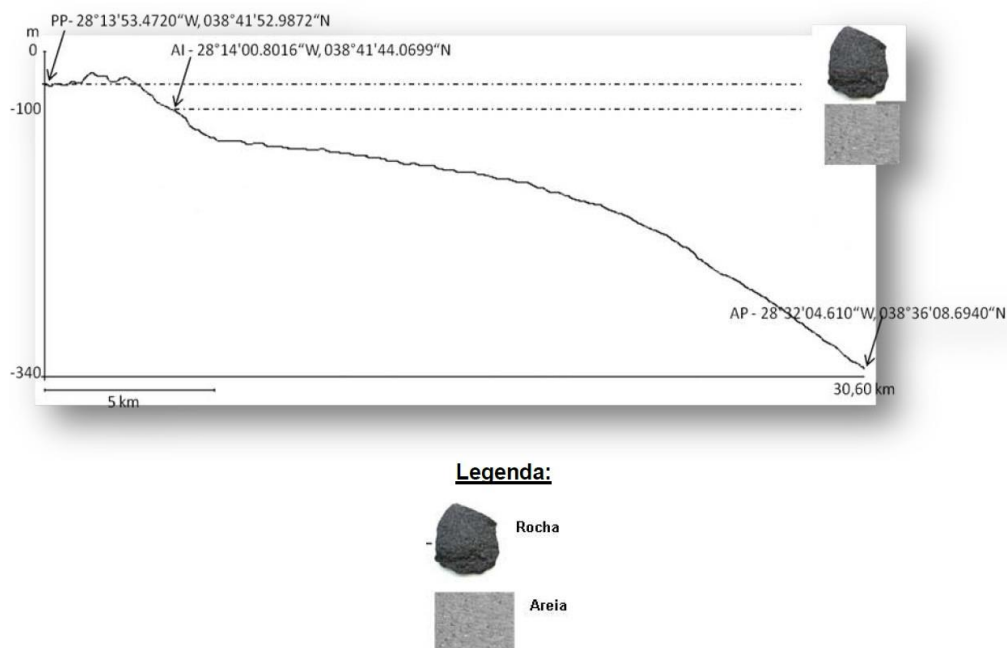


Figura 5.1.2 | Perfil topográfico do fundo oceânico situado entre os pontos de amostragem das massas de água costeiras de São Jorge.

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 foi baseada na análise das pressões morfológicas e hidrodinâmicas significativas, efetuada na caracterização das pressões naturais e incidências antropogénicas significativas, e na caracterização apresentada por Costa *et al.*, 2012.

Com base no valor médio obtido para as pressões hidromorfológicas, é possível quantificar a pressão média, que para o caso da ilha de São Jorge é classificada como Ausente (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 0-1, 0,4

respetivamente. Deste modo, é possível avaliar o estado hidromorfológico com excelente para as três massas de água costeiras (Quadro 5.1.3).

Quadro 5.1.3 | Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Elementos hidromorfológicos	Final
A-C-E/PP/SJG1	PT09SJOCPP1	Excelente	Excelente
A-C-E//SJG1	PT09SJOCI1	Excelente	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Excelente

Avaliação do estado ecológico das massas de água de costeiras

As massas de água costeiras apresentam uma forma anelar, circundando toda a orla das ilhas, agindo deste modo com recetor final de grande parte dos elementos químicos e biológicos e sofrendo as 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 á data a ilha de São Jorge apresenta cinco campanhas de monitorização realizadas entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012, de acordo com o estipulado no Anexo V da DQA, Diretiva 2000/60/CE, estando, até ao momento, definidas condições de referência para o fitoplâncton e macroalgas tendo em consideração os valores de referência para o Atlântico Norte.

Uma vez que os dados de monitorização são escassos por vezes inexistentes, o estado de qualidade ecológica pode ser complementado pela análise/avaliação de pressões significativas cujo resultado obtido neste ciclo de avaliação, para as massas de água costeiras. Da análise realizada conclui-se que, que as massas de água apresentavam uma classificação de Não Significativa, mantendo a classificação do ciclo anterior (Figura 5.1.3 e Quadro 5.1.4).

Quadro 5.1.4 | Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Elementos biológicos	Elementos hirdromorfológicos	Elementos químicos de suporte	Final
A-C-E/PP/SJG1	PT09SJOCPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E//SJG1	PT09SJOCI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente

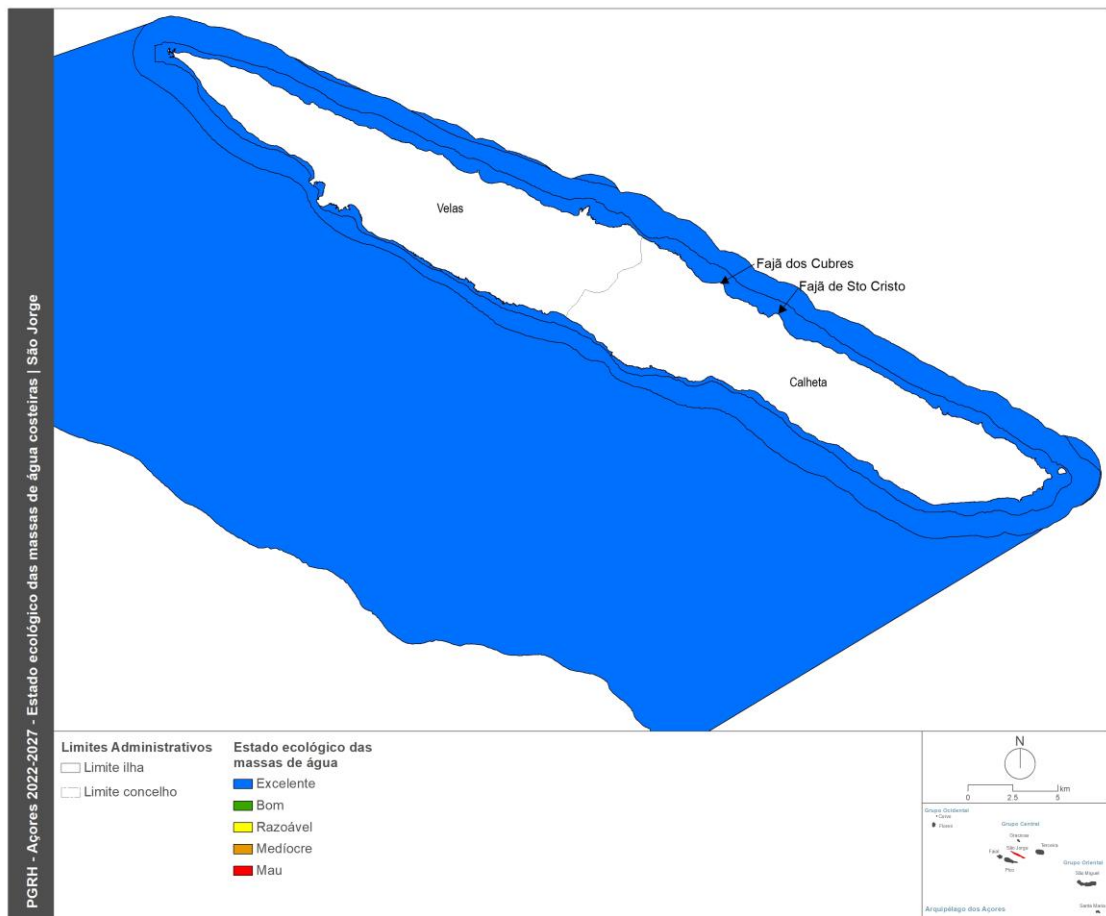


Figura 5.1.3 | Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha de São Jorge.

5.1.1.2.3.2 | Águas de transição

Esta tipologia de massa de água possui um elevado valor ecológico, estando confinadas a dois sistemas lagunares existentes na ilha de São Jorge (Fajã dos Cubres e Fajã da Caldeira de Santo Cristo) (INAG/DROTH, 2006).

A avaliação da qualidade das águas de transição na ilha de São Jorge foi realizada tendo em consideração os programas de monitorização do estado destas massas de água estabelecidos para o 1º ciclo, coordenado pela Universidade dos Açores, e para o 2º ciclo coordenado pela Agroléico Como registo os dados obtidos nesses programas são vertidos neste estudo.

A avaliação do estado ecológico das massas de água de transição 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.

Para o presente ciclo de planeamento foi levado a cabo um programa de monitorização entre 2015 e 2018, das massas de águas interiores e de transição da região hidrográfica dos Açores. O referido estudo apresenta a classificação do estado das massas de água de transição adotada a metodologia proposta por Costa et al. (2012), que tem por base os

trabalhos de Brito et al. (2012) para as águas de transição portuguesas, e que foi seguido nos Planos de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores (PGRH, 2015).

Elementos Biológicos

Composição, abundância e biomassa de fitoplâncton

Para a análise das comunidades fitoplanctónicas foram aplicadas metodologias complementares, de modo a determinar a biomassa, a composição taxonómica em grandes grupos e ainda a diversidade específica.

A determinação da biomassa do fitoplâncton foi feita através da medição da concentração em clorofila a (Chl a) por volume de água (a Chl a é o índice universal de biomassa fitoplanctónica, dado que está presente em todas as classes de microalgas). A sua quantificação (em µg/L) foi efetuada por espectrofotometria, de acordo com as equações tricromáticas de Jeffrey & Humphrey (1975), adequadas a águas oceânicas. Efetuaram-se dois replicados por amostra para os vários níveis de profundidade de todas as estações.

A composição por grandes grupos taxonómicos foi feita através de uma abordagem bioquímica, i.e., através da identificação e quantificação dos diversos pigmentos fotossintéticos e carotenoides presentes nas diversas classes de microalgas que constituem o fitoplâncton. A análise dos pigmentos fotossintéticos foi efetuada por HPLC (cromatografia líquida de alta pressão), tendo sido analisada uma amostra para cada nível de profundidade, em todas as estações de colheita. A constituição em pigmentos das amostras indica não só a presença das classes taxonómicas do fitoplâncton, como quantifica a sua abundância, estimando a contribuição relativa de cada classe para a biomassa total.

A diversidade específica, assim como a abundância do número de células por litro foi efetuada em microscópio de inversão, de acordo com o método de Utermöhl (1958). Os resultados ajudaram a reforçar a relação pigmento indicador – grupo taxonómico.

A complementaridade das metodologias revelou-se essencial para caracterizar as comunidades fitoplanctónicas das lagoas de Santo Cristo e dos Cubres.

Da análise efetuada foram detetadas variações sazonais nas concentrações de Chl a, pigmentos acessórios e respetivos grupos fitoplanctónicos entre as duas lagoas amostradas (Figura 5.1.4).

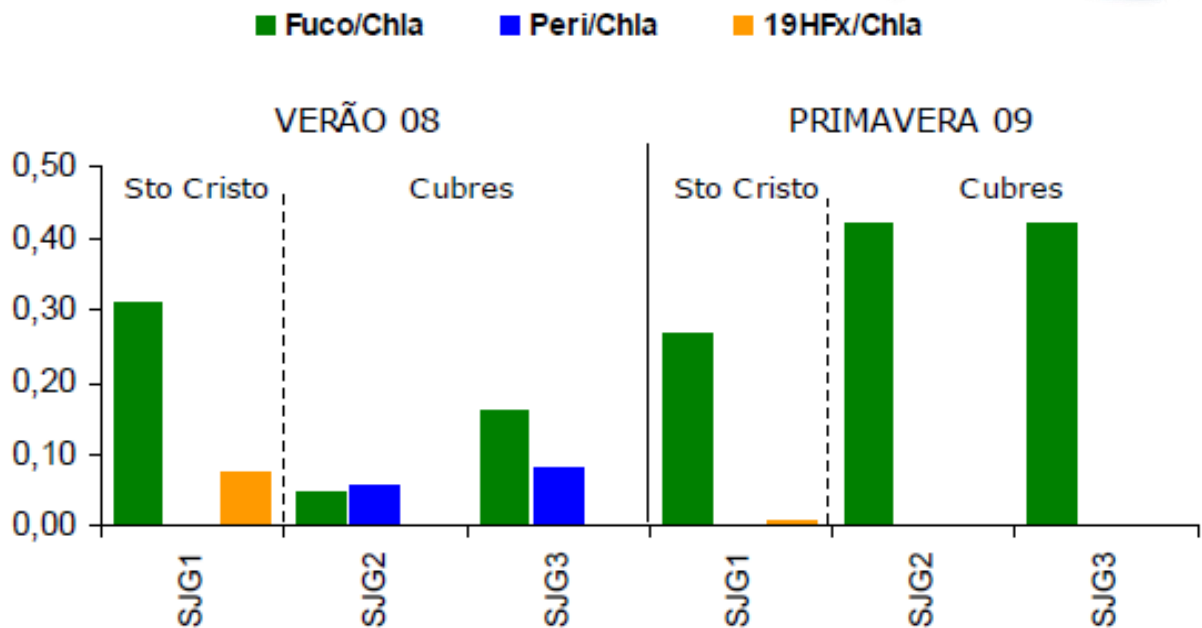


Figura 5.1.4 | Variabilidade sazonal dos ratios Fuco/Chla, Peri/Chla e 19HFx/Chla nas lagoas de Santo Cristo (SJG1) e dos Cubres (SJG2 e SJG3). Um ratio elevado indica uma comunidade dominada por diatomáceas, dinoflagelados e cocolitóforos, respetivamente.

Entre dezembro de 2010 e janeiro de 2012, foi levado a cabo um 2º ciclo de monitorização composto por cinco feopigmentos foi realizada através do método espectrofotométrico, de acordo com a norma portuguesa (IPQ, 1997). Em relação à identificação taxonómica do fitoplâncton, esta foi efetuada através de microscopia ótica de interferência diferencial de Nomarski e foi efetuada até ao nível taxonómico mais baixo possível (maioritariamente ao nível genérico).

De mencionar à semelhança das massas de água costeiras, nas massas de água de transição o grupo que registou maior riqueza taxonómica foi o das diatomáceas (Bacillariophyta), seguido do grupo dos dinoflagelados (Dinophyta). O taxon de diatomáceas mais frequente nas massas de água estudadas, tendo sido observado em todos os pontos de amostragem, foi o género *Chaetoceros*, seguindo-se a espécie *Dactyliosolen fragilissimus*, e os géneros *Rhizosolenia* e *Pseudo-nitzschia*. Os dinoflagelados mais frequentes nas massas de água estudadas pertencem aos géneros *Prorocentrum*, *Alexandrium* e *Protoperidinium*.

Nas massas de água de transição, a que apresentou maior riqueza específica foi a Lagoa da Fajã de Santo Cristo, com 19 taxa identificados e a Lagoa da Fajã dos Cubres Oeste foi a que registou menor riqueza específica (17 taxa).

Considerando a abundância de cada taxon no cálculo da diversidade, recorrendo aos índices de Margalef, de Shannon-Wiener e a equitabilidade de Pielou's, os locais com maior diversidade coincidem, genericamente, com os que possuem maior riqueza específica. Não se observou qualquer padrão de biodiversidade relativamente ao tipo de massa de água. Já em relação à época do ano, parece existir uma tendência para o aumento da biodiversidade do Inverno/Primavera para o Verão.

Ao contrário do que se observou nas massas de água costeiras, as massas de água de transição apresentam maior abundância fitoplanctónica na campanha anual, realizada durante o Verão, do que na campanha semestral, realizada no

Inverno e início da Primavera. A Lagoa da Fajã dos Cubres foi a que apresentou maiores valores de abundância absoluta em ambas as campanhas de amostragem, com um total de 441 460 cél./L na campanha semestral e 774 154 cél./L na campanha anual.

De acordo com o Relatório 6 do programa de monitorização definido para 2015-2018, os estudos anteriores para avaliação da qualidade das águas de transição dos Açores (Neto *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2012) e de Portugal Continental (Brito *et al.*, 2012) mostraram que o fitoplâncton é o elemento mais adequado para a avaliação da qualidade ecológica neste tipo de ecossistemas. Nessa medida, para este ciclo de monitorização, a definição do estado de qualidade das águas de transição a partir do fitoplâncton (clorofila *a*) foram adotados os critérios propostos por Brito *et al.* (2012) para as águas de transição do norte de Portugal (tipologia A1) e salinidade intermédia (>5 e ≤25). 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 (Quadro 5.1.5). Deve salientar-se que esta classificação deve ser analisada com alguma cautela uma vez que foi originalmente proposta para sistemas estuarinos cujas características são bastante diferentes das lagoas costeiras da ilha de São Jorge. Para além disso, como referido pelos autores citados, este sistema de classificação deve ser aplicado a séries de dados de seis anos consecutivos com amostragens mensais durante o período de crescimento, o que perfaz um mínimo de 12 amostras. A atual rede de monitorização não permite colmatar este requisito e apesar de os dados disponíveis serem bastante inferiores ao número indicado optou-se por aplicar esta metodologia tal como feito em trabalhos anteriores de monitorização das águas de transição dos Açores (Costa *et al.*, 2012).

Quadro 5.1.5 | Valor de referência e fronteiras entre as classes de estado ecológico (em RQE) com base no fitoplâncton (Clorofila *a*; µg/L) utilizado para as águas de transição da Região Hidrográfica dos Açores (Brito *et al.*, 2012)

Tipo	Índice adotado	Valor de referência	Exc./Bom (RQE)	Bom/Raz. (RQE)	Raz./Med. (RQE)	Med./Mau (RQE)
Águas de transição	Clorofila <i>a</i>	6,67	10 (0,67)	15 (0,44)	22 (0,3)	33,5 (0,2)
		<10	10 – 15	155 – 22	22 - 33,5	>33,5
		>0,67	0,67-0,44	0,44-0,30	0,30-0,20	<0,20
		Excelente	Bom	Razoável	Medíocre	Mau

Quadro 5.1.6 | Classificação do estado ecológico das águas de transição de acordo com os elementos biológicos (Clorofila *a*). RQE- Rácio de Qualidade Ecológica.

Designação do tipo	Código	Fitoplâncton								
		Ano I			Ano II			Ano III		
		Clorofila <i>a</i>	REQ	Estado	Clorofila <i>a</i>	REQ	Estado	Clorofila <i>a</i>	REQ	Estado
A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	-	-	Excelente	-	-	Excelente	-	-	Excelente
A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	17,3	0,39	Razoável	11,0	0,61	Bom	-	-	Bom
A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	33,8	0,20	Mau	15,8	0,42	Razoável	-	-	Razoável

Composição, abundância e biomassa da restante flora aquática

Os dados provenientes dos censos visuais e das identificações laboratoriais da flora aquática e marítima, foram organizados em tabelas excel de acordo com o local de amostragem, segundo as metodologias definidas por Neto (1997).

Na lagoa da Santo Cristo no verão de 2008, estava quase desprovida de vegetação, especialmente nas margens mais próximas da zona marítima. A flora terrestre é dominada por *Festuca petraea* Guthn. ex Seub., estando presentes as espécies *Crithmum maritimum* L., *Azorina vidalii* (H. C. Watson) Feer e *Tetragonia tetragonioides* (Pall.) Kuntze. A margem junto ao pontão é dominada por plantas terrestres, nomeadamente *Aloe arborescens* Miller, *Arundo donax* L. *Crithmum maritimum* L. e *Beta vulgaris* L. ssp. *maritima* (L.) Arcang.

Ao nível do subtidal, na área mais perto da comunicação com o mar salienta-se uma zona a cerca de 5m de profundidade que apresenta fundo arenoso com uma acumulação de algas em decomposição. Um pouco mais para o interior da lagoa (2,5m de profundidade) o fundo já apresenta pequenos blocos rochosos revestidos por um musgo algal multiespecífico, com a ocorrência pontual de frondes de *Liagora* spp. (algas vermelhas, divisão Rhodophyta) e de *Padina pavonica* (alga castanha – divisão Heterokontophyta) que têm em comum o facto de apresentarem deposição de carbonato de cálcio na parede celular. Na área mais para o interior e conseqüentemente mais afastada do canal de comunicação com o mar, a profundidade oscila entre os 3 e os 4,5m de profundidade e o fundo, dominado por substrato móvel, apresenta acumulação de vasa e sobre esta grande acumulação de algas verdes do género *Cladophora* (divisão Chlorophyta).

Relativamente ao Cubres a lagoa mais interior (a leste dos sistema lagunar) apresenta em alguns locais braços completamente cobertos por juncos (*Juncus maritimus* Lam.). Uma observação geral do sistema torna óbvia a diferença entre as duas massas de água: a superfície da bacia nascente está praticamente toda coberta por biomassa vegetal. Isto não significa, porém, que a bacia poente seja desprovida de vegetação. De facto, ambas as bacias possuem um povoamento da erva marinha *Ruppia maritima* L.

A grande diferença em termos de biomassa vegetal entre as duas bacias tem a ver com a elevada densidade na bacia nascente das macroalgas verdes *Ulva* (*Enteromorpha*) spp. e *Rhizoclonium* sp. A circunscrição da densa cobertura de macroalgas à bacia nascente sugere que a divisão entre as duas bacias está, de alguma forma, implicada na génese deste fenómeno.

No 2º ciclo de monitorização, foi efetuado um inventário de macrófitas. Na Fajã de Santo Cristo foi realizado na margem este e oeste da lagoa, num local escolhido após uma cuidadosa inspecção visual por forma a obter a máxima representatividade da variabilidade de habitats presentes e assim obter um máximo de informação. Identificou-se o início do troço de amostragem de cada uma das margens e iniciou-se o inventário florístico (lista de espécies e cobertura de cada espécie no troço) ao longo de toda a área com vegetação. Foram colhidos e fotografados exemplares de todas as espécies desconhecidas ou de identificação duvidosa in loco, e posteriormente prensados para identificação em laboratório.

No caso da Fajã dos Cubres, na lagoa Maior o inventário florístico foi efetuado na margem oeste da mesma e na lagoa Pequena na margem este.

A abundância de macrófitas nas margens das lagoas foi determinada com a aplicação da escala semi -quantitativa DAFOR (D - Dominante, A - Abundante, F - Frequente, O - Ocasional e R - Raro), conforme a sua percentagem de cobertura das espécies (Kent & Coker, 1992).

Na Lagoa da Fajã de Santo Cristo foram encontradas quinze espécies de macrófitas, sendo predominante a espécie *Aloe arborescens* e menos comuns as espécies *Azorina vidalli* e *Tritonia x crocosmiflora*. Os taxa presentes na margem da Lagoa são *Beta maritima* (que segundo a escala DAFOR é Abundante), *Crithmum maritimum* (Abundante), *Festuca petraea* (Abundante), *Tetragonia tetragonioides* (Frequente), *Cyrtomium falcatum* (Ocasional), *Euphorbia azorica* (Ocasional), *Ficus carica* (Ocasional), *Leontodon filii* (Ocasional), *Lotus pedunculatus* (Ocasional), *Arundo donax* (Ocasional), *Silene uniflora* (Ocasional), *Anagalis arvensis* (Ocasional).

Na Lagoa Este da Fajã dos Cubres foram detectadas nove espécies de macrófitas, nomeadamente *Juncus acutus* (espécie mais Dominante), *Ruppia maritima* (Abundante), *Festuca petraea* (Abundante), *Euphorbia azorica* (Abundante), *Leontodon filii* (Ocasional), *Trifolium repens* (Ocasional), *Potentilla aglica* (Ocasional), *Christella dentata* (Ocasional) e *Pteridium aquilinum* (Ocasional).

Na Lagoa Oeste da Fajã dos Cubres, a espécie predominante é *Juncus acutus* (Dominante). Na margem também estavam presentes os taxa *Festuca petraea* (Abundante), *Ruppia maritima* (Abundante), *Euphorbia azorica* (Abundante), *Lythum hyssopifolia* (Ocasional), *Ornithopus pinnatus* (Ocasional), *Potentilla aglica* (Ocasional), *Christella dentata* (Ocasional) e *Leontodon filii* (Rara). No total foram identificadas neste local dez espécies de macrófitas.

No Verão de 2011, as margens da lagoa da Fajã de Santo Cristo junto à zona do pontão, quer a Este quer a Oeste, encontravam-se providas de diversa vegetação. O mesmo não se verificava nas margens mais próximas da zona marítima que não apresentavam vegetação, esta situação confirma a observada no Verão de 2008 por Neto et al. (2009a). Em termos de planta dominante, *Festuca petraea*, dominante em 2008 (Neto et al. 2009a), parece ter sido suplantada em 2011 por *Aloe arborescens*. Tal como em 2008 (Neto et al. 2009a), as plantas terrestres eram em 2011 mais abundantes junto à zona do pontão.

A lagoa maior da Fajã dos Cubres apresentava no Verão de 2011 uma densidade elevada de *Juncus acutus*, não sendo até, em algumas zonas das margens, possível andar a pé. O mesmo se sucedia nas margens da lagoa pequena da Fajã dos Cubres. Tal facto foi evidenciado também no ano de 2008 por Neto et al. (2009a).

O sistema lagunar mais pequeno da Fajã dos Cubres apresentava, aquando da altura da campanha A4, na sua superfície uma cama da erva marinha *Ruppia maritima* que, segundo a escala semi-quantitativa, se classificou como abundante na zona. Esta espécie em determinadas zonas da lagoa estende-se por vários metros em direcção ao centro, como verificado por Morton et al. (1998) em 1995, e este é dos poucos, se não o único local do Arquipélago, onde esta planta ocorre para além do Paúl da Praia da Vitória na ilha Terceira (Base Atlantis).

Contudo, não estão ainda estabelecidas as condições de referência nem metodologias para a obtenção de índices paramétricos.

Invertebrados bentónicos

O tratamento de dados para a avaliação da composição e abundância de invertebrados bentónicos foi semelhante para as duas lagoas. Os dados qualitativos e quantitativos foram organizados em tabelas excel de acordo com o local de amostragem e usados para integrar a proposta de monitorização do presente relatório.

Com o objetivo de identificar potenciais diferenças entre locais “não em risco” e “em dúvida”, importaram -se os dados para o software Primer-E v.6 (Clarke & Gorley, 2006) e efetuaram-se testes de análise multivariada, nomeadamente escalonamento multidimensional (MDS) e análise de similaridades (ANOSIM 1way e ANOSIM 2way nested).

Com vista a integrar o plano de monitorização proposto no presente relatório, procedeu-se à elaboração de fichas de espécies para cada lagoa.

A contabilização dos indivíduos recolhidos em cada amostra revelou que ambas as lagoas são pobres em biodiversidade (13 espécies contabilizadas para a lagoa de Santo Cristo e sete para a lagoa dos Cubres), sendo que a maior parte eram restos de conchas de moluscos, especialmente para as amostras recolhidas na lagoa dos Cubres.

No 2º ciclo de monitorização Nas águas de transição realizaram-se amostragens de macroinvertebrados recorrendo à utilização de uma draga Van-veen para amostragem de infauna, uma vez que aqui o substrato móvel assim o requer. Todas as amostras foram lavadas sob um crivo de malha 0,5mm ainda no campo e conservadas em álcool 96%.

Na massa de água de transição Fajã de Santo Cristo, também foram efectuados registos de macroinvertebrados de subtidal aquando da campanha anual. As espécies registadas foram, nomeadamente, *Venerupis decussata* (Dominante), *Myxicola infundibulum* (Frequente), *Palaemon elegans* (Frequente), *Clavelina lepadiformis* (Frequente), *Holothuria sanctori* (Frequente), *Haliotis tuberculata* (Ocasional), *Charonia lampas* (Ocasional), *Ircinia* sp. (Abundante), *Suberites carnosus* (Abundante), *Haliclona* sp. (Abundante), *Amphibalanus amphitrite* (Ocasional) e *Perforatus perforatus* (Ocasional). Estas duas últimas espécies de cracas são exóticas nos Açores.

Nas massas de água de transição, os invertebrados bentónicos presentes nas amostras de sedimento móvel, eram na foi a que apresentou uma maior diversidade/abundância de invertebrados. Tal como verificado em 2008 por Neto et al. (2009a), as amostras de sedimento móvel das lagoas (águas de transição) apresentaram uma baixa biodiversidade.

Contudo, não estão ainda estabelecidas as condições de referência nem metodologias para a obtenção de índices paramétricos.

Peixes

A amostragem dos peixes litorais só foi realizada para a lagoa de Santo Cristo, na medida em que prospeções preliminares não revelaram a presença deste elemento biológico no sistema lagunar dos Cubres. Os dados provenientes dos censos visuais foram organizados em tabelas excel de acordo com o número de transeptos realizados, seguindo as metodologias definidas por Azevedo (2000).

Os dados obtidos a partir dos censos visuais efetuados na lagoa de Santo Cristo revelaram que as comunidades de peixes apresentam características semelhantes às existentes em baías protegidas do arquipélago (Figura 5.1.5), classificadas como massas de água “não em risco”. As espécies dominantes em zonas de baixa profundidade são cardumes de sargos (*Diplodus sargus*), tainhas (*Chelon labrosus*) e peixe-rei (*Coris julis*).

Identificou-se uma elevada abundância de meros (*Epinephelus marginatus*), juvenis na quase totalidade, característica típica de zonas abrigadas, como referido por Azevedo et al. (1995) para as baías das Lajes do Pico, e indicadora de águas “não em risco”. A presença de lírios (*Seriola rivoliana*) nos censos indica existir facilidade de circulação entre a lagoa e o exterior, na medida em que esta espécie oceânica normalmente não se encontra em bacias fechadas ou com pouca comunicação com o exterior.

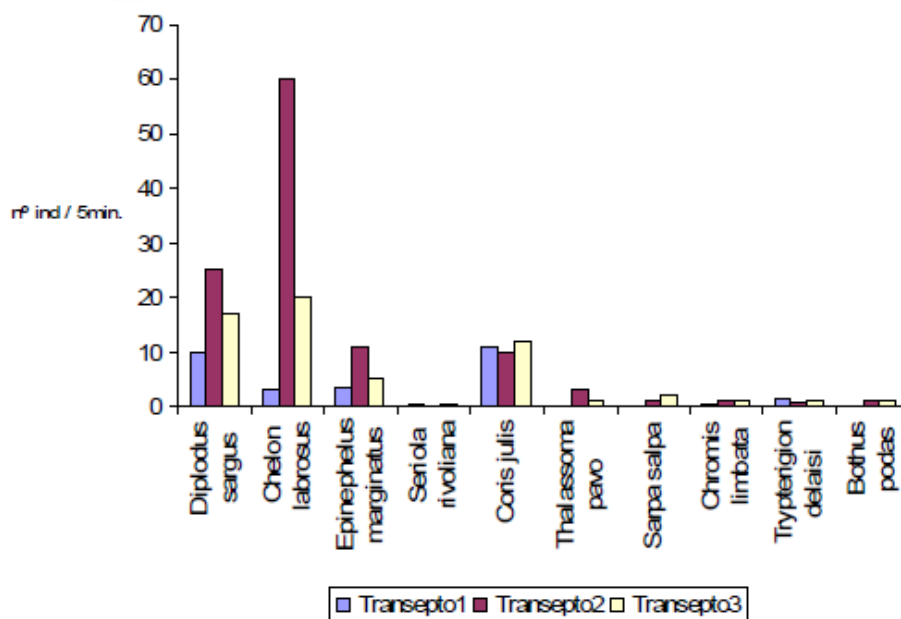


Figura 5.1.5 | Abundância das espécies de peixe registadas em três transectos realizados na lagoa de Santo Cristo.

No que toca à ictiofauna, no 2º ciclo de monitorização foram realizados censos visuais, ou seja, contagens de organismos realizadas no local, por mergulhadores. Nas lagoas Maior e Pequena da Fajã dos Cubres devido à pouca profundidade e à reduzida visibilidade que apresentaram não foi possível realizar mergulhos. Na lagoa da Fajã de Santo Cristo determinou-se a abundância da fauna piscícola por aplicação da escala de DAFOR (D - Dominante, A - Abundante, F - Frequente, O - Ocasional e R - raro).

A fauna piscícola na Lagoa da Fajã de Santo Cristo caracteriza-se pela presença de catorze espécies, sendo predominante a espécie *Diplodus sargus* e menos abundantes ou raros as espécies *Coris julis*, *Seriola rivoliana*, *Trachinotus ovatus*, *Mycteroperca fusca*, *Pseudocaranx dentex*, *Pagellus acarne*. Estão também presentes as espécies *Thalassoma pavo* (Abundante), *Trypterigion delaisi* (Abundante), *Liza aurata* (Abundante), *Epinephelus marginatus* (Frequente), *Bothus podas* (Frequente), *Gobius paganellus* (Frequente) e *Sarpa salpa* (Ocasional).

De referir que as espécies piscícolas identificadas aquando da campanha anual na massa de água de transição da Fajã de Santo Cristo são as mesmas que foram registadas em 2008, no mesmo local por Neto et al. (2009a), nomeadamente *Diplodus sargus*, *Chelon labrosus*, *Coris julis*, *Epinephelus marginatus*, entre outras.

Contudo, não estão ainda estabelecidas as condições de referência nem metodologias para a obtenção de índices paramétricos.

Dada a ausência de indicadores robustos, por insuficiência de dados, do estado das massas de água de transição a partir dos restantes elementos biológicos estudados (epifauna e ictiofauna) estes elementos foram apenas utilizados para uma apreciação qualitativa do estado das massas de água, não os utilizando na classificação final do estado ecológico. Os resultados da epifauna corroboram a avaliação feita pelo fitoplâncton, pois mostram uma redução da

riqueza específica e da diversidade na lagoa da Fajã dos Cubres relativamente à lagoa da Fajã do Santo Cristo (Costa *et al.*, 2012).

Com base nos resultados obtidos do programa de monitorização entre 2015 e 2018, das massas de águas interiores e de transição da região hidrográfica dos Açores apresenta-se a classificação dos elementos biológicos no Quadro 5.1.7.

Quadro 5.1.7 | Classificação dos elementos biológicas para as massas de água de transição da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Fitoplâncton	Macrófitas	Invertebrados bentónicos	Peixes	Final
A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	Excelente	-	-	-	Excelente
A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	Bom	-	-	-	Bom
A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	Razoável	-	-	-	Razoável

Elementos químicos e físicos de suporte aos elementos biológicos

Elementos gerais

Condições térmicas, de transporte, salinidade, de oxigenação e nutrientes

Os dados de temperatura, oxigénio dissolvido e turbidez de cada ponto de amostragem foram organizados em ficheiros excel, tendo-se feito a integração dos dados obtidos nos vários níveis de profundidade. A estimativa da profundidade da zona eufótica (em metros) foi efetuada a partir da medida do Disco de Secchi multiplicada pelo coeficiente empírico de 3 (Bearman, 1995).

Na lagoa de Santo Cristo as temperaturas medidas oscilaram entre os 23°C no verão e outono e os 15°C no inverno. A salinidade variou entre 27 e 41‰, correspondendo os valores mais baixos às épocas do ano com maior precipitação (inverno e primavera) e os valores mais altos ao verão e outono, em que a precipitação é menor. Os valores de oxigénio dissolvido apresentaram grandes variações no período em estudo, com valores mais elevados no verão e outono, mas abaixo da saturação no inverno. Devido à sua reduzida profundidade, toda a coluna de água pertence à zona eufótica.

Quanto à lagoa dos Cubres as temperaturas à superfície medidas em cada uma das bacias decresceram desde o máximo de 26°C medido no verão de 2008 até mínimos de 17 e 19°C medidos no inverno. A salinidade seguiu um padrão menos regular, tendo-se cifrado entre os 15 e os 20‰. Os valores da concentração de oxigénio dissolvido estiveram correlacionados com a temperatura, tendo decrescido do verão para o inverno. Devido à sua reduzida profundidade, toda a coluna de água pertence à zona eufótica.

Quanto à campanha levada a cabo pela Agroleico, na primavera de 2011, estas lagoas apresentavam uma temperatura de 15,6°C (lagoa menor) e os 15,9°C (lagoa maior), uma transparência de 0.8m (lagoa menor) e de 2.25m (lagoa maior) devido à reduzida profundidade, uma salinidade de 24‰ (lagoa menor), variando entre 32 e 38‰ na lagoa maior e valores de Oxigénio dissolvido de 9,9mg/L (lagoa menor) e 9,5mg/L (lagoa maior).

A concentração dos nutrientes dissolvidos na coluna de água (nitratos + nitritos, orto-fosfatos e silicatos, foi medida nas amostras de água recolhidas com uma garrafa Niskin de 5L em cada local e a cada profundidade conforme referido em Neto *et al.* (2009). Os nitritos, nitratos, orto-fosfatos e silicatos foram quantificados no analisador FiaStar™ 5000 da

Foss (Denmark), ligado a um computador, sendo os dados processados com o software SoFia. Esta análise foi realizada em fluxo contínuo, (Flux Injection Analysis – FIA), conforme descrito por Neto et al. (2009).

De um modo geral, os nitratos+nitratos foram mais elevados no inverno e mais baixos no verão, indicando uma clara entrada de azoto através das escorrências pluviais. As concentrações de nitratos+nitratos na lagoa dos Cubres, foram bastante mais elevadas (80x e 17x, respetivamente) que na lagoa de Santo Cristo. Relativamente aos fosfatos, as concentrações foram no geral mais elevadas na primavera e depois no inverno, apresentando o verão valores mais baixos. Na lagoa de Santo Cristo as concentrações foram claramente mais elevadas que na lagoa dos Cubres, ao contrário do que ocorreu com os nitratos.

No respeito ao 2º ciclo de monitorização, salienta-se os seguintes aspetos (Costa *et al.*, 2012):

- A percentagem de saturação de oxigénio variou entre 69,9 % na lagoa Santo Cristo, aos 3,5 m de profundidade, e os 169,4 % na profundidade 0,5, na lagoa do Cubres Este;
- A temperatura da água registada variou entre 14,2 e 29,4 °C ao longo das cinco campanhas efetuadas;
- Na terceira e quarta campanha, registaram-se valores de nitratos superiores ao LQ para este parâmetro, nomeadamente 0,02 mg/L na lagoa Santo Cristo (5,5 m de profundidade) e 0,14 mg/L na lagoa Cubres Este (0,5 m);
- Registaram-se valores de nitratos acima do respetivo LQ apenas na quarta campanha de amostragem, sendo o máximo 46,2 mg/L na lagoa Santo Cristo, a 2,0 m de profundidade, e o mínimo 10,7 mg/L, à profundidade 0,5 metro;
- Os valores de sulfatos registados variaram de 62 mg/L no ponto Cubres Este (0,5 m de profundidade) e 2800 mg/L nos pontos de amostragem Santo Cristo (2,5 m), na terceira campanha e Santo Cristo (3,5 m), Santo Cristo (2 m) e Santo Cristo (0,5 m);
- Um único valor de fósforo total acima do LQ (0,66 mg/L), foi registado na quarta campanha, no ponto de amostragem Cubres Este (0,5 m);
- Foram apenas registados valores de fosfato solúvel superiores ao LQ, na quarta e quinta campanha, sendo o valor mais elevado de 0,17 mg/L na lagoa SJOT2 e o mais baixo de 0,032 na lagoa Santo Cristo;
- O pH variou entre 8,07 e 9,28 nas campanhas realizadas.

No que concerne aos elementos gerais da qualidade físico-química, embora tenham sido quantificados todos os indicados na DQA, não são conhecidas as condições de referência deste tipo de massas de água pelo que não é possível determinar desvios e respetivos RQE que permitam classificar o estado destes indicadores de qualidade. Face a estes constrangimentos, o programa de monitorização entre 2015 e 2018, das massas de águas interiores e de transição da região hidrográfica dos Açores, optou por considerar, nesta fase, que todas as lagoas apresentam condições físico-químicas adequadas ao suporte da vida aquática, tal como indicado em trabalhos anteriores (Costa et al. 2012; Neto *et al.*, 2012) e no PGRH Açores 2016-2021 (PGRH, 2015).

Poluentes Específicos

Para a avaliação da qualidade físico-química, o programa de monitorização entre 2015 e 2018, das massas de águas interiores e de transição da região hidrográfica dos Açores, utilizou como base nos poluentes específicos analisou -se a lista de substâncias prioritárias e poluentes específicos que foram monitorizados tendo-se usado as respetivas NQA para a definição de critérios de qualidade (Quadro 5.1.8). De entre os parâmetros analisados, utilizou-se para a avaliação da qualidade os que estão efetivamente designados como poluentes específicos e de entre estes apenas aqueles para os quais foram definidas NQA (Quadro 5.1.8). Seguindo as orientações oficiais (INAG, 2009), apenas foram definidas duas classes de qualidade para este tipo de elementos: uma correspondente às classes Excelente e Bom (Exc&Bom) e outra correspondente à classe Razoável. A fronteira entre estas duas classes foi definida pela NQA-MA (baseada na concentração média anual), considerando-se que a massa de água tem um estado razoável se o valor da concentração média anual de qualquer dos poluentes específicos for superior à respetiva NQA.

Quadro 5.1.8 | Poluentes específicos monitorizados nas águas de transição da Região Hidrográfica dos Açores e respetivas Normas de Qualidade Ambiental (NQA-MA, média anual), correspondentes à fronteira entre excelente/bom e razoável.

Tipo	Elemento de qualidade – Poluentes específicos	NQA-MA (Exc&Bom/Raz)
Águas de Transição	Bentazona (µg/L)	100
	Terbutilazina ²	n.a.
	Tricopir ¹	-
	Desiliterbutilazina ¹	-

Legenda: n.a. – não aplicável; ¹ Substâncias não designadas como poluentes específico nem prioritárias; sem designação de Normas de Qualidade Ambiental.; ² Não foi definida NQA para esta substância.

Com base nos resultados obtidos constata-se que os poluentes específicos (Bentazona), para o cálculo de estado ecológico, foram sempre inferiores ao limite de quantificação (0,05 µg/L) e, consequentemente, inferiores à NQA deste poluente (10 µg/L), pelo que todas as massas de água foram classificadas como Excelente/Bom (Quadro 5.1.9).

Quadro 5.1.9 | Classificação dos físicos-químicos de suporte para as massas de água de transição da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Elementos gerais	Poluentes específicos	Final
A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	Excelente	Excelente	Excelente
A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	Excelente	Excelente	Excelente
A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	Excelente	Excelente	Excelente

Elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos

Regime de marés: fluxo de água doce e exposição às vagas

A amplitude de maré da lagoa de Santo Cristo é de 0,2m em marés mortas e 0,7m em marés vivas, o que corresponde sensivelmente a metade da amplitude da maré astronómica no litoral exterior. Em situação de marés vivas o prisma de maré é de aproximadamente 46 000m³, o que corresponde a uma taxa de renovação de 22% (Borges, 2003). Existem pontos de infiltração de água doce para a lagoa, nomeadamente na zona da Areia dos Radoios e a leste do pontão. Porém, o volume de água doce não parece ser suficiente para influenciar a salinidade da lagoa, que é muito próxima da do meio marinho envolvente.

A lagoa mais externa do sistema lagunar dos Cubres não tem embocadura de maré, sendo o processo de infiltração e percolação o único responsável pela inundação e vazamento periódico, excetuando eventuais situações de galgamento. Na parte leste da lagoa, mais interna, ocorre efluência de água subterrânea doce (Borges, 2003). O sistema no seu todo não sofre praticamente o efeito do regime de marés.

Condições morfológicas: estrutura da zona marginal e do leito

A lagoa de Santo Cristo é caracterizada por diferenças a nível geomorfológico e estrutural no sistema que se traduzem numa diferente composição dos fundos e do meio envolvente. Na área mais perto da comunicação com o mar predominam fundos rochosos ou de sedimento grosso (areia). Na área mais interior do sistema predominam areia fina e vasa. Observações in situ revelaram que nesta última zona o fundo vasoso apresenta situações de lodo preto, a cerca de 30 cm de profundidade, que indicam situações de anóxia. Por outro lado, a zona mais próxima do canal de comunicação com o mar não apresenta acumulações de sedimento fino, a não ser pontualmente nas fissuras das rochas ou no emaranhado do musgo algal.

O sistema lagunar dos Cubres apresenta-se atualmente dividido em duas massas de água separadas por um passadiço que impede a comunicação superficial entre as duas componentes. A lagoa mais interior (a leste) é muito recortada e tem uma profundidade máxima de 50cm. A lagoa mais externa, menos recortada, é maior e um pouco mais profunda (1,5m).

Lagoa de Santo Cristo e ambas as Lagoas dos Cubres são classificadas como Baixa (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 1-3, 1.11 e 2 respetivamente.

Em relação aos elementos de qualidade hidromorfológica, embora tenham sido quantificados todos os indicados na DQA, não são conhecidas as condições de referência deste tipo de massas de água pelo que não é possível determinar desvios e respetivos RQE que permitam classificar o estado destes indicadores de qualidade. Face a estes constrangimentos, o programa de monitorização entre 2015 e 2018, das massas de águas interiores e de transição da região hidrográfica dos Açores, optou por considerar, nesta fase, que todas as lagoas apresentam condições hidromorfológicas adequadas ao suporte da vida aquática, tal como indicado em trabalhos anteriores (Costa et al. 2012; Neto et al., 2012) e no PGRH Açores 2016-2021 (PGRH, 2015).

Neste contexto a avaliação o estado hidromorfológico matém a classificação definida no PGRH, 2015, sendo de excelente para a massa de Transição do Santo Cristo e de bom para as massas água de transição da Fajã dos Cubres (Quadro 5.1.10).

Quadro 5.1.10 | Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água de transição da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Elementos hidromorfológicos	Final
A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	Excelente	Excelente
A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	Bom	Bom
A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	Bom	Bom

Avaliação do estado das massas de água de transição

Com base nos elementos anteriormente apresentados o sistema lagunar dos Cubres revela uma degradação do estado quando comparado com o ciclo anterior, apesar de nos três anos do último ciclo de monitorização estas massas de

água manifestam uma tendência para a melhoria, apresentando a Lagoa dos Cubres Este de Bom e a Lagoa dos Cubres Oeste de Razoável. No que respeita à lagoa de Santo Cristo revela uma manutenção da qualidade dos elementos ecológicos e físico-químicos de suporte, o que de acordo com o Anexo V da DQA, Diretiva 2000/60/CE, indica um estado excelente. (Figura 5.1.6 e Quadro 5.1.11).

Quadro 5.1.11 | Classificação do estado ecológico por massas de água de transição da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Elementos ecológicos	Elementos hídromorfológicos	Elementos químicos de suporte	Final
A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	Bom	Bom	Excelente	Bom
A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	Razoável	Bom	Excelente	Razoável

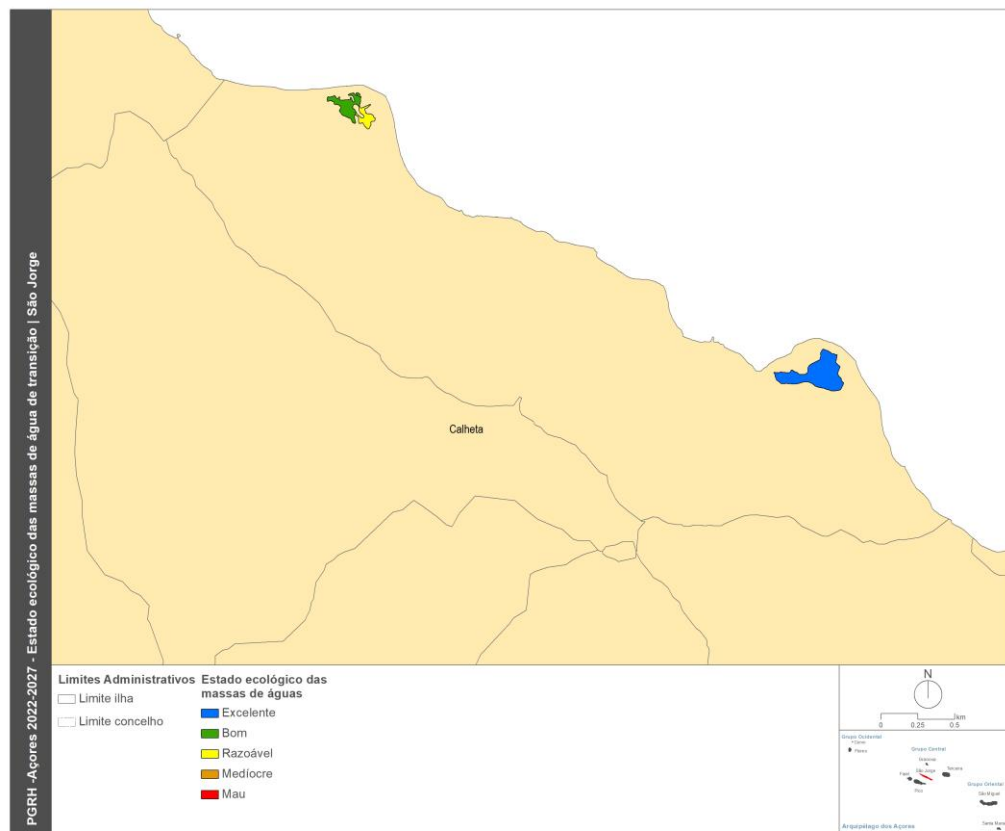


Figura 5.1.6 | Classificação do estado ecológico das massas de água de transição da ilha de São Jorge.

5.1.1.3 | Estado químico

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

5.1.1.3.1 | Ribeiras

Na ilha de São Jorge não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, na categoria rios.

5.1.1.3.2 | Lagoas

Na ilha de São Jorge não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, na categoria lagos.

5.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

De acordo com a campanha de monitorização levada a cabo por Costa *et al.*, 2012, os poluentes específicos, ou seja, a poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água, ou ainda as substâncias identificadas como sendo descarregadas em quantidades significativas na mesma, parâmetros do Anexo III, Coluna C7 do Decreto-Lei n.º 103/2010 de 24 de setembro (Quadro 5.20 e Quadro 5.1.21), não foram contempladas nesta monitorização pelo facto de não haver registo da sua presença nas massas de água caracterizadas, conforme SRAM & INAG (2006).

À semelhança da qualidade ecológica os dados de monitorização são escassos ou inexistentes, a análise de pressões naturais e incidências antropogénicas significativas, é um elemento complementar fundamental. Neste ciclo de planeamento verificou-se que as forças motrizes associadas a estas substâncias, são reduzidas.

De acordo com o programa de monitorização entre 2015 e 2018, das massas de águas interiores e de transição da região hidrográfica dos Açores, no que respeita às águas de transição, a avaliação teve por base os poluentes específicos. Para o efeito utilizou-se a concentração de Clorpirifos, tendo sido usadas as respetivas NQA para a definição de critérios de qualidade (Quadro 5.1.12). Seguindo as orientações oficiais (INAG, 2009), apenas foram definidas duas classes de qualidade para este tipo de elementos: uma correspondente às classes Excelente e Bom (Exc&Bom) e outra correspondente à classe Razoável. A fronteira entre estas duas classes foi definida pelas NQA -MA (baseada na concentração média anual) e NQA-CMA (baseada na concentração máxima admissível), considerando-se que a massa de água tem um estado insuficiente se o valor da concentração média anual ou o valor máximo dessa substância prioritária for superior à respetiva NQA.

Quadro 5.1.12 | Substâncias prioritárias monitorizadas nas águas de transição consideradas na Região Hidrográfica dos Açores e respetivas Normas de Qualidade Ambiental (NQA-MA, média anual; NQA-CMA, concentração máxima admissível), correspondentes à fronteira entre excelente/bom e razoável.

Tipo	Elemento de qualidade – Poluentes específicos	NQA-MA (Exc&Bom/Raz)	NQA-CMA (Exc&Bom/Raz)
Águas de transição	Clorpirifos (µg/L)	0,03	0,1

De acordo com a substância prioritária analisada para determinação do estado químico (Clorpirifos), foram obtidos sempre valores de concentração abaixo do limite de quantificação (0,01 µg/L) e, consequentemente, inferiores às NQA-MA (0,03 µg/L) e NQA-CMA (0,1 µg/L) pelo que todas as massas de água foram classificadas num estado químico de Bom.

Deste modo, é apresentada a classificação do estado químico como bom no Quadro 5.1.13 e Figura 5.1.7 e 5.1.8, para as três massas de água costeiras e para as três massas de água de transição.

Quadro 5.1.13 | Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes

Designação do tipo	Código	Substâncias prioritárias	Outros poluentes	Final
Água costeiras				
A-C-E/PP/SJG1	PT09SJOCPP1	Bom	Bom	Bom
A-C-E/I/SJG1	PT09SJOC11	Bom	Bom	Bom
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Bom	Bom	Bom
Água transição				
A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	Bom	Bom	Bom
A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	Bom	Bom	Bom
A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	Bom	Bom	Bom

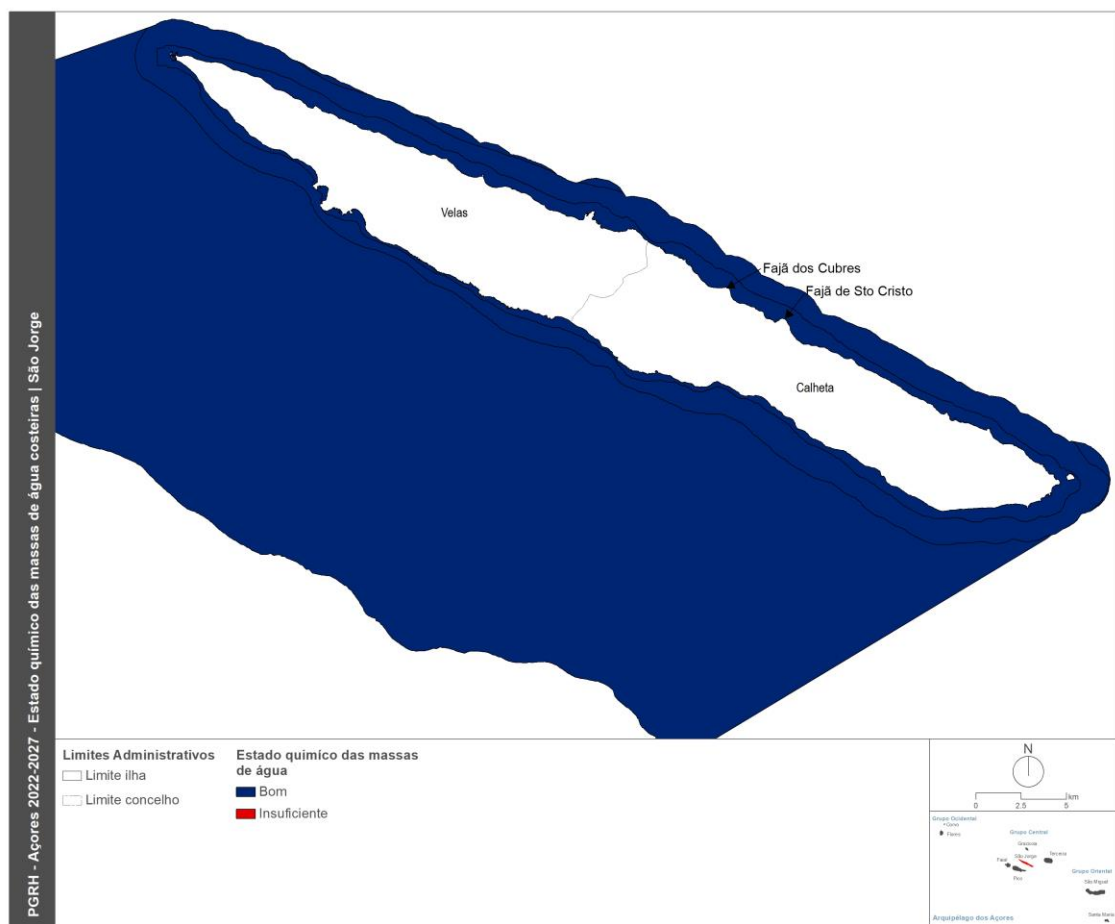


Figura 5.1.7 | Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha de São Jorge.

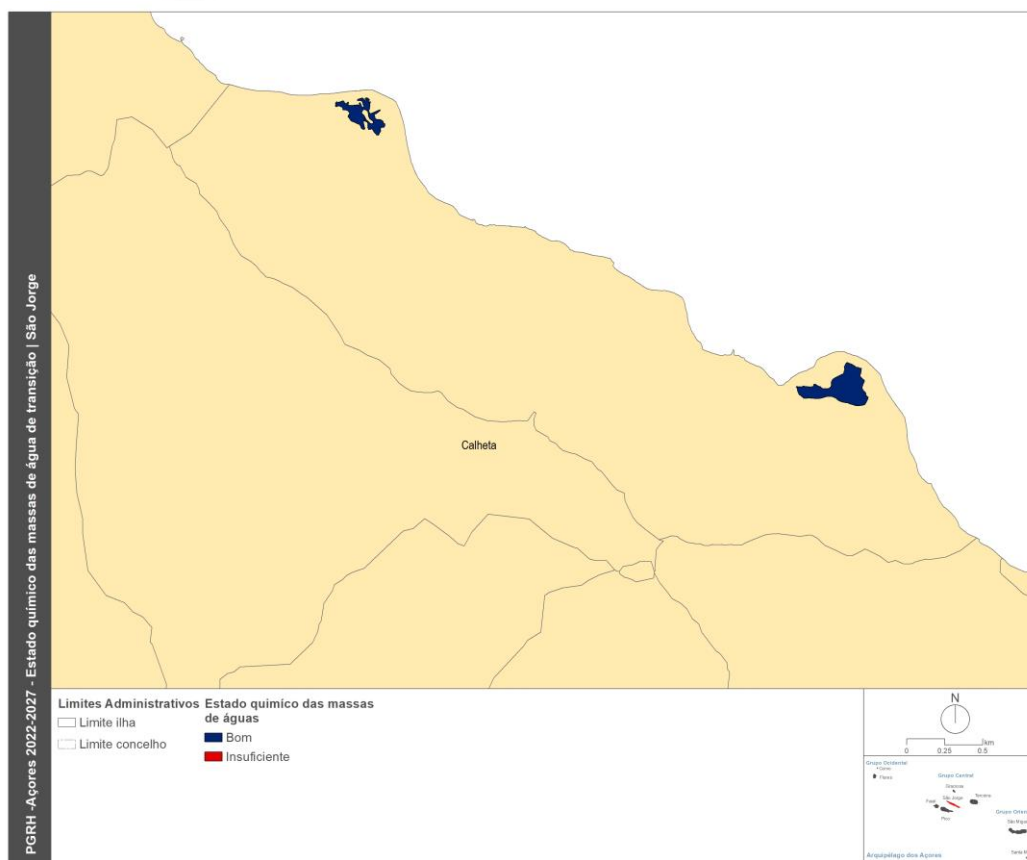


Figura 5.1.8 | Classificação do estado químico das massas de água de transição da ilha de São Jorge.

5.1.1.4 | Síntese

Abaixo apresentam-se os estados para as massas de água superficiais relevantes na ilha de São Jorge

5.1.1.4.1 | Ribeiras

Na ilha de São Jorge não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, na categoria rios.

5.1.1.4.2 | Lagoas

Na ilha de São Jorge não existem massas de água relevantes, nos termos da DQA, na categoria lagoas.

5.1.1.4.3 | Águas costeiras e de transição

5.1.1.4.3.1 | Águas Costeiras

Até ao momento existem dados relativos a cinco campanhas de monitorização para as águas costeiras da ilha de São Jorge, efetuadas entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012. À data não foram desenvolvidas metodologias para estabelecer as condições de referência e parametrização de limites fronteira para o fitoplâncton e macroalgas, essenciais para avaliar de forma efetiva o estado ecológico das massas de água costeiras. Contudo existem ainda parâmetros cuja parametrização ainda não foi realizada, sendo fundamental para uma classificação do estado da massa de águas mais rigorosa. Deste modo, será vital o reforço e a continuação de um programa de monitorização semelhante

ao realizado entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012, tendo em consideração as especificidades biológicas, geológicas, hidromorfológicas, hidrodinâmicas e físico-químicas da Região Autónoma dos Açores.

De acordo classificação a obtida por Costa *et al.*, 2012, tendo embora em consideração a reduzida representatividade dos locais analisados e do número de amostragens efetuado, as limitações decorrentes da escassez ou mesmo inexistência de dados, a classificação final das massas de águas costeiras centra-se na avaliação e classificação obtida na análise de pressões, Não Significativa, considerando-se deste modo que a classificação do estado final das massas de água costeiras para a ilha de São Jorge, de acordo com o previsto no Anexo V da DQA, é classificado como excelente (Quadro 5.1.14 e Figura 5.1.9).

Quadro 5.1.14 | Classificação final do estado para as massas de água costeiras da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Estado ecológico	Estado químico	Estado Final
A-C-E/PP/SJG1	PT09SJOCPP1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/II/SJG1	PT09SJOC1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/P/TRI1	PT09TRICP1	Excelente	Bom	Excelente

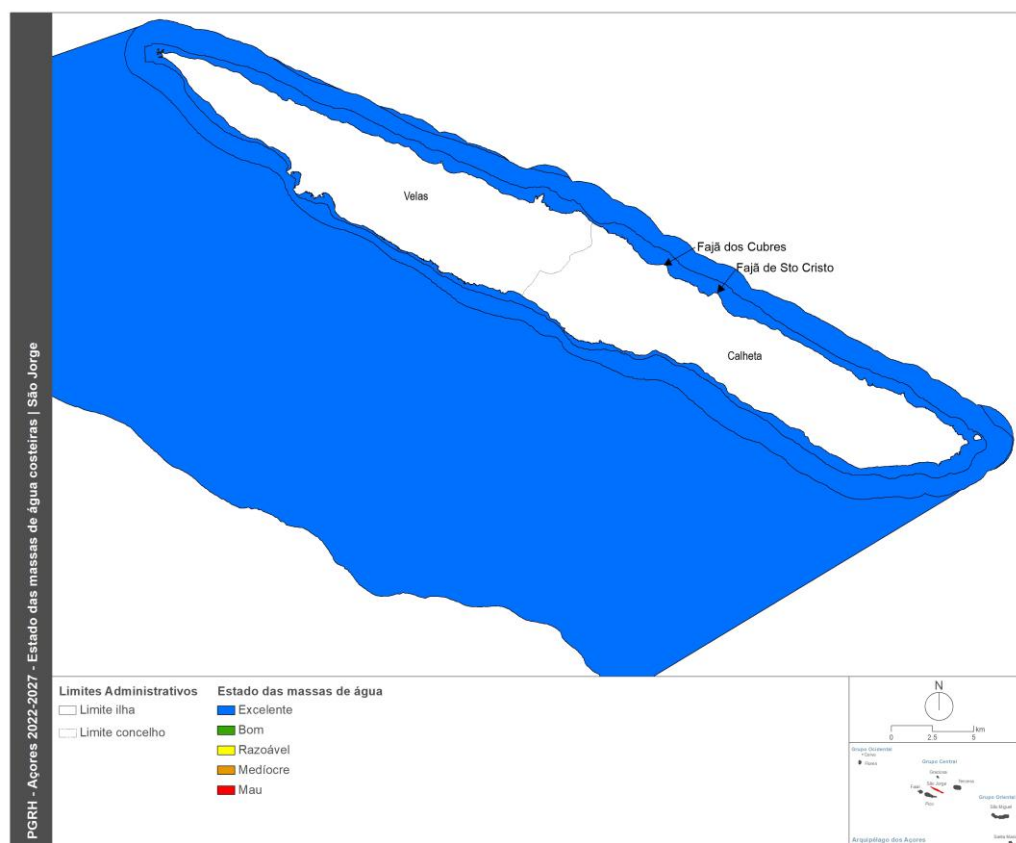


Figura 5.1.9 | Classificação do estado das massas de água costeiras da ilha de São Jorge.

5.1.1.4.3.2 | Águas de Transição

Até ao momento existem dados relativos a dois ciclos de monitorização. O primeiro em 2008-2009 e o segundo com cinco campanhas de monitorização para as águas de transição da ilha de São Jorge, efetuadas entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012. À data foram desenvolvidas metodologias para estabelecer as condições de referência e parametrização de limites fronteira para o fitoplâncton, essenciais para avaliar de forma efetiva o estado ecológico das massas de água costeiras. Contudo existem ainda parâmetros cuja parametrização ainda não foi realizada (macrofitas, macroinvertebrados e peixes), sendo essenciais para uma classificação do estado da massa de águas mais rigorosa. Deste modo, será vital o reforço e a continuação de um programa de monitorização semelhante ao realizado entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012, tendo em consideração as especificidades biológicas, geológicas, hidromorfológicas, hidrodinâmicas e físico-química da Região Autónoma do Açores.

Até ao momento existem dados relativos a dois ciclos de monitorização. O primeiro em 2008-2009 e o segundo com cinco campanhas de monitorização para as águas de transição da ilha de São Jorge, efetuadas entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012. À data foram desenvolvidas metodologias para estabelecer as condições de referência e parametrização de limites fronteira para o fitoplâncton, essenciais para avaliar de forma efetiva o estado ecológico das massas de água costeiras. Contudo existem ainda parâmetros cuja parametrização ainda não foi realizada (macrofitas, macroinvertebrados e peixes), sendo essenciais para uma classificação do estado da massa de águas mais rigorosa. Deste modo, será vital o reforço e a continuação de um programa de monitorização semelhante ao realizado entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012, tendo em consideração as especificidades biológicas, geológicas, hidromorfológicas, hidrodinâmicas e físico-química da Região Autónoma do Açores.

De acordo com o programa de monitorização entre 2015 e 2018, das massas de águas interiores e de transição da região hidrográfica dos Açores, e a classificação obtida na análise de pressões, Não Significativa, classifica-se o estado final das massas de água transição para a ilha de São Jorge, de acordo com o previsto no Anexo V da DQA, para a massa de água de transição da Fajã dos Cubres Oeste de Razoável, para a massa de água de transição da Fajã dos Cubres Este de Bom. Por outro lado, a lagoa do Santo Cristo classifica-se o estado com Excelente (Quadro 5.1.14 e Figura 5.1.10).

Quadro 5.1.15 | Classificação final do estado para as massas de água de transição da ilha de São Jorge

Designação do tipo	Código	Estado ecológico	Estado químico	Estado final
A-T-P/P/Sto Cristo	PT09SJOT001	Excelente	Bom	Excelente
A-T-O/P/CubresE	PT09SJOT002	Bom	Bom	Bom
A-T-M/P/CubresW	PT09SJOT003	Razoável	Bom	Razoável

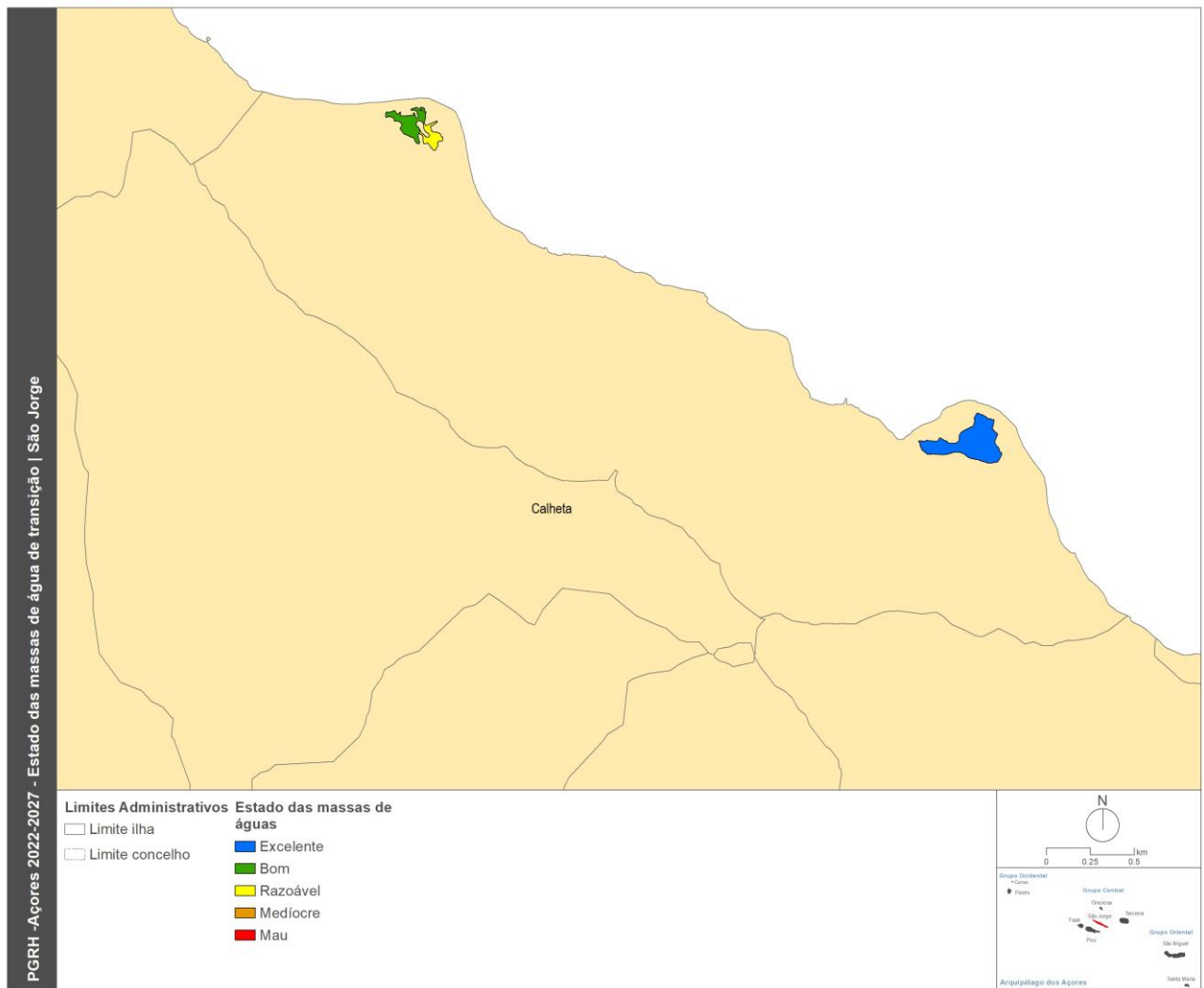


Figura 5.1.10 | Classificação do estado das massas de água de transição da ilha de São Jorge.

5.1.2 | Águas subterrâneas

5.1.2.1 | Metodologia geral

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

5.1.2.2 | Estado quantitativo

5.1.2.2.1 | Critérios de estado quantitativo

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

5.1.2.2.2 | Resultados da avaliação do estado quantitativo

Nos Quadros 5.1.16 a 5.1.17 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha de São Jorge se encontram em Bom estado quantitativo (Figura 5.1.11).

Para o preenchimento do Quadro 5.1.16, e no que concerne aos valores a atribuir às variáveis recarga e extração anual a longo prazo retomaram-se os valores apresentados nos pontos 2.3.5 e 3.4.2.3. A contribuição das águas subterrâneas para a manutenção do caudal e dos ecossistemas das águas de superfície foi igualado a zero, uma vez que, como anteriormente explicitado, a designação de uma massa de água como em Bom estado quantitativo pressupõe a consideração de uma fração de apenas 60% dos recursos estimados a longo prazo, de forma a tomar em consideração o escoamento de base nos cursos de água.

Da leitura dos resultados expressos no Quadro 5.1.16 verifica-se que todas as massas de água subterrânea cumprem o critério estabelecido $Ext < 0,60 * RDisp$, encontrando-se em Bom Estado Quantitativo.

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 5.1.16 | Resultados da aplicação do teste do balanço hídrico, em que o Bom estado implica que $Ext < 0,60 * RDisp$

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 (hm³/ano)	Extração anual a longo prazo (Ext) (hm³/ano)	Contribuição das águas subterrâneas para a manutenção do caudal dos rios e dos ecossistemas (hm³/ano)	Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (RDisp) (hm³/ano)	
Oriental	n.d.	45,63	0,45	n.a.	45,63	Bom
Ocidental	n.d.	173,36	1,37	n.a.	173,36	Bom

Legenda: n.a. – não aplicável face à inexistência de massas de água de superfície associadas; n.d. não determinado.

Quadro 5.1.17 | 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
Oriental	Não	Não	Bom
Ocidental	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.18 | 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
Oriental	Não	Sim	Não	Bom

Massa de água	Existem ecossistemas dependentes das águas subterrâneas danificados ou em risco de serem danificados?	As condições ambientais de suporte requeridas no que concerne ao regime hidrológico e suas relações com os níveis de água subterrânea são observadas?	O desvio relativamente às condições ambientais de suporte requeridas é causado pela extração de águas subterrâneas?	Estado
Ocidental	Não	Sim	Não	Bom

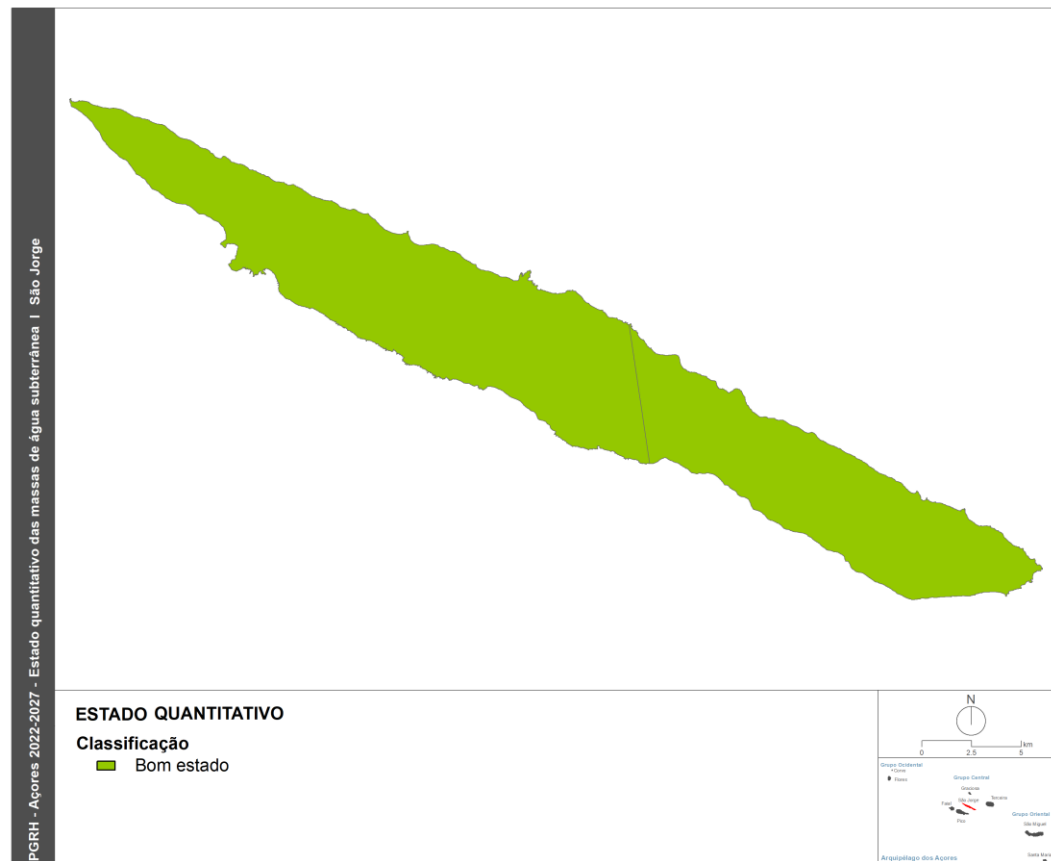


Figura 5.1.11 | Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha de São Jorge.

5.1.2.3 | Estado químico

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

5.1.2.3.1 | Critérios de estado químico

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

5.1.2.3.2 | Resultados da avaliação do estado químico

No caso da ilha de São Jorge os dados relativos ao quimismo das massas de água subterrâneas referem-se ao período em que a rede de monitorização produziu resultados, nomeadamente uma série temporal com início em 2006, embora

com hiatos. A reduzida extensão temporal das séries de dados disponíveis à data limitam a análise efetuada no âmbito do presente relatório.

As amostras recolhidas no âmbito da rede de vigilância do estado químico apresentam um pH ligeiramente ácido a alcalino, com medianas a variar entre 6,45 e 7,59 unidades de pH, e correspondem a águas predominantemente frias (13,50°C a 17,00 °C) (Quadro 5.1.19). Se considerarmos apenas os pontos monitorizados na atualidade o pH varia entre 6,75 e 7,50 unidades de pH, e a temperatura entre 13,5°C e 17°C, em ambos os casos sem grandes variações.

A mineralização das águas é variável, sendo o valor de mediana da condutividade elétrica mais elevado observado num furo que capta na massa de água Central (SJG.98; 746,5 μ S/cm), enquanto as restantes amostras apresentam leituras na gama entre 94,5 e 268,5 μ S/cm, indiciadoras de um menor conteúdo em sais dissolvidos. No caso do ponto SJG.98, trata-se de um furo em que a composição química é influenciada pela mistura com sais marinhos.

As fácies hidrogeoquímicas predominantes nas várias massas de água monitorizadas são bastante homogéneas, como demonstram os resultados obtidos nas últimas duas campanhas de amostragem, nomeadamente em 2 de outubro de 2017 e 28 de março de 2018: domínio dos tipos de água bicarbonatada sódica, bicarbonatada sódica magnesiânica, cloretada bicarbonatada sódica magnesiânica, bicarbonatada cloretada sódica, e cloretada sódica (Figura 5.1.12).

O padrão gráfico do diagrama de Schoeller respetivo permite verificar que as águas apresentam grande semelhança na composição relativa, diferenciando-se essencialmente pela magnitude de mineralização (Figura 5.1.13).

Quadro 5.1.19 | Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas nas massas de água da ilha de São Jorge.

Massa de água	Ref ^a	Temp °C	pH	Cond.(2 0°C) μ S/cm	HCO ₃ mg/L	OD % de saturação	SiO ₂ mg/L	SO ₄ mg/L	Cl mg/L	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L
Occidental	SJG.2	13,90	7,59	124,00	48,00	101,00	19,70	3,90	14,50	15,00	4,30	3,10	3,48
	SJG.40	13,50	7,50	94,50	36,00	104,90	28,05	2,21	11,60	9,45	2,23	2,85	4,38
	SJG.98	17,00	6,75	746,50	215,00	92,20	60,70	24,10	134,00	100,00	9,70	32,00	12,30
	SJG.58	15,25	7,20	202,00	40,00	103,15	24,60	6,30	36,50	23,70	1,35	5,90	6,82
Oriental	SJG.16	16,10	6,93	169,50	42,00	101,20	18,90	3,70	25,00	16,15	1,01	6,36	5,25
	SJG.33	15,00	6,95	130,00	46,00	104,05	23,85	3,13	16,00	14,00	1,15	4,45	5,81
	SJG.48	15,40	7,03	157,50	52,00	103,00	25,00	2,90	23,50	17,00	0,75	5,10	7,65
	SJG.55	16,00	7,40	125,00	46,50	111,75	25,65	3,80	16,40	12,00	0,64	4,85	5,86
	SJG.59	16,00	7,00	268,50	51,00	102,45	18,60	10,10	34,00	26,00	4,70	9,20	10,00
	SJG.72	15,75	6,45	133,50	40,00	111,40	19,00	9,30	19,00	15,00	0,90	5,70	5,70

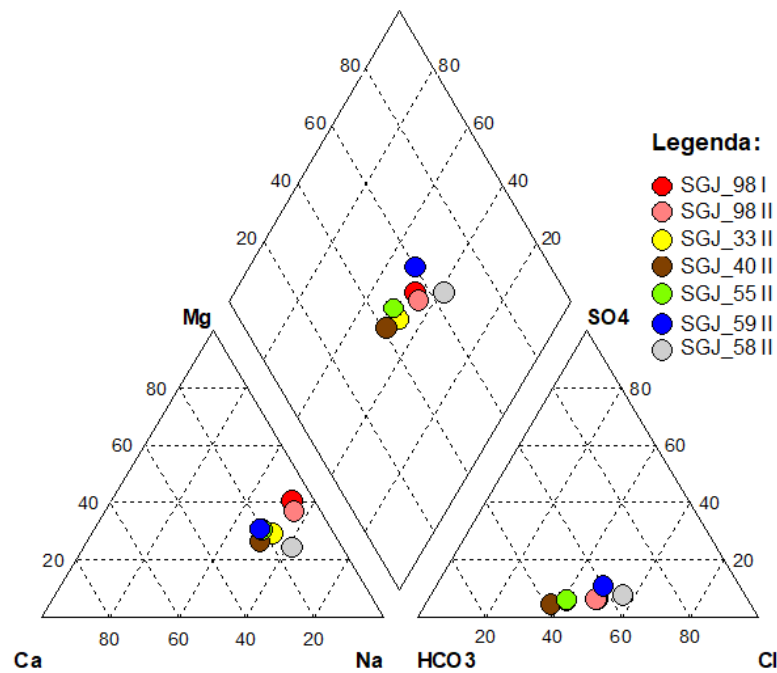


Figura 5.1.12 | Diagrama de Piper relativo à mediana da composição química da água monitorizada na ilha de São Jorge (I – amostragem de 2017; II – amostragem de 2018).

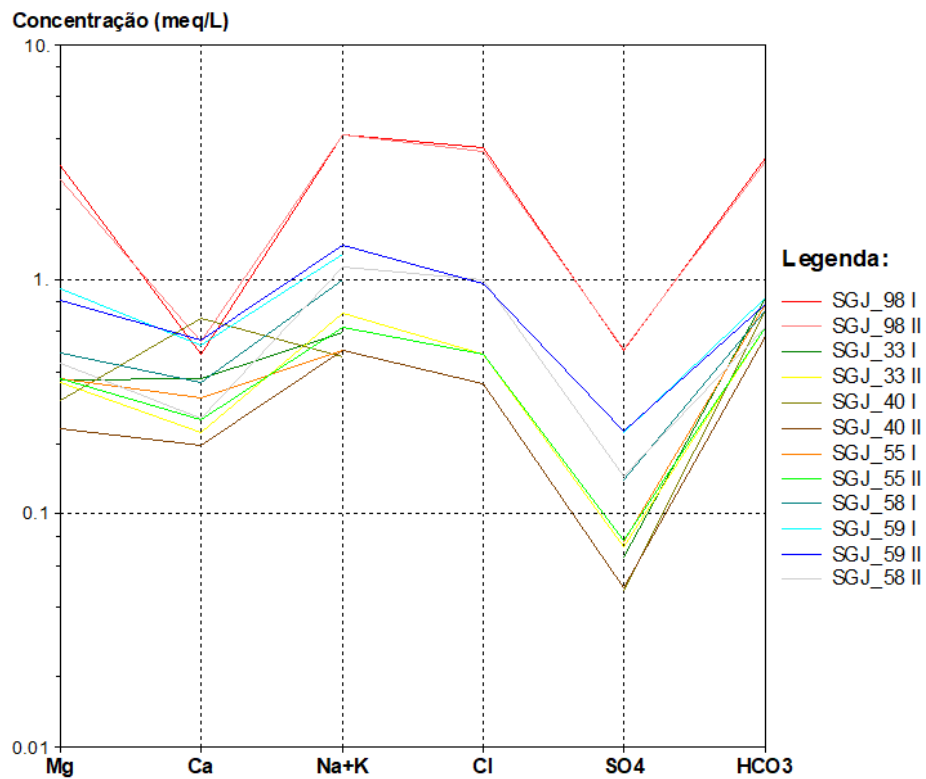


Figura 5.1.13 | Diagrama de Schoeller relativo à mediana da composição química da água monitorizada na ilha de São Jorge (I – amostragem de 2017; II – amostragem de 2018).

Para efeitos do tratamento dos dados utilizou-se a metodologia proposta por Grath *et al.* (2001), relativa a um projeto de investigação europeu especificamente devotado às metodologias sobre a caracterização do estado das massas de água e avaliação de tendências. Assim, procedeu-se à agregação espacial dos dados, i.e. a determinação de valores estatisticamente significativos para toda a massa de água, para o que previamente é necessário efetuar a regularização da informação hidrogeoquímica obtida em cada ponto de água monitorizado.

A regularização dos dados implica o cálculo dos valores médios em cada ponto, o que exige nos casos em que os resultados analíticos referem valores abaixo do limite de deteção (LD) dos métodos laboratoriais aplicados um tratamento específico.

Os valores mínimo (MA_0) e máximo (MA_{100}) da média dos vários parâmetros nos diversos pontos é calculada por intermédio da aplicação das seguintes expressões numéricas:

$$MA_0 = x_{ijs}^{\min} \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \sum m_{is}$$

$$MA_{100} = x_{ijs}^{\max} = \frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \left(\sum_t m_{ts} + \sum_t l_{ts} \right)$$

Em que:

- n_{ijs} , número de dados com o valor m_{ijs} (no local “s”, no período “j” do ano “i”);
- p_{ijs} , número de dados com o valor abaixo do LD dado por l_{ts} .

Na prática MA_0 e MA_{100} podem estimar-se substituindo os valores nas séries de dados que estão referidos como encontrando-se abaixo do LD respetivamente por 0 e pelo valor do próprio LD, e calcular em cada caso as médias aritméticas. Posteriormente, pode estimar-se o valor médio para o ponto (MA_{50}) por:

$$MA_{50} = \frac{MA_0 + MA_{100}}{2}$$

A expressão numérica geral para estimar o valor médio do parâmetro na massa de água é dada por:

$$MA = \frac{1-w}{n} \sum_{s=1}^n x_{ijs}^{\min} + \frac{w}{n} \sum_{s=1}^n x_{ijs}^{\max}$$

Em que:

- n_{ijs} , número de dados com o valor m_{ijs} (no local “s”, no período “j” do ano “i”);
- p_{ijs} , número de dados com o valor abaixo do LD dado por l_{ts} ;
- w , fator de ponderação para os valores abaixo do LD.

Para efeitos da determinação de MA utiliza-se usualmente um valor do fator de ponderação igual a 0,5, i.e. o mesmo que substituir os resultados analíticos abaixo do LD por metade deste valor. Neste caso, a expressão numérica resultante é dada por:

$$MA = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n \left(\frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \left(\sum_t m_{ts} + \sum_t w_{ts}^i \right) \right)$$

O extremo superior do intervalo de confiança para a média a 95% ($\alpha=0,05$) é dada por:

$$CL_{95} = MA + t_{N-1, 1-\alpha/2} \sqrt{N}$$

O valor de CL_{95} depende do número de pontos monitorizados e da variabilidade das medições entre eles. Genericamente, a diferença entre MA e o valor de CL_{95} é tanto maior quanto mais acentuada for a heterogeneidade das observações efetuadas nos vários pontos de água monitorizados na massa de água.

Grath *et al.* (2001) propõem que se utilize o valor de CL_{95} na verificação do Bom estado químico, considerando um teste em que a hipótese nula pressupõe que este não é atingido (por parâmetro a verificar):

- H_0 : a massa de água não está em Bom estado, i.e. o valor médio ultrapassa o valor regulamentar/limiar;
- H_1 : a massa de água está em Bom estado, i.e. o valor médio não ultrapassa a valor regulamentar/limiar.

A hipótese H_1 é considerada como provada a um nível de significância $\alpha/2$ se o extremo superior do intervalo de confiança $1-\alpha$ ($\alpha=0,05$) é inferior ao valor regulamentar/limiar aplicável.

A utilização do CL_{95} pode ser feita a partir de três pontos de água monitorizados, o que se revela vantajoso, na medida que para a utilização do valor MA seja estatisticamente significativa implica pelo menos uma rede de monitorização na massa de água com 10 pontos.

No caso da condutividade elétrica e da concentração dos elementos maiores (sódio, magnésio, cálcio, potássio, bicarbonato, sulfato, cloreto e nitrato), e para a esmagadora maioria das análises químicas disponíveis, não são referenciados valores abaixo do limite de deteção. Em consequência, e para os parâmetros relevantes para a avaliação, calculou-se a média aritmética em cada ponto pela forma usual.

Face aos dados existentes, na ilha de São Jorge foi possível estimar o valor de CL_{95} para as duas massas de água existentes na ilha, e face ao exposto anteriormente, que estas se podem designar como em Bom estado químico na medida que os valores critério não são ultrapassados (Quadro 5.2.6 e Quadro 5.2.7).

Na massa de água Ocidental observam-se excedências pontuais face ao $P2O_5$, em especial porque o valor elevado no ponto SJG.98 influencia o valor de CL_{95} . Neste último caso, o facto de nos vários pontos amostrados não ocorrerem valores anómalos, sugere que esta excedência não é significativa e deve resultar da representatividade da rede de monitorização.

Os valores critério (VC) referidos no Quadro 5.2.6 e 5.2.7 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 (INAG, 2009), 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 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 5.1.20 a 5.2.26 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha de São Jorge se encontram em Bom estado químico (Figura 5.1.14).

Quadro 5.1.20 | Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico na ilha de São Jorge

Massa de água	Ponto		Parâmetros Monitorizados												Estado
	Ref ^a	T °C	pH	Cond. µS/cm	HCO ₃ mg/L	Cl mg/L	SO ₄ mg/L	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	NO ₃ mg/L	NH ₄ µg/L	NO ₂ µg/L	
Occidental	SJG.2	14,35	7,55	123,75	320,57	14,50	3,99	15,24	4,32	3,49	3,67	4,40	15,00	22,57	Bom
	SJG.40	13,50	7,42	90,67	38,00	11,87	2,19	9,48	2,18	2,93	5,83	0,71	20,00	50,00	
	SJG.98	16,70	6,68	782,43	225,77	138,14	44,25	101,88	9,78	34,55	13,09	3,75	18,57	57,10	
	SJG.58	15,87	7,13	202,14	40,46	33,89	6,29	23,12	1,46	5,84	6,97	7,95	17,14	36,15	
	MA	15,11	7,20	299,75	156,20	49,60	14,18	37,43	4,44	11,70	7,39	4,20	17,68	41,46	
	CL ₉₅	17,41	7,81	817,09	379,74	144,80	46,19	106,37	10,43	36,02	13,82	8,93	21,07	65,80	
Oriental	SJG.16	16,03	6,98	157,67	41,50	25,00	4,33	16,82	1,00	5,94	5,26	12,85	15,00	32,81	Bom
	SJG.33	15,67	6,93	126,50	59,00	16,27	3,16	13,83	1,33	4,30	5,86	7,18	20,00	50,00	
	SJG.48	15,61	7,03	156,25	52,57	23,00	2,84	16,10	0,74	5,24	7,91	4,81	17,50	22,29	
	SJG.55	16,67	7,35	118,83	47,17	16,53	3,90	12,17	0,65	4,93	5,84	1,31	20,00	50,00	
	SJG.59	15,88	7,05	248,71	49,85	30,71	10,11	26,23	5,15	8,76	10,12	38,84	17,14	36,15	
	SJG.72	15,75	6,45	133,50	40,00	19,00	9,30	15,00	0,90	5,70	5,70	10,30	15,00	1,25	
	AM	15,94	6,97	156,91	48,35	21,75	5,61	16,69	1,63	5,81	6,68	12,55	17,44	32,08	
	CL ₉₅	16,34	7,27	206,92	55,79	27,64	8,99	21,89	3,46	7,44	8,75	26,72	19,79	51,46	
VC		22,50	5,5-9	2250,00	---	225,00	225,00	180,00	---	45,00	90,00	45,00	450,00	450,00	
VL		---	5,5-9	2500,00	---	250,00	250,00	200,00	---	---	---	50,00	500,00	500,00	

Legenda: n.d. – não determinado; VC – valor critério; VL valor limiar (Portaria n.º 106/2012, de 16 de outubro). Para efeitos indicativos na tabela apontam-se valores critério para temperatura, magnésio e cálcio estimados a partir dos valores publicados nos Decretos-Lei n.º 236/98 (T = 25°C) e n.º 306/2007 (valores desejavelmente abaixo de 50 mg/L e 100 mg Ca/L). Preenchimento de células: verde (valor inferior ao VC e ao VL); laranja (valor excede o VC mas é inferior ao VL); vermelho (valor excede o VC e o VL); cinzento (valores limiar não definidos na legislação).

Quadro 5.1.21 | Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico na ilha de São Jorge

Massa de água	Ponto		Parâmetros Monitorizados													Estado
	Ref ^a	F mg/L	P ₂ O ₅ µg/L	Al µg/L	Fe µg/L	Mn µg/L	As µg/L	Cd µg/L	Hg µg/L	Zn µg/L	Cr µg/L	Pb µg/L	Se µg/L	TCE µg/L	PCE µg/L	
Occidental	SJG.2	n.d.	201,80	24,70	56,00	20,00	1,43	0,22	0,15	n.d.	n.d.	2,21	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	SJG.40	0,10	141,67	14,33	50,00	20,00	1,50	0,50	0,15	25,00	1,18	1,50	1,25	0,05	0,10	
	SJG.98	0,34	674,27	9,05	53,00	21,82	1,46	0,35	0,15	25,00	1,00	3,12	1,25	0,05	0,18	
	SJG.58	0,10	106,09	7,77	64,55	20,00	1,46	0,35	0,14	25,00	1,00	1,88	1,25	0,05	0,13	
	MA	0,18	280,96	13,96	55,89	20,46	1,46	0,36	0,15	25,00	1,06	2,18	1,25	0,05	0,14	
	CL95	0,52	702,84	26,22	65,87	21,90	1,51	0,54	0,16	25,00	1,32	3,28	1,25	0,05	0,24	
Oriental	SJG.16	n.d.	61,75	7,88	40,00	20,00	1,25	1,03	0,13	n.d.	n.d.	2,08	n.d.	n.d.	n.d.	Bom
	SJG.33	0,10	104,67	93,33	50,00	20,00	1,50	0,50	0,18	25,00	1,43	1,50	1,25	0,06	0,14	
	SJG.48	n.d.	33,40	46,50	40,00	20,00	1,43	0,92	0,15	n.d.	n.d.	2,14	n.d.	n.d.	n.d.	
	SJG.55	0,10	46,17	11,67	50,00	20,00	1,50	0,50	0,15	25,00	1,25	1,50	1,25	0,05	0,06	
	SJG.59	0,10	26,32	7,41	45,45	20,00	1,46	0,73	0,15	25,00	1,47	1,85	1,25	0,05	0,16	
	SJG.72	n.d.	49,00	2,50	40,00	20,00	2,50	0,25	0,15	n.d.	n.d.	2,50	n.d.	n.d.	n.d.	
	MA	0,10	53,80	28,21	44,24	20,00	1,61	0,65	0,15	25,00	1,38	1,93	1,25	0,05	0,12	
	CL ₉₅	0,10	82,90	65,64	49,42	20,00	2,08	0,96	0,17	25,00	1,67	2,34	1,25	0,07	0,25	
VC		1,35	360,00	180,00	180,00	45,00	9,00	4,50	0,90	225,00	45,00	9,00	9,00	0,18	0,27	
VL		1,50	400,00	200,00	200,00	50,00	10,00	5,00	1,00	250,00	50,00	10,00	10,00	0,20	0,30	

Legenda: n.d. – não determinado; VC – valor critério; VL valor limiar (Portaria n.º 106/2012, de 16 de outubro). Preenchimento de células: verde (valor inferior ao VC e ao VL); laranja (valor excede o VC mas é inferior ao VL); vermelho (valor excede o VC e o VL); cinzento (valores limiar não definidos na legislação).

Quadro 5.2.22 | Resultados do teste da avaliação geral do estado químico

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 subterrânea, 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
Oriental	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Occidental	Não	Não	Não	n.a.	Bom

Legenda: n.a. – não aplicável.

Quadro 5.1.23 | 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 ²⁻) 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
Oriental	Não	Não	Não	Não	Bom
Occidental	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.24 | 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
Oriental	Não	Não	Não	Não	Bom
Ocidental	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.25 | 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
Oriental	Não	Não	Não	Não	Bom
Ocidental	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.26 | 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
Oriental	Não	Não	Não	Bom
Ocidental	Não	Não	Não	Bom



Figura 5.1.14 | Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas da ilha de São Jorge.

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 (Quadro 5.1.27), a conclusão obtida é que todas as massas de água subterrâneas delimitadas na ilha de São Jorge se encontram em Bom estado (Figura 5.1.15).

Quadro 5.1.27 | Classificação do estado da massa de água designada da categoria subterrâneas na ilha de São Jorge

Massa de água	Código	Quantitativo	Químico	Síntese
Ocidental	PT09SJOGWOC1	Bom	Bom	Bom
Oriental	PT09SJOGWORI	Bom	Bom	Bom

6 | Análise Económica das Utilizações da Água

6.1 | Importância socioeconómica das utilizações da água

6.1.1 | Agricultura e Pecuária

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.1.2 | Indústrias transformadora

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.1.3 | Turismo

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.1.4 | Energia

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.1.5 | Eficiência Setorial das Utilizações da Água

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.2 | Regime Económico e Financeiro

6.2.1 | Enquadramento

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.2.2 | Panorama da Região Autónoma dos Açores

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.2.3 | Situação na ilha de São Jorge

As estruturas e níveis tarifários aplicados ao serviço de abastecimento pela entidade gestora no concelho das Velas são globalmente consistentes com as recomendações da ERSARA, uma vez que são compostos por componentes fixas e

variáveis, sem que o peso da componente fixa dos encargos totais dos utilizadores finais seja excessivo, ou seja, é respeitado o princípio de que a maior parte dos proveitos tarifários deve ser gerado por via de tarifas variáveis aplicadas em função do nível de utilização dos serviços. Já no que diz respeito aos tarifários de saneamento, não foram disponibilizados dados relativos à sua aplicação.

Por outro lado, os dados disponíveis apontam para que não estejam em aplicação tarifários para os serviços de saneamento de águas residuais nesta ilha.

Quadro 6.2.1 | Indicadores de acessibilidade económica – 2018

Indicadores	Unidades	SM Calheta	SM Velas
Serviço de abastecimento			
Rendimentos totais	€/ano	n.d	552.292
Gastos totais	€/ano	n.d	841.284
Encargo médio com o serviço de abastecimento de água	€/ano	n.d	69,600
Rendimento médio disponível familiar	€/ano	n.d	20.138
Tarifa aprovada	€/10m ³	n.d	5,80
Serviço de saneamento			
Rendimentos totais	€/ano	n.d	n.d
Gastos totais	€/ano	n.d	n.d
Encargo médio com o serviço de águas residuais	€/ano	n.d	0,00
Rendimento médio disponível familiar	€/ano	n.d	20.138
Tarifa aprovada	€/9m ³	n.d	0,00

De modo a complementar a análise anterior, no Quadro 6.2.2 e Quadro 6.2.3 apresentam-se dados mais detalhados do regime económico e financeiro dos serviços ambientais.

Quadro 6.2.2 | Regime económico e financeiro do serviço de abastecimento do Município da Calheta (R.A.A.) – dados ano 2017

Serviço de abastecimento								
Regime económico-financeiro		Unidades	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Receita tarifária	TOTAL	€/ano	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Fixa	Doméstico		1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99
	Não doméstico		1,99	1,99	1,99	1,99	1,99	1,99
	Social		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Variável	Doméstico*		-	-	-	-	-	-
			1-5=0,26	1-5=0,26	1-5=0,26	1-5=0,26	1-5=0,26	1-5=0,26
			6-15=0,48	6-15=0,48	6-15=0,48	6-15=0,48	6-15=0,48	6-15=0,48
			16-20=0,62	16-20=0,63	16-20=0,64	16-20=0,65	16-20=0,66	16-20=0,67
			21-40=0,96	21-40=0,97	21-40=0,98	21-40=0,99	21-40=1,00	21-40=1,01
			< a 40=1,48	< a 40=1,49	< a 40=1,50	< a 40=1,51	< a 40=1,52	< a 40=1,53
	Não doméstico*		-	-	-	-	-	-
			1-20=0,67	1-20=0,68	1-20=0,69	1-20=0,70	1-20=0,71	1-20=0,72
			21-50=0,96	21-50=0,97	21-50=0,98	21-50=0,99	21-50=1,00	21-50=1,01
			51-100=1,18	51-100=1,19	51-100=1,20	51-100=1,21	51-100=1,22	51-100=1,23
			101-200=1,78	101-200=1,79	101-200=1,80	101-200=1,81	101-200=1,82	101-200=1,83
			201-500=2,51	201-500=2,52	201-500=2,53	201-500=2,54	201-500=2,55	201-500=2,56
	Social		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Serviços auxiliares		-	-	-	-	-	-

Serviço de abastecimento								
Regime económico-financeiro		Unidades	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Preço médio da água		€/m ³	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002	0,00002

Legenda: n.d. – não disponível; * Escalões com agravamento no período de verão

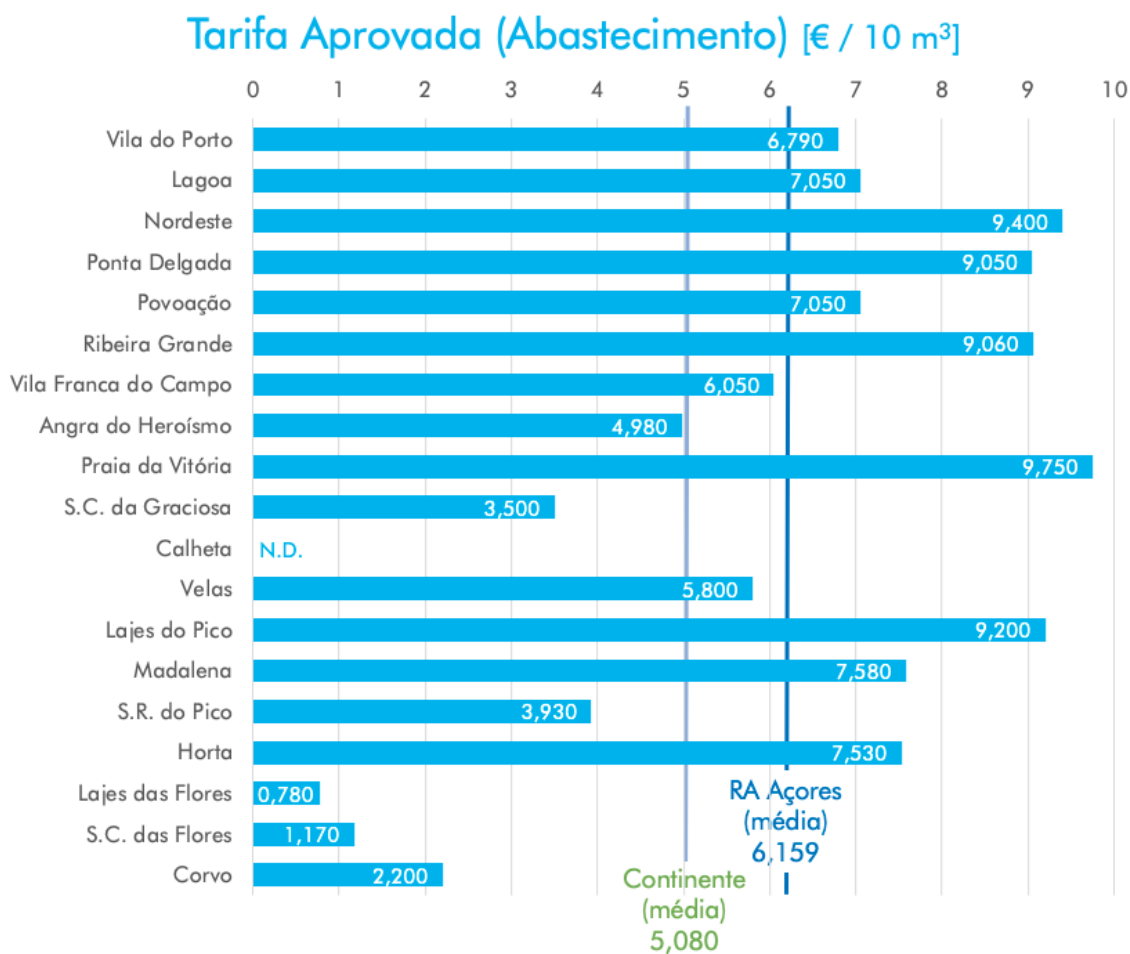
Quadro 6.2.3 | Regime económico e financeiro do serviço de abastecimento de Velas – dados ano 2017

Serviço de abastecimento								
Regime económico-financeiro		Unidades	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Receita tarifária	TOTAL	€/ano	303.227 €	296.920 €	398.670 €	548.616 €	604.303 €	553.796 €
Fixa	Doméstico		n.d.	n.d.	28.604 €	48.944 €	48.956 €	49.142 €
	Não doméstico		n.d.	n.d.	4.623 €	8.436 €	8.961 €	9.818 €
	Social		n.d.	n.d.	95 €	162 €	162 €	162 €
Variável	Doméstico		126.874 €	129.674 €	160.185 €	177.992 €	199.346 €	221.034 €
	Não doméstico		160.731 €	151.022 €	181.090 €	277.104 €	304.148 €	233.063 €
	Social		15.623 €	16.224 €	11.072 €	14.495 €	16.926 €	21.950 €
	Serviços auxiliares		n.d.	n.d.	13.002 €	21.484 €	25.805 €	18.628 €
Preço médio da água		€/m ³	0,82 €	0,78 €	1,01 €	1,35 €	1,44 €	1,32 €

Legenda: n.d. – não disponível

Não foram disponibilizados dados referentes ao serviço de saneamento para o Município de Velas.

Para uma análise comparativa, a Figura 6.2.1 apresenta as tarifas aprovadas pelas entidades gestoras em cada um dos municípios da Região Autónoma dos Açores, para os serviços de abastecimento de água.



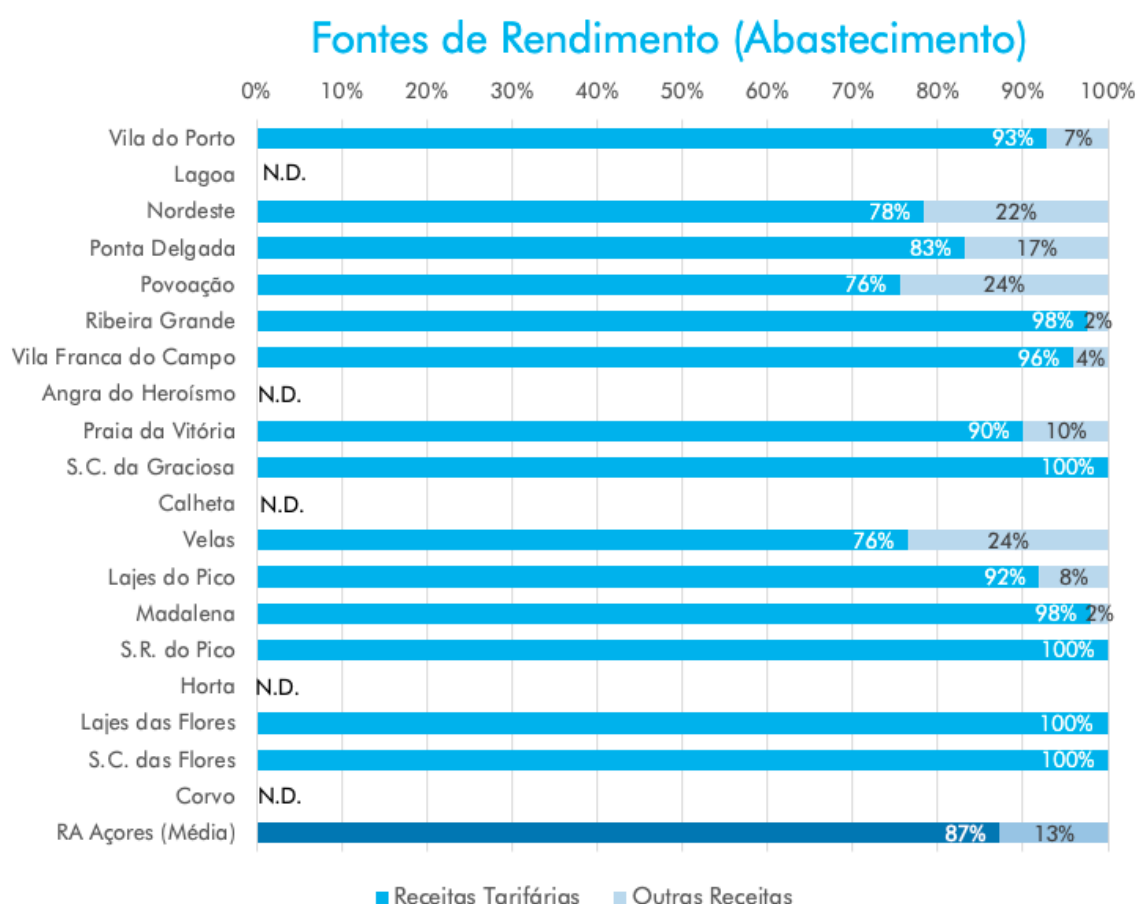
Fonte: ERSARA, 2019

Figura 6.2.1 | Tarifas aprovadas pelas entidades gestoras para o serviço de abastecimento de água nos municípios dos Açores

A Figura 6.2.1 permite verificar uma significativa heterogeneidade de tarifas aprovadas (entre os 0,780 €/10 m³ das Lajes das Flores e os 9,750 €/10 m³ da Praia da Vitória), com uma média regional superior à média observada em Portugal Continental. Note-se que esta média regional (6,159 €/10 m³, ou seja, 0,62 €/m³) é significativamente superior ao valor apurado no Plano Regional da Água (1999), que se situava então nos 0,48 €/m³.

Embora a quantidade e a desagregação dos dados disponíveis para o ano de referência não permita uma diferenciação das diferentes categorias de rendimentos e de gastos (operacionais, financeiros e outros) do serviço de abastecimento

de água, a Figura 6.2.4 apresenta a importância relativa das receitas tarifárias no total de rendimentos das entidades gestoras para este serviço em cada um dos municípios (resultando numa média regional de 87% dos rendimentos totais provenientes das receitas tarifárias).



Fonte: ERSARA, Inquéritos da Atualização do PRA, 2019

Figura 6.2.2 | Importância relativa das receitas tarifárias nos rendimentos das entidades gestoras do serviço de abastecimento de água

Relativamente à tipologia e composição destes sistemas tarifários, o Quadro 6.2.4 identifica as entidades gestoras que cumprem as orientações da ERSARA relativamente à consideração de componentes fixas e variáveis nas tarifas, bem como à inclusão de tarifas para agregados familiares em situação de carência económica (tarifários sociais) e de tarifas para promover a equidade do acesso ao serviço por famílias numerosas (tarifários familiares).

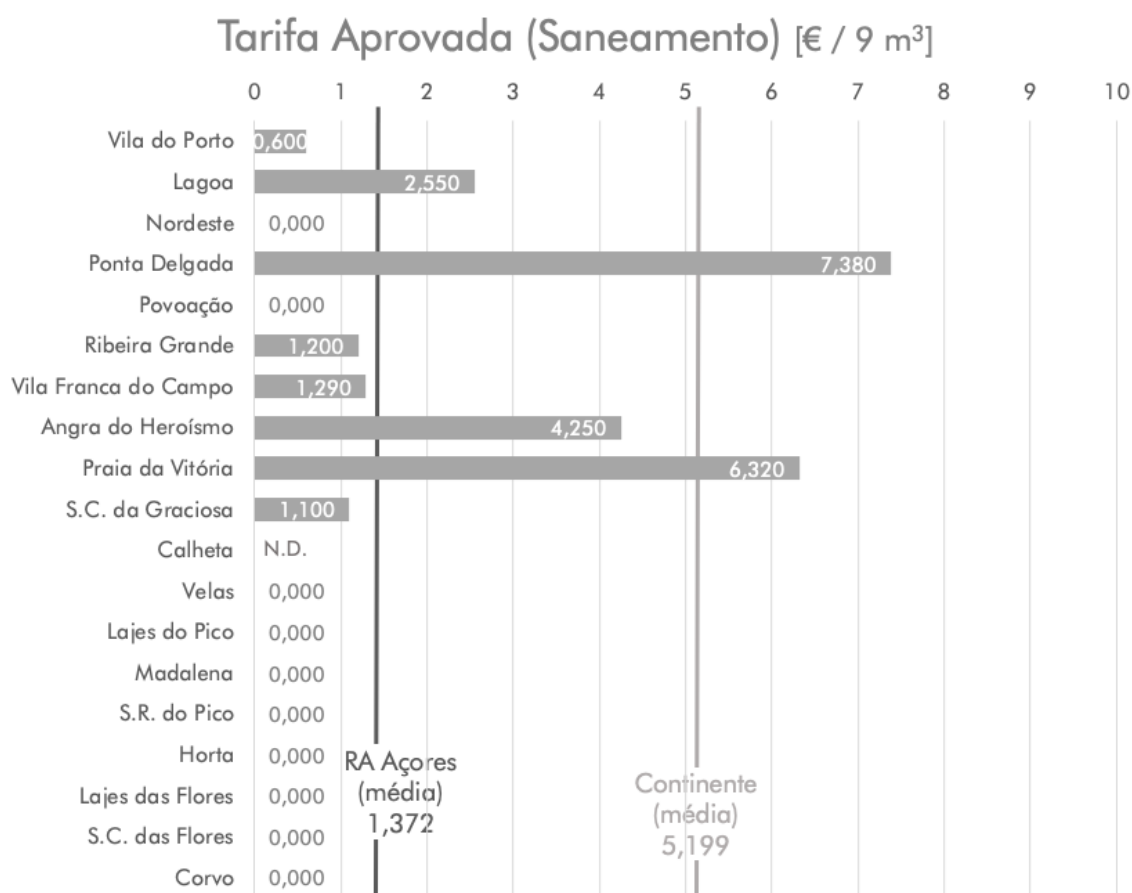
Quadro 6.2.4 | Características dos sistemas tarifários

Entidade Gestora	Tarifário com componente fixa e variável	Tarifário Social	Tarifário Familiar
CM Vila do Porto	☐		☐

Entidade Gestora	Tarifário com componente fixa e variável	Tarifário Social	Tarifário Familiar
CM Lagoa	€		€
Nordeste Ativo	€		
SMAS Ponta Delgada	€	€	€
CM Povoação	€		
CM Ribeira Grande	€		
CM Vila Franca do Campo		€	€
SM Angra do Heroísmo	€	€	€
Praia Ambiente	€	€	€
CM Santa Cruz da Graciosa	€		€
CM Calheta	€		
CM Velas	€	€	
CM Lajes do Pico		€	
CM Madalena			€
CM São Roque do Pico			
CM Horta		€	€
CM Lajes das Flores CM Santa Cruz das Flores			
CM Corvo	€		
RAA (% das entidades gestoras)	58%	37%	47%

Fonte: ERSARA, APFN 2019; DECO Proteste, 2020.

Por outro lado, a Figura 6.2.3 apresenta as tarifas aprovadas pelas entidades gestoras em cada um dos municípios da Região Autónoma dos Açores, para os serviços de saneamento de águas residuais.

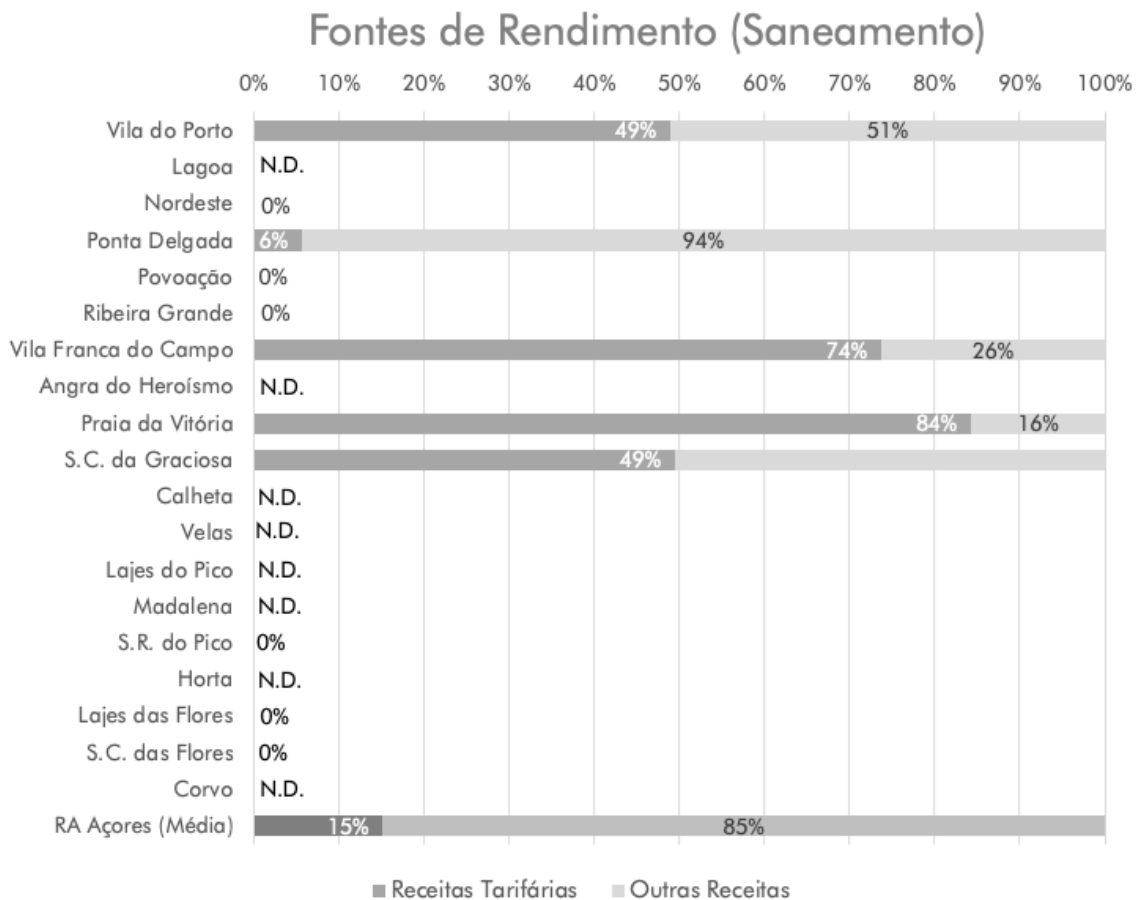


Fonte: ERSARA, 2019

Figura 6.2.3 | Tarifas aprovadas pelas entidades gestoras para o serviço de saneamento de águas residuais nos municípios dos Açores

A Figura 6.2.3 permite verificar que a maior parte das entidades gestoras não reportou uma tarifa para o serviço de saneamento de águas residuais, com a particularidade de em dois deles (Ponta Delgada e Praia da Vitória) a tarifa aprovada ser superior à média de Portugal Continental – que, por sua vez, é significativamente superior à média regional (1,372 €/9 m³, ou seja, 0,15 €/m³) para esta tipologia de serviço.

Embora a quantidade e a desagregação dos dados disponíveis para o ano de referência não permita uma diferenciação das diferentes categorias de rendimentos e de gastos (operacionais, financeiros e outros) do serviço de saneamento de águas residuais, a Figura 6.2.4 apresenta a importância relativa das receitas tarifárias no total de rendimentos das entidades gestoras para este serviço em cada um dos municípios (resultando numa média regional de apenas 15% dos rendimentos totais provenientes das receitas tarifárias).



Fonte: ERSARA, Inquéritos da Atualização do PRA, 2019

Figura 6.2.4 | Importância relativa das receitas tarifárias nos rendimentos das entidades gestoras do serviço de saneamento de águas residuais

A grande disparidade de sistema tarifários observados nos serviços de abastecimento de água e de saneamento de águas residuais nos municípios açorianos é um aspeto que pode comprometer a equidade intrarregional. Segundo a ERSARA, esta diferença não se revela apenas no nível tarifário aplicado mas, sobretudo, ao nível da estrutura tarifária, destacando-se os diferentes níveis de escalões, as diferentes classificações e designações para os utilizadores dos serviços de águas e também a base volumétrica (ou a sua ausência) na aplicação dos sistemas tarifários. Estas diferenças residem também em tarifários com base no consumo ou sustentados em tarifas fixas, que resulta da existência (ou não) de micromedição, em diferentes denominações para a prestação de um mesmo serviço auxiliar e na reduzida adoção de tarifários sociais.

6.2.4 Nível de Recuperação dos Custos

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.3 | Acessibilidade Económica dos Serviços

6.3.1 | Enquadramento

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

6.3.2 | Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas

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

6.3.3 | Perspetivas para os Próximos Ciclos de Planeamento

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

| Bibliografia

2| Caracterização e Diagnóstico de Ilha

Abdel-Monen, A., Fernandez, L. & Boone, G., (1975) - K/Ar ages from the eastern Azores group (Santa Maria, São Miguel and the Formigas Islands. *Lithos* 4, pp. 247-254.

Aiuppa, A., Allard, P., D'Alessandro, W., Michel, A., Parello, F., Treuil, M. & Valenza, M. (2000) - Mobility and fluxes of major, minor and trace metals during basalt weathering and groundwater transport at Mt. Etna volcano (Sicily). *Geochim. Cosmochim. Acta*, 64, pp. 1827-1841.

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

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

Assunção, C.T. e Canilho, M.H. (1969) - Notas sobre a petrografia comparada das ilhas Atlânticas. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências de Lisboa* 11(2): 305-342.

Azevedo, E. B. (1996). Modelação do Clima Insular à Escala Local. Modelo CIELO aplicado à Ilha Terceira – Tese de Doutoramento pela Universidade dos Açores na especialidade das Ciências do Ambiente.

Azevedo, E. B. ; (1996a) - Modelação do Clima Insular à Escala Local. Modelo CIELO aplicado à Ilha Terceira – Tese de Doutoramento pela Universidade dos Açores na especialidade das Ciências do Ambiente. (247p).

Azevedo, E. B.; (2002) – Condicionantes Dinâmicas do Clima do Arquipélago dos Açores – Açoreana, Boletim da Sociedade Afonso Chaves. Vol. IX – Fasc. III

Azevedo, E. B.; Pereira, L. S.; Itier, B. (1999a) – Modeling the local Climate in island environments: Water Balance Applications – *Agricultural Water Management* 40 (1999) 393-403.

Azevedo, E. B.; Pereira, L. S.; Itier, B. (1999b) – Simulation of local Climate in Islands Environments Using a GIS Integrated Model – *Emerging Technologies for Sustainable Land Use and Water Management*. – Musy et al. (Eds.), Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne, Switzerland.

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

Azevedo, E.B. (1996) – Modelação do clima insular à escala local. Modelo CIELO aplicado à ilha Terceira. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 247 pp.

Azevedo, E.B., Rodrigues, A.C., Diogo, P.A. & Rodrigues, M.C. (2002). Infiltração e Escoamento em Pequenas Ilhas Vulcânicas. in proc. do 6º Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH), Porto.

Azevedo, E.B.; Rodrigues, A.C.; Diogo, P.A. Rodrigues, M.C. (2002) – Infiltração e Escoamento em Pequenas Ilhas Vulcânicas – in proc. Do 6º Congresso da Água – Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH) – Porto.

AZEVEDO, E.B.; RODRIGUES, M.C.; FERNANDES, J.F. (2004) – CLIMA - ATLAS BÁSICO DOS AÇORES – Victor Hugo Forjaz, Edt. – OVGA – Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores. Ponta Delgada.

Azevedo, J.M.M. (1998) – “Geologia e Hidrogeologia da ilha das Flores (Açores - Portugal)”. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, 2 Vol., Coimbra, 403 p.

Azevedo, J.M.M. (1998) - Geologia e Hidrogeologia da ilha das Flores (Açores - Portugal). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade de Coimbra, 2 Vol., Coimbra, 403 pp.

Azevedo, J.M.M. (1998). Geologia e Hidrogeologia da Ilha das Flores (Açores – Portugal). Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Geologia, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra.

Azevedo, O.V. (1963). Carta de solos da Ilha Terceira. Relatório final de curso de Engenheiro Agrónomo, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

Belerique, J.H.C. (1993). Caracterização pedológica e carta de capacidade de uso dos solos dos perímetros florestais das ilhas de São Jorge e Graciosa. Relatório de estágio de Licenciatura em Engenharia Agrícola. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

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.

Comissão Vitivinícola Regional dos Açores (CVRAçores), 2012. Áreas e Produções.

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 – São Jorge – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 38 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. Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.
- Cruz, J.V. (2001b) – Salinization of the Basal Aquifer System at Volcanic Islands: Azores Archipelago (Portugal) Case Study. In: Ribeiro, L. (Ed.), Proceedings 3th International Conference on Future Groundwater Resources at Risk, CVRM-Geosystems Center, Lisbon, pp. 633-640.
- Cruz, J.V. (2003) - Groundwater and volcanoes: examples from the Azores archipelago. Environmental Geology, 44, pp. 343-355.
- Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp. Cruz, J.V. & Amaral, C. (2004) - Major ion chemistry of groundwaters from perched-water bodies at Azores (Portugal) volcanic archipelago. Applied Geochemistry, 19, pp. 445-459.
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Freire, P., & Mendes, S. (2011) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal). Environmental Earth Sciences, 62, pp.1273-1285.
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Antune, P., Freire, P, Mendes, S., Fontiela, J. & Anglade, J. (2010a) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal): an overview. In: Condesso de Melo, T., Lebbe, L., Cruz, J.V., Coutinho, R., Langevin, C e Buxo, A. (eds), Proceedings SWIM 21 – 21st Salt Water Intrusion Meeting, Ponta Delgada, 109-112.
- Cruz, J.V., Coutinho, R.M., Carvalho, M.R., Oskarsson, N. & Gislason, S.R. (1999) - Chemistry of waters from Furnas volcano, São Miguel, Azores: fluxes of volcanic carbon dioxide and leached material. J. Volcanol. Geotherm. Res., 92, pp. 151-167.
- Cruz, J.V., Freire, P. & Costa, A. (2010b) - Mineral waters characterization in the Azores archipelago (Portugal). J. Volcanol. Geotherm. Res., 190, pp. 353-364.
- Custódio, E. (1989) - Groundwater characteristics and problems in volcanic rock terrains. In: Isotopic techniques in the study of the hydrology of fractures and fissured rocks, IAEA, Vienna, pp. 87-137.
- CVARG (2010). <http://www.cvarg.azores.gov.pt/>

Declaração de Rectificação n.º 182/93, 30 de setembro. Rectifica o Decreto Regulamentar Regional n.º 14/93/A, 31 de julho, que aprova o regulamento da apanha de lapas na Região Autónoma dos Açores.

Declaração de Rectificação n.º 48-A/2006, de 7 de agosto. Rectifica o Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, que aprova o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 10/2011/A, de 28 de março. Cria o Parque Natural da Ilha de São Jorge.

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 RJGT.

Decreto Legislativo Regional n.º 6/2005/A, de 17 de maio. Transpõe para o direito regional a Directiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro (Directiva Nitratos).

Decreto Legislativo Regional n.º 7/2007/A, de 10 de abril. Altera o Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, que aprova o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Regulamentar Regional n.º 14/93/A, 31 de julho. Aprova o regulamento da apanha de lapas na Região Autónoma dos Açores, fixando as zonas de reserva integral da apanha de lapas.

Decreto Regulamentar Regional n.º 17/2010/A, de 21 de setembro. Altera o Decreto Regulamentar Regional n.º 25/2008/A, de 31 de dezembro, que aprova a orgânica do X Governo Regional dos Açores.

Decreto Regulamentar Regional n.º 23/2006/A, de 6 de junho, e suspenso parcialmente pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 8/2010/A, de 7 de abril. Ratifica o Plano Director Municipal da Calheta.

Decreto Regulamentar Regional n.º 24/2005/A, de 26 de outubro. Aprova o Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha de São Jorge.

Decreto Regulamentar Regional n.º 5/2009/A, de 3 de junho. Classifica os Sítios de Importância Comunitária (SIC) como Zonas Especiais de Conservação (ZEC), no território da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Regulamentar Regional n.º 7/2005/A, de 23 de março, e alterado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 22/2005/A, de 12 de outubro. Ratifica o Plano Director Municipal das Velas.

Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho. Estabelece o regime jurídico de identificação, gestão, monitorização e classificação da qualidade das águas balneares e de prestação de informação ao público sobre as mesmas, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro, relativa à gestão da qualidade das águas balneares, e complementando a Lei da Água, aprovada pela Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro.

Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril. Procedeu à revisão da transposição para o direito interno das Directivas Aves e Habitats, estabelecendo os princípios e os instrumentos que deverão conter as medidas de gestão e salvaguarda necessárias à garantia de conservação dos habitats naturais e das espécies da fauna e da flora selvagens.

Decreto-Lei n.º 149/2004, de 22 de junho. Altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de março, que transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de março. Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro. Transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/676/CEE, do Conselho de 12 de dezembro de 1991 (Directiva Nitratos).

Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de agosto. Estabelece normas, critérios e objectivos de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de setembro. Altera o Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de março, transpondo para o direito interno a Directiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro.

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

Decreto-Lei n.º 68/99, de 11 de março. Altera o Decreto-Lei n.º 235/97, de 3 de setembro, que transpõe para o direito interno a Directiva n.º 91/676/CEE, do Conselho de 12 de dezembro de 1991 (Directiva Nitratos).

Directiva n.º 79/409/CEE do Conselho, de 2 de abril. Relativa à conservação de aves selvagens (Directiva Aves).
Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio. Relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

Directiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro. Estabelece o regime legal de protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (Directiva Nitratos).

Directiva n.º 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio. Relativa à preservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens (Directiva Habitats).

Directiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 21 de fevereiro. Altera a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, relativa ao tratamento de águas residuais urbanas (Zonas Sensíveis).

DRA (2019) - Carta de ocupação do solo da Região Autónoma dos Açores – COS.A/2018. Direção Regional Ambiente, 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.

Ferraz-Pinheiro, J., Madruga, J. e Forjaz-Sampaio, J. (1988). Carta de Capacidade de Uso dos Solos da Ilha Terceira, Graciosa e de S. Jorge. Gabinete de Solos, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

Ferreira, J.P.L. (1991) - Plano para a gestão dos recursos hídricos da ilha de S. Miguel. Avaliação da recarga dos aquíferos da ilha de S. Miguel. Relatório 239/91 - GIAS, LNEC, Lisboa, 86 pp.

Forjaz, V.H. (1984) – S.Miguel volcanostratigraphic sketch. Dep.Geociências, Univ. Açores, Ponta Delgada, 1 pp.

Forjaz, V.H., Fernandes, N.S.M., 1970. Folha “B” da ilha de S. Jorge (Açores) da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50.000. Serv. Geol. Portugal.

- Forjaz, V.H., Monjardino, J., Fernandes, N.S.M., 1970. Folha “A” da ilha de S. Jorge (Açores) da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50.000. Serv. Geol. Portugal.
- França, Z. (2000) - Origem e evolução petrológica e geoquímica do vulcanismo da ilha do Pico, Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 372 pp.
- França, Z., Nunes, J.C., Cruz, J.V., Duarte, J.F. & Forjaz, V.H. (2002) – Estudo preliminar do vulcanismo da ilha do Corvo, Açores. In: Garcia, F.G. & Valero, J.L.B. (Eds.), Proceedings 3ª Assembleia Luso-Espanhola de Geodesia e Geofísica, Tomo II, Editorial UPV, Valência: 727-730.
- Gaspar, J.L. (1996) - Ilha Graciosa (Açores). História vulcanológica e avaliação do hazard. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 256 pp.
- Gaspar, J.L., Queiroz, G., Pacheco, J.M., Ferreira, T., Wallenstein, N., Almeida, M.H. e Coutinho, R. (2003) - Basaltic lava ballons produced during the 1998-2001 Serreta Submarine Ridge eruption (Azores). In: White, J.D.L., Smellie, J.L. e Clague, D.A. (Eds.) Explosive Subaqueous Volcanism, Geophysical Monograph 140, AGU, Washington D.C., 379 pp.
- Guest, J.E., Gaspar, J.L., Cole, P.D., Queiroz, G., Duncan, A.M., Wallenstein, N., Ferreira, T. & Pacheco, J.M. (1999) - Volcanic geology of Furnas volcano, São Miguel, Azores. Journal of Volcanol. and Geotherm. Res. 92: 1-29.
- Hayes, M., Svoboda, M., Wilhite, D., Vanyarkho, O., Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 80, No. 3, March 1999, pp 429-438.
- IGP (2008). Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP). Instituto Geográfico Português. Lisboa. INE, 2014. Censos 2001 e 2011- séries históricas.
- INE, 2014a. População residente por local de residência, Sexo e Grupo etário; Anual - INE, Estimativas Anuais da População Residente
- INE, 2014b. Taxa de crescimento efectivo (%) por Local de residência; Anual - INE, Indicadores Demográficos INE, 2014c. Taxa de crescimento natural (%) por Local de residência; Anual - INE, Indicadores Demográficos INE, 2014d. Taxa bruta de natalidade (‰) por Local de residência; Anual - INE, Indicadores Demográficos
- INE, 2014e. Taxa bruta de mortalidade (‰) por Local de residência; Anual - INE, Indicadores Demográficos
- INE, 2014f. Índice de envelhecimento (N.º) por Local de residência; Anual
- INE, 2014g. Relação de masculinidade (N.º) por Local de residência; Anual
- INE, 2014h. Dimensão média das famílias clássicas (N.º); Decenal - INE, Recenseamento da População e Habitação
- INE, 2014i. Estatísticas do Emprego – 2.º trimestre de 2014.
- INE, 2014j. Taxa de emprego (Série 2011 - %) por Local de residência (NUTS - 2002), Sexo, Grupo etário e Nível de escolaridade mais elevado completo; Anual - INE, Inquérito ao Emprego
- INE, 2014k. Taxa de desemprego (Série 2011 - %) por Local de residência (NUTS - 2001) e Grupo etário; Anual - INE, Inquérito ao Emprego

INE, 2011. Recenseamento Agrícola 2009. Análise dos Principais Resultados

INE, 2014l. Empresas (N.º) por Localização geográfica, Atividade económica (Divisão - CAE Rev. 3) e Forma jurídica; Anual - INE, Sistema de Contas Integradas das Empresas (SCIE)

INE, 2014m. Valor acrescentado bruto (€) das Empresas por Localização geográfica (NUTS - 2002) e Atividade económica (Subclasse - CAE Rev. 3); Anual - INE, Sistema de Contas Integradas das Empresas

INE, 2014n. Pessoal ao serviço (N.º) das Empresas por Localização geográfica e Atividade económica (Divisão - CAE Rev. 3); Anual - INE, Sistema de Contas Integradas das Empresas (SCIE)

INE, 2014p. Capturas nominais de pescado (€) por Porto de descarga e Espécie; Anual. Direção Regional das Pescas dos Açores.

INE, 2014o. Pescadores matriculados em 31 de dezembro em portos nacionais (N.º) por Porto de registo e Segmento de pesca; Anual - INE, Inquérito aos Pescadores Matriculados por Segmento de Pesca - Estatística Anual da Pesca

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 (LBOTU).

Lei n.º 54/07, de 31 de agosto. Altera a Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, que aprova LBOTU.

Lencastre, A & Franco, F.M. (1984). Lições de Hidrologia. Serviços Editoriais da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
Lloyd-Hughes, B., Saunders, M. (2002), A Drought Climatology for Europe, International Journal of Climatology, 2002, 22, pp 1571-1592.

LNEC (1990). Plano para a Gestão dos Recursos Hídricos da Ilha de S. Miguel – Açores. 1º Relatório – Caracterização Geral da Ilha de S. Miguel. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Relatório 118/91 – NHHF/NP, Lisboa.

Machado, F. & Forjaz, V. H. (1965) – A crise sísmica de S. Jorge, de fevereiro de 1964. Bol. Soc. Geol. Portugal 16 (1/2): 201-206.

Madeira, J. (1998) – Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores. Tese de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade em Geodinâmica Interna. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 428 p.

Madeira, J. (1998). Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores. Tese de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade em Geodinâmica Interna. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 428 p.

Madrugá, J.S. (1995). Características e génese do horizonte plácico em solos vulcânicos do arquipélago dos Açores. Dissertação de Doutoramento, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo.

Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. (1993), The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eight Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, pp. 179-186.

Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. (1995), Drought monitoring with multiple time scales. Ninth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, pp. 233-236.

Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Decreto -Lei n.º 115/2010, que aprova o quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações, com o objectivo de reduzir as suas consequências prejudiciais, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2007/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro – 1.ª série, n.º 206, Imprensa Nacional - Casa da Moeda, Lisboa, 22 de outubro de 2010.

Moore, R.B. (1990) Volcanic geology and eruption frequency, São Miguel, Azores. Bull. Volcanol. 52: 602-614.
Morisseau, M. (1987) - Les éruptions hydromagmatiques et les xénolites associés: signification géothermique. Exemples de Flores et de Faial (Açores). Thèse présentée pour obtenir le titre de Docteur en Sciences, Université de Paris XI, Orsay, 493 pp.

Needham, H. e Francheteau, J. (1974) - Some characteristics of the rift valley in the Atlantic Ocean near 36° 48' north. Earth and Planet. Sci. Lett. 22: 29-43.

Nunes, J.C. (1999) – A actividade vulcânica na ilha do Pico do plistocénico superior ao holocénico: mecanismo eruptivo e hazard vulcânico. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 357 pp.

Nunes, J.C. (2000) - Notas sobre a geologia da Terceira. Açoreana 9: 205-215.

Pacheco, J.M., T. Ferreira, T., Queiroz, G., Wallenstein, N., Coutinho, R., Cruz, J.V., Pimentel, A., Silva, R., Gaspar, J.L., e Goulart, C. (2011) - Notas sobre a geologia do arquipélago dos Açores (in press).

Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia, Directiva 2007/60/CE – Directiva relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundação, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Bruxelas, 23 de outubro de 2007.

Pinheiro, J.A. (1990). Estudo dos principais tipos de solos da ilha Terceira (Açores). Dissertação de Doutoramento, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro. Aprova a Lista Nacional de Zonas Vulneráveis e as Cartas de Zonas Vulneráveis do território português.

Portaria n.º 148/2010, de 25 de fevereiro. Aprova a lista de zonas balneares costeiras dos Açores identificadas como águas balneares para a época balnear de 2010 e define a duração da respectiva época balnear

Portaria n.º 43/93, de 2 de setembro. Estabelece as condições para a captura de moluscos univalves sem fins comerciais na Região Autónoma dos Açores.

Portaria n.º 47/2006, de 22 de junho. Aprova o Programa de Acção para as zonas vulneráveis n.º 1 (Serra Devassa), n.º 2 (São Brás) e n.º 3 (Congro), na Ilha de São Miguel, n.º 6 (Capitão) e n.º 7 (Caiado) na Ilha do Pico e n.º 8 (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 Região Autónoma dos Açores – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume VI - Ilha de São Jorge, Ponta Delgada, 67 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 Diretiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro, relativa ao regime legal de protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (Directiva Nitratos).

Ricardo, R.P; Madeira, M.A.M; Medina, J.M.B. (1979). Enquadramento taxonómico dos principais tipos de solos que se admitem ocorrerem no Arquipélago dos Açores. Anais do Instituto Superior de Agronomia, 39. Lisboa.

Rodrigues, M. C. (2002) – Recursos Hídricos e Património Natural – Tese de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza. Universidade dos Açores.

Schilling, J-G. (1975) – Azores mantle blob: rare-earth evidence. Earth Planet. Sci. Lett., 25, p. 103-115.

Searle, R. (1980) - Tectonics pattern of the Azores spreading centre and triple junction. Earth and Planet. Sci. Lett. 51: 415-434.

Serralheiro, A., Matos Alves, C.A., Forjaz, V.H. & Rodrigues, B. (1987) - Carta vulcanológica dos Açores na escala 1/15000; Ilha de Santa Maria. CV/INIC-DGUA-SRPCA, Ponta Delgada, 2 folhas.

Silva, M. (2005) - Caracterização da sismicidade histórica dos Açores com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico nas ilhas do Grupo Central. Dissertação de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 146 pp.

Silveira, D. (2002) - Caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico. Dissertação de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 149 p.

Silvério Godinho (1989) – Intensidade, Duração e frequência da Precipitação no arquipélago dos Açores – O Clima de Portugal, Fascículo XLVI. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

SRAM, 2013. Plano Setorial de Ordenamento do Território para as Atividades da Região Autónoma dos Açores RAM/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.

SREA, 2011. Recenseamento Agrícola 2009. Resultados Definitivos

SREA, 2014. Hóspedes, dormidas e estada média por ilha. Consultado em 27-10 de 2014, na página de internet: http://estatistica.azores.gov.pt/conteudos/Relatorios/lista_relatorios.aspx?idc=29&idsc=1162&lang_id=1

SREA, 2014a. Produção e consumo de Energia (kwh) 2013. Consultado em 27-10 de 2014, na página de internet: http://estatistica.azores.gov.pt/conteudos/Relatorios/lista_relatorios.aspx?idc=29&idsc=1134&lang_id=1

SREA, 2014b. Contas Regionais 1995-2012. Consultado em 27-10 de 2014, na página de internet: http://estatistica.azores.gov.pt/Conteudos/Relatorios/lista_relatorios.aspx?idc=308&idsc=745&lang_id=1

SREA, 2012. Anuário Estatístico Dos Açores, 2012.

SREA (2018). Anuário Estatístico da RAA 2018. Serviço Regional de Estatística dos Açores. Angra do Heroísmo. Thom, H.C.S. (1958), A note on the Gamma distribution, Monthly Weather Review, Vol 86, n.º 4, pp 117-122.

Weston, F.S. (1964) - List of recorded volcanic eruptions in the Azores with brief reports. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências de Lisboa 10(1): 3-18.

White, W.M., Tapia, M. e Schilling, J.-G. (1979) - The petrology and geochemistry of the Azores Islands. Contrib. Mineral. Petrol. 69: 201-213.

3 | Caracterização das Massas de Água

Aller, L., Bennett, T., Lehr, J.H., Perry, R. & Hackett, G. (1987) – DRASTIC. A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings. EPA, Ada, 622 pp.

Amaral, P. (2005). Monitorização de vertentes instáveis no concelho da Povoação, Olha de São Miguel (Açores): Ensaio com base na utilização de uma Estação Total. Tese de Mestrado. Universidade dos Açores.

Andrade, C., Teixeira, S., Reis, R. & Freitas, C. (1996). The record of storminess of the Portuguese NW coast in newspaper sources. In: "Partnership in coastal zone management". Taussik, J. & Mitchell, J., Editors. Samara, 159-166 (citado em Borges, 2003).

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.

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).
- CEC (2003) – Guidance on analysis of pressures and impacts. Guidance Document n.º 3, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 148 pp.
- CEC (2006) – Guidance on groundwater in drinking water protected areas. Guidance Document n.º 16, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 34 pp.
- Constância, J. P., T. Braga, J. C. Nunes, E. Machado & L. Silva (1997) Lagoas e Lagoeiros da Ilha de S. Miguel. Amigos dos Açores, Ponta Delgada - Portugal.
- Coutinho, R., Antunes, P., Freire, P. (2008) – Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Pico – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 36 pp.
- Cruz, J.V. (2001) – Recursos Subterrâneos. Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.
- Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. & Mendes, S. (2010) - Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU Water Framework Directive. Environmental Earth Sciences, 61, pp. 173-186
- Davis, R.A. Jr. (1997). The evolving coast. Scientific American Library, New York, 233 pp (citado em Borges, 2003).
- DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.
- DROTRH (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.
- DROTRH (2007) – Carta de ocupação do solo da Região Autónoma dos Açores. DROTRH/SRAM, Ponta Delgada, 54 pp.
- DROTRH/SRA (2000). Plano Regional de Ordenamento do Território dos Açores, Versão para Consulta Pública, Ponta Delgada.
- DROTRH/SRA (2001). Plano Regional da Água, Versão para Consulta Pública, Ponta Delgada.
- Dudgeon, D. (2008) Tropical stream ecology. Academic Press, London, UK.

- Fernandes, N.M. (1977) - Geochimie de l'île de São Jorge. Memoire présenté a la Faculté des Sciences de l'Université de Montreal, Maitrise es Sciences (Geologie), 183 pp.
- Fisher, J., A. Deflandre-Vlandas, M. Coste, F. Delmas & H. P. Jarvie (2010) Assemblage grouping of European benthic diatoms as indicators of trophic status of rivers. *Fundamental and Applied Limnology / Archiv fur Hydrobiologie* 176:89-100
- Forjaz, V.H. & Fernandes, N.S.M. (1976) - Carta Geológica de Portugal; notícia explicativa das folhas "A" e "B" da ilha de S. Jorge (Açores). *Serv. Geol. Portugal, Lisboa*, 32 pp.
- Forjaz, V.H. (1989). Coastal environment and S.Miguel geothermal wastes. Symposium on applied and environmental geology, VI coastal geological environments. Faculdade de Ciências Universidade de Lisboa, 28.3 - 04/89.
- França, Z., Cruz, J.V. Nunes, J.C. & Forjaz, V.H. (2005) - Geologia dos Açores: uma perspectiva actual. *Açoreana*, 140 pp.
- Godschalk, D.R., Brower, D.J. & Beatley, T. (1989). Catastrophic coastal storms, hazard mitigation and development management. Duke University Press, Durham, 275 pp (citado em Borges, 2003).
- Gonçalves, V. (2008) Contribuição do estudo das microalgas para a avaliação da qualidade ecológica das lagoas dos Açores: fitoplâncton e diatomáceas bentónicas. Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- Gonçalves, V., Costa, A., Raposeiro, P., Marques, H., Cunha, A., Ramos, J., Cruz, A., Pereira, C. (2009a) Caracterização Biológica das Massas de Água Interiores das Ilhas de Faial e Pico. CCPA/Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- Gonçalves, V., Costa, A., Raposeiro, P., Marques, H., Cunha, A., Ramos, J., Cruz, A., Pereira, C. (2009b) Caracterização Biológica das Massas de Água Interiores das Ilhas de São Miguel e Santa Maria. CCPA/Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.
- Gonçalves, V., Costa, A.C., Raposeiro, P., Marques, H. (2005) Caracterização biológica das massas de água superficiais das ilhas de São Miguel e Santa Maria. Universidade dos Açores - Ponta Delgada:240.
- Gonçalves, V., Raposeiro, P., Costa, A.C., 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., P. Raposeiro, A. C. Costa, H. Marques, V. Malhão, J. Michael & A. Cunha, (2006a). Caracterização ecológica das massas de água interiores das ilhas de São Miguel e Santa Maria da Região Autónoma dos Açores. Departamento de Biologia/Centro de Conservação e Protecção do Ambiente, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 134 pp.
- Gonçalves, V., Raposeiro, P., Costa, A.C., Marques, H., Malhão, V., Micael, J., Cunha, A. (2008b) 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. (2006b) 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.

Hayes, M.O. (1975). Morphology of sand accumulation in estuaries: an introduction to the symposium. In "Estuarine research, geology and engineering". Cronin, L.E., Editor. Academic Press, New York, 2: 3-22 (citado em Borges, 2003).

Hayes, M.O. (1979). Barrier island morphology as a function of tidal and wave regime. In "Barrier islands". Leatherman, S., Editor. Academic Press, New York, 1-27 (citado em Borges, 2003).

Hem, J.D. (1985) – Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U.S. Geol. Survey Water-Supply Paper 2254, 263 p.

Hickey, K. (1997). Documentary records of coastal floods in Scotland, 1500-1991 AD. Tese de Doutoramento vol. 1, Coventry University, 418 pp (não publicado) (citado em Borges, 2003).

Hughes, S. J., J. M. Santos, M. T. Ferreira, R. Caraça & A. M. Mendes (2009) Ecological assessment of an intermittent Mediterranean river using community structure and function: evaluating the role of different organism groups. *Freshwater Biology* 54(11):2383-2400.

Instituto Hidrográfico (1981) – Roteiro do arquipélago dos Açores. Pub. (N)-IH-128-SN, 237 pp (citado em Borges, 2003).

Komar, P.D. (1997). The Pacific Northwest coast: living with the shores of Oregon and Washington. Duke University Press, Durham, 195 pp (citado em Borges, 2003).

Komar, P.D. (1998) - Beach processes and sedimentation. 2ª ed. Prentice Hall, New Jersey, 544 pp (citado em Borges, 2003).

Lamb, H. (1991). Historic storms of the North Sea, British Isles and Northwest Europe. Cambridge University Press, Cambridge, 204 pp (citado em Borges, 2003).

LNEC (1993) – Desenvolvimento de um inventário das águas subterrâneas de Portugal. Caracterização dos recursos hídricos subterrâneos e mapeamento DRASTIC da vulnerabilidade dos aquíferos de Portugal. Relatório 179/93 – GIAS, LNEC, Lisboa, 285 pp.

LNEC (2001) – Desenvolvimento de um inventário das águas subterrâneas dos Açores. Relatório final - 3º ano. Fase 3. Relatório 239/01-GIAS, LNEC, Lisboa, 640 pp.

Loução, A. (1991) – Acerca do ciclo do azoto. *Ciência*, 6, pp. 5-7.

Machado, F. & Freire, T. (1976). Erosão marinha no cone vulcânico dos Capelinhos. *Atlântida*, XX: 206 -209 (citado em PRA, 2001b).

Machado, F. & Freire, T. (1985). Cone dos Capelinhos em 1981. *Açoreana*, 6(3): 261-266 (citado em PRA, 2001b).

Madeira, J. (1998) - Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S.Jorge: uma contribuição para o conhecimento

geodinâmico da junção tripla dos Açores. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 428 pp.

Madeira, J. (1998). Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores. Tese de Doutoramento, Dep. Geologia Faculdade Ciências da Universidade Lisboa, 483 pp.

Martinez, A.G., Romero Macias, E. E Caballero Rodriguez, M.J. (1990) – Problemática de la contaminación de aguas subterráneas por nitratos. In: Livro de Homenagem ao Prof. Doutor Carlos Romariz, Ed. DGFCUL, Lisboa, pp. 127-150.

Neto, A., Brotas, V., Azevedo J., Patarra, R., Álvaro, N., Gameiro, C., Prestes, A., Nogueira, E. (2009a). Qualidade de águas costeiras da ilha Terceira (Açores) e proposta de monitorização. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores.

Neto, A., Brotas, V., Azevedo, J., Patarra, R., Álvaro, N., Gameiro, C., Prestes, A., Nogueira E. (2009b). Qualidade de águas de transição da ilha de São Jorge e proposta de monitorização. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores. iii+32 pp.+Anexos. iii+50 pp.+Anexos.

Nunes, J. C. (1999) A actividade vulcânica na Ilha do Pico do Plistocénio Superior ao Holocénio: mecanismo eruptivo e hazard vulcânico. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Parlamento & União Europeia (2000) Directiva 2000/60/CE – Directiva Quadro da Água, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Bruxelas, 22 de dezembro de 2000.

Pereira, L.S.F. (2000) - Hidrogeologia da ilha de São Jorge: uma primeira abordagem. Rel. Estágio, Licenciatura em Geologia do Ambiente, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 51 p.

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).

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.

POTRAA (2007). Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores – Plantas de Síntese do Modelo de Organização do Território. Direcção Regional do Turismo – Secretaria Regional da economia. Região Autónoma dos Açores.

PRA (2000a). Plano Regional da Água – Relatório de Caracterização e diagnóstico da Situação Actual da Hidrografia/Clima/Hidrologia da Superfície. Centro de Geologia Ambiental. Universidade dos Açores.

PRA (2001a). Plano Regional da Água – Relatório de Identificação e caracterização de riscos Geológicos. Centro de Geologia Ambiental, Departamento de Geociências. Universidade dos Açores.

PRA (2001b). Plano Regional da Água – Relatório Técnico da Versão para Consulta Pública. Região Autónoma dos Açores.

PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPECTIVA (2005). Estudo de Concepção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume VI - Ilha de São Jorge, Ponta Delgada, 67 pp.

PROTA (2008). Plano Regional de Ordenamento do Território para a Região Autónoma dos Açores. Volume 12 –

Gestão da Água e Saneamento. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.

REOT (2001). Relatório do Estado de Ordenamento do Território, Direcção Regional de Ordenamento do Território e Recursos Hídricos.

REOT (2003). Relatório do Estado de Ordenamento do Território, Direcção Regional de Ordenamento do Território e Recursos Hídricos – Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.

Roger, J.B., Turpin, R.N. & Brand, S. (1982). Hurricane havens handbook for the North Atlantic Ocean. NAVENVPREDRSCHFAC Technical Report TR 82-03 (citado em Borges, 2003).

RSCRHAA (2006). Relatório Síntese da Caracterização Hidrográfica do Arquipélago dos Açores – Implementação da Directiva Quadro Água. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.

Shepard, F. (1973). Submarine geology. 3ª ed. Harper & Row, New York, 517 pp (citado em Borges, 2003). SRAM (2007) – PEGRA – Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores. SRAM, Horta, 124 pp.

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.

Van Dam, H., A. Mertens & J. Sinkeldam (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28(1):117-133.

Viles, H & Spencer, T. (1995). Coastal problems: geomorphology, ecology and society at the coast. Edward Arnold, London, 350 pp (citado em Borges, 2003).

Zaporozec, A. (1994) – Concept of groundwater vulnerability. In: Vrba, J. & Zaporozec, A. (eds.), Guidebook on mapping groundwater vulnerability. International Contributions to Hydrogeology, 16, Heise, pp. 3-7.

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 n.º 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.

4 | Redes de monitorização

- CEC (2003) - Monitoring under the Water Framework Directive. Guidance Document n.º 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 n.º 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 n.º 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 Região Autónoma dos Açores. Anais (em CD ROM) do 8º Congresso da Água “Água, Sede de sustentabilidade”, Figueira da Foz, 14 p.
- Cymbron, R., Pacheco, D., Gonçalves, V., Cabral, M., Cruz, J.V., Raposeiro, P., Costa, A., Marques, H., Domingos, M., Nunes, J.C. e Coutinho, R. (2005) – Monitorização da qualidade das águas interiores das ilhas de Santa Maria e São Miguel da Região Autónoma dos Açores. In: Ortega, A., Peña, L. e Rodriguez, G. (Eds.), Técnicas y métodos para la gestión sostenible del agua en la Macaronesia, Canarias, 295-334.
- DROTRH-INAG (2001) Plano Regional da Água. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.
- Ferreira J.G., Abreu, P.F., Bettencourt, A.M. Bricker, S.B. et al (2005) Monitoring Plan for Water Quality and Ecology of Portuguese Coastal Waters, Development of Guidelines for the Application of the European Union Water Framework Directive. IMAR, 141 pp.
- Ferreira, J.P.L. (2000) - Inventariando, monitorizando e gerindo de forma sustentável recursos hídricos subterrâneos. A situação portuguesa, os desafios da União Europeia 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-IV/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 Diretiva Quadro da Água - Protocolo de amostragem e análise para o fitoplâncton. Instituto da Água I.P., Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa

INAG (2009b) Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais – Rios e albufeiras. Instituto da Água I.P., Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa

INAG, DGADR (2008) Poluição provocada por Nitratos de origem agrícola Directiva 91/676/CEE, de 12 de dezembro de 1991 – Relatório (2004-2007)

Lopes, A.R. e Cupeto, C. (1999) - Plano nacional de monitorização de águas subterrâneas. INAG, Lisboa, 18 pp.
Medeiros, M., Mendes, S., Cymbron, R., Pacheco, D. Gaspar, J. (2010) A implementação da Directiva Quadro da Água na Região Autónoma dos Açores. XV Congresso da Associação Ibérica de Limnologia, Ponta Delgada.

Medeiros, C. (2011) A utilização do River Habitat Survey como ferramenta de apoio à decisão na gestão dos recursos hídricos nos Açores. Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Medeiros, C. & V. Gonçalves, 2010. Ensaio de caracterização biofísica dos cursos de água da ilha de Santa Maria através da aplicação do River Habitat Survey. Relatórios e Comunicações do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores 36:89-95.

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

SRAM, INAG (2006) Relatório síntese da caracterização da região hidrográfica - Arquipélago dos Açores, Portugal. SRAM edn. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar e Instituto da Água, Ponta Delgada

5 | Avaliação do Estado das Massas de água

Argillier, C., S. Caussé, M. Gevrey, S. Pédrón, J. Bortoli, S. Brucet, M. Emmrich, E. Jeppesen, T. Lauridsen, T. Mehner, M. Olin, M. Rask, P. Volta, I. J. Winfield, F. Kelly, T. Krause, A. Palm, K. Holmgren (2012) Development of a fish-based index to assess the eutrophication status of European lakes. Hydrobiologia 704:193-211.

Buchaca, T., T. Skov, S. Amsinck, V. Gonçalves, J. Azevedo, T. Andersen, E. Jeppesen (2011) Rapid Ecological Shift Following Piscivorous Fish Introduction to Increasingly Eutrophic and Warmer Lake Furnas (Azores Archipelago, Portugal): A Paleoecological Approach. Ecosystems 14:458-477.

Callieri, C., J. Stockner (2000) Picocyanobacteria success in oligotrophic lakes: fact or fiction? Journal of Limnology

Caussé, S., M. Gevrey, S. Pédrón, S. Brucet, K. Holmgren, M. Emmrich, J. De Bortoli, C. Argillier. (2011) WISER Deliverable 3.4-4: Fish indicators for ecological status assessment of lakes affected by eutrophication and hydromorphological pressures, European Commission, 46pp.

Cemagreff (1982) Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Agence financière de Bassin Rhone - Méditerranée - Corse, Pierre, Bénite, Lyon.

CEN (2005) Water Quality – Sampling of Fish with Multimesh Gillnets. European Committee for Standardization, EN 14757, Brussels.

Gonçalves, V. (2008) Contribuição do estudo das microalgas para a avaliação da qualidade ecológica das lagoas dos Açores: fitoplâncton e diatomáceas bentónicas. Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Gonçalves, V., Costa, A., Raposeiro, P., Marques, H., Cunha, A., Ramos, J., Cruz, A., Pereira, C. (2009a) Caracterização Biológica das Massas de Água Interiores das Ilhas de Faial e Pico. CCPA/Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Gonçalves, V., Costa, A., Raposeiro, P., Marques, H., Cunha, A., Ramos, J., Cruz, A., Pereira, C. (2009b) Caracterização Biológica das Massas de Água Interiores das Ilhas de São Miguel e Santa Maria. CCPA/Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada.

Gonçalves, V., Raposeiro, P., Costa, A.C. (2008a) 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. (2008b) 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., P. Raposeiro, A. C. Costa, H. Marques, V. Malhão, J. Michael & A. Cunha, (2006a). Caracterização ecológica das massas de água interiores das ilhas de São Miguel e Santa Maria da Região Autónoma dos Açores. Departamento de Biologia/Centro de Conservação e Protecção do Ambiente, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 134 pp.

Gonçalves, V., Raposeiro, P., Costa, A.C., Marques, H., Malhão, V., Micael, J., Cunha, A. (2008b) 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.

INAG (2008) Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água - Protocolo de amostragem e análise para a fauna piscícola. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P., Lisboa.

INAG (2009) Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais – rios e albufeiras. Instituto da Água I.P., Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, Lisboa.

Inova (1996) Análise das Águas das lagoas da Região Autónoma dos Açores. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada.

Inova (1999) Análise das Águas das lagoas da Região Autónoma dos Açores. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada.

Inova (2007) Resultados das análises efectuadas a água subterrâneas e superficiais das ilhas de Corvo, Flores, Pico e Faial, no período entre fevereiro de 2006 e março de 2007. Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores, Ponta Delgada.

Lyche-Solheim, A., C. K. Feld, S. Birk, G. Phillips, L. Carvalho, G. Morabito, U. Mischke, N. Willby, M. Søndergaard, S. Hellsten, A. Kolada, M. Mjelde, J. Böhmer, O. Miler, M. T. Pusch, C. Argillier, E. Jeppesen, T. L. Lauridsen, S. Poikane (2013) Ecological status assessment of European lakes: a comparison of metrics for phytoplankton, macrophytes, benthic invertebrates and fish. *Hydrobiologia* 704:57-74.

Meador, M.R., R.M. Goldstein (2003) Assessing water quality at large geographic scales: relations among land use, water physicochemistry, riparian condition, and fish community structure. *Environ Manage* 31:504-517.

Parlamento & União Europeia (2000) Directiva 2000/60/CE – Directiva Quadro da Água, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Bruxelas, 22 de dezembro de 2000.

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.

Skov, T., T. Buchaca, S. Amsinck, F. Landkildehus, B. Odgaard, J. Azevedo, V. Gonçalves, P. Raposeiro, T. Andersen, E. Jeppesen (2010) Using invertebrate remains and pigments in the sediment to infer changes in trophic structure after fish introduction in Lake Fogo: a crater lake in the Azores. *Hydrobiologia* 654:13-25.

Stockner, J., C. Callieri, G. Cronberg (2000) Picoplankton and other non-bloom forming cyanobacteria in lakes. In Whitton, B. A. & M. Potts (eds) *The Ecology of Cyanobacteria Their Diversity in Time and Space*. Kluwer academic Publishers, 195-231.

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 n.º 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

Direcção Regional do Ordenamento do Território e Recursos Hídricos- Secretaria Regional do Ambiente (DROTRH-SRA), 2008. Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da Região Autónoma dos Açores.

INSAAR. Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais. Campanhas 2002, 2005, 2006 e 2007.

Instituto Nacional da Água (INAG), 2011. Relatório do Estado do Abastecimento de Água e do Tratamento de Águas Residuais. Sistemas Públicos Urbanos INSAAR 2010 (dados 2009).

Inquéritos PGRH-Açores 1.º Ciclo

INE, 2014, Estimativas Anuais da População Residente

INE, 2011 – Estudo sobre o poder de compra concelhio 2011

Serviço Regional de Estatística dos Açores (SREA), 2014. Volume de água faturado a utilizadores finais - 2013

| Anexos

Anexo 2.2.I | Informação climática disponível e considerações metodológicas

Esta análise consta do documento geral de caracterização da RH9 da Parte 2 – Caracterização da Situação de Referência e Diagnóstico.

Anexo 2.3.I | Pontos de água subterrânea

Refª PGRH	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
SJG.1	Abelheira I	Nascente	408705	4280842	Sim	Ocidental
SJG.2	Abelheira II	Nascente	408705	4280842	Sim	Ocidental
SJG.3	Água de Prata	Nascente	412079	4279547	Sim	Ocidental
SJG.4	Almada	Nascente	408031	4281188	Sim	Ocidental
SJG.11	Biscoitos I	Nascente	409490	4274527	Sim	Ocidental
SJG.12	Biscoitos II	Nascente	409490	4274527	Sim	Ocidental
SJG.13	Biscoitos III	Nascente	409490	4274527	Sim	Ocidental
SJG.14	Biscoitos IV	Nascente	409416	4274514	Sim	Ocidental
SJG.15	Caminho Velho	Nascente	408170	4281049	Sim	Ocidental
SJG.19	Casada	Nascente	407053	4278911	Sim	Ocidental
SJG.20	Chaminé I	Nascente	408048	4281151	Sim	Ocidental
SJG.21	Chaminé II	Nascente	408050	4281148	Sim	Ocidental
SJG.22	Choupana	Nascente	398047	4285280	Sim	Ocidental
SJG.24	Fajã Grande I	Nascente	409358	4274469	Sim	Ocidental
SJG.25	Fajã Grande II	Nascente	409315	4274477	Sim	Ocidental
SJG.26	Fajã Grande III	Nascente	409487	4274365	Sim	Ocidental
SJG.27	Fajã Grande IV	Nascente	409544	4274349	Sim	Ocidental
SJG.28	Fonte Nova	Nascente	399402	4284523	Sim	Ocidental
SJG.29	Gamboesa	Nascente	408058	4278363	Sim	Ocidental
SJG.31	Juncal	Nascente	406235	4279080	Sim	Ocidental
SJG.32	Lena	Nascente	408040	4281188	Sim	Ocidental
SJG.34	Maria Alves I	Nascente	404079	4280173	Sim	Ocidental
SJG.35	Maria Alves II	Nascente	404212	4280242	Sim	Ocidental
SJG.40	Pico Alto I	Nascente	409849	4276996	Sim	Ocidental
SJG.41	Pico Alto II	Nascente	409842	4276986	Sim	Ocidental
SJG.42	Pico Alto III	Nascente	409825	4276968	Sim	Ocidental
SJG.43	Pico Alto IV	Nascente	409630	4276980	Sim	Ocidental
SJG.44	Pico Alto V	Nascente	409607	4276987	Sim	Ocidental
SJG.45	Pico Alto VI	Nascente	409568	4276988	Sim	Ocidental
SJG.46	Pico Verde	Nascente	405129	4279521	Sim	Ocidental
SJG.50	Ribeira da Areia	Nascente	410596	4280365	Sim	Ocidental
SJG.57	Sete Fontes (Norte Pequeno - Calheta)	Nascente	412104	4279526	Sim	Ocidental
SJG.58	Sete Fontes (Rosais - Velas)	Nascente	390530	4287570	Sim	Ocidental
SJG.61	Tio Serafim	Nascente	412117	4279627	Sim	Ocidental
SJG.64	Vieira I ou Pombal	Nascente	407392	4276080	Sim	Ocidental
SJG.65	Vieira II ou Tornos	Nascente	407355	4276046	Sim	Ocidental
SJG.68	Areias Sto Amaro I	Nascente Outras	397900	4282100	Não	Ocidental
SJG.69	Areias Sto Amaro II	Nascente Outras	398100	4282100	Não	Ocidental
SJG.73	Chã Lagoinhas I	Nascente Outras	401975	4281175	Não	Ocidental

SJG.74	Chã Lagoinhas II	Nascente Outras	402000	4281175	Não	Ocidental
SJG.75	Coirelas I	Nascente Outras	399092	4280353	Não	Ocidental
SJG.76	Coirelas II	Nascente Outras	399235	4280345	Não	Ocidental
SJG.77	Coroas	Nascente Outras	398486	4282750	Não	Ocidental
SJG.78	Curral das Ovelhas	Nascente Outras	406450	4279375	Não	Ocidental
SJG.79	Fonduras I	Nascente Outras	397514	4283011	Não	Ocidental
SJG.80	Fonduras II	Nascente Outras	397738	4283062	Não	Ocidental
SJG.82	Fonte Grande	Nascente Outras	408175	4281100	Não	Ocidental
SJG.83	Fonte Santa	Nascente Outras	412200	4279475	Não	Ocidental
SJG.85	Grotas	Nascente Outras	405900	4279350	Não	Ocidental
SJG.86	Grutão	Nascente Outras	400070	4280801	Não	Ocidental
SJG.87	Ladeiras	Nascente Outras	407225	4276150	Não	Ocidental
SJG.88	Louros	Nascente Outras	401734	4280740	Não	Ocidental
SJG.90	Maria Alves de Baixo	Nascente Outras	405000	4280300	Não	Ocidental
SJG.91	Padre João	Nascente Outras	407225	4276150	Não	Ocidental
SJG.92	Pastinho das Coroas (chafariz)	Nascente Outras	399858	4282243	Não	Ocidental
SJG.94	Portal Cedros	Nascente Outras	398550	4283375	Não	Ocidental
SJG.95	Quantreira	Nascente Outras	407225	4276150	Não	Ocidental
SJG.96	Terreiro da Macela	Nascente Outras	396275	4285350	Não	Ocidental
SJG.97	Fajã Sto. Amaro ou Queimada II (AC3)	Furo	398973	4280724	Sim	Ocidental
SJG.98	Fajã Sto. Amaro ou Queimada I (AC2 ou S.J. F1)	Furo	399037	4280605	Não	Ocidental
SJG.99	Entremorros (AC1)	Furo	394384	4282569	Não	Ocidental
SJG.100	Ribeira do Nabo (SB1 ou S.J.F2)	Furo	399638	4280633	Não	Ocidental
SJG.101	Grotão da Areia	Nascente Outras	406950	4279125	Sim	Ocidental
SJG.102	Pombal	Nascente Outras	408425	4276875	Sim	Ocidental
SJG.103	Fonte dos Tornos	Nascente Outras	408250	4276625	Sim	Ocidental
SJG.104	Juncalinho	Nascente Outras	406450	4279375	Sim	Ocidental
SJG.112	Ribeira do Nabo (IROA)	Furo	399960	4280426	Sim	Ocidental

Anexo 2.3.II | Características técnicas dos furos de captação

Refª PGRH	Designação	Cota (m)	Profundidade (m)	Ralos (m)	Diâmetro (")	NHE (m)	NHD (m)	Caudal Esp. (L/sm)
SJG.97	AC3	117,36	120	117 - 118	12	-116,3	-117,3	3,3
SJG.98	AC2 ou F1	120	118,3	112.8 - 115.90	12	-111,6	-111,7	230
SJG.99	AC1	~52	59,7	54.65 - 56.65	10	-53,3	-53,45	22
SJG.100	SB1 ou F2	221	256	228,3 - 248	10	-222,72	-222,8	27,5
SJG.112	Ribeira do Nabo (IROA)	~275	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.

Legenda:s.d. – sem dados

Anexo 2.9.I | Precipitação mensal ponderada – Ilha de São Jorge

Ano hid.	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1978/79	203,7	175,0	206,1	285,1	189,4	106,1	86,3	70,5	117,0	51,3	31,1	108,4
1979/80	89,0	196,5	144,6	87,1	188,1	141,1	247,7	64,9	50,6	60,6	72,6	97,0
1980/81	115,0	237,8	195,6	32,7	158,3	191,3	60,9	62,4	80,7	7,5	75,2	96,9
1981/82	84,0	314,4	143,5	95,9	122,1	65,4	216,0	76,3	124,6	84,4	28,8	81,9
1982/83	170,4	197,5	222,0	124,1	112,1	68,4	89,9	84,3	44,8	58,4	28,5	189,2
1983/84	64,4	290,8	110,8	21,5	235,3	98,9	208,9	21,8	38,0	52,2	41,8	90,9
1984/85	117,6	199,6	94,1	192,8	233,5	39,5	130,8	101,4	149,8	38,3	47,6	70,2
1985/86	241,3	279,7	108,5	51,4	127,2	75,0	161,9	54,4	16,1	30,5	144,3	271,4
1986/87	174,3	60,4	216,6	241,2	265,9	225,3	117,1	255,5	78,9	6,6	63,0	227,7
1987/88	115,2	100,9	307,8	79,0	104,1	65,6	110,0	101,3	10,3	13,7	32,4	101,1
1988/89	184,1	196,3	125,5	107,5	48,7	68,8	49,6	94,6	117,6	36,3	36,5	116,1
1989/90	96,7	121,8	323,6	128,1	125,6	81,1	80,4	151,9	22,4	47,3	228,7	60,1
1990/91	147,2	219,6	189,5	153,0	143,9	79,6	80,7	54,7	30,9	64,0	65,3	88,0
1991/92	135,0	183,5	116,7	171,4	84,0	54,8	47,7	89,6	47,3	47,9	44,4	162,3