



volume 4.
Graciosa

| caracterização e diagnóstico da
situação de referência



Índice de conteúdos

Preâmbulo	11
2 Caracterização e Diagnóstico da Ilha Graciosa	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	13
2.2.1 Aspetos gerais - O clima dos Açores	13
2.2.2 Os elementos do clima à escala local	13
2.2.3 Distribuição espacial do clima	18
2.3 Caracterização geológica e geomorfológica	21
2.3.1 Geologia	21
2.3.2 Geomorfologia	25
2.3.3 Tipos de solo	31
2.3.4 Hidrogeologia.....	33
2.3.5 Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas	40
2.4 Caracterização hidrográfica e hidrológica.....	42
2.4.1 Rede hidrográfica	42
2.4.2 Balanço hídrico	43
2.4.3 Escoamento anual.....	45
2.4.4 Valores anuais de cheias e secas	46
2.5 Caracterização socioeconómica	50
2.6 Caracterização do uso do solo e ordenamento do território	50
2.6.1 Capacidade de uso do solo	50
2.6.2 Usos do solo	52
2.6.3 Sistema de gestão territorial.....	54
2.7 Caracterização dos usos e necessidades de água.....	66
2.7.1 Consumos de água por tipologia de uso	66
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	74
2.8.1 Sistema de abastecimento de água	74
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.....	86
2.9.3 Secas.....	89
2.9.4 Erosão hídrica e transporte de material sólido	96
2.9.5 Erosão costeira e capacidade de recarga do litoral	97
2.9.6 Movimentos de massas	104
2.9.7 Sismos	106
2.9.8 Vulcões	108
2.9.9 Tsunamis	108
2.9.10 Infraestruturas.....	109
2.9.11 Poluição accidental	109
3 Caracterização das Massas de Água	111

3.1 Massas de água superficiais.....	111
3.1.1 Tipos de massas de água	111
3.2 Massas de água subterrâneas.....	114
3.2.1 Delimitação das massas de água	114
3.2.2 Caracterização das massas de água	115
3.3 Zonas protegidas e áreas classificadas	120
3.3.1 Águas superficiais	120
3.3.2 Águas subterrâneas	126
3.4 Pressões naturais e incidências antropogénicas significativas.....	128
3.4.1 Água superficiais	128
3.4.2 Águas subterrâneas	170
4 Redes de Monitorização.....	190
4.1 Rede de monitorização do estado das massas de água	190
4.1.1 Águas superficiais	190
4.1.2 Águas subterrâneas	194
5 Avaliação do Estado das Massas de Água.....	201
5.1 Sistemas de classificação e avaliação do estado das massas de água	201
5.1.1 Águas superficiais	201
5.1.2 Águas subterrâneas	212
6 Análise Económica das Utilizações da Água.....	225
6.1 Importância socioeconómica das utilizações da água	225
6.1.1 Agricultura e Pecuária	225
6.1.2 Indústrias transformadora	225
6.1.3 Turismo.....	225
6.1.4 Energia	225
6.1.5 Eficiência Setorial das Utilizações da Água	225
6.2 Nível de recuperação de custos	225
6.2.1 Enquadramento.....	225
6.2.2 Panorama da Região Autónoma dos Açores	225
6.2.3 Situação na ilha Graciosa	225
6.2.4 Nível de Recuperação dos Custos.....	228
6.2.5 Perspetivas futuras.....	228
6.3 Acessibilidade Económica dos Serviços.....	230
6.3.1 Enquadramento	230
6.3.2 Acessibilidade económica das famílias aos serviços de águas	230
6.3.3 Perspetivas para os Próximos Ciclos de Planeamento.....	230
 Bibliografia.....	231
 ANEXOS	247
Anexo 2.2.I Informação climática disponível e considerações metodológicas.....	247
Anexo 2.3.I Pontos de água subterrânea	247
Anexo 2.3.II Características técnicas dos furos de captação	248
Anexo 2.9.1 Precipitação mensal ponderada – ilha Graciosa.....	250

Índice de Quadros

Quadro 2.2.1 Variáveis climáticas para a ilha Graciosa	14
Quadro 2.2.2 Balanço Hídrico Sequencial para a ilha Graciosa	15
Quadro 2.2.3 Possibilidade udométrica na ilha Graciosa – Santa Cruz da Graciosa (30m).....	17
Quadro 2.3.1 Distribuição altimétrica da ilha Graciosa	26
Quadro 2.3.2 Distribuição dos declives da ilha Graciosa	28
Quadro 2.3.3 Redelimitação das massas de água subterrânea para a ilha Graciosa no âmbito do presente ciclo de planeamento da RH9 e comparação com a situação anterior	34
Quadro 2.3.4 Síntese de caracterização da massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe	35
Quadro 2.3.5 Síntese de caracterização da massa de água Serra Dormida	36
Quadro 2.3.6 Síntese de caracterização da massa de água Serra das Fontes.....	36
Quadro 2.3.7 Valores de parâmetros hidrodinâmicos estimados nas massas de água subterrâneas da ilha Graciosa (s.d. – sem dados).....	38
Quadro 2.3.8 Recursos hídricos subterrâneos na ilha Graciosa	41
Quadro 2.4.1 Valores anuais das diferentes componentes do balanço hídrico para as bacias hidrográficas da ilha Graciosa	43
Quadro 2.4.2 Valores de densidade de drenagem e escoamento anual para as bacias hidrográficas da ilha Graciosa	45
Quadro 2.4.3 Parâmetros a e b para a ilha Graciosa e para os diferentes períodos de retorno considerados	48
Quadro 2.4.4 Valores de escoamento de ponta para os diferentes tempos de retorno, e para as principais bacias hidrográficas da ilha Graciosa	49
Quadro 2.4.5 Expressões regionalizadas para a estimativa dos caudais de ponta específicos de cheia para a ilha Graciosa	49
Quadro 2.6.1 Classes de capacidade de uso do solo na ilha Graciosa	51
Quadro 2.6.2 Principais impactes das alterações climáticas sobre o setor dos recursos hídricos a nível mundial.....	61
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...	62
Quadro 2.6.5 Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial	63
Quadro 2.7.1 Consumo de água da rede pública nas atividades domésticas da ilha Graciosa	66
Quadro 2.7.2 Consumo de água da rede pública para as atividades de comércio e serviços da ilha Graciosa	66
Quadro 2.7.3 Consumo de água da rede pública para o setor urbano da ilha Graciosa	66
Quadro 2.7.4 Consumo de água da rede pública na agricultura e pecuária da ilha Graciosa	67
Quadro 2.7.5 Consumo total de água na indústria da ilha Graciosa.....	67
Quadro 2.7.6 Consumo total de água no setor de produção de energia da ilha Graciosa	68
Quadro 2.7.7 Consumo total de água em outros usos existentes na ilha Graciosa	68
Quadro 2.7.8 Consumo de água por ilha e tipologia de uso na ilha Graciosa	69
Quadro 2.7.9 Água pública faturada por ilha entre 2006 e 2018 na ilha Graciosa	69
Quadro 2.7.10 Captações de referência para o cálculo das necessidades hídricas para uso urbano	70
Quadro 2.7.11 Necessidades totais de água para uso urbano na ilha Graciosa	70
Quadro 2.7.12 Captações 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 Graciosa	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 Graciosa	71
Quadro 2.7.16 Necessidades de água para a indústria transformadora na ilha Graciosa.....	72
Quadro 2.7.17 Necessidades de água na produção de energia na ilha Graciosa	72
Quadro 2.7.18 Necessidades hídricas totais por ilha e tipologia de uso na ilha Graciosa.....	73
Quadro 2.7.19 Balanço hídrico para a ilha Graciosa.....	73
Quadro 2.8.1 Modelos de gestão e entidades gestoras do serviço público de abastecimento de água na ilha Graciosa	74
Quadro 2.8.2 Caracterização das captações de água pública na ilha Graciosa.....	75
Quadro 2.8.3 Caracterização das infraestruturas de tratamento de água na ilha Graciosa	76
Quadro 2.8.4 Caracterização dos equipamentos de armazenamento e transporte de água na ilha Graciosa.....	76
Quadro 2.8.5 Modelos de gestão e entidades gestoras dos serviços de drenagem e tratamento de águas residuais na ilha Graciosa	76
Quadro 2.8.6 Níveis de atendimento do serviço público de drenagem e tratamento de águas residuais na ilha Graciosa	77
Quadro 2.8.7 Infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais na ilha Graciosa	79
Quadro 2.8.8 Infraestruturas de tratamento de águas residuais na ilha Graciosa	80

Quadro 2.8.9 Estimativa de volume de águas residuais urbanas geradas por origem na ilha Graciosa.....	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 na ilha Graciosa	81
Quadro 2.8.12 Taxas de distribuição das águas residuais urbanas geradas por tipo de destino e grau de tratamento na ilha Graciosa	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 na ilha Graciosa	82
Quadro 2.8.15 Estimativa de cargas poluentes de águas residuais urbanas emitidas para o meio na ilha Graciosa.....	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 na ilha Graciosa	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 na ilha Graciosa	83
Quadro 2.8.20 Estimativa das cargas orgânicas geradas pelo efetivo suíno na ilha Graciosa	83
Quadro 2.8.21 Águas residuais industriais produzidas e respetivas cargas poluentes emitidas na ilha Graciosa.....	84
Quadro 2.9.1 Eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as bacias hidrográficas selecionadas (PGRIA – 2º ciclo de planeamento)	88
Quadro 2.9.2 Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha Graciosa	89
Quadro 2.9.3 Características de altitude e área de influência (polígonos de Thiessen) das estações selecionadas	92
Quadro 2.9.4 Avaliação dos resultados do SPI por posto.....	95
Quadro 2.9.5 Classificação da suscetibilidade à erosão	96
Quadro 2.9.6 Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores.....	102
Quadro 2.9.7 Principiais sismos sentidos na ilha Graciosa	107
Quadro 2.9.8 Fontes de poluição tópica na ilha Graciosa	109
Quadro 2.9.9 Fontes de poluição difusa na ilha Graciosa	110
Quadro 3.1.1 Tipo identificado para a categoria águas costeiras na ilha Graciosa	112
Quadro 3.1.2 Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha Graciosa	113
Quadro 3.3.1 Águas balneares costeiras na ilha Graciosa (2013)	121
Quadro 3.3.2 Áreas que integram a Rede Natura 2000 na ilha Graciosa	123
Quadro 3.3.3 Áreas que integram o Parque Natural da Ilha Graciosa	125
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	127
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	127
Quadro 3.4.1 Lista de pressões consideradas.....	134
Quadro 3.4.2 Percentagem de atendimento em drenagem e tratamento de águas residuais	136
Quadro 3.4.3 Número de camas	144
Quadro 3.4.4 Número de dormidas.....	145
Quadro 3.4.5 Instalações de armazenagem de combustíveis	148
Quadro 3.4.6 Cargas de origem biológica na ilha Graciosa.....	150
Quadro 3.4.7 Volumes licenciados na Graciosa (ton/ano).....	153
Quadro 3.4.8 Listagem de portos e portinhos da ilha Graciosa	156
Quadro 3.4.9 Quantidade de pesca na ilha Graciosa	157
Quadro 3.4.10 Pesca descarregada na Região Autónoma dos Açores reportada ao ano de 2019	158
Quadro 3.4.11 Determinação do nível de pressão pela carga de nutrientes, em águas costeiras e de transição, produzido pelas descargas de nutrientes. Modificado de Borja <i>et al.</i> 2005. S-Sensibilidade; P-Pressão	161
Quadro 3.4.12 Número máximo de amostras que poderão não ser conformes (DL 152/97 de 19 de julho, Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A)	162
Quadro 3.4.13 Classificação de materiais de acordo com o grau de contaminação: metais (mg/kg), compostos orgânicos (µg/kg) ...	163
Quadro 3.4.14 Determinação do nível de pressão global gerado pelas pressões mais relevantes em águas costeiras e de transição	164
Quadro 3.4.15 Levantamento das pressões consideradas relevantes e sua quantificação	164
Quadro 3.4.16 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.....	166
Quadro 3.4.17 Quantificação das pressões relevantes para a ilha Graciosa	166
Quadro 3.4.18 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.....	168

Quadro 3.4.19 Avaliação do risco de os objetivos da DQA não serem alcançados, baseados no nível significativo de pressão e nos impactes determinado em cada massa de água, modificado de Borja <i>et al.</i> , 2005. Não aparente, provável e verificado são níveis equivalentes de impactes pela aproximação pressão-impacte	169
Quadro 3.4.20 Distribuição das cargas poluentes por bacia hidrográfica de acordo com a origem	171
Quadro 3.4.21 Gama de valores atribuíveis aos parâmetros DRASTIC e respetiva ponderação	177
Quadro 3.4.22 Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de água delimitadas na ilha Graciosa	188
Quadro 3.4.23 Quadro comparativo do volume de recursos hídricos subterrâneos, da descarga natural total e da extração média nos pontos de água com caudal superior a 10m ³ /dia	188
Quadro 4.1.1 Ponto de monitorização para os elementos de qualidade biológica e físico-química das águas costeiras, ilha da Graciosa	190
Quadro 4.1.2 Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeiras e de transição, ilha da Graciosa.....	191
Quadro 4.1.3 Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfológica águas costeiras e de transição, ilha da Graciosa	191
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 da Graciosa	191
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 da Graciosa	192
Quadro 4.1.6 Zonas balneares da ilha da Graciosa.....	193
Quadro 4.1.7 Rede de monitorização quantitativa proposta para as massas de água subterrânea na ilha Graciosa	194
Quadro 4.1.8 Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico Coordenadas UTM Datum WGS84, 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	196
Quadro 4.1.9 Densidade das redes antiga e nova 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 197	197
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 Graciosa. As redes 2009 e 2011 referem-se à delimitação das massas de água subterrâneas considerada no primeiro e segundo ciclos de planeamento da RH9	198
Quadro 4.1.11 Lista mínima de parâmetros a monitorizar de acordo com o Decreto-Lei n.º 77/2006, de 30 de março ((a) – incluído na listagem na medida que é o poluente responsável pelo facto da massa Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe se encontrar em risco de não atingir o Bom estado)	199
Quadro 4.1.12 Caracterização da rede de monitorização do quimismo das águas subterrâneas nas zonas de produção para consumo humano.....	200
Quadro 5.1.1 Classificação dos elementos biológicas para as massas de água costeiras da ilha Graciosa.....	204
Quadro 5.1.2 Classificação dos físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha Graciosa	205
Quadro 5.1.3 Classificação dos hidromorfológicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha Graciosa	208
Quadro 5.1.4 Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha Graciosa	208
Quadro 5.1.5 Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes	210
Quadro 5.1.6 Classificação final do estado para as massas de água costeiras da ilha Graciosa	211
Quadro 5.1.7 Resultados da aplicação do teste do balanço hídrico, em que o Bom estado implica que Ext <0,60 * RDisp	213
Quadro 5.1.8 Resultados da aplicação do teste do escoamento superficial.....	214
Quadro 5.1.9 Resultados da aplicação do teste dos ecossistemas terrestres dependentes.....	214
Quadro 5.1.10 Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas nas massas de água da ilha Graciosa	215
Quadro 5.1.11 Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico na ilha Graciosa.....	220
Quadro 5.1.12 Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico na ilha Graciosa.....	220
Quadro 5.1.13 Resultados do teste da avaliação geral do estado químico	221
Quadro 5.1.14 Resultados do teste das intrusões salinas ou outras	221
Quadro 5.1.15 Resultados do teste da transferência de poluentes	222
Quadro 5.1.16 Resultados do teste dos ecossistemas terrestres dependentes.	222
Quadro 5.1.17 Resultados do teste relativo às zonas de proteção de água para consumo humano.	222
Quadro 5.1.18 Classificação do estado da massa de água designada da categoria subterrâneas na ilha Graciosa	223
Quadro 6.2.1 Serviços públicos de água – níveis de atendimento	226
Quadro 6.2.2 Necessidades anuais de abastecimento através de redes pública.....	226
Quadro 6.2.3 Caudais anuais de efluentes drenados através de redes públicas	227
Quadro 6.2.4 Análise do grau de recuperação de custos com os serviços públicos de águas na ilha Graciosa	227

Quadro 6.2.5 Necessidades de investimentos futuros.....	228
Quadro 6.2.6 Projeção de receitas tarifárias necessárias.....	229

Índices de Figuras

Figura 2.1.1 Divisão administrativa da ilha Graciosa.....	12
Figura 2.2.1 Climodiagrama do clima normal em Sta. Cruz, Ilha Graciosa.....	14
Figura 2.2.2 Balanço Hídrico Sequencial para a ilha Graciosa.....	16
Figura 2.2.3 Valores da precipitação anual em Angra do Heroísmo estimada para vários períodos de retorno (T) e valores médios e limites para anos secos e húmidos.....	16
Figura 2.2.4 Curvas de possibilidade udométrica na Graciosa – Santa Cruz da Graciosa (30m).....	17
Figura 2.2.5 Cartografia da possibilidade udométrica em 24 horas na ilha Graciosa para um período de retorno de 100 anos.....	18
Figura 2.2.6 Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha Graciosa.....	19
Figura 2.2.7 Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha Graciosa.....	20
Figura 2.2.8 Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha Graciosa.....	21
Figura 2.3.1 Modelo digital de terreno da ilha Graciosa, com indicação das quatro unidades geomorfológicas da ilha.....	23
Figura 2.3.2 Esboço vulcano-tectónico da ilha Graciosa.....	24
Figura 2.3.3 Carta geológica da ilha Graciosa.....	25
Figura 2.3.4 Carta hipsométrica da ilha Graciosa.....	26
Figura 2.3.5 Histograma hipsométrico da ilha Graciosa.....	27
Figura 2.3.6 Carta de declives da ilha Graciosa.....	28
Figura 2.3.7 Carta de exposições da ilha Graciosa.....	29
Figura 2.3.8 Carta das unidades geomorfológicas da ilha Graciosa.....	30
Figura 2.3.9 Carta dos principais tipos de solos da ilha Graciosa.....	32
Figura 2.3.10 Delimitação das massas de água na ilha Graciosa.....	36
Figura 2.3.11 Distribuição de pontos de água na ilha Graciosa.....	37
Figura 2.3.12 Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na ilha Graciosa.....	37
Figura 2.3.13 Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na ilha Graciosa.....	38
Figura 2.3.14 Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes e furos na ilha Graciosa.....	40
Figura 2.3.15 Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha Graciosa.....	41
Figura 2.4.1 Carta hidrográfica da ilha Graciosa.....	42
Figura 2.4.2 Carta da densidade de drenagem da ilha Graciosa.....	43
Figura 2.6.1 Carta de capacidade de uso do solo da ilha Graciosa.....	51
Figura 2.6.2 Carta de ocupação do solo da ilha Graciosa.....	53
Figura 2.6.3 Ocupação do solo na ilha Graciosa (%).	54
Figura 2.8.1 Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos dos serviços de abastecimento de água da ilha Graciosa.....	75
Figura 2.8.2 Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos dos SDTAR da ilha Graciosa.....	79
Figura 2.9.1 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha Graciosa (período de outubro de 1979 a setembro de 1995).....	90
Figura 2.9.2 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha Graciosa (período de outubro de 1979 a setembro de 1995).....	90
Figura 2.9.3 Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha Graciosa (período de outubro de 1979 a setembro de 1995).....	91
Figura 2.9.4 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Barro Branco.....	92
Figura 2.9.5 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Carapacho.....	93
Figura 2.9.6 Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Vitória.....	93
Figura 2.9.7 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Barro Branco.....	93
Figura 2.9.8 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Carapacho.....	94
Figura 2.9.9 Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Vitória.....	94
Figura 2.9.10 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Barro Branco.....	94

Figura 2.9.11 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Carapacho.....	95
Figura 2.9.12 Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Vitória.....	95
Figura 2.9.13 Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da Graciosa.....	97
Figura 2.9.14 Vista de um setor da costa com arribas alcantiladas entre (1) a Baía da Folga e (2) Porto Afonso (Pacheco <i>et al.</i> , 2006).	98
Figura 2.9.15 Vista de um setor da costa com declives mais suaves na zona da Praia entre a Baía de Lagoa (1) e Fenais (2). Atente-se no aspeto friável dos produtos (depósitos vulcanoclásticos indiferenciados e depósitos piroclásticos de fluxo) que constituem a arriba (Pacheco <i>et al.</i> , 2006).	99
Figura 2.9.16 Mapa tipológico da faixa costeira da ilha Graciosa (Borges, 2003).	100
Figura 2.9.17 Mapa de declives da ilha Graciosa e localização dos pontos de água subterrânea.....	104
Figura 2.9.18 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.	105
Figura 2.9.19 Presença de blocos rochosos de grandes dimensões, que poderão afetar os reservatórios e nascentes da Serra das Fontes. As setas indicam a presença de blocos rochosos a montante de reservatórios e de uma nascente.	106
Figura 2.9.20 Carta epicentral dos eventos registados entre 1997 e 2019.....	106
Figura 2.9.21 Carta de intensidades máximas históricas (EMS-1998) para a ilha Graciosa.....	107
Figura 2.9.22 Carta de suscetibilidade a tsunamis. O run-up máximo de cada classe considerada corresponde à cota máxima da área inundada.....	109
Figura 3.1.1 Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha Graciosa.....	112
Figura 3.2.1 Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Serra Dormida no contexto geral da ilha Graciosa (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).	117
Figura 3.2.2 Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe no contexto geral da ilha Graciosa (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%). 117	
Figura 3.2.3 Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Serra das Fontes no contexto geral da ilha Graciosa (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%)......	118
Figura 3.2.4 Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha Graciosa.	119
Figura 3.2.5 Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.....	120
Figura 3.3.1 Áreas de Reserva para a Gestão de Capturas na ilha Graciosa.	121
Figura 3.3.2 Rede Natura 2000 na ilha Graciosa.	123
Figura 3.3.3 Parque Natural da Ilha Graciosa.	125
Figura 3.3.4 Massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação. No cartograma representa-se igualmente as áreas de proteção alargada das nascentes captadas e furos para uso humano.....	127
Figura 3.4.1 Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha Graciosa.....	129
Figura 3.4.2 Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha Graciosa.	130
Figura 3.4.3 Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha Graciosa.	131
Figura 3.4.4 Número de animais por bacia hidrográfica na ilha Graciosa.	132
Figura 3.4.5 Análise espacial população vs infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais, da ilha Graciosa.	137
Figura 3.4.6 Evolução da produção anual de resíduos urbanos na RAA (2012-2019).	139
Figura 3.4.7 Produção de resíduos urbanos por ilha (2019).	139
Figura 3.4.8 Produção de resíduos industriais por grupos de ilha (2016-2019).	141
Figura 3.4.9 Produção de resíduos perigosos (2017-2019), por tipologia comum.	142
Figura 3.4.10 Produção de resíduos agrícolas e florestais (2016-2019), por tipologia comum.	143
Figura 3.4.11 Localização das explorações de inertes cadastradas e áreas de drenagem licenciadas.....	144
Figura 3.4.12 Cargas de origem biológica para a ilha Graciosa – Azoto total.	150
Figura 3.4.13 Contribuição de cargas de origem biológica por bacia hidrográfica para a ilha Graciosa – Azoto total.	151
Figura 3.4.14 Localização das obras de defesa costeira e portuária que contribuem para a artificialização da zona costeira.	154
Figura 3.4.15 Grau de artificialização da zona costeira da Graciosa.....	155
Figura 3.4.16 Localização das infraestruturas portuárias.....	156
Figura 3.4.17 Distribuição por grupo taxonómico das espécies marinhas não indígenas presentes nos Açores.	160
Figura 3.4.18 Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha Graciosa.....	170
Figura 3.4.19 Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha Graciosa.	171
Figura 3.4.20 Distribuição da carga poluente de azoto de origem tópica doméstica.....	172
Figura 3.4.21 Distribuição da carga poluente de azoto de origem tópica industrial.....	172
Figura 3.4.22 Distribuição da carga poluente de azoto de origem difusa pecuária.	173
Figura 3.4.23 Distribuição da carga poluente de azoto de origem difusa florestal.....	173

Figura 3.4.24 Distribuição da carga poluente de fósforo de origem tónica doméstica.	174
Figura 3.4.25 Distribuição da carga poluente de fósforo de origem tónica industrial.	174
Figura 3.4.26 Distribuição da carga poluente de fósforo de origem difusa pecuária.	175
Figura 3.4.27 Distribuição da carga poluente de fósforo de origem difusa florestal.	175
Figura 3.4.28 Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.	179
Figura 3.4.29 Representação cartográfica do risco de poluição tónica doméstica relativamente ao azoto.	180
Figura 3.4.30 Representação cartográfica do risco de poluição tónica doméstica relativamente ao fósforo.	180
Figura 3.4.31 Representação cartográfica do risco de poluição tónica industrial relativamente ao azoto.	181
Figura 3.4.32 Representação cartográfica do risco de poluição tónica industrial relativamente ao fósforo.	181
Figura 3.4.33 Localização das áreas de gestão de resíduos em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrâneas.	182
Figura 3.4.34 Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao azoto associada à atividade pecuária.	183
Figura 3.4.35 Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao fósforo associada à atividade pecuária.	183
Figura 3.4.36 Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao azoto associada à atividade florestal.	184
Figura 3.4.37 Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao fósforo associada à atividade florestal.	184
Figura 3.4.38 Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com o valor de condutividade elétrica da água.	185
Figura 3.4.39 Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com a concentração em cloreto na água.	186
Figura 3.4.40 Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m ³ /dia.	188
Figura 3.4.41 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.	189
Figura 4.1.1 Representação cartográfica da rede de monitorização do estado químico atualmente em vigor.	195
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).	206
Figura 5.1.2 Perfil topográfico do fundo oceânico situado entre os pontos de amostragem massa de água costeiras da Graciosa.	207
Figura 5.1.3 Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha Graciosa.	209
Figura 5.1.4 Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha Graciosa.	210
Figura 5.1.5 Classificação do estado das massas de água costeiras da ilha Graciosa.	212
Figura 5.1.6 Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha Graciosa.	214
Figura 5.1.7 Diagrama de Piper relativo à média da composição química da água monitorizada nas massas de água da ilha Graciosa (I – amostragem de 2017; II – amostragem de 2018).	216
Figura 5.1.8 Diagrama de Schoeller relativo à média da composição química da água monitorizada nas massas de água da ilha Graciosa (I – amostragem de 2017; II – amostragem de 2018).	217
Figura 5.1.9 Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha Graciosa.	223
Figura 5.1.10 Síntese do estado das massas de água subterrâneas da ilha Graciosa.	224
Figura 6.2.1 Perspetiva sobre o grau de recuperação de custos dos serviços públicos de águas na ilha Graciosa.	230



Preâmbulo

O presente Volume 4 apresenta a caracterização da situação de referência e diagnóstico específico da ilha Graciosa, 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 Graciosa, 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 Graciosa

2.1 | Caracterização territorial

2.1.1 | Enquadramento geográfico e administrativo

A Graciosa é a mais setentrional das ilhas do grupo central do arquipélago dos Açores, estando posicionada, aproximadamente, a 20 milhas de São Jorge (N) e a 30 milhas da ilha Terceira (NW). Localiza-se entre 39° 05' 50" (a Norte da povoação Achada) e 39° 00' 31" (a Sul do Carapacho) de Latitude Norte e entre 27° 56' 53" (Ponta da Engrade) e 28° 04' 21" (a Sul do Porto Afonso) de Longitude Oeste (Instituto Geográfico Português (IGP), 2008). Com uma superfície de 60,7km², a ilha Graciosa ocupa a oitava posição em termos de dimensão, representando cerca de 2,6% do território regional.

Relativamente à organização administrativa de âmbito local (Figura 2.1.1), a ilha Graciosa tem um único concelho, o município de Santa Cruz, subdividido em 4 freguesias: Guadalupe, Luz, Praia (São Mateus) e Santa Cruz da Graciosa. Os serviços, as atividades económicas, os equipamentos e as principais infraestruturas encontram-se concentradas na sede de concelho, com exceção do porto comercial, situado na Vila da Praia. Todos os restantes núcleos populacionais revelam traços de grande ruralidade, pois a 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 Graciosa.

Em 2019, a população residente na ilha Graciosa era de 4208 habitantes (INE, 2019). A densidade populacional situava-se nos 69,4hab/km² bastante inferior à verificada na RAA (104,6hab/km²). A evolução demográfica nesta ilha revela um grande decréscimo populacional, tendo-se verificado uma taxa de variação de -4,2%, de acordo com os resultados do Anuário Estatístico de 2019 e o último recenseamento de 2011.

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

Na ilha Graciosa o desrespeito pelo domínio hídrico público está relacionado com problemas ambientais, tais como lixeiras a céu aberto na linha de costa que constituem um perigo para a saúde pública, problemas relacionados com a edificação normalmente de iniciativa privada de qualidade técnica duvidosa. Estas situações, apesar de serem pontuais podem gerar situações de conflito. Verificam-se ainda atividades de exploração de inertes que representam um impacte significativo no litoral, (SRAM, 2006).

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

À escala regional, o clima da Ilha Graciosa diferencia-se claramente das restantes do Grupo Central em resultado da sua pequena dimensão (61 km²) e baixa altitude (402m), pese embora ser a mais setentrional do grupo a que pertence. Esta circunstância reflete-se nas elevadas taxas de insolação derivadas da incapacidade do relevo gerar nebulosidade orográfica, facto que se reflete também na precipitação observada.

Junto ao litoral, a temperatura média anual do ar na Ilha Graciosa situa-se próxima dos 19°C. A temperatura média mensal varia regularmente ao longo do ano, atingindo o seu valor máximo em agosto com 22.3°C, e um valor mínimo de 13.6°C em fevereiro (cf. climodiagrama da Figura 2.2.1). A estimativa da distribuição da temperatura média anual em toda a ilha é a expressa na Figura seguinte.

Pese embora a humidade relativa média do ar na Ilha Graciosa ser elevada em todos os meses do ano, à semelhança das restantes ilhas do arquipélago, o facto é que, devido às mais elevadas taxas de insolação, particularmente durante os períodos de estio, conduzem a que os seus valores sejam mais baixos ao longo do período diurno. A estimativa da distribuição da humidade relativa média anual em toda a ilha é a expressa na Figura seguinte.

Tal como a Ilha Terceira, a Ilha Graciosa localiza-se numa zona do Atlântico a que corresponde uma precipitação média anual ao nível do mar próxima dos 900 mm. No entanto, ao contrário daquela, a sua pequena dimensão e baixa altitude não favorecem o incremento da precipitação por via da orografia, registando-se apenas 918 mm junto ao litoral e

estimando-se nos pontos mais altos da ilha valores da ordem dos 1400 mm (Figura 2.2.1). A estimativa da distribuição do total da precipitação anual em toda a ilha é a expressa na Figura 2.2.1.

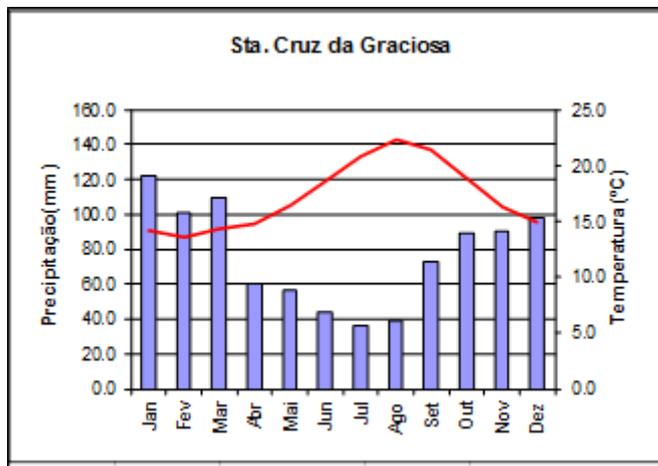


Figura 2.2.1 | Climodiagrama do clima normal em Sta. Cruz, Ilha Graciosa.

2.2.2.1 | Variáveis climáticas nas estações de referência

No Quadro 2.2.1 são apresentados os valores das variáveis climáticas nas estações de referência para a ilha Graciosa.

Quadro 2.2.1 | Variáveis climáticas para a ilha Graciosa

Estação Ilha Graciosa (posto udométrico)													
Nº	Nome		Lat. N		Long W		Alt. (m)		Tutela		Período		
1	Sta. Cruz		38º 05'		28º 01'		27		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	14.1	16.4	11.7	20.5	3.4	83	-	-	-	-	122	67	
Fevereiro	13.6	16.2	11.0	20.4	5.0	83	-	-	-	-	101	88	
Março	14.3	16.8	11.7	22.2	5.5	82	-	-	-	-	110	106	
Abril	14.7	17.3	12.1	22.5	6.1	82	-	-	-	-	60	53	
Mai	16.4	19.1	13.8	23.5	8.0	84	-	-	-	-	57	61	
Junho	18.5	21.1	15.9	25.8	10.4	84	-	-	-	-	44	51	
Julho	20.8	24.0	17.9	28.5	11.4	84	-	-	-	-	36	141	
Agosto	22.3	25.3	19.3	28.4	14.0	85	-	-	-	-	39	39	
Setembro	21.4	24.2	18.6	29.5	11.0	83	-	-	-	-	73	124	
Outubro	18.8	21.4	16.1	26.7	10.5	83	-	-	-	-	89	115	
Novembro	16.3	18.7	13.9	23.1	7.7	81	-	-	-	-	91	63	
Dezembro	14.9	17.3	12.6	21.5	5.7	84	-	-	-	-	98	77	
Ano	17.2	19.8	14.6	29.5	3.4	83	-	-	-	-	918	141	

Fonte: IPMA

2.2.2.2 | 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; ΔRas, variação do armazenamento de água no solo; Ete, evapotranspiração efetiva; DH, deficit hídrico; SH, superávit hídrico.

Quadro 2.2.2 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha Graciosa

Balanço Hídrico Sequencial, método de Thornthwaite - Graciosa_Sta. Cruz (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	122,3	100,5	109,6	59,9	56,4	43,9	36,2	39,2	73,0	88,8	90,6	98,0	918
Prec-Etp	79,1	55,7	52,3	-8,8	-27,4	-43,7	-72,9	-67,2	-12,7	20,1	38,7	59,2	72
L	0,0	0,0	0,0	-8,8	-36,2	-80,0	-152,9	-220,1	-232,8	-140,0	-54,6	0,0	
Ras	120,0	120,0	120,0	111,5	88,7	61,6	33,6	19,2	17,2	37,4	76,1	120,0	
ΔRas	0,0	0,0	0,0	-8,5	-22,8	-27,1	-28,1	-14,4	-1,9	20,1	38,7	43,9	
Ete	43,2	44,8	57,3	68,4	79,2	71,0	64,3	53,6	74,9	68,7	51,9	38,8	716
DH	0,0	0,0	0,0	0,3	4,6	16,6	44,9	52,8	10,8	0,0	0,0	0,0	130
SH	79,1	55,7	52,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,3	203

la - Índice de Aridez	15%	lu - Índice de Humidade	24%	lh - Índice Hídrico	15%
lc - Concentração Térmica:	36%	Classificação Climática de Thornthwaite: C2 B'2 r a'			

balanço hídrico - Graciosa_Sta. Cruz
Clima: C2 B'2 r a'

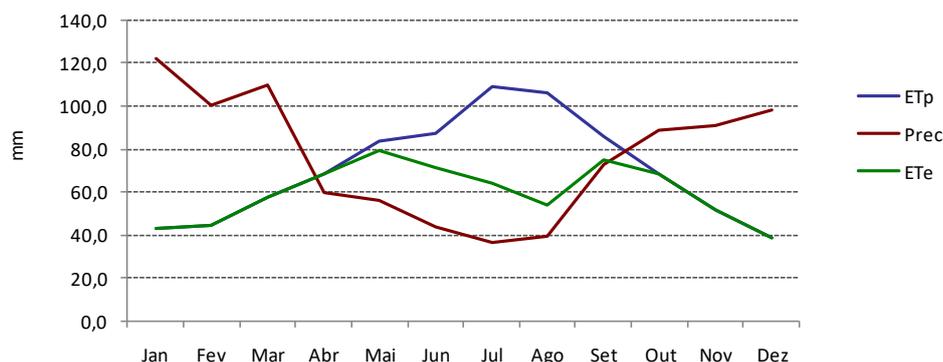


Figura 2.2.2 | Balanço Hídrico Sequencial para a ilha Graciosa.

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 Graciosa 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 789 mm, enquanto que os anos húmidos apresentam valores acima dos 1 042mm (valores excedidos em 20% dos anos).

		Graciosa
		Sta. Cruz
T	F(x)	mm
2	0.5	910
2.33	0.57	937
5	0.8	1043
10	0.9	1117
20	0.95	1180
25	0.96	1199
50	0.98	1255
100	0.99	1306
500.00	0.998	1414
1000.00	0.999	1457
anos secos	<	789
anos médios		937
anos húmidos	>	1042

Figura 2.2.3 | Valores da precipitação anual em Angra do Heroísmo 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 (Figura 2.2.4).

A Figura 2.2.5 apresenta a cartografia da possibilidade udométrica em 24 horas na ilha Graciosa para um período de retorno de 100 anos.

¹ Silvério Godinho (1989) – INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES – O Clima de Portugal, Fascículo XLVI. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

Quadro 2.2.3 | Possibilidade udométrica na ilha Graciosa – Santa Cruz da Graciosa (30m)

Duração em horas	Períodos de retorno em anos				
	5 mm	10 mm	25 mm	50 mm	100 mm
24.00	99	120	145	165	184
12.00	85	103	125	141	158
6.00	67	80	96	108	120
2.00	47	56	68	77	85
1.00	40	50	63	73	83
0.50	26	31	38	43	48
0.25	18	21	25	28	31
0.08	10	12	15	17	19

curvas de possibilidade udométrica
Graciosa - Sta. Cruz (30m)

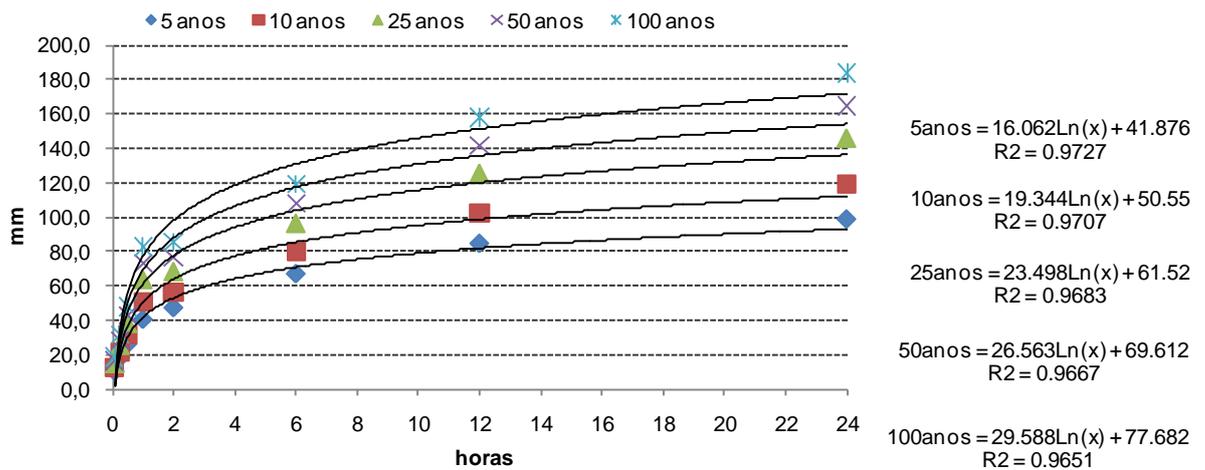


Figura 2.2.4 | Curvas de possibilidade udométrica na Graciosa – Santa Cruz da Graciosa (30m).

PERIGOS METEOROLÓGICOS

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

ILHA GRACIOSA

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 x1000 m

Créditos:

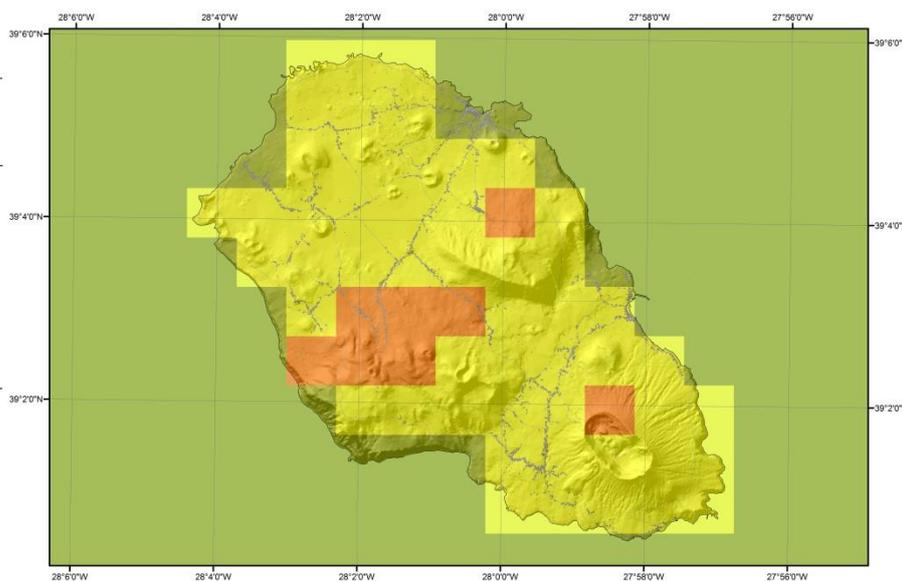
Climatologia, modelação numérica, modelo CIELO:
Eduardo Brito de Azevedo
ERA_INTERIN, modelação, programação, BD:
Francisco Vieira Reis
GIS e Metadados:
João Filipe Fernandes

Centro de Estudos do Clima, Meteorologia e Mudanças Globais
Universidade dos Açores

Legenda:

precipitação em 24h (mm)

- 101 - 134
- 135 - 179
- 180 - 249
- > 250



Fonte: Projeto SOSTMAC

Figura 2.2.5 | Cartografia da possibilidade udométrica em 24 horas na ilha Graciosa 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.

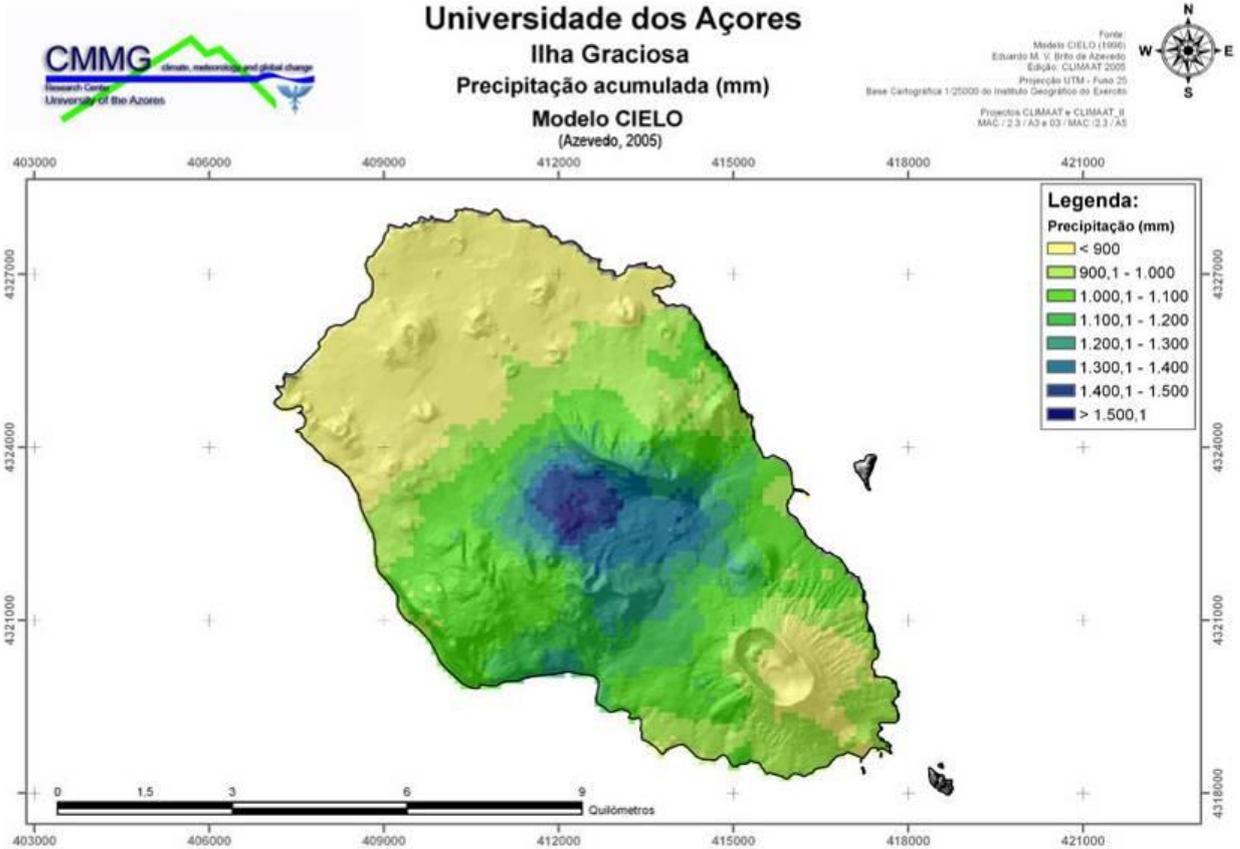


Figura 2.2.6 | Modelo CIELO – expressão espacial da precipitação na ilha Graciosa.

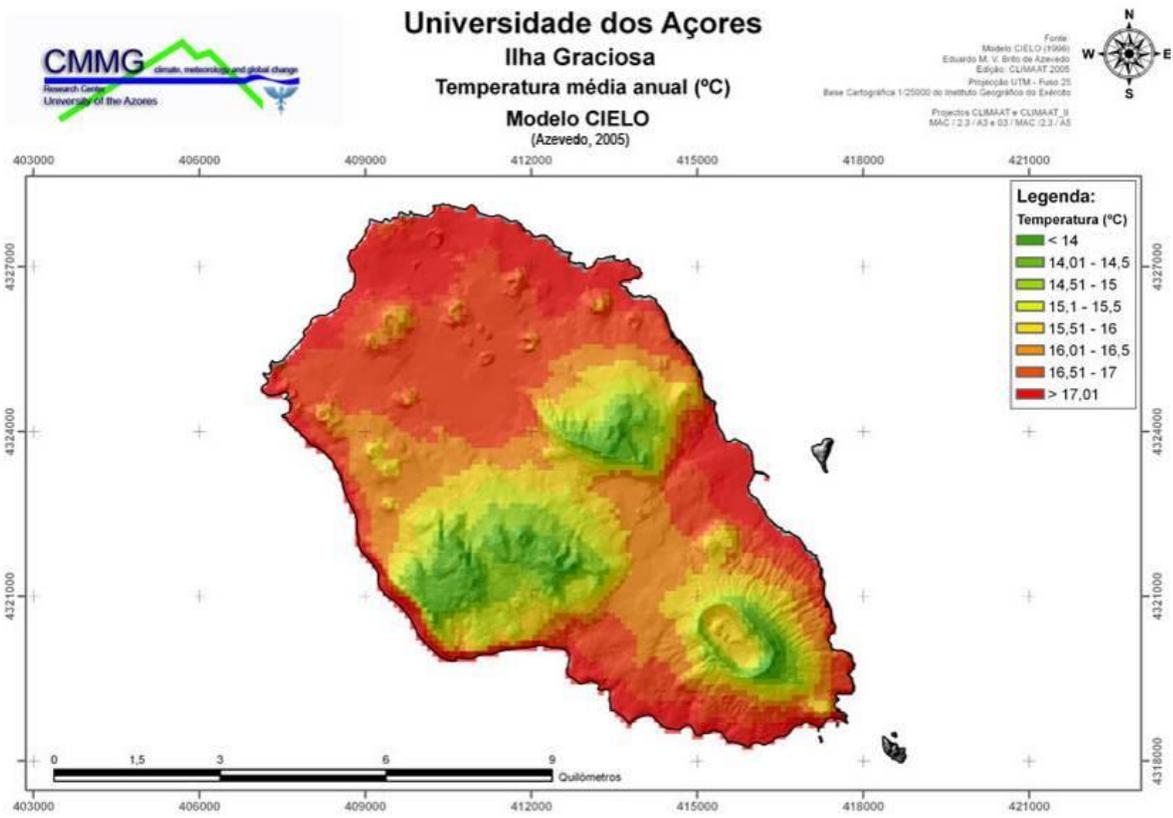


Figura 2.2.7 | Modelo CIELO – expressão espacial da temperatura na ilha Graciosa.

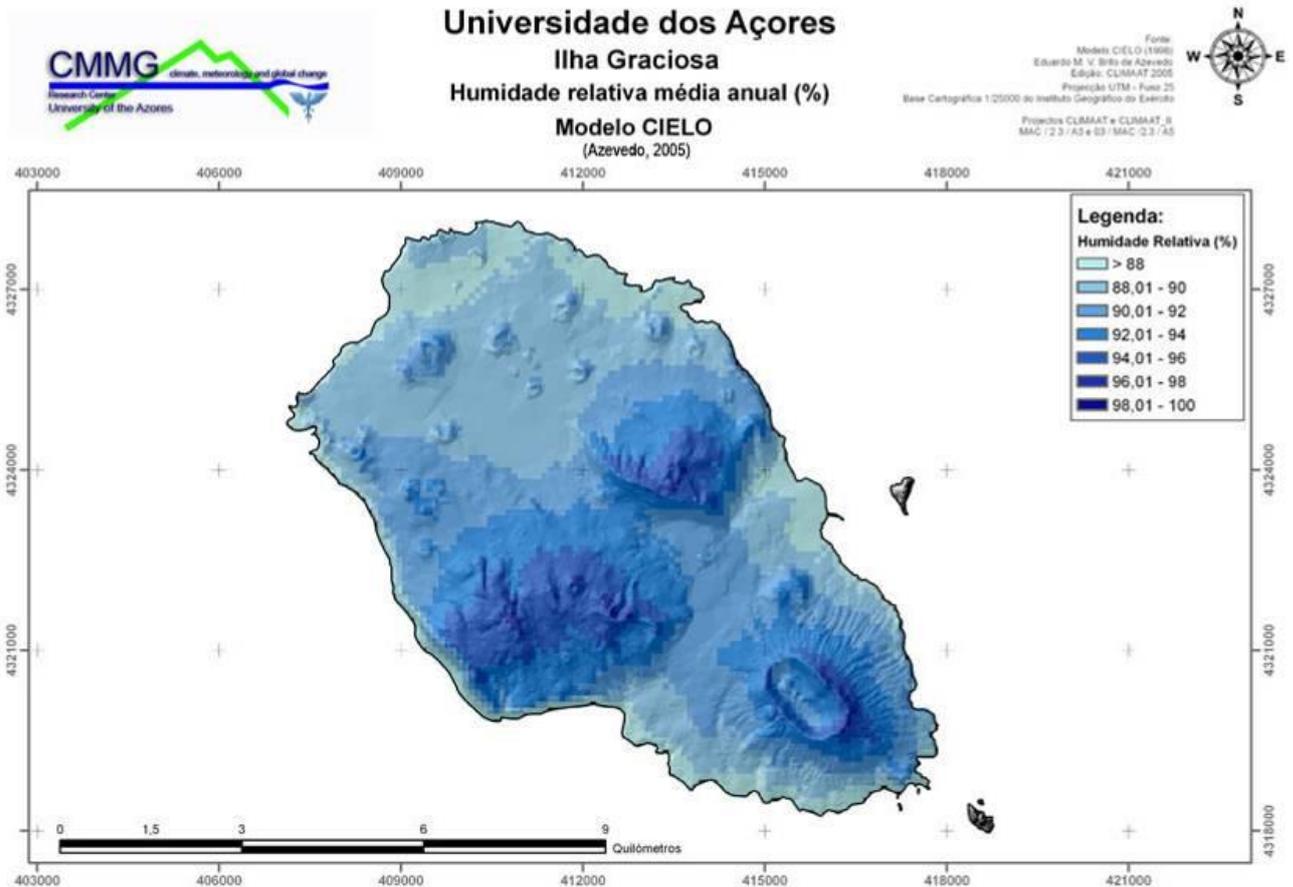


Figura 2.2.8 | Modelo CIELO – expressão espacial da humidade relativa na ilha Graciosa .

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 Graciosa

2.3.1.6.1 | Modelado vulcânico e tectónica

A ilha Graciosa, com uma forma alongada, condicionada pelo Rife da Terceira, tem 13km de comprimento por 7km de largura, correspondendo a uma área superficial na ordem dos 61,6km². A Graciosa difere das restantes ilhas pelo facto de exibir cotas muito baixas, sendo o seu ponto mais alto aos 402m, situado a sul do vértice geodésico da Caldeira E.

Do ponto de vista geomorfológico, individualizam-se quatro zonas com características distintas (Ferreira, 1968; Zbyszewski, 1970; Zbyszewski et al., 1972; Gaspar, 1996) (Figura 2.3.6): (1) O Maciço da Caldeira, que corresponde a um vulcão central com caldeira, posicionado na extremidade SE da ilha; (2) a Serra da Fontes com alongamento NW-SE e flancos E e S bastante escarpados; (3) o Maciço Centro-Meridional que é constituído pela Serra Dormida e pela Serra Branca e (4) a Plataforma NW, apresentando vários cones de escórias dispersos numa vasta área de baixa altitude e de relevos suaves.

O Maciço da Caldeira, no extremo SE da ilha, apresenta um alongamento NW-SE e é limitado a NW por uma depressão que se estende desde a costa Norte à costa Sul. No topo do maciço encontra-se uma caldeira, com a profundidade de 350m, que tem forma oval e a mesma orientação do maciço, com uma dimensão de cerca de 1625m de comprimento e 875m de largura (Zbyszewski et al., 1972).

No interior da caldeira existem cones de pequena dimensão e na sua extremidade SE temos ainda uma cavidade vulcânica, Furna do Enxofre, que possui um lago e um campo fumarólico no seu interior.

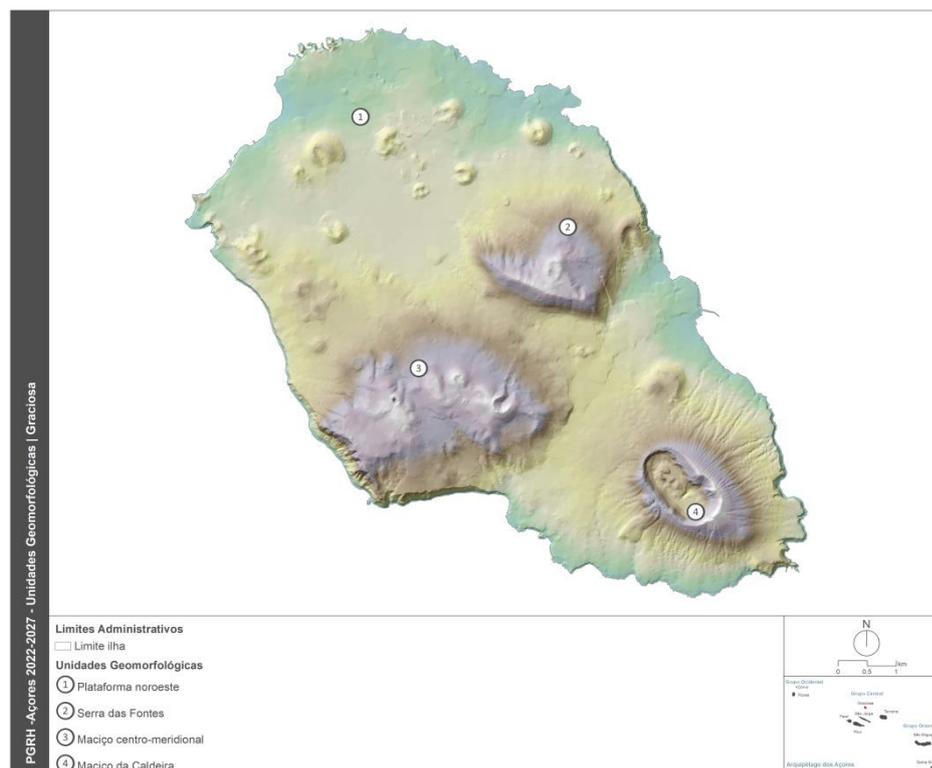
A Serra das Fontes, situada no centro da ilha a NE do Maciço Centro-Meridional, tem uma forma arredondada, altura máxima de 375m (Pico do Facho) e vertentes S e E abruptas, o que segundo Gaspar (1996) sugere a existência de uma escarpa de falha (in França et al., 2005).

O Maciço Centro-Meridional, também designado por unidade geomorfológica Serra Branca-Serra Dormida, é composto por dois maciços separados por uma depressão NW-SE. No topo da Serra Dormida são observáveis alguns cones, com crateras, alinhados segundo NW-SE. A altitude máxima da Serra Dormida encontra-se no Pico do Timão (389m). A vertente SW da Serra Branca, de declive abrupto, constitui uma considerável escarpa de falha que se prolonga até ao mar. A cota máxima da Serra Branca encontra-se aos 360m no Pico das Caldeirinhas.

A Plataforma NW, como referido anteriormente, é uma área de baixa altitude, com cotas a rondar os 50m, com pouco mais de 30 cones de escórias e cuja altitude máxima está expressa no Cabeço das Caldeiras aos 181m. Como o próprio nome indica, situa-se na extremidade Noroeste da ilha.

A rede hidrográfica da ilha Graciosa encontra-se um pouco dispersa, sendo que nas zonas montanhosas é onde têm maior representatividade, isto é, no Maciço da Caldeira e no Maciço Centro-Meridional. Na restante ilha a rede hidrográfica é incipiente e dispersa, com uma densidade de drenagem muito baixa.

O regime geodinâmico regional encontra-se bem expresso nas principais estruturas tectónicas identificadas na Graciosa (Figura 2.3.7). O sistema dominante de direção NW-SE inclui duas famílias de falhas inclinadas para NE e SW, respetivamente, e apresenta uma acentuada componente normal, como se pode observar pela notável expressão geomorfológica das escarpas de falha de direção geral NW-SE, possivelmente associada a uma componente de desligamento direito. Um segundo conjunto de fraturas revela direção aproximada N-S e engloba falhas inclinadas para E e W, caracterizadas por possuir movimentação normal. Apesar de tais sistemas de falhas terem controlado fortemente o vulcanismo registado na Graciosa, facto demonstrado pela direção da maioria dos filões, pelos alinhamentos dos cones de escórias e pela morfologia da caldeira do Vulcão Central, a ilha é ainda afetada por um vasto leque de acidentes tectónicos com orientações que variam desde NNE-SSW a E-W, alguns dos quais com movimentação inversa.



Fonte: Gaspar, 1996

Figura 2.3.1 | Modelo digital de terreno da ilha Graciosa, com indicação das quatro unidades geomorfológicas da ilha.



Fonte: Gaspar, 1996

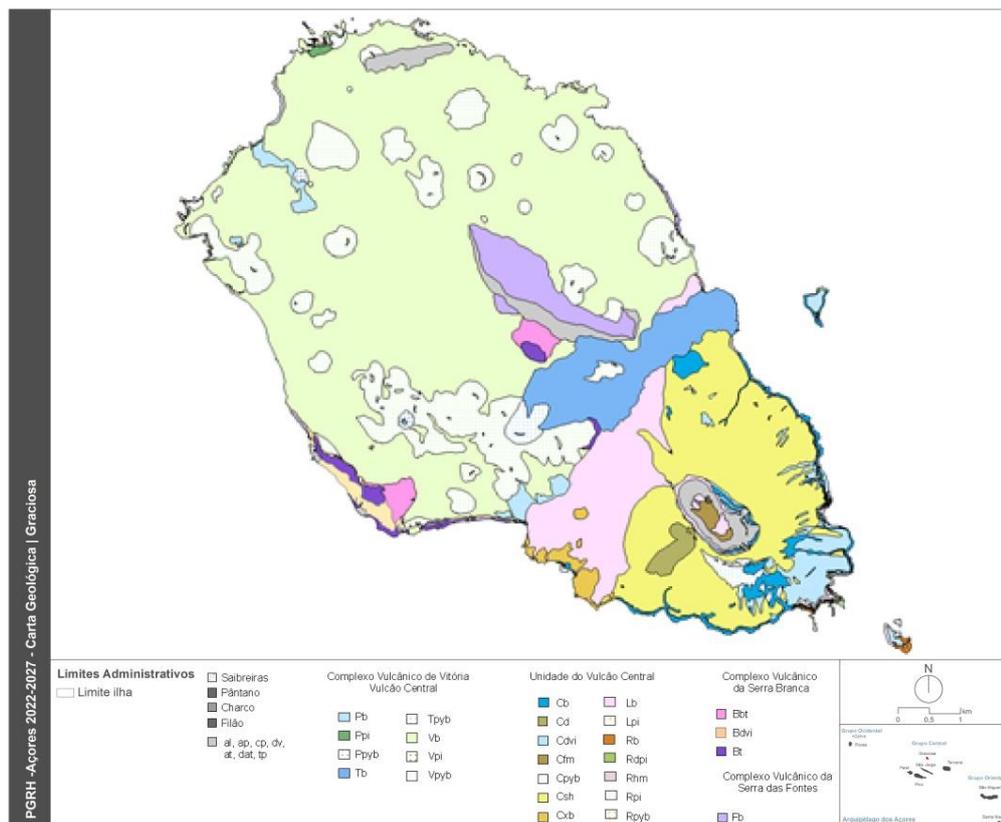
Figura 2.3.2 | Esboço vulcano-tectónico da ilha Graciosa.

2.3.1.6.2 | Geologia

Com uma idade superior a 620 000 anos o registo geológico da ilha Graciosa consta de uma sucessão de produtos vulcânicos organizados nas seguintes unidades vulcanoestratigráficas, da mais antiga para a mais recente (Gaspar, 1996) (Figura 2.3.8):

- Complexo Vulcânico da Serra das Fontes – Inclui as rochas aflorantes mais antigas conhecidas na ilha Graciosa, que correspondem a uma sucessão de escoadas lávicas subaéreas de natureza basáltica (s.l.) relacionadas com um antigo vulcão em escudo ($620\ 000 \pm 120\ 000$, Féraud *et al.*, 1980);
- Complexo Vulcânico da Serra Branca – Inclui as rochas correspondentes ao núcleo do designado Maciço Centro-meridional ($350\ 000 \pm 40\ 000$, Féraud *et al.*, 1980). Predominam os produtos vulcânicos evoluídos, incluindo espessas escoadas lávicas e numerosos depósitos vulcanoclásticos de natureza traquítica (s.l.). Nestes últimos, englobam-se depósitos de pedra-pomes de queda, depósitos piroclásticos de fluxo e, possivelmente, lahars. No topo da sequência são comuns os depósitos epiclásticos, nalguns casos extremamente compactados, formando brechas. Os produtos do Complexo Vulcânico da Serra Branca encontram-se geralmente cobertos por escoadas lávicas e piroclastos de formações mais recentes (Gaspar, 1996);

- Complexo Vulcânico de Vitória - Vulcão Central – No complexo vulcânico mais recente da ilha Graciosa distinguem-se duas unidades que têm vindo a ser edificadas simultaneamente, diferenciando-se entre si quanto ao enquadramento geológico e tipo de atividade vulcânica predominante (Gaspar, 1996):
 - Unidade da Vitória – É formada por piroclastos e as escoadas lávicas de natureza basáltica (s.l.) que constituem a Plataforma NW e cobrem parcialmente a Serra das Fontes e o Maciço Centro-meridional;
 - Unidade do Vulcão Central – É formada pelos depósitos vulcânicos associados aos diferentes centros eruptivos da região SE da ilha onde pontuam cones de escórias, cones de tufos e um vulcão central com caldeira. Esta formação inclui produtos de natureza basáltica (s.l.) a traquítica (s.l.), com origem numa grande diversidade de estilos eruptivos, o que se traduz na presença de escoadas lávicas e depósitos piroclásticos de queda e de fluxo.



Fonte: Gaspar, 1996

Figura 2.3.3 | Carta geológica da ilha Graciosa.

2.3.2 | Geomorfologia

A parte emersa da ilha Graciosa, com um volume estimado de 7,4km³, descreve uma configuração aproximadamente elíptica. O coeficiente de circularidade de Gravelius (K_c), definido pela razão entre a superfície da ilha e a área de um círculo de igual perímetro, indica que a Graciosa apresenta uma forma compacta ($K_c = 1,4$). Com uma orientação

predominante de NO-SE, a ilha tem um comprimento e uma largura máximas de 12km e de 8km, respetivamente. A orla costeira, com cerca de 44km, é geralmente baixa e bastante recortada, formando baías e pequenas enseadas abrigadas.

A altitude máxima da ilha Graciosa é atingida no bordo Sudeste da Caldeira (402m). Atendendo à distribuição altimétrica (Figuras 2.3.4 e Quadro 2.3.1), verifica-se que cerca de 80% da superfície insular apresenta cotas inferiores a 200 m e 14% situa-se entre 300m e 400m de altitude, estando os restantes 6% acima deste valor. Os núcleos habitacionais desenvolvem-se quer na faixa costeira como no interior aplanado da ilha, o que não acontece nas restantes ilhas dos Açores.

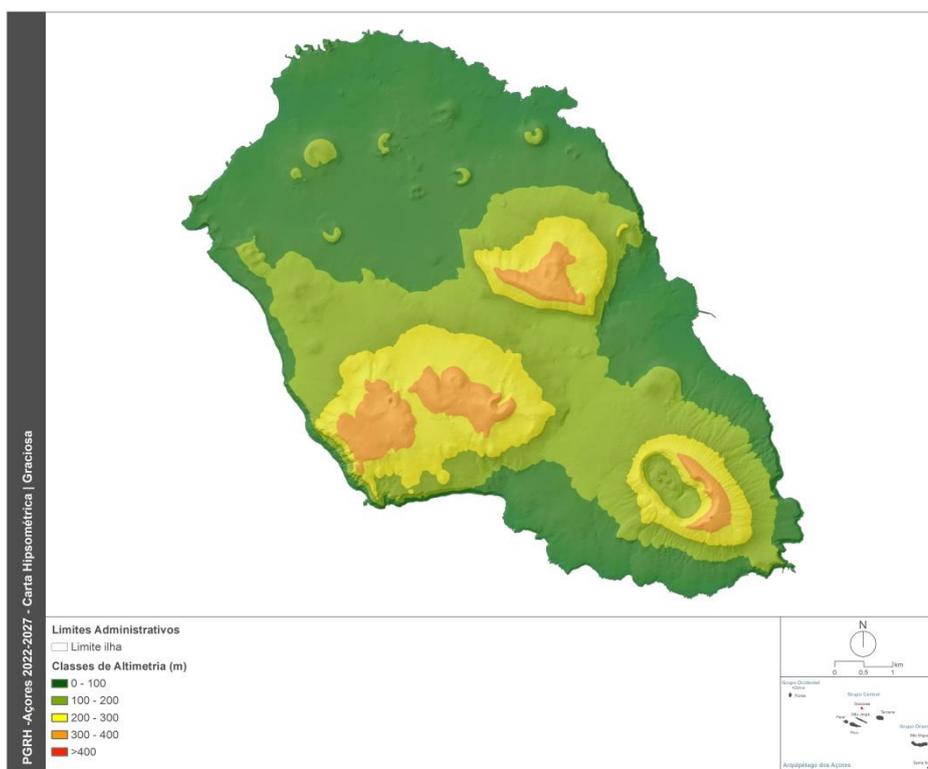


Figura 2.3.4 | Carta hipsométrica da ilha Graciosa.

Quadro 2.3.1 | Distribuição altimétrica da ilha Graciosa

Classes de Altitude (m)	Área (Km ²)	% da ilha
> 0	61,1	100,0
> 100	30,2	49,4
> 200	12,1	19,8
> 300	3,5	5,7
> 400	0,1	0,2

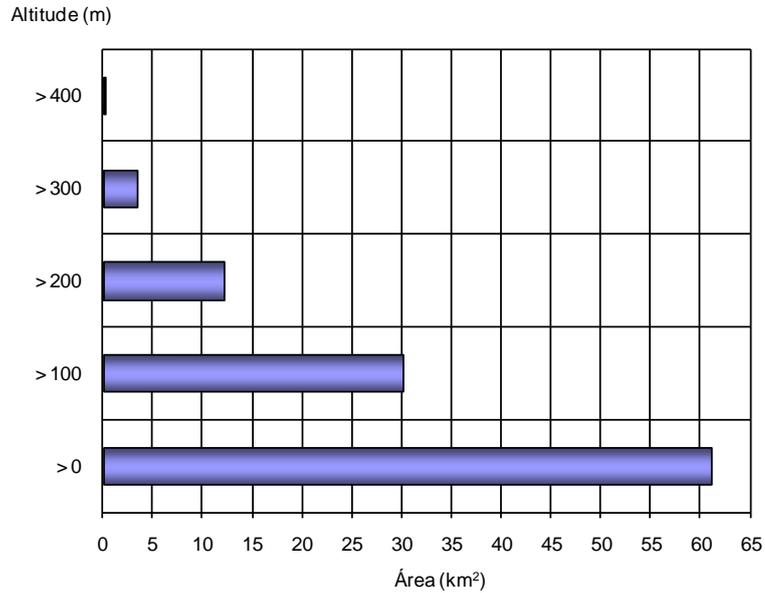


Figura 2.3.5 | Histograma hipsométrico da ilha Graciosa.

No que concerne à declividade (Figura 2.3.6 e Quadro 2.3.2), constata-se que perto de 35% da superfície da ilha Graciosa apresenta declives suaves (<8%), com uma representação bastante mais expressiva na zona NO (Guadalupe, Vitória e Santa Cruz). Por sua vez, cerca de 32% do território insular tem declives muito acentuados/escarpados, sobretudo nos flancos interiores da Caldeira, na costa sudoeste e na Serra das Fontes. Os restantes 33% correspondem a áreas com declives moderados a acentuados que se encontram dispersas pelos diferentes setores da ilha.

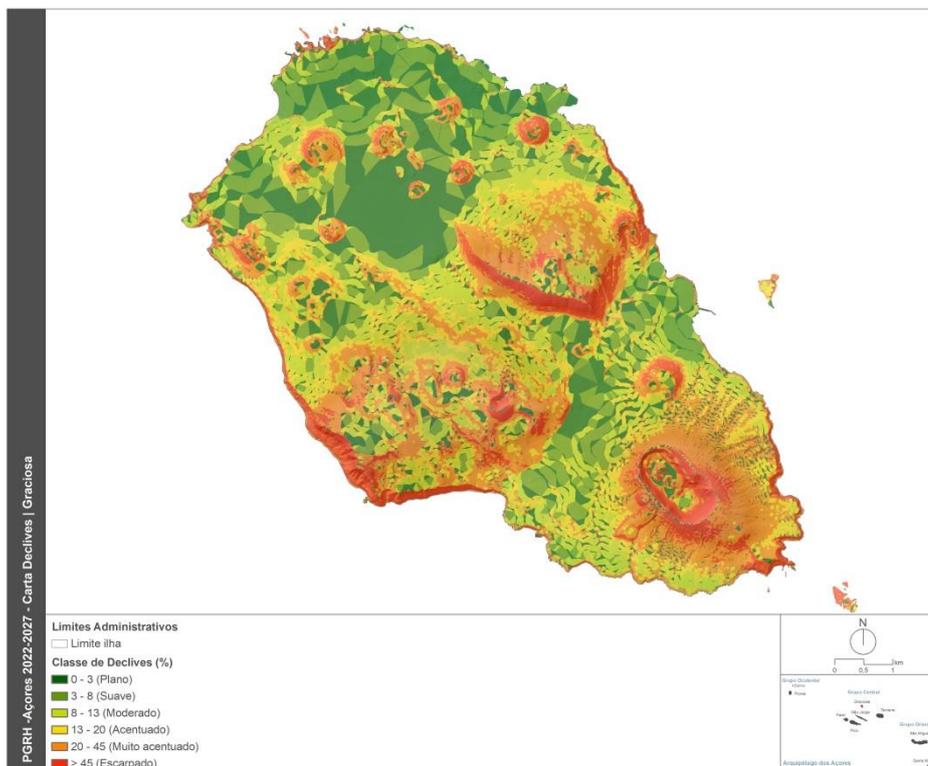


Figura 2.3.6 | Carta de declives da ilha Graciosa.

Quadro 2.3.2 | Distribuição dos declives da ilha Graciosa

Classes de Declive (%)		Área (Km ²)	% da ilha
0 - 3	Plano	11,0	17,9
3 - 8	Suave	10,4	17,0
8 - 13	Moderado	10,7	17,4
13 - 20	Acentuado	9,7	15,8
20 - 45	Muito acentuado	14,0	22,8
> 45	Escarpado	5,6	9,2

A carta de exposições da ilha Graciosa (Figura 2.3.7) demonstra que não existe uma orientação predominante das vertentes, devido à presença de vastas superfícies planas. Contudo, verifica-se que o Maciço da Caldeira faz a separação das encostas voltadas a NE e SE.

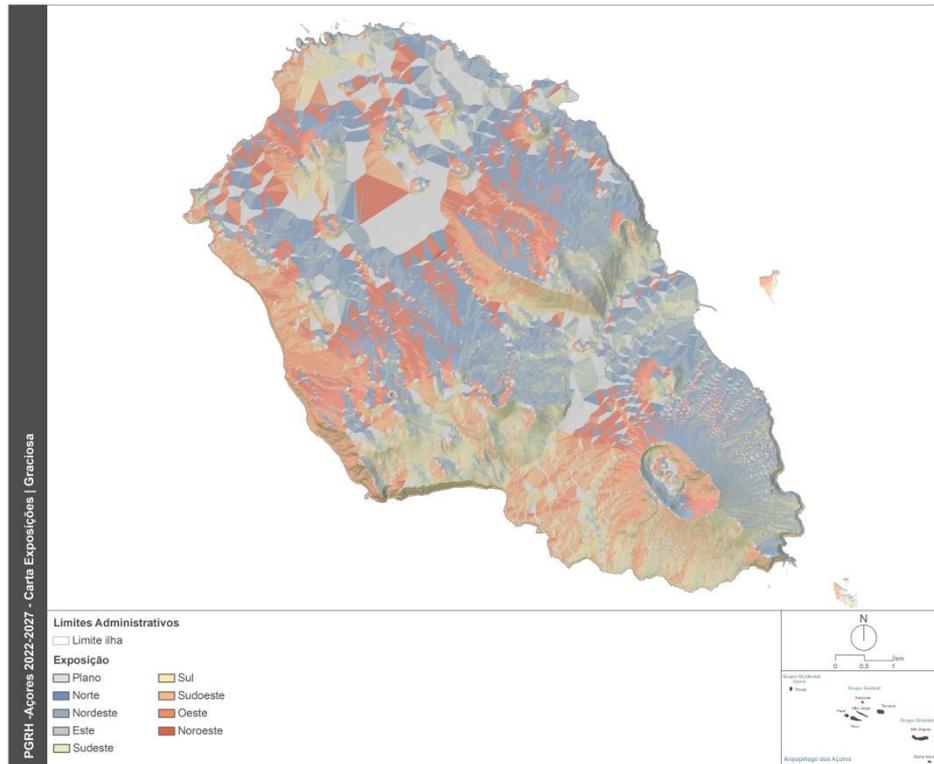


Figura 2.3.7 | Carta de exposições da ilha Graciosa.

Em síntese e de acordo com o Centro de Vulcanologia e Avaliação de Riscos Geológicos (CVARG, 2010), a ilha Graciosa compreende as seguintes unidades geomorfológicas (Figura 2.3.8):

- (1) Maciço da Caldeira;
- (2) Serra das Fontes;
- (3) Maciço centro-meridional;
- (4) Plataforma Noroeste.

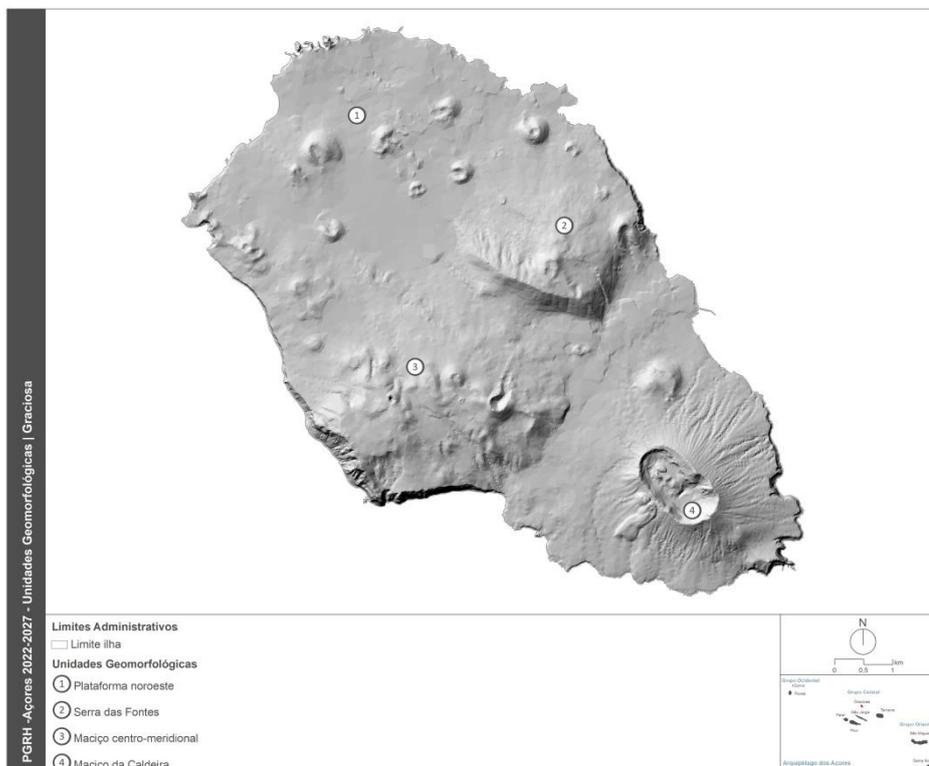


Figura 2.3.8 | Carta das unidades geomorfológicas da ilha Graciosa.

- (1) O Maciço da Caldeira, situado na parte SE da ilha, encontra-se o separado das Serras das Fontes, Branca e Dormida por uma depressão com orientação geral NE-SW, que se estende desde a Vila da Praia (costa Norte) até à Baía da Folga (costa Sul). Esta estrutura vulcânica apresenta uma forma alongada, segundo a direção NW-SE, existindo na sua parte superior uma caldeira dupla, de forma oval e com cerca de 1 625m de comprimento, 875m de largura máxima e 350m de profundidade (Zbyszewski *et al*, 1972). O bordo da Caldeira é dissimétrico, sendo mais alto na extremidade SE, com uma cota máxima de 404m, enquanto que na extremidade NW atinge apenas 250m de altitude. No interior da caldeira existem alguns cones de pequenas dimensões e na extremidade SE encontra-se a Furna do Enxofre, uma gruta de origem vulcânica que possui no seu interior um lago e um campo fumarólico.
- (2) A Serra das Fontes está situada na região central da ilha e a NE das Serras Branca e Dormida. Tem uma configuração arredondada, atingindo a altitude máxima de 375m no Pico do Facho. Dos aspetos peculiares destacam-se os seus abruptos flancos Sul e Este.
- (3) O Maciço centro-meridional é constituído pelas Serras Branca e Dormida que estão separadas por uma pequena depressão com orientação NW-SE. A Norte desta depressão encontra-se a Serra Dormida e a encimá-la existem alguns cones com crateras, alinhados segundo uma direção NW-SE. A altitude máxima atinge-se no Pico do Timão (308m). Por seu turno, a Serra Branca, com uma cota máxima de 360m (Pico das

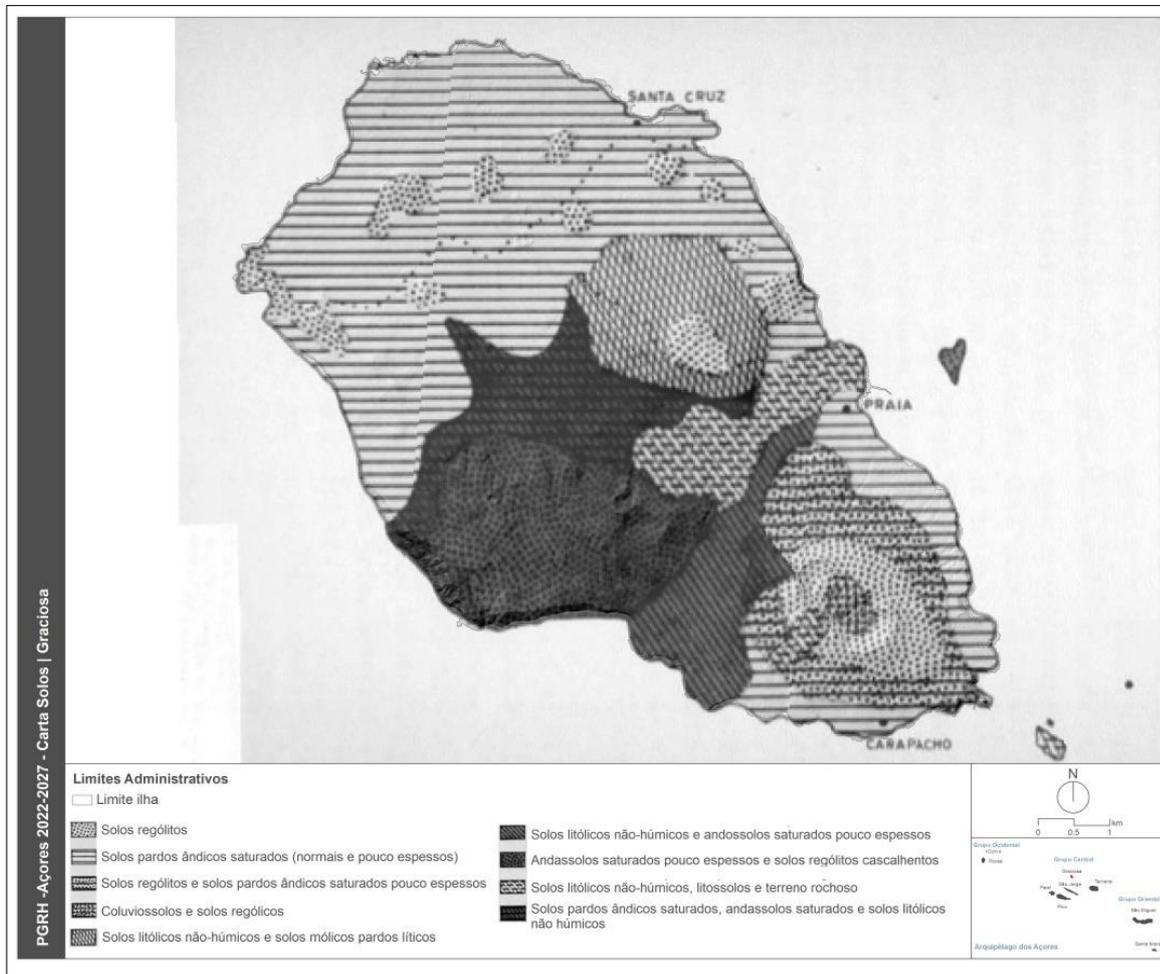
Caldeirinhas), apresenta no flanco SW arribas costeiras escarpadas que alcançam uma altura considerável (150m).

- (4) A Plataforma Noroeste desenvolve-se a baixa altitude, com cotas que rondam os 50m, onde sobressaem, amiúde, mais de 3 dezenas de cones de escórias, os maiores dos quais possuem vertentes declivosas. Destaca-se o Cabeço das Caldeiras, cuja altitude máxima é de 181m.

2.3.3 | Tipos de solo

A Graciosa é a ilha menos acidentada do arquipélago dos Açores. No entanto, apresenta um relevo especialmente acentuado na região meridional, podendo ser dividida em duas partes: uma relativamente montanhosa, que abrange as freguesias da Praia e da Luz e a outra sensivelmente plana, constituída pelas freguesias de Santa Cruz e de Guadalupe. Do ponto de vista da sua formação, podem ser definidas quatro principais unidades, a que estão associados um ou mais tipos de solo: o Maciço da Caldeira, as Serras Branca e Dormida, a Serra das Fontes e a região baixa do NW (Figura 2.3.9).

Segundo Belerique (1993), na encosta exterior da Caldeira e na parte mais aplanada do seu interior encontram-se Solos Pardos, mais evoluídos, com perfil que varia entre 76cm e 1m de profundidade e sempre com um horizonte superficial A, com espessura compreendida entre 12cm e 22cm. Verifica-se, também, um horizonte Bw, de cor pardo escura, a profundidades muito variáveis e com espessura que entre 34cm e 70cm. Nestes solos os horizontes de material mais evoluído são tixotrópicos, libertando água muito facilmente quando se comprime a amostra entre os dedos. A densidade aparente é quase sempre superior à unidade. Possuem menor capacidade de retenção para a água, uma fração argilosa superior e menor teor de matéria orgânica, quando comparados com outros tipos de solos presentes na ilha. Trata-se de solos com uma taxa de infiltração média, originando algum escoamento superficial e que, segundo a classificação hidrológica do *Soil Conservation Service* (SCS), são solos do tipo C.



Fonte: Medina e Grilo (1981)

Figura 2.3.9 | Carta dos principais tipos de solos da ilha Graciosa.

Na restante encosta exterior à Caldeira ocorrem manchas alternadas de Regossolos e de Solos Rególicos. Ao longo da encosta verificam-se, dado o seu elevado declive, focos de erosão não latente, podendo originar solos profundos e evoluídos junto aos muros inferiores. Nos cones secundários do interior da Caldeira encontram-se Solos Rególicos com perfil pouco evoluído e que apresentam um horizonte A com 10 cm de profundidade, ao qual se segue um horizonte AC.

Quanto à Serra Banca, verifica-se que a base do Pico das Caldeirinhas é constituída por Solos Rególicos que se prolongam em direção à zona costeira, enquanto na parte superior existem Regossolos desprovidos de qualquer horizonte A (Belerique, 1993). Na área compreendida entre estes dois extremos, encontra-se uma alternância de Solos Rególicos e Regossolos. Os Solos Rególicos ocorrem também nos cones de escórias, quer sobre materiais piroclásticos grosseiros, quer sobre piroclastos finos (Medina e Grilo, 1981). Genericamente, os Solos Rególicos existentes nesta zona da ilha são solos pouco evoluídos, formados por materiais não consolidados de natureza piroclástica, com muitos elementos grosseiros e com dimensões de pedra miúda. Os Regossolos são provenientes de material originário da mesma natureza que os Solos Rególicos, tendo o mesmo tipo de perfil mas com a diferença de não existir um horizonte

A bem diferenciado em pelo menos 10cm de profundidade. Estes solos, devido à sua textura grosseira, possuem uma boa taxa de infiltração, sendo solos do tipo A.

Os Litossolos ocorrem geralmente sobre lavas muito recentes e/ou em áreas muito declivosas e erosionadas, como é o caso das vertentes interiores da Caldeira. O perfil não possui horizontes genéticos e a rocha encontra-se inalterada até cerca de 10cm de profundidade. Com efeito, são solos pedregosos e ocorrem associados a afloramentos rochosos (Belerique, 1993). Podem também ser encontrados sobre as lavas basálticas da Praia e sobre as lavas do Frágoso, assim como nas encostas das Serras das Fontes e Dormida (Medina e Grilo, 1981). Devido à sua constituição física, apresentam uma elevada capacidade de infiltração e um fraco escoamento superficial, sendo, por isso, solos tipo A.

Na Serra Branca, designadamente numa faixa acima dos Solos Pardos (entre 325m e 350m de altitude) encontram-se Andossolos Típicos (Belerique, 1993). São constituídos por materiais piroclásticos de natureza basáltica, com profundidades compreendidas entre 80cm e 94cm. Estes solos não são muito complexos e resultam de diferentes fases de vulcanismo. Possuem uma capacidade utilizável para a água e valores de densidade aparente por volta de 0,75. Devido à sua composição física e textura fraco-limosa, estes solos apresentam uma taxa de infiltração média, podendo originar algum escoamento superficial, sendo classificados como solos tipo B.

Por último, os Solos Mólicos encontram-se em correspondência com rocha basáltica ou com materiais piroclásticos e ocorrem na Serra das Fontes, bem como em diversos locais da região mais aplanada do NW da ilha. Constituem de solos tipo B, uma vez que são geralmente pouco espessos (Medina e Grilo, 1981) e podem originar algum escoamento superficial

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 Graciosa

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 entanto, 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 homogéneas. 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 Graciosa, 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 três massas de água (Quadro 2.3.3).

Quadro 2.3.3 | Redelimitação das massas de água subterrânea para a ilha Graciosa 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)
Serra das Fontes	Serra das Fontes
Serra Dormida	Serra Dormida
Cruz do Barro Branco	Indiferenciado(*)
Serra Branca	

Massas de Água (1.º e 2.º ciclos de planeamento)	Massas de Água (Presente ciclo de planeamento)
Folga	Plataforma de Sta. Cruz - Guadalupe
Compósito	
Sequência Hidromagmática Superior	
Luz – Rebentão da Lagoa	
Plataforma de Sta. Cruz - Guadalupe	

(*) Não considerada uma massa de água em sentido estrito

Neste contexto, na ilha Graciosa foram delimitadas três massas de água, cujas características hidrogeológicas se sistematizam nos Quadros 2.3.4 a 2.3.6. A cartografia respeitante à respetiva delimitação encontra-se na Figura 2.3.10.

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 PARA (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.*, 2007). Na medida que este último foi baseado em trabalhos de campo, que pressupuseram a visita a todos os pontos de água captados para uso humano, realizados com o apoio das entidades gestoras dos sistemas de abastecimento, optou-se por considerar esta base como a mais completa e pormenorizada, complementando-a com as outras fontes. Relativamente aos pontos não captados, a única fonte utilizada correspondeu ao levantamento do PRA, na medida que os restantes estudos não os abrangem.

A distribuição dos pontos de água existentes na ilha, que totalizam 18 nascentes (0,30 nascentes/km²) e 13 furos (0,21 furos/km²), encontra-se representada na Figura 2.3.11. A listagem respeitante aos pontos de água encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo 2.3.1). Relativamente à distribuição das nascentes, na massa de água Serra das Fontes ocorrem 10, na massa Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe três e na massa Serra Dormida cinco emergências. Nas áreas indiferenciadas da Ilha ocorrem ainda dispersas sete nascentes. No que concerne à distribuição dos furos, na massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe ocorrem 13 captações, embora se desconheça a localização de outros 8 furos instalados no passado. Nesta última massa de água observam-se ainda três poços de maré.

Quadro 2.3.4 | Síntese de caracterização da massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe

Área Aflorante	37,69km ²
Litologias Dominantes	Escodas lávicas basálticas, intercaladas com níveis piroclásticos; escoadas e domos de natureza benmoreítica; inclui escoada basáltica do Pico Timão; escoadas lávicas e piroclastos recentes dos Picos da Terça e Barcelos
Características Gerais	Sistema de aquíferos basais, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos em altitude, livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, porosos e limitados por níveis de permeabilidade reduzida
Fácies Química	Cloretada Sódica a Cloretada Sódica Magnesiana

Fonte: adaptado de Cruz, 2004

Quadro 2.3.5 | Síntese de caracterização da massa de água Serra Dormida

Área Aflorante	4,20km ²
Litologias Dominantes	Inclui piroclastos subaéreos indiferenciados e piroclastos do Pico das Caldeirinhas e do Pico Timão.
Características Gerais	Sistema de aquíferos de altitude, predominantemente porosos, nomeadamente aquíferos em altitude, livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida
Fácies Química	Cloretada sódica predomina; cloretada sódica cálcica (1 amostra)

Fonte: adaptado de Cruz, 2004

Quadro 2.3.6 | Síntese de caracterização da massa de água Serra das Fontes

Área Aflorante	1,95km ²
Litologias Dominantes	Escoadas lávicas subaéreas com intercalações de depósitos piroclásticos indiferenciados.
Características Gerais	Sistema de aquíferos em altitude, livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, fissurado ou porosos, e limitados por níveis de permeabilidade reduzidas
Fácies Química	Cloretada sódica

Fonte: adaptado de Cruz, 2004

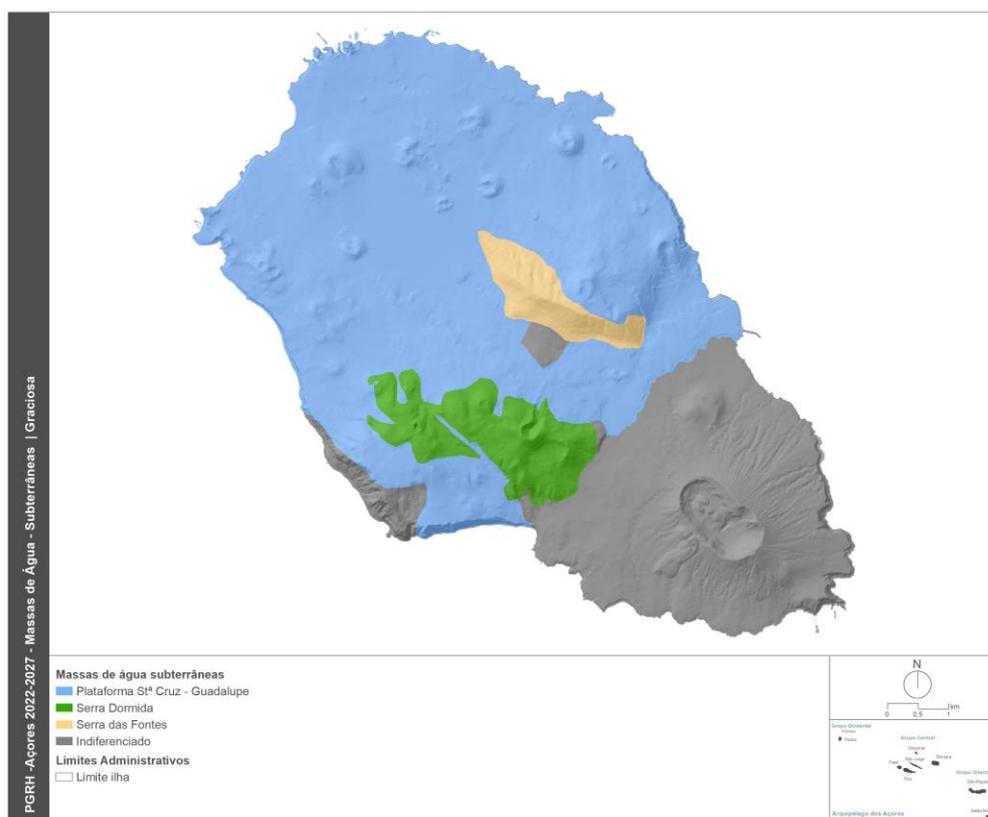


Figura 2.3.10 | Delimitação das massas de água na ilha Graciosa.

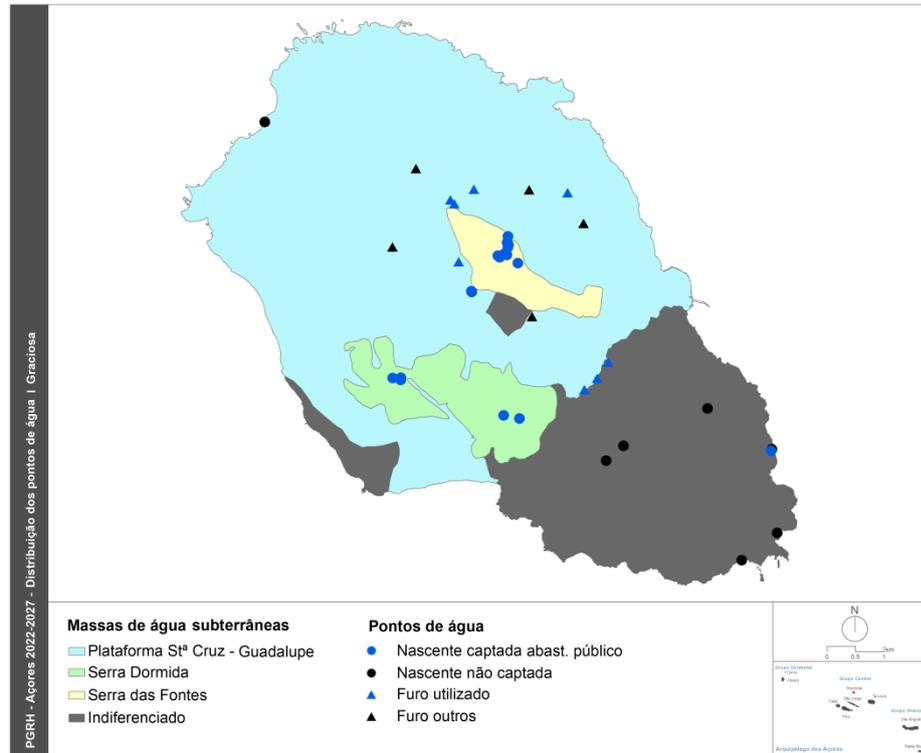


Figura 2.3.11 | Distribuição de pontos de água na ilha Graciosa.

As características técnicas de todos os furos de que foi possível obter informação de base encontra-se em anexo ao presente relatório (Anexo 2.3.I). Com base nos dados obtidos é possível concluir que o caudal específico na ilha Graciosa varia entre 1,36 e 266,7L/sm (mediana = 142,86L/sm) (Figura 2.3.12), constatando-se que todos os valores respeitam a captações instaladas na massa de água Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe, o que denota a grande variabilidade observada nesta unidade (Quadro 2.3.12). A classe modal relativa à distribuição dos valores de caudal específico corresponde ao intervalo 135 e 202,5L/sm.

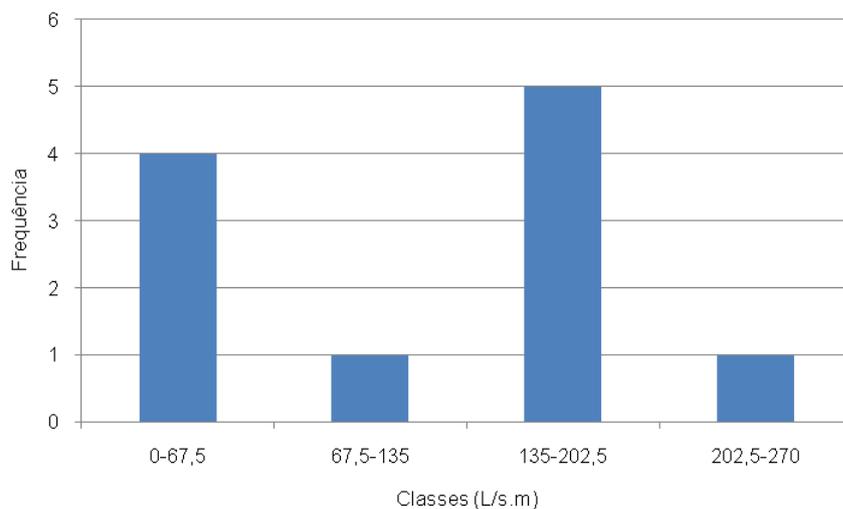


Figura 2.3.12 | Histograma relativo à distribuição de valores de caudal específico na ilha Graciosa.

Da leitura do Quadro 2.3.7, pode verificar-se que a transmissividade varia entre $1,66 \times 10^{-3}$ e $3,25 \times 10^{-1} \text{m}^2/\text{s}$, (mediana = $1,02 \times 10^{-1} \text{m}^2/\text{s}$), com uma classe modal respeitante aos valores entre 0 e $0,1 \text{m}^2/\text{s}$ (Figura 2.3.13), e apresenta um comportamento similar ao caudal específico. As estimativas de condutividade hidráulica apresentam os valores médio e de mediana respetivamente iguais a $4,56 \times 10^{-2} \text{m}/\text{s}$ e $2,54 \times 10^{-2} \text{m}/\text{s}$ na mesma massa de água subterrânea.

Quadro 2.3.7 | Valores de parâmetros hidrodinâmicos estimados nas massas de água subterrâneas da ilha Graciosa (s.d. – sem dados)

Massa de Água	Refª PGRH	Caudal Específico (L/sm)	T (m ² /s)	Espessura captada (m)	K (m/s)
Plataforma Santa Cruz - Guadalupe	GRA.29	33,33	$4,07 \times 10^{-02}$	11,60	$3,51 \times 10^{-03}$
	GRA.30	31,25	$3,81 \times 10^{-02}$	11,53	$3,31 \times 10^{-03}$
	GRA.31	192,50	$2,35 \times 10^{-01}$	5,00	$4,70 \times 10^{-02}$
	GRA.32	142,86	$2,69 \times 10^{-02}$	2,00	$1,35 \times 10^{-02}$
	GRA.33	200,00	$2,44 \times 10^{-01}$	1,00	$2,44 \times 10^{-01}$
	GRA.34	177,50	$2,17 \times 10^{-01}$	8,52	$2,54 \times 10^{-02}$
	GRA.35	200,00	$1,10 \times 10^{-01}$	3,00	$3,65 \times 10^{-02}$
	GRA.36	1,36	$1,66 \times 10^{-03}$	s.d.	s.d.
	GRA.37	83,30	$1,02 \times 10^{-01}$	s.d.	s.d.
	GRA.38	266,67	$3,25 \times 10^{-01}$	9,00	$3,61 \times 10^{-02}$
GRA.47	5,71	$1,46 \times 10^{-02}$	12,00	$1,22 \times 10^{-03}$	

Legenda: s.d. – sem dados.

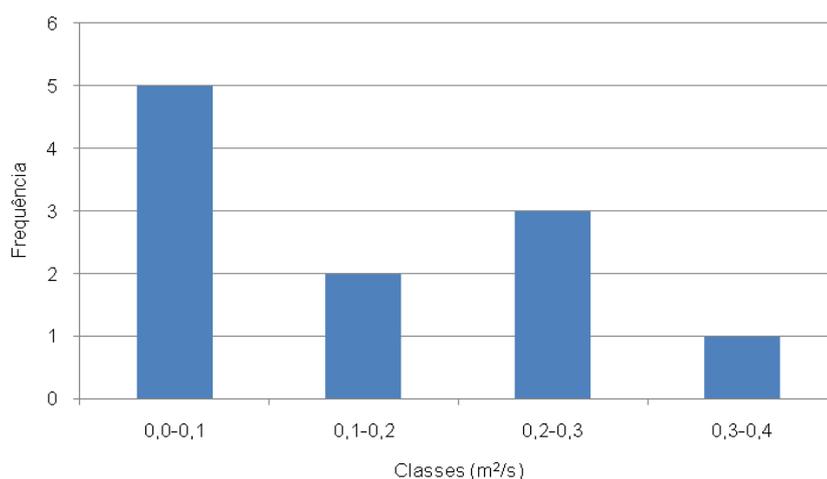


Figura 2.3.13 | Histograma relativo à distribuição de valores de transmissividade na ilha Graciosa.

2.3.4.3 | Hidrogeoquímica da ilha Graciosa

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 as águas subterrâneas na ilha Graciosa apresentam uma fácies predominante do tipo cloretada sódica, embora ocorram amostras com tendência sódica magnesiana e sódica cálcica (Figura 2.3.25). As amostras são predominantemente alcalinas, em que o valor da mediana do pH é igual a 7,35, o que é característico de meios vulcânicos em que a litologia corresponde a formações basálticas *s.l.*. O valor da mediana da alcalinidade é igual a 36,5mg/L de CaCO₃, variando entre 19,7 e 101,7mg/L de CaCO₃.

A dureza total varia entre 41,7 a 314,5mg/L de CaCO₃, com um valor de mediana igual a 48,6mg/L de CaCO₃. Desta forma, existem águas brandas a muito duras, embora o valor da mediana deste parâmetro se enquadre no grupo das águas brandas

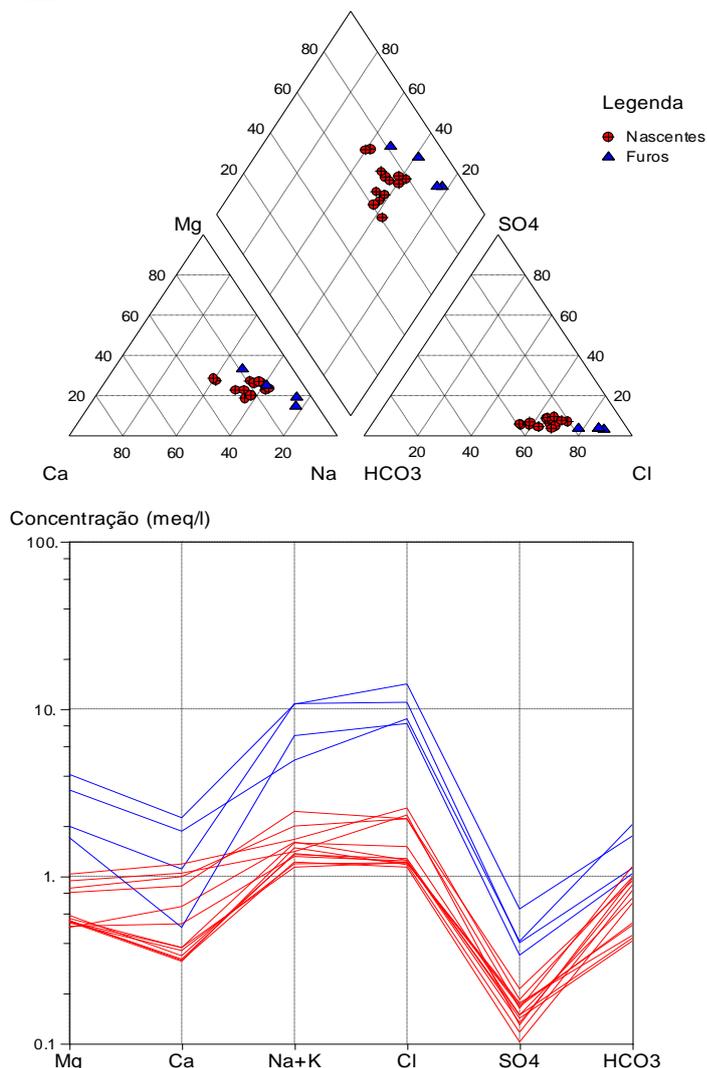
A condutividade apresenta um valor de mediana igual a 256μS/cm, variando entre 195 e 1768μS/cm, o que indica a ocorrência de águas já com mineralização elevada. O cloreto e o sódio são os iões predominantes, apresentando gamas de valores respetivamente entre 38,6 a 499,8mg/L e 24,2 a 227,5mg/L.

As águas amostradas são predominantemente frias, embora no decorrer do presente estudo tenham sido inventariadas algumas nascentes termais: Baía da Vitória, Carapacho e Homiziados e Varadouro.

O diagrama de Shoeller relativo às águas subterrâneas da ilha Graciosa mostra uma acentuada dissemelhança entre nascentes e furos, e as análises destes dois grupos apresentam uma homogeneidade composicional considerados isoladamente (Figura 2.3.14).

Nas massas de água subterrâneas Serra Dormida e Serra das Fontes as fácies predominantes são cloretadas sódicas, correspondendo a águas pouco mineralizadas, com a condutividade das amostras a variar respetivamente entre 254 a 318μS/cm e 195 a 317μS/cm. O diagrama de Schoeller revela uma grande homogeneidade da composição química das várias amostras nestas massas, bem como uma clara dominância do sódio, relativamente aos outros catiões, e do cloreto, relativamente aos outros aniões. Os teores de sódio e de cloreto na massa Serra Dormida distribuem-se respetivamente entre 27,4 a 43,3mg/L e 39,1 a 90,6mg/L, enquanto na massa Serra das Fontes variam entre 24,2 a 35,5mg/L e 38,6 a 49,2mg/L.

A massa de água Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe apresenta como fácies predominantes a cloretada sódica e cloretada sódica magnesiana, sendo caracterizado por valores de condutividade substancialmente mais elevados que as unidades referidas anteriormente: a condutividade varia entre 872μS/cm a 1768μS/cm, com um valor de mediana igual a 1340μS/cm. Esta diferença resulta do facto de nesta massa a água ser captada mediante furos, num aquífero de base, ao invés das unidades anteriores, onde as nascentes emergem de aquíferos em altitude. A maior mineralização é refletida, igualmente, nos teores mais elevados dos iões predominantes, o sódio e o cloreto, que respetivamente variam entre 69,9 a 227,5mg/L e 206,2 a 499,8mg/L.



Fonte: Cruz (2004)

Figura 2.3.14 | Diagramas de Piper e de Schoeller relativos à composição química da água captada nas nascentes e furos na ilha Graciosa.

2.3.5 | Avaliação das disponibilidades hídricas subterrâneas

No Quadro 2.3.8 discriminam-se os valores respeitantes às disponibilidades de água subterrânea na ilha Graciosa. Os recursos na ilha estimam-se em cerca de 11,8 hm³/ano na ilha, valor claramente abaixo da mediana regional (159,9 hm³/ano), e que corresponde a cerca de 0,78% do total regional. Na ilha, a massa de água com maior volume de recursos subterrâneos corresponde à unidade Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe, com 8,2 hm³/ano, enquanto, por outro lado, a massa de água Serra das Fontes é a que apresenta menor volume de recursos subterrâneos (0,5 hm³/ano) (Figura 2.3.15). Realça-se, ainda, que se admite a cedência de um volume de água subterrânea, não quantificado por falta de elementos de suporte, entre massas de água.

No PRA considera-se que a fração dos recursos disponível era de 10% do volume estimado, o que se afigura excessivamente precautório (DROTRH-INAG, 2001). Em qualquer caso, e de forma a salvaguardar os recursos não

exploráveis, no presente trabalho optou-se por considerar uma fração não disponível igual a 40% dos recursos estimados a longo prazo, i.e. a recarga, valor que se estima poder compensar os constrangimentos geológicos e hidrogeológicos e, paralelamente, ser suficiente para assegurar a parte do escoamento subterrâneo que alimenta os cursos de água e particularmente importante nos meses mais secos do ano hidrológico. Neste contexto, a fração dos recursos hídricos subterrâneos exploráveis é de 60% do total, e este valor será retomado nos cálculos inerentes à avaliação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas (Figura 2.3.15).

Quadro 2.3.8 | Recursos hídricos subterrâneos na ilha Graciosa.

Massa de Água	Precipitação (hm ³ /ano)	Disponibilidade (hm ³ /ano)	Taxa de Recarga (%)
Serra Dormida	4.81	0.88	18.36
Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe	37.94	8.19	21.58
Serra das Fontes	2.37	0.51	21.65
Indiferenciado	17.75	2.24	<i>n.a.</i>

Legenda: *n.a.* – não aplicável.

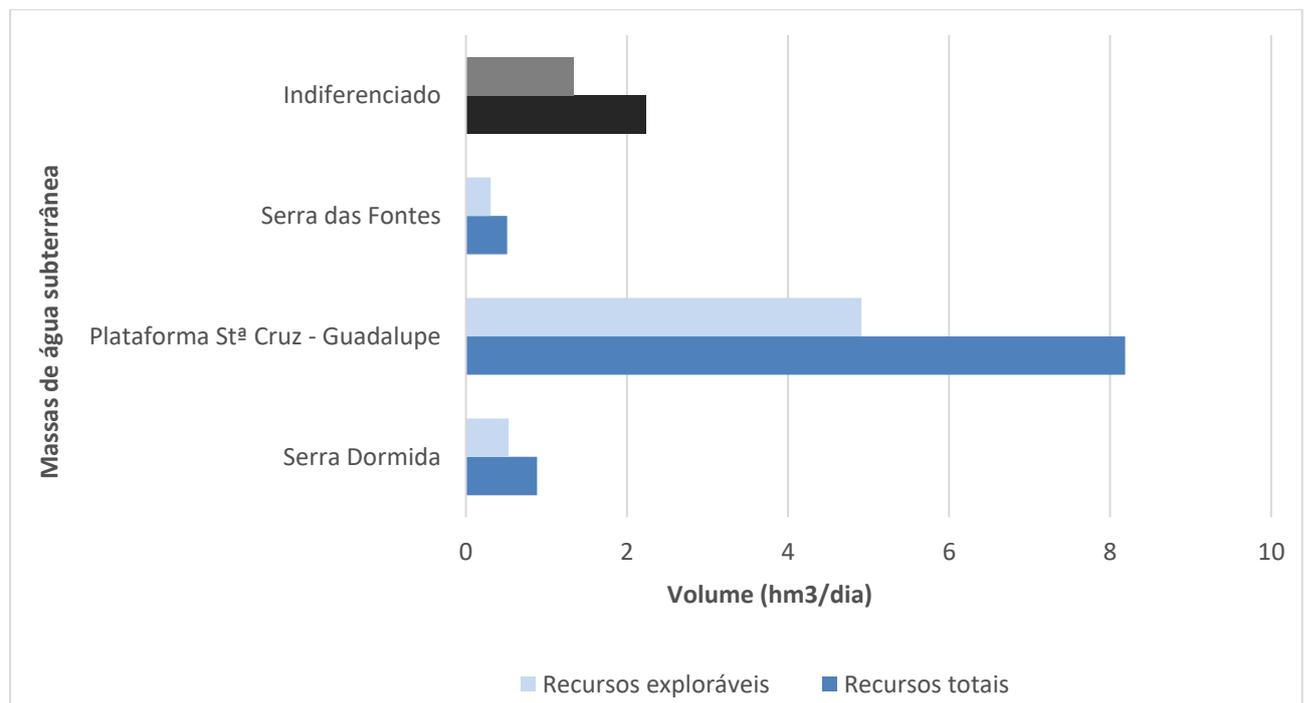


Figura 2.3.15 | Distribuição das disponibilidades hídricas subterrâneas e do volume efetivamente considerado como explorável nas massas de água da ilha Graciosa.

2.4 | Caracterização hidrográfica e hidrológica

2.4.1 | Rede hidrográfica

A Figura 2.4.1 caracteriza a drenagem superficial na Graciosa, e representa as principais bacias hidrográficas da ilha. Os fatores fisiográficos que prevalecem, designadamente a pequena dimensão, a baixa altitude média e a grande expressão territorial das áreas planas ou com declives suaves, explicam o fraco desenvolvimento dos cursos de água. No conjunto das ilhas açorianas, a Graciosa é a que apresenta menor estruturação da rede hidrográfica, o que reflete, de alguma forma, a incapacidade do relevo em promover a precipitação orográfica.

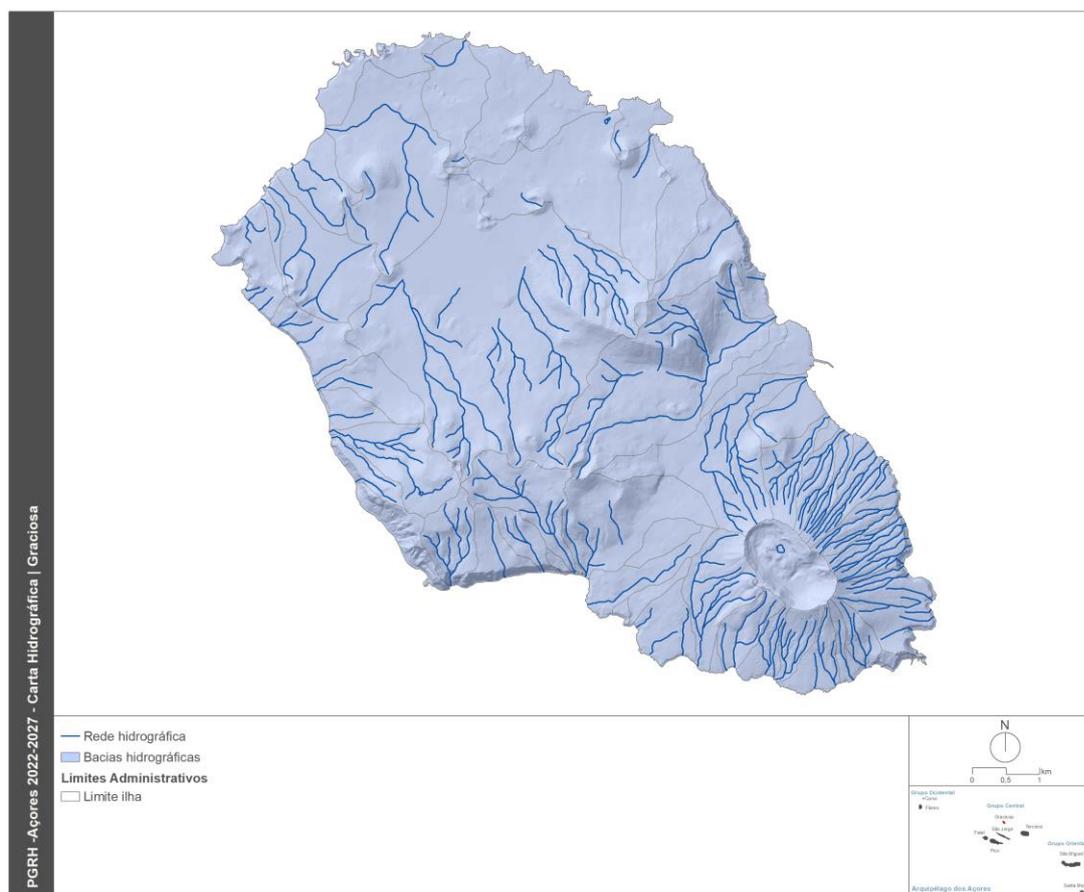


Figura 2.4.1 | Carta hidrográfica da ilha Graciosa.

Com base as principais unidades geomorfológicas da ilha Graciosa observa-se que a generalidade da plataforma Noroeste é quase desprovida de cursos de água, pelo que a densidade de drenagem é praticamente nula. Também na Serra das Fontes, a drenagem superficial é bastante incipiente. Por sua vez, nas Serras Branca e Dormida os cursos de água são mais desenvolvidos e melhor estruturados, definindo uma rede superficial com alguma organização. Por último, na unidade geomorfológica da Caldeira, os cursos de água são numerosos, especialmente no flanco nordeste, descrevendo padrão radial em torno desta estrutura vulcânica. Neste setor, a rede de drenagem superficial é bem marcada, apesar de pouco ramificada e com bacias hidrográficas de pequena dimensão. A Figura 2.4.2, que representa

a densidade de drenagem da Graciosa, calculada para uma quadrícula de 250m x 250m, reflete as características gerais da hidrografia da ilha.

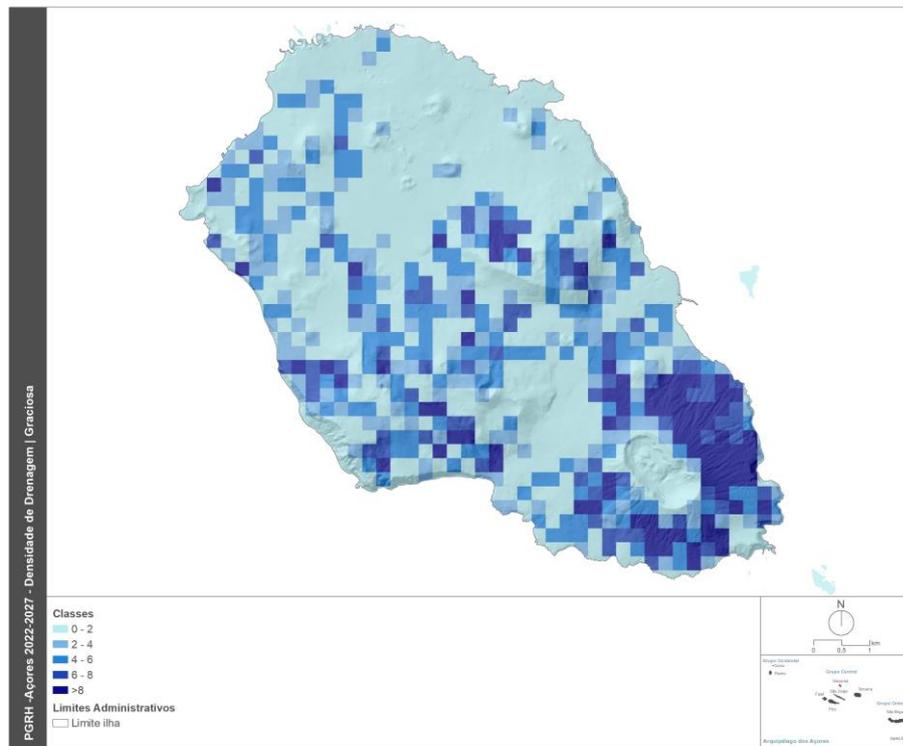


Figura 2.4.2 | Carta da densidade de drenagem da ilha Graciosa.

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 Graciosa.

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

Código bacia	Nome bacia	Área (Km ²)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
GRB10	Bacias Agregadas	0,80	1065	615	451
GRB22	Nome desconhecido	1,37	1018	505	513
GRB23	Nome desconhecido	0,79	1021	563	459
GRA14	Bacias Agregadas	0,71	930	602	328
GRA29	Bacias Agregadas	0,40	1003	658	345
GRE5	Bacias Endorreicas	0,02	922	449	473
GRE6	Bacias Endorreicas	0,06	1164	444	720
GRA10	Bacias Agregadas	0,66	1048	625	424
GRA4	Bacias Agregadas	1,32	834	594	241
GRA6	Bacias Agregadas	0,68	852	617	235
GRB24	Sta. Cruz	2,73	917	566	351
GRA7	Bacias Agregadas	0,47	850	598	253

Código bacia	Nome bacia	Área (Km ²)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
GRB14	Nome desconhecido	1,05	952	550	402
GRA8	Bacias Agregadas	1,39	982	610	372
GRA9	Bacias Agregadas	0,43	948	740	208
GRB2	Nome desconhecido	2,65	1136	576	560
GRA11	Bacias Agregadas	0,08	1000	697	303
GRB17	Grota da Ventosa	0,73	1014	533	481
GRB8	Nome desconhecido	0,33	945	558	387
GRB7	Grota da Lombada	0,46	1002	528	474
GRA12	Bacias Agregadas	0,62	977	606	372
GRA13	Bacias Agregadas	0,62	941	593	348
GRB19	Nome desconhecido	0,35	970	701	269
GRA16	Bacias Agregadas	1,20	920	643	277
GRA17	Bacias Agregadas	0,05	910	789	121
GRB18	Nome desconhecido	0,18	962	721	241
GRA18	Bacias Agregadas	0,55	911	783	129
GRB9	Nome desconhecido	0,45	951	706	245
GRA20	Bacias Agregadas	0,06	871	797	74
GRB6	Bacias Agregadas	0,60	974	737	237
GRB5	Grota da Ribeira	1,33	1028	662	366
GRB4	Nome desconhecido	0,22	1025	746	280
GRB1	Nome desconhecido	0,39	1158	693	465
GRA22	Bacias Agregadas	0,06	972	812	160
GRB3	Nome desconhecido	2,11	1174	678	496
GRA24	Bacias Agregadas	0,01	1108	912	196
GRA25	Bacias Agregadas	0,07	987	762	225
GRA26	Bacias Agregadas	0,65	1040	671	369
GRA27	Bacias Agregadas	0,40	955	574	381
GRA28	Bacias Agregadas	0,62	1020	697	324
GRA31	Bacias Agregadas	0,91	881	620	261
GRA32	Bacias Agregadas	0,91	844	642	202
GRA5	Bacias Agregadas	0,83	819	671	148
GRA30	Bacias Agregadas	0,79	888	655	233
GRE8	Bacias Endorreicas	11,33	1125	536	589
GRB12	Nome desconhecido	3,69	851	629	222
GRB11	Nome desconhecido	0,21	810	457	353
GRA3	Bacias Agregadas	1,85	850	549	301
GRB21	Nome desconhecido	0,42	1069	625	444
GRB16	Bacias Agregadas	0,35	1108	684	424
GRB15	Nome desconhecido	4,83	1236	587	649
GRA1	Bacias Agregadas	1,05	971	541	431
GRB13	Nome desconhecido	1,22	859	577	283
GRA15	Bacias Agregadas	0,11	877	788	89
GRB20	Nome desconhecido	1,32	1101	570	531
GRA23	Bacias Agregadas	0,78	1042	755	288
GRA19	Bacias Agregadas	0,40	948	785	163

Código bacia	Nome bacia	Área (Km ²)	P (mm)	Etr (mm)	Sav (mm)
GRA21	Bacias Agregadas	0,75	961	768	192
GRE3	Bacias Endorreicas	1,20	955	548	407

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 Graciosa.

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

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km ⁻¹)	Esc (hm ³ /ano)
GRB10	Bacias Agregadas	5,13	0,14
GRB22	Nome desconhecido	3,78	0,21
GRB23	Nome desconhecido	1,12	0,05
GRA14	Bacias Agregadas	11,03	0,18
GRA29	Bacias Agregadas	1,68	0,02
GRE5	Bacias Endorreicas	0,00	0,00
GRE6	Bacias Endorreicas	0,00	0,00
GRA10	Bacias Agregadas	2,35	0,06
GRA4	Bacias Agregadas	0,00	0,02
GRA6	Bacias Agregadas	0,00	0,01
GRB24	Sta. Cruz	0,26	0,07
GRA7	Bacias Agregadas	0,73	0,01
GRB14	Nome desconhecido	0,68	0,04
GRA8	Bacias Agregadas	1,45	0,08
GRA9	Bacias Agregadas	0,00	0,01
GRB2	Nome desconhecido	4,02	0,47
GRA11	Bacias Agregadas	0,00	0,00
GRB17	Grota da Ventosa	6,86	0,17
GRB8	Nome desconhecido	10,83	0,10
GRB7	Grota da Lombada	10,10	0,15
GRA12	Bacias Agregadas	10,20	0,16
GRA13	Bacias Agregadas	8,11	0,12
GRB19	Nome desconhecido	6,57	0,05
GRA16	Bacias Agregadas	5,71	0,14
GRA17	Bacias Agregadas	0,00	0,00
GRB18	Nome desconhecido	5,16	0,02
GRA18	Bacias Agregadas	4,92	0,03
GRB9	Nome desconhecido	7,53	0,06
GRA20	Bacias Agregadas	0,00	0,00
GRB6	Bacias Agregadas	5,10	0,05
GRB5	Grota da Ribeira	5,56	0,20
GRB4	Nome desconhecido	0,00	0,00
GRB1	Nome desconhecido	0,00	0,01
GRA22	Bacias Agregadas	0,00	0,00
GRB3	Nome desconhecido	1,57	0,17

Código bacia	Nome bacia	Dd (Km ¹)	Esc (hm ³ /ano)
GRA24	Bacias Agregadas	0,00	0,00
GRA25	Bacias Agregadas	0,00	0,00
GRA26	Bacias Agregadas	1,72	0,04
GRA27	Bacias Agregadas	5,02	0,06
GRA28	Bacias Agregadas	0,00	0,01
GRA31	Bacias Agregadas	1,84	0,04
GRA32	Bacias Agregadas	2,67	0,04
GRA5	Bacias Agregadas	0,00	0,01
GRA30	Bacias Agregadas	2,44	0,04
GRE8	Bacias Endorreicas	2,68	1,54
GRB12	Nome desconhecido	1,84	0,15
GRB11	Nome desconhecido	3,69	0,02
GRA3	Bacias Agregadas	2,48	0,12
GRB21	Nome desconhecido	3,67	0,05
GRB16	Bacias Agregadas	0,00	0,01
GRB15	Nome desconhecido	3,10	0,80
GRA1	Bacias Agregadas	0,00	0,03
GRB13	Nome desconhecido	0,91	0,04
GRA15	Bacias Agregadas	0,00	0,00
GRB20	Nome desconhecido	4,07	0,22
GRA23	Bacias Agregadas	2,50	0,05
GRA19	Bacias Agregadas	6,97	0,03
GRA21	Bacias Agregadas	2,31	0,03
GRE3	Bacias Endorreicas	0,30	0,04

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.

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

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

Em que:

- Q_p - caudal de ponta de cheia (m^3/s);
- K - fator de ponta variando entre 1 para bacias declivosas e 0,5 para bacias planas e tendo o valor 0,75 nos casos habituais;
- A - área da bacia (km^2);
- h_u - precipitação útil (mm);
- t_p - tempo de crescimento do hidrograma de cheia, ou tempo para a ponta, em horas;
- O fator 0,277 é o fator de conversão das unidades utilizadas.

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

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

Em que:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Para esse efeito foram utilizadas as curvas de possibilidade udométrica, que relacionam a intensidade de precipitação, i (em mm/h), com a duração da chuvada, t (em horas), através dos parâmetros a e b ($i = a tb$) a aplicar a cada período de retorno T . Estas expressões encontram-se estabelecidas para o posto udométrico de Sta. Cruz da Graciosa. Os valores de a e b , para as referidas curvas, são apresentados no Quadro 2.4.3.

Quadro 2.4.3 | Parâmetros a e b para a ilha Graciosa e para os diferentes períodos de retorno considerados

Período de retorno	a	b
T = 5 anos	32,258	-0,600
T = 10 anos	38,922	-0,600
T = 25 anos	47,288	-0,599
T = 50 anos	53,448	-0,599
T = 100 anos	59,643	-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 Graciosa, esta traduz-se pela seguinte expressão:

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

Em que:

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

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

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

Código bacia	Nome bacia	Qp (m ³ /s)				
		T = 5 anos	T = 10 anos	T = 25 anos	T = 50 anos	T = 100 anos
GRB10	Bacias Agregadas	2,8	4,0	5,8	7,3	8,8
GRB11	Nome desconhecido	0,5	0,7	0,9	1,2	1,4
GRB12	Nome desconhecido	9,4	13,5	19,4	24,2	29,2
GRB14	Nome desconhecido	3,5	5,0	7,2	9,0	10,8
GRB15	Nome desconhecido	13,1	18,3	25,5	31,2	37,3
GRB16	Bacias Agregadas	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8
GRB17	Grota da Ventosa	2,3	3,2	4,5	5,6	6,7
GRB18	Nome desconhecido	0,7	0,9	1,4	1,7	2,1
GRB19	Nome desconhecido	1,3	1,8	2,6	3,3	4,0
GRB2	Nome desconhecido	5,2	7,3	10,2	12,4	14,8
GRB20	Nome desconhecido	4,0	5,6	7,9	9,7	11,7
GRB21	Nome desconhecido	1,3	1,9	2,7	3,4	4,0
GRB22	Nome desconhecido	4,0	5,7	8,0	9,9	11,8
GRB23	Nome desconhecido	1,9	2,7	3,9	4,8	5,8
GRB3	Nome desconhecido	7,2	10,3	14,7	18,3	22,2
GRB4	Nome desconhecido	0,5	0,7	1,1	1,3	1,6
GRB5	Grota da Ribeira	4,2	5,9	8,4	10,4	12,5
GRB6	Bacias Agregadas	2,2	3,2	4,6	5,8	7,1
GRB7	Grota da Lombada	1,5	2,1	3,0	3,7	4,5
GRB8	Nome desconhecido	1,1	1,5	2,2	2,7	3,3
GRB9	Nome desconhecido	1,6	2,3	3,2	4,0	4,9

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 Graciosa

Período de retorno	Expressão
T = 5 anos	$q = 2,9026 A^{-0,023}$
T = 10 anos	$q = 4,1299 A^{-0,026}$
T = 25 anos	$q = 5,8713 A^{-0,030}$
T = 50 anos	$q = 7,2667 A^{-0,032}$
T = 100 anos	$q = 8,7547 A^{-0,034}$

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

2.4.4.2 | Secas

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

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

2.5 | Caracterização socioeconómica

Esta análise é desenvolvida no cômputo 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.

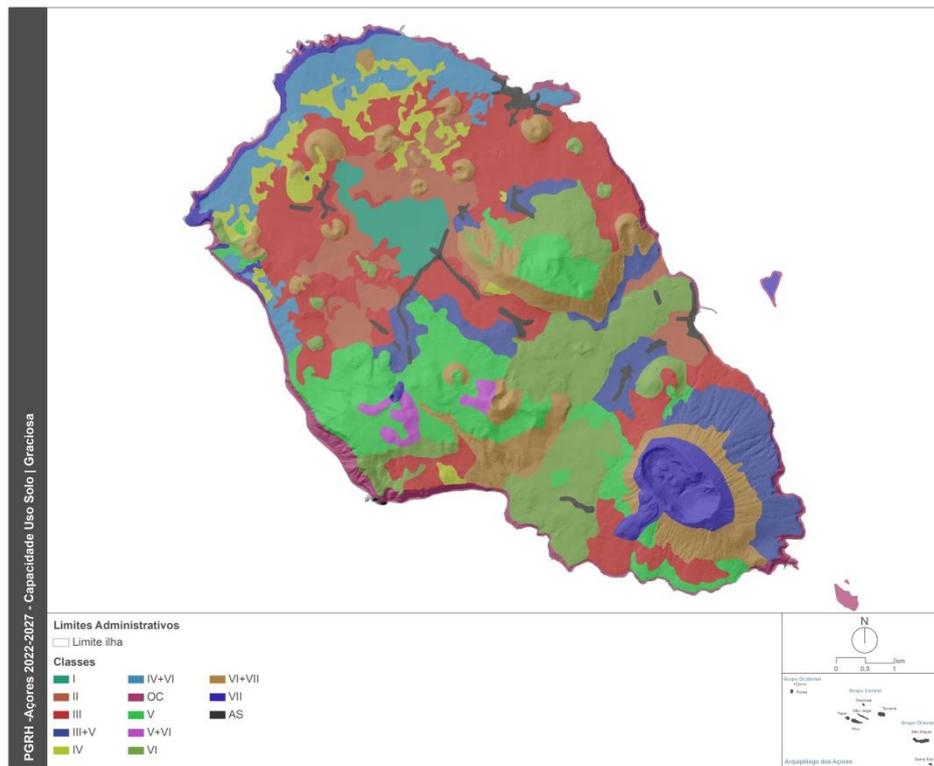
As classes de I a IV incluem os solos aráveis, os quais podem ser de uso permanente (classes I e II) ou de uso ocasional (classes III e IV). As classes de V a VII compreendem os solos não aráveis, que podem ter as seguintes utilizações potenciais: pastagem melhorada (classes V), pastagem natural e/ou 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 Graciosa. Numa análise geral, verifica-se que cerca de 30% da sua superfície pertence às classes I a III (solos aráveis), o que revela uma excelente aptidão dos solos para agricultura. É na zona de Guadalupe onde se concentram os solos mais produtivos, pertencentes

à classe I, característica pouco comum nas outras ilhas dos Açores. Em oposição, os solos da classe VII situam-se na parte sudeste da ilha, sobretudo nas vertentes do maciço da Caldeira. Os resultados são ilustrativos da aptidão natural da Graciosa para a atividade agrícola, embora se verifique uma prevalência das pastagens, tal como acontece nas restantes ilhas açorianas.



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

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

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

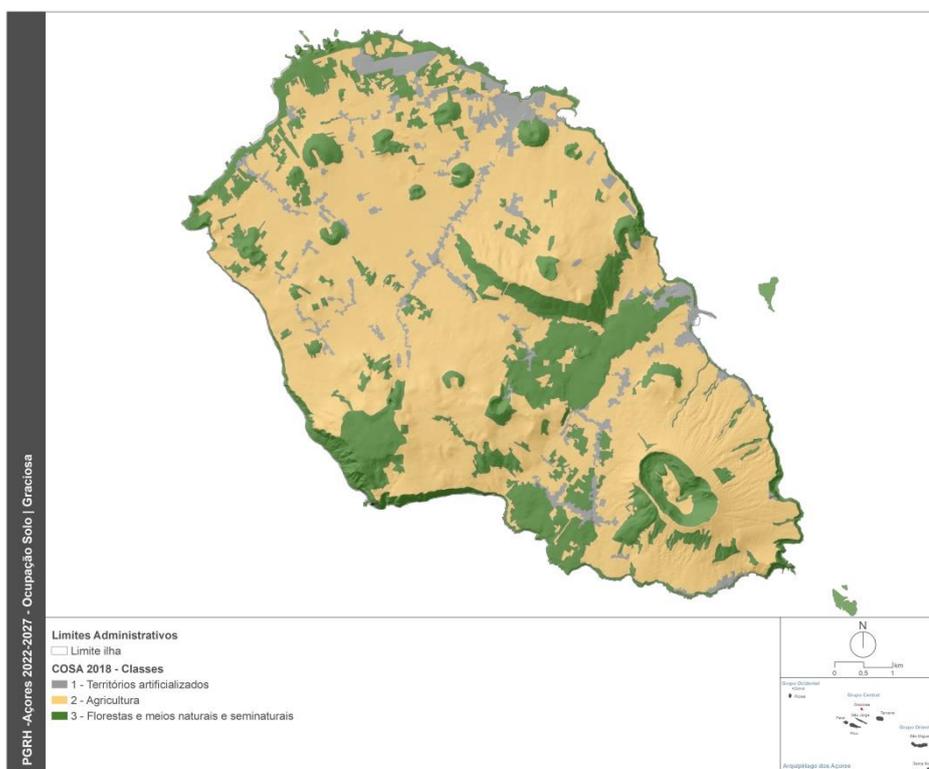
Capacidade de Uso do Solo			
Classes	Área (ha)	Área (km ²)	% da ilha
A. Social	122,6	1,2	2,0
I	165,1	1,7	2,7
II	390,1	3,9	6,4
III	1 262,8	12,6	20,6
III+V	499,3	5,0	8,1
IV	266,1	2,7	4,3
IV+VI	397,8	4,0	6,5
O. Costeira	263,3	2,6	4,3
V	780,9	7,8	12,7

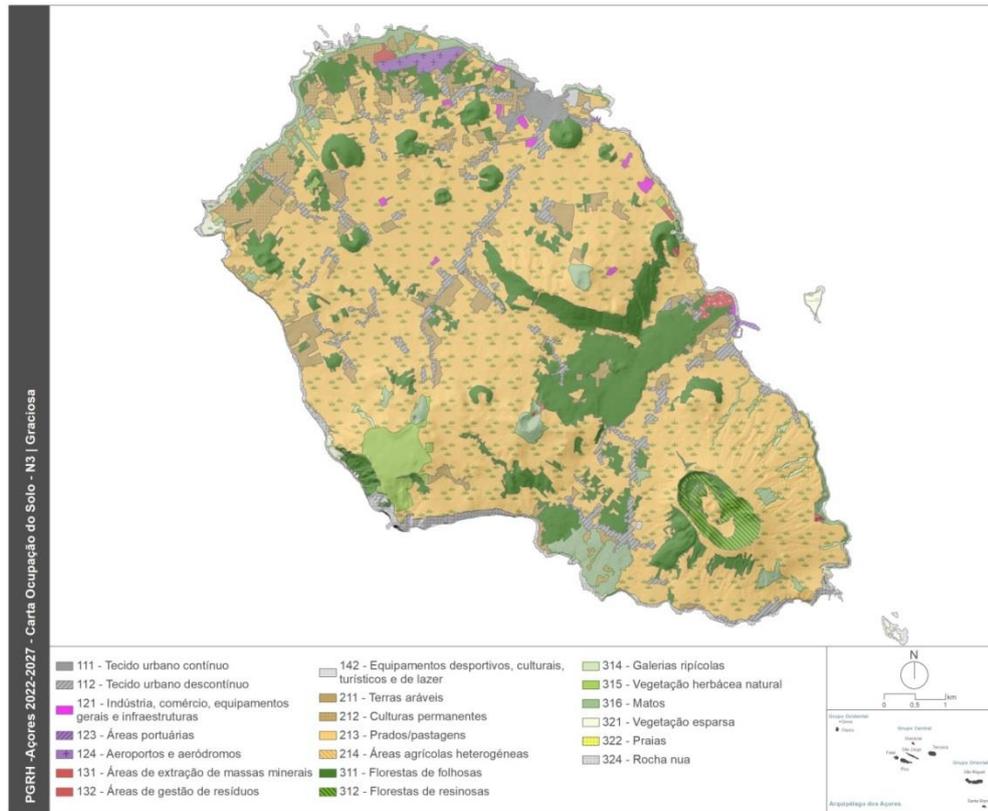
Capacidade de Uso do Solo			
Classes	Área (ha)	Área (km ²)	% da ilha
V+VI	64,8	0,6	1,1
VI	872,2	8,7	14,2
VI+VII	730,9	7,3	11,9
VII	315,3	3,2	5,1

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, na Graciosa no nível hierárquico 1, a Agricultura apresenta a maior expressão relativa de todo o arquipélago dos Açores, representando 66,65% da superfície da ilha. Quanto às Florestas e Meios Naturais e Seminaturais, que corresponde a 27,10%, os valores relativos são também inferiores à média regional, tendo apenas alguma representação nos cones vulcânicos da Plataforma Noroeste, na Serra da Fonte e nas vertentes da Caldeira. Os Territórios Artificializados abrangem 6,25% de ocupação do solo, distribuindo-se ao longo dos principais eixos rodoviários, assumindo maior desenvolvimento em Santa Cruz da Graciosa.

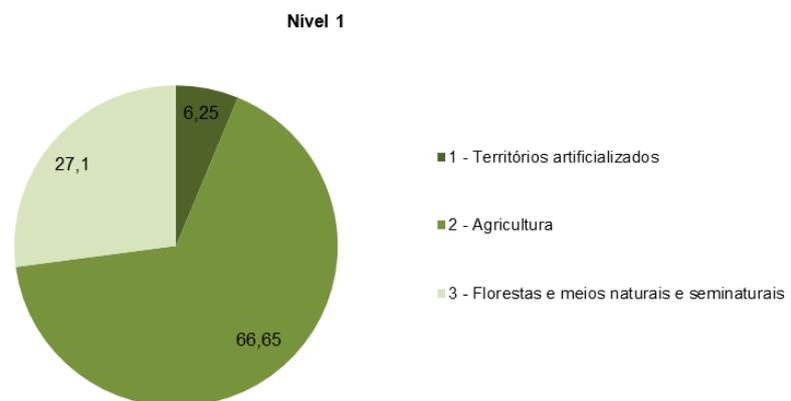
É de salientar que as classes Zonas Húmidas e Massas de Água não se encontram representadas na Graciosa.





Fonte: Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma dos Açores (DOT/DRA, 2018)

Figura 2.6.2 | Carta de ocupação do solo da ilha Graciosa.



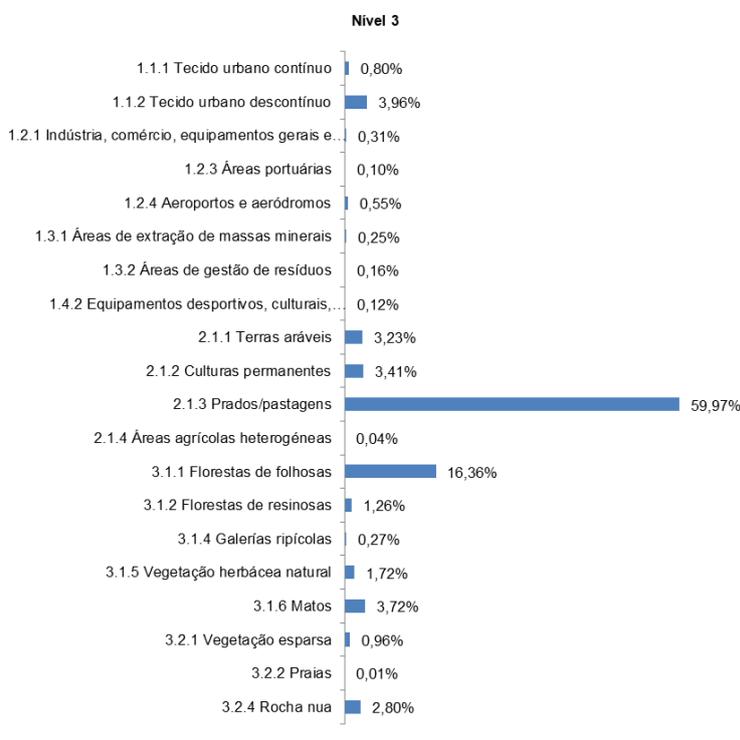


Figura 2.6.3 | Ocupação do solo na ilha Graciosa (%).

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, no que concerne às normas específicas de carácter territorial para a ilha Graciosa, pouco ou nada é preconizado em matéria relacionada diretamente com a gestão de recursos hídricos, no entanto destaca-se a seguinte norma: *Adotar medidas de valorização da classificação como Reserva da Biosfera.*

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, e 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 Graciosa, as disposições do PSRN2000 aplicam-se às ZEC Ilhéu de Baixo – Restinga e Ponta Branca, bem como às ZPE Ilhéu de Baixo e Ilhéu da Praia. As principais ações que afetam a integridade destes ecossistemas prendem-se com o aumento do pastoreio/pisoteio, introdução de espécies exóticas de fauna e flora e deposição clandestina de resíduos, cujos impactes manifestam-se na diminuição da biodiversidade, degradação do coberto vegetal e dos efetivos populacionais de aves marinhas.

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;

- 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;
- Interditar o pastoreio no ilhéu da Praia.

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 impacte visual negativo ou poluam o solo, o ar ou a água; o pastoreio nas áreas de proteção das turfeiras e restantes zonas húmidas. Nos mesmos termos, ficam condicionadas a parecer prévio da 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 Graciosa (POOC GRACIOSA)

O POOC Graciosa, aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 13/2008/A, de 25 de junho, tem como área de intervenção “as águas marítimas costeiras interiores e respetivos leitos e margens”, integrando a “zona terrestre de proteção”, cuja largura máxima é de 500m contados a partir da linha que limita a margem das águas do mar; e a “faixa marítima de proteção”, que tem como limite máximo a batimétrica dos 30m. Os objetivos específicos preconizados no POOC Graciosa são os seguintes:

- Definir critérios de prevenção para áreas de risco geológico;
- Preservar o património natural, em especial os recursos marinhos;
- Qualificar as zonas de paisagem com interesse geológico;
- Estruturar condições de utilização de áreas com potencial interesse paisagístico e de áreas de cultura tradicional da vinha;
- Requalificar as áreas afetadas a zonas balneares (ZB);
- Fomentar a requalificação dos núcleos urbanos integrados nas áreas de projeto;

- Promover o reforço de proximidade geográfica e da identidade local com as restantes ilhas do grupo central;
- Qualificar e recuperar locais de degradação paisagística decorrente da exploração de massas minerais;
- Propor medidas de mitigação de impactes específicos decorrentes da gestão de resíduos sólidos urbanos;
- Promover o empreendedorismo e a oferta de serviços;
- Promover soluções para os conflitos de usos existentes na fruição do Porto da Praia.

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

- Estabelecimento do perfil das massas de água costeiras e limpeza das zonas costeiras para que estas apresentem um estado de “boa qualidade” com vista à melhoria da qualidade do ambiente e proteção da saúde humana;
- Melhoria da cobertura do saneamento básico, criando uma ligação efetiva da população ao sistema de drenagem e cumprindo assim a legislação nacional e comunitária no que respeita a descarga de águas residuais;
- Educação e sensibilização ambiental;
- Manutenção de uma base de dados de apoio à gestão do domínio público hídrico;
- Implementação de um modelo de gestão ambiental participada dos recursos e valorização da componente biológica;
- Monitorização de elementos meteorológicos relevantes para a gestão dos recursos hídricos;
- Monitorização dos recursos hídricos relevantes para a gestão do território.

2.6.3.2.6 | 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.

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 impactes 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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

Sistemas	Objetivos
	<p>boa qualidade, conforme necessário para uma utilização sustentável, equilibrada e equitativa da água;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<ul style="list-style-type: none"> • 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 impactes da poluição difusa em massas de água superficiais interiores	Águas superficiais	Qualidade	PGRH
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

Medidas de Adaptação	Sistema	Área Temática	Fonte
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).

2.6.3.2.9 | Plano Diretor Municipal de Santa Cruz da Graciosa (PDM Santa Cruz)

O PDM Santa Cruz, revisto e aprovado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 6/2007/A, 8 de fevereiro, alterado pelo Aviso n.º 28/2013, de 20 de março, centraliza os seus objetivos no desenvolvimento do mercado local, na valorização dos recursos naturais e no reforço do setor turístico. Estes objetivos prendem-se, essencialmente, com a consolidação das atividades económicas da ilha. Das propostas relevantes para a gestão dos recursos hídricos destacam-se as seguintes (extraídos de relatórios do plano):

- Proteção e controlo da qualidade da água para consumo, promovendo o conhecimento dos recursos hídricos utilizáveis, a proteção das zonas de captação e a monitorização da qualidade da água;
- Promoção da qualidade da água nos meio hídricos eliminando os focos de poluição pontual (descargas de efluentes domésticos ou industriais não tratados, lixeiras, etc.), bem como a poluição associada a atividades agropecuárias;
- Desenvolvimento das infraestruturas de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas e drenagem pluvial e urbana;
- Criação de um sistema de gestão de resíduos.

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 Graciosa.

Quadro 2.6.5 | Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial

Síntese da análise dos Instrumentos de Gestão Territorial – Ilha da Graciosa

PROTA	<p>Instrumentos de Desenvolvimento Territorial Estratégias/intervenções</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proteger os sistemas lacustres, com obrigatoriedade de elaboração de PEOT para as lagoas regionais classificadas como vulneráveis; - Minimizar os riscos naturais e proteger a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; - Aumentar os níveis de cobertura das infraestruturas de abastecimento de água e de drenagem e tratamento de águas residuais; - Valorizar a classificação como Reserva da Biosfera.
POTRAA	<p>Programas Setoriais Estratégias/intervenções</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proteger, preservar e valorizar os recursos naturais; - Atribuir prioridade à elaboração de POBHL; - Articular os IGT com o desenvolvimento turístico da Região.
PSRN2000	<p>Programas Setoriais Estratégias/intervenções</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicar o código de boas práticas agrícolas e incentivar a extensificação agropecuária; - Interditar o pastoreio no ilhéu da Praia; - Melhorar a gestão dos resíduos sólidos e controlar a deposição clandestina; - Garantir a articulação do PSRN200 com POTRAA.
PEPGRA	<p>Programas Setoriais Estratégias/intervenções</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Instrumentos de Política Setorial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compatibilização da atividade de exploração de recursos minerais não metálicos com a valorização dos valores ambientais e paisagísticos e com o desenvolvimento socioeconómico. <p>Instrumentos de Política Setorial</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 setorial, quer ainda em comparação com o contexto nacional; - Definir e programar medidas e ações, de aplicação setorial, 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.
PAE	<p>Programas Setoriais Estratégias/intervenções</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
PRA	Programas Setoriais Estratégias/intervenções
	(em processo de alteração)
POOC Graciosa	Planos Especiais de Ordenamento do Território Estratégias/intervenções
	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer o perfil das massas de água costeiras e proceder à limpeza das zonas costeiras; - Promover ações de sensibilização ambiental; - Monitorizar os recursos hídricos relevantes para a gestão do território; - Melhorar os níveis de atendimento dos sistemas de saneamento básico.
PDM Santa Cruz da Graciosa	Planos Municipais de Ordenamento do Território Estratégias/intervenções
	<ul style="list-style-type: none"> - Proteger as captações de água e promover a respetiva monitorização da qualidade; - Implementar as infraestruturas de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas; - Eliminar os focos de poluição associados a descargas de efluentes das atividades agropecuárias; - Implementar um sistema de gestão de resíduos.

Dos aspetos focados pela generalidade dos IGT salienta-se a melhoria dos níveis de atendimento das infraestruturas de saneamento básico, considerando que permanecem claras insuficiências de cobertura, bem como das infraestruturas de abastecimento de água. Também as orientações do PEPGRA no sentido de superar o passivo ambiental relacionado com a deposição descontrolada de resíduos, enquanto fonte de contaminação dos solos e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, surge como medida estratégica para a melhoria da qualidade ambiental. Outro importante referencial é, sem dúvida, o POOC Graciosa, cuja natureza, âmbito, objetivos e programa de medidas contribui significativa e decisivamente para o bom estado das massas de água, quer subterrâneas, quer superficiais.

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.

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 da Graciosa consome 197 mil m³ de água nas atividades domésticas e 18 mil m³ por ano de água nas atividades de comércio e serviços, totalizando um consumo aproximado de 215 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 para os principais usos consumptivos afetos ao setor urbano da ilha Graciosa.

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

Consumo de água (m ³ /ano)								
Doméstico								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2018
Graciosa (S. C. da Graciosa)	215 739	236 200	235 769	n.d.	203 561	230 692	n.d.	196 845

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 Graciosa

Consumo de água (m ³ /ano)								
Comércio e Serviços								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2018
Graciosa (S. C. da Graciosa)	22 104	35 622	49 722	n.d.	n.d.	17 235	n.d.	18 178

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 Graciosa

Consumo de água (m ³ /ano)								
Urbano ²								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2018
Graciosa (S. C. da Graciosa)	237 843	271 822	285 491	n.d.	203 561	247 927	n.d.	215 023

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 Contempla atividades domésticas e de comércio e serviços.

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 entre 6,4 mil m³ por ano pelas atividades agrícola e pecuária na ilha Graciosa, durante o período de análise (Quadro 2.7.4).

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

Consumo de água (m ³ /ano)								
Agricultura e Pecuária								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2009	2018
Graciosa (S. C. da Graciosa)	34 365	36 942	32 353	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	6 372

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 do inquérito disponibilizado pelas entidades gestoras do serviço público de abastecimento de água.

2.7.1.4 | Indústria

De acordo com a informação disponível, o setor industrial é responsável pelo consumo anual de 77,5 mil m³ de água na ilha Graciosa (Quadro 2.7.5).

Quadro 2.7.5 | Consumo total de água na indústria da ilha Graciosa

Consumo de água (m ³ /ano)								
Indústria								
Território	2000	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2018
Graciosa (S. C. da Graciosa)	n.d.	n.d.	36 146	n.d.	n.d.	91 793	n.d.	77 423

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 do 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 Graciosa é responsável pelo consumo anual de água estimado de 376 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 repostos. 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 da ilha Graciosa

Consumo de água (m ³ /ano)							
Produção de Energia							
Território / Tipologia	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2018
Graciosa	300	300	300	300	300	300	376
Termoelétrica	300	300	300	300	300	300	376
Geotérmica	n.a.						
Hidroelétrica	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 de inquérito disponibilizado pela Electricidade dos Açores, S.A. (EDA).

2.7.1.6 | Outros Usos

Na ilha da Graciosa foram ainda contabilizados consumos na ordem dos 8 042 m³ de água por ano destinado a usos administrativos ou públicos. Não foi possível obter informação atualizada para as atividades aeroportuárias, bem como outros consumos relativos a em obras ou outras ligações provisórias não especificadas. As unidades portuárias existentes na ilha Graciosa consomem cerca de 394 m³ de água por ano (Quadro 2.7.7). Devido à ausência de informação disponível, não foi possível referenciar os consumos 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 totalizam cerca de 8 436 m³ de água consumidos na ilha da Graciosa.

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

Consumo de água (m ³ /ano)			
Outros Usos			
Ilha/Concelho	Atividade	Consumos	Ano de Referência
Graciosa (S.C. Graciosa)	Público	8 042	2018
	Outros	n.d.	-
	Aeroportuária	n.d.	-
	Portuária	394	2019
	Total	8 436	-

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 na ilha Graciosa (Quadro 2.7.8).

Quadro 2.7.8 | Consumo de água por ilha e tipologia de uso na ilha Graciosa

Consumo de água (m ³ /ano)	
Total por tipologia de uso	
Tipologia de Uso	Graciosa
Urbano ³	215 023
Turismo	n.d.
Agricultura + Pecuária	6 372
Indústria	77 423
Produção de Energia	376
Outros usos	8 436
Total – Ilha	299 630

Legenda: n.d. – não disponível.

Não foi possível obter valores mais recentes discriminados por tipologia de uso. Contudo, foram ainda disponibilizados pela ERSARA valores absolutos de água faturada dos sistemas públicos de distribuição em cada concelho da ilha Graciosa, sendo igualmente um bom indicador para aferição dos consumos de água de referência (Quadro 2.7.9). Verifica-se que a ilha Graciosa consumiu em 2018 quase 307 mil de m³ de água proveniente das redes públicas de abastecimento, registando um decréscimo no volume de água faturada face a 2013.

Quadro 2.7.9 | Água pública faturada por ilha entre 2006 e 2018 na ilha Graciosa

Território	Água pública faturada (m ³ /ano)							
	2006	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2018
Graciosa (S. C. da Graciosa)	349 160	339 054	344 911	361 335	330 111	319 153	334 612	306 860

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 Graciosa apresenta necessidades hídricas totais para o setor urbano de aproximadamente 275 mil de m³ para o ano de referência de 2019 (Quadro 2.7.11).

³ Considerando os setores doméstico e comércio e serviços.

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

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

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

Necessidades de água (m ³ /ano)										
Urbano ⁴										
Território	2002	2004	2005	2006	2007	2009	2011	2013	2018	2019
Graciosa (S. C. da Graciosa)	301 583	306 003	308 309	309 910	312 537	316 316	281 276	281 853	270 643	275 452

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 Graciosa apresenta necessidades hídricas totais para o setor do turismo na ordem dos 35 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 Graciosa

Necessidades de água (m ³ /ano)										
Turismo										
Território	2002	2004	2005	2006	2007	2009	2011	2013	2018	2019
Graciosa (S. C. da Graciosa)	19 917	20 148	20 268	20 352	20 489	20 687	23 997	23 997	33 345	34 806

⁴ Considerando apenas o setor doméstico.

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.

De acordo com os dados de efetivo pecuário provenientes do IROA, estima-se que as atividades de produção pecuária realizadas na ilha Graciosa necessitem de cerca de 173 mil m³ de água por ano para satisfazer as necessidades hídricas do efetivo pecuário cadastrado durante o ano de referência de 2019, indicando um crescimento das NHT 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 Graciosa

Necessidades de água (m ³ /ano)				
Pecuária				
Território	1999	2009	2013	2019
Graciosa (S. C. da Graciosa)	92 818	97 735	102 054	173 500

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 Graciosa necessite cerca de 28 mil m³ de água por ano para satisfazer as necessidades hídricas das suas atividades de indústria transformadora existente 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 Graciosa

Necessidades de água (m ³ /ano)									
Indústria transformadora									
Território	2004	2005	2007	2008	2009	2011	2013	2018	2019
Graciosa (S. C. da Graciosa)	7 344	7 072	17 136	19 856	31 824	14 416	14 519	28 028	27 976

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 Graciosa. Verifica-se que para a produção de energia termoelétrica atualmente sejam necessários 376 m³ de água por ano.

Quadro 2.7.17 | Necessidades de água na produção de energia na ilha Graciosa

Necessidades de água (m ³ /ano)							
Produção de Energia							
Território / Tipologia	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2019
Graciosa	300	300	300	300	300	300	376^(*)
Termoelétrica	300	300	300	300	300	300	376 ^(*)
Geotérmica	n.a.						
Hidroelétrica	n.a.						

^(*)Nota: Ausência de dados para 2019 relativo à termoelétrica, apenas disponíveis para 2018, pelo que se assumiu constantes até 2019.
Legenda: n.a. – não aplicável.

2.7.2.6 | Outros Usos

Tendo em consideração os consumos observados para a ilha da Graciosa estima-se que as unidades portuárias existentes apresentem umas necessidades hídricas na ordem dos 394 m³ de água por ano. Não foi possível obter informação atualizada para as atividades aeroportuárias, bem como usos administrativos, públicos ou outros usos relativos a obras ou outras ligações provisórias não especificadas.

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 Graciosa (Quadro 2.7.18). Segundo os resultados obtidos, a ilha Graciosa necessita de aproximadamente 512,5 mil m³ de água para satisfazer as suas atividades consumptivas⁵. Na ilha Graciosa a atividade de produção hidroelétrica não é relevante ou inexistente.

⁵ Todas as atividades representadas com exceção da produção de energia hidroelétrica.

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

Necessidades Hídricas (m ³ /ano)	
Total	
Tipologia de Uso	Graciosa
Urbano ⁶	275 452
Turismo	34 806
Pecuária	173 500
Indústria	27 976
Produção de Energia	376
Outros usos	394
Total (m³)	512 504
Total RH9 (%)	2%

2.7.3 | Avaliação do balanço entre necessidades, disponibilidades e potencialidades

De acordo com os resultados estimados, a ilha Graciosa apresenta umas necessidades hídricas totais na ordem dos 512,5 mil m³ por ano, caso se contabilize apenas as atividades consumptivas. As disponibilidades hídricas totais mostram-se suficientes para comportar as necessidades hídricas estimadas, visto que se estimam umas disponibilidades hídricas superficiais na ordem dos 6,2 milhões de m³ por ano e aproximadamente 7 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 de origens subterrâneas, estima-se um balanço hídrico subterrâneo positivo, já que as necessidades hídricas se mostram praticamente pouco significativas face às disponibilidades hídricas totais existentes (Quadro 2.7.19). As necessidades hídricas afetos aos usos consumptivos representam em média 7% das disponibilidades hídricas subterrâneas exploráveis.

Quadro 2.7.19 | Balanço hídrico para a ilha Graciosa

Balanço Hídrico (m ³)		
Total		
Parâmetro	Tipologia	Graciosa
Necessidades hídricas	Urbano ⁷	275 452
	Turismo	34 806
	Pecuária	173 500
	Indústria	27 976
	Produção de Energia	376
	Outros usos	394
	Total	512 504
Disponibilidades hídricas	Superficiais	6 182 038

⁶ Considerando apenas o setor doméstico.

⁷ Considerando apenas setor doméstico.

Balanço Hídrico (m ³)		
Total		
Parâmetro	Tipologia	Graciosa
	Subterrâneas exploráveis	7 100 000
	Total	13 282 038
BALANÇO HÍDRICO	Nec. / Disp. Supf.	8%
	Nec. / Disp. Subt.	7%

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 Graciosa 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 Graciosa

Modelos de Gestão			
Abastecimento de Água			
Ilha	Município	Alta	Baixa
Graciosa	S. C. da Graciosa	C.M. S.C. Graciosa	C.M. S.C. Graciosa

2.8.1.2 | Atendimento do serviço

O serviço de abastecimento de água em ambos os concelhos da ilha Graciosa é assegurado na plenitude, configurando um nível de atendimento máximo (100%), sendo traduzido por uma população residente servida de 4 391 habitantes em Santa Cruz da Graciosa.

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 Graciosa estão representados entre 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 no município da ilha, bem como o volume anual de água extraído.

O serviço público de abastecimento de água de Santa Cruz da Graciosa é constituído por dois sistemas (Sistema da Zona Norte e Zona Sul) sendo servidos por 22 captações, todas de origem subterrânea, tendo-se registado um volume total captado de aproximadamente 1 hm³ de água (Quadro 2.8.2).

Quadro 2.8.2 | Caracterização das captações de água pública na ilha Graciosa

Território	Captações de Água			Volume captado (m ³ /ano)
	Captações superficiais (n.º)	Captações subterrâneas (n.º)	Captações totais (n.º)	
Graciosa (S. C. da Graciosa)	0	22	22	954 879

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

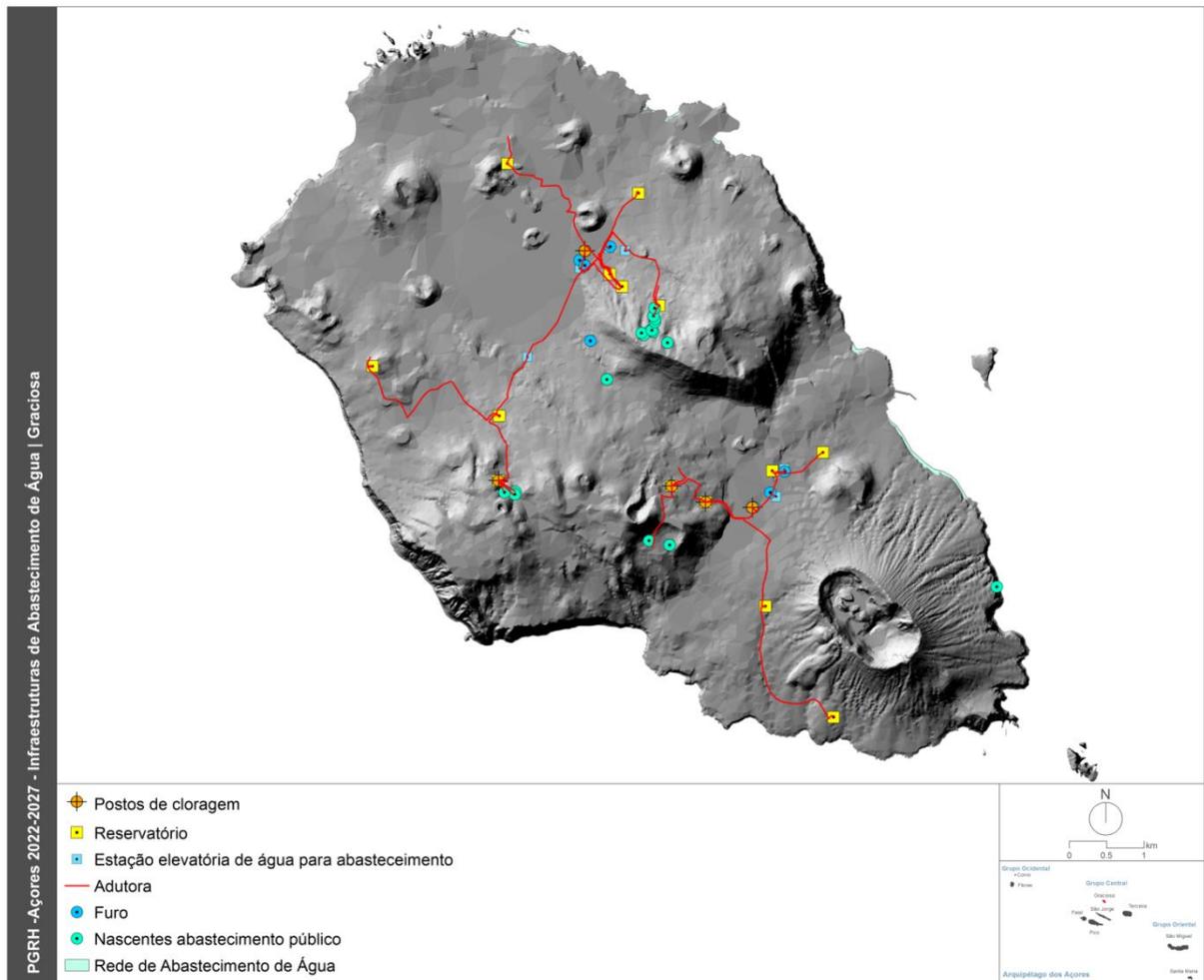


Figura 2.8.1 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos dos serviços de abastecimento de água da ilha Graciosa.

2.8.1.4 | Infraestruturas de tratamento de água

Os sete sistemas são constituídos por oito postos de cloragem de água no concelho de Santa Cruz da Graciosa, instalados em 8 dos 15 reservatórios de água existentes. Apenas a água extraída e armazenada proveniente das captações JK4, JK5, e das nascentes Cova não foram alvo de tratamento, sendo que importa notar que em 2018 não entrou no sistema água proveniente da captação JK5 e as outras duas captações sofreram uma redução da água

utilizada em 80% e 15%, respetivamente. Ou seja, cerca de 95% da água entrada no sistema é tratada nos postos de cloragem existente. O volume máximo diário de água tratada é de aproximadamente 2 811 m³ de água.

Quadro 2.8.3 | Caracterização das infraestruturas de tratamento de água na ilha Graciosa

Infraestruturas de Tratamento de Água			
Graciosa			
Território	PC / PCCA (n.º)	ETA (n.º)	Volume tratado (m ³ /dia – máx.)
Graciosa (S. C. da Graciosa)	8	0	2 811

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

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

Em Santa Cruz da Graciosa existem seis estações elevatórias e 15 reservatórios de água constituintes do sistema de Santa Cruz da Graciosa com capacidade útil total de armazenamento de 2 340 m³ de água, e uma capacidade de reserva de água de um dia.

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

Transporte, elevação, e armazenamento de água		
Graciosa		
Território	Estações Elevatórias (n.º)	Reservatórios (n.º)
Graciosa (S. C. da Graciosa)	6	15

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 Graciosa.

Em termos de investimentos futuros, a entidade gestora pretende realizar a remodelação das redes existentes na freguesia de Guadalupe e freguesia de Santa Cruz da Graciosa com o objetivo de reduzir as perdas de água, bem como a instalação de caudalímetros à saída dos reservatórios de modo a obter dados mais fiáveis relativamente a perdas de água. Ao nível da qualidade da água a entidade gestora tem como objetivo alcançar 100% de cumprimento a nível microbiológico. Com esse intuito foram adquiridos doseadores de hipoclorito, bem como realização de formação aos operadores. De notar que em 2019 entrou em funcionamento o novo matadouro da ilha Graciosa que constitui mais um consumidor relevante de água na ilha e que poderá induzir um aumento no volume de água consumida face aos anos transatos. Não existe registo de outros investimentos que possam vir a constituir grandes consumidores de água.

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 da Graciosa 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 Graciosa

Modelos de Gestão			
Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais			
Ilha	Município	Alta	Baixa
Graciosa	S. C. da Graciosa	C.M. S.C. Graciosa	C.M. S.C. Graciosa

2.8.2.2 | Atendimento do serviço

A população servida e ligada em Santa Cruz da Graciosa pela rede de drenagem de águas residuais implementada ronda os 23% (Quadro 2.8.6). Esta população é servida por sistema de tratamento preliminar de residuais urbanas (EPTAR do Paúl).

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

Atendimento em Drenagem e Tratamento de Águas Residuais			
Graciosa			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Graciosa (S. C. da Graciosa)	23%	23%	- Preliminar ((EPTAR do Paúl);

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 Directiva 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 efetuam 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

O sistema possui uma estação elevatória e um ponto de rejeição na Ponta da Pesqueira (Quadro 2.8.7) que descarrega as águas residuais drenadas após tratamento preliminar na EPTAR do Paúl. Estima-se que o ponto de rejeição localizado na Ponta da Pesqueira emita cerca de 50 mil m³ de águas residuais tratadas para o mar. Importa referir que a informação georreferenciada disponível na Figura 2.8.2 pode não representar a totalidade das infraestruturas hidráulicas existentes, devido a limitações de inventário aquando do levantamento cadastral da informação de base.

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

Infraestruturas de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais				
Graciosa				
Território	Estações elevatórias (n.º)	Pontos de Rejeição (n.º)		
		Solo	Linha de Água	Mar
Graciosa (S. C. da Graciosa)	1	0	0	1

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

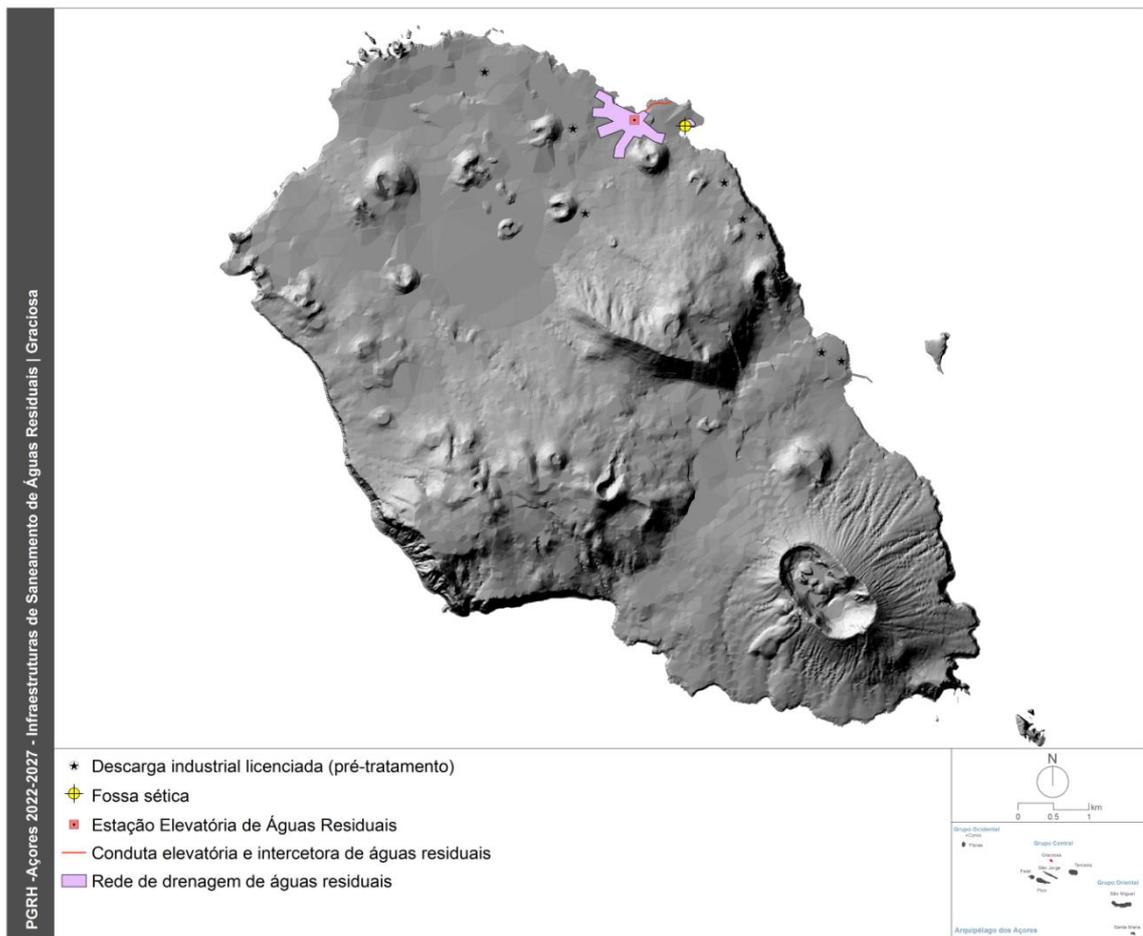


Figura 2.8.2 | Territorialização dos sistemas, infraestruturas e equipamentos dos SDTAR da ilha Graciosa.

2.8.2.4 | Infraestruturas de tratamento de águas residuais

O município de Santa Cruz da Graciosa dispõe de uma estação de tratamento preliminar de águas residuais (EPTAR do Paúl) localizada na Ponta da Pesqueira, próxima da vila de Santa Cruz da Graciosa, que serve 968 habitantes sendo responsável pelo tratamento de cerca de 49 876 m³ de águas residuais (Quadro 2.8.8).

Quadro 2.8.8 | Infraestruturas de tratamento de águas residuais na ilha Graciosa

Infraestruturas de tratamento de águas residuais					
Graciosa					
Ilha	Município	Preliminar	Primário	Secundário	Terciário
Graciosa	S. C. da Graciosa	EPTAR do Paúl		-	-

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

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 taxa de 90 litros/habitante/dia. Aplicando esta capitação aos dados de base considerados para o plano de população residente, 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 na ilha Graciosa

Águas residuais urbanas geradas (m ³ /ano)			
2019			
Território	Doméstico	Turismo	Total
Graciosa (S. C. da Graciosa)	141 257	15 536	156 793

A totalidade de volume de águas residuais urbanas geradas no ano de referência na ilha Graciosa é de 157 mil de m³ por ano, correspondendo a aproximadamente 4 773 habitantes equivalentes⁸. O setor doméstico representa 90% 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

⁸ Considerando que um habitante equivalente gera cerca de 90 litros por dia de águas residuais urbanas.

Quadro 2.8.11 | Estimativa de cargas poluentes das águas residuais urbanas geradas na ilha Graciosa

Cargas poluentes geradas (kg/ano)					
2019					
Território	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
Graciosa (S. C. da Graciosa)	104 529	209 058	156 793	17 421	5 226

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 assunções, 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 na ilha Graciosa

Taxas de distribuição das Águas Residuais Urbanas Geradas (%)					
Águas Residuais Urbanas					
Território	FSP	EPTAR/FSC/ETAR I	ETAR II	ETAR III	Descarga direta
Graciosa (S. C. da Graciosa)	77%	23%	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%
FSC ⁹ (Primário)	20%	20%	50%	0%	0%
EPTAR (preliminar) Erro! M	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR I (primário) Erro! M	20%	20%	50%	0%	0%
ETAR II (secundário) ¹⁰	70% ^(a)	60% ^(a)	70% ^(a)	15% ^(b)	15% ^(b)
ETAR III (terciário) Erro! M	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

⁹ Fonte: Decreto Legislativo Regional nº 18/2009/A, de 19 de outubro. Assume-se equivalente a tratamento primário.

¹⁰ Fonte: (a) Mackenzie&Davis; (b) Mano, 2002; (c) DL n.º 348/98, de 9 de novembro.

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, 77% das águas residuais urbanas produzidas na ilha Graciosa são encaminhadas para FSI e 23% para EPTAR. Em resultado, na ilha Graciosa são emitidos para o meio cerca de 67,5 toneladas de CBO₅ (65% do gerado), 135 toneladas de CQO (65%), 78 toneladas de SST (50%), 17 toneladas de Azoto (96%), e 5 toneladas de Fósforo (98%).

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

Águas residuais urbanas encaminhadas por tipo de destino (m ³ /ano)					
2019					
Território	FSP	EPTAR/ FSC / ETAR I	ETAR II	ETAR III	Descarga direta
Graciosa (S. C. da Graciosa)	120 731	36 062	0	0	0

Quadro 2.8.15 | Estimativa de cargas poluentes de águas residuais urbanas emitidas para o meio na ilha Graciosa

Cargas poluentes emitidas (kg/ano)					
2019					
Território	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
Graciosa (S. C. da Graciosa)	67 526	135 051	78 397	16 751	5 146

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 na ilha Graciosa

Cargas poluentes emitidas (kg/ano)		
Agricultura		
Território	Azoto	Fósforo
Graciosa (S. C. da Graciosa)	40 469	809

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 provenientes das 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 capitações de cargas orgânicas emitidas publicadas por documentos de referência¹¹ e representadas de seguida (Quadro 2.8.18). As cargas poluentes geradas pela atividade pecuária correspondem a um efetivo total de 2 715 bovinos de leite, 5 048 de bovinos de carne, e 271 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⁽¹²⁾.

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 na ilha Graciosa

Cargas poluentes geradas e emitidas (kg/ano)					
Bovinos					
Território	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
Graciosa (S. C. da Graciosa)	1 147 565	1 297 741	14 167 475	640 345	202 179

Quadro 2.8.20 | Estimativa das cargas orgânicas geradas pelo efetivo suíno na ilha Graciosa

Cargas poluentes geradas (kg/ano)					
Suínos					
Território	CBO ₅	CQO	SST	Azoto	Fósforo
Graciosa	18 398	37 983	29 081	1 084	542

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 informação facultada pelo IROA, existem 8 explorações de suínos na Graciosa, sendo que quatro delas apresentam um efetivo abaixo das 10 cabeças. Contudo, não se identificaram títulos de rejeição de águas residuais provenientes desta atividade suinícola na ilha (Quadro 2.8.20), havendo apenas títulos de rejeição afetos a indústrias de abate de gado, produção de leite e derivados.

¹¹ Plano de Bacia Hidrográfica do rio Lima.

¹² À data de elaboração do presente relatório ainda não se encontravam disponíveis os resultados do Recenseamento Geral Agrícola 2019.

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 suinícola 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 existentes na ilha (Quadro 2.8.21). 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 Graciosa

Ilha / Concelho	Instalações (n.º)	Volume ARD/ARU (m ³ /ano)	Cargas poluentes emitidas 2019					
			Volume ARI (m ³ /ano)	CBO ₅ (kg/ano)	CQO (kg/ano)	SST (kg/ano)	Azoto (kg/ano)	Fósforo (kg/ano)
Graciosa (S.C. Graciosa)	8	5 109	290 907	7 400	37 002	10 361	4 440	2 960

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

As zonas mais afetadas pela elevação do nível médio do mar serão a zona da Praia e a zona de Santa Cruz da Graciosa, correspondendo a uma área aproximada de 0,21km².

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.

Os eventos de galgamento e inundações costeiras apresentam diversas das limitações no acesso de informação detalhada, sistematizada e devidamente documentada. Salienta-se nos últimos anos duas tempestades: o furacão Ophelia, a depressão Kyllian e o furacão Lourenzo, que afetaram todo o arquipélago dos Açores.

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. No caso da Graciosa, essa cartografia ainda não está a ser desenvolvida, mas perspectiva-se que, no âmbito da revisão do Plano Diretor Municipal de Santa Cruz da Graciosa, fique concluída durante 2022.

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 impacte socioeconómico causado ao longo dos últimos anos, eventos ocorridos nas ilhas de São Miguel, Terceira e Flores.

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

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

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

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

Após a hierarquização do risco de inundações, no caso das bacias hidrográficas com risco de cheia Elevado, foram identificadas cinco bacias hidrográficas onde ocorreram 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 Graciosa.

O PRGRIA 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 2016-2021. Das restantes, foram seleccionadas 6 por terem registo de eventos de cheias/inundações com carácter danoso ocorridos nos últimos 6 anos, nomeadamente:

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

No Quadro 2.9.1 apresenta-se o resumo dos eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as seis bacias hidrográficas seleccionadas.

Quadro 2.9.1 | Eventos de cheia/inundação com carácter danoso para as bacias hidrográficas seleccionadas (PGRIA – 2º ciclo de planeamento)

Ilha	Bacia hidrográfica	Data	Ocorrência
São Miguel	Grota da Areia	23-02-2016	No Pilar da Bretanha, a estrada cedeu parcialmente, tendo sido encerrada.
	Grota do Cinzeiro	03-09-2015	Foram desencadeadas centenas de movimentos de vertente entre Água Retorta e Pedreira (Nordeste). A estrada regional ficou obstruída em numerosos locais e foi destruída no lugar da Pedreira. Neste local 3 casas foram destruídas e 10 ficaram muito danificadas. Várias pessoas 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	25-12-2014	Avulsão da Ribeira do Dilúvio provocando a

Ilha	Bacia hidrográfica	Data	Ocorrência
	Dilúvio		remoção dos materiais de assentamento do pavimento da Rua do Dilúvio e consequente deposição do material remobilizado na Estrada Regional.

2.9.3 | Secas

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

Assim, os postos selecionados para a Ilha Graciosa, do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), constam do Quadro 2.9.2.

2.9.3.1 | Definição do período de análise

O SPI deverá ter por base um período de tempo tão longo quanto possível, atendendo à extensão máxima das séries de registos existentes. Não sendo estipulado um período mínimo para a validade de aplicação do índice SPI, é habitualmente apontado um período de 30 anos como razoável para a preservação das características estatísticas associadas à variável em causa.

Para a Ilha Graciosa, no entanto, o período de avaliação foi definido atendendo ao período máximo dos registos existentes nos postos selecionados (16 anos), tal como surge refletido no Quadro 2.9.2.

Quadro 2.9.2 | Estações meteorológicas / udométricas selecionadas – ilha Graciosa

Estação	Data de início	Data de fim	Período de Análise
Barro Branco	Ago-79	Set-95	Out 79 - Set 95
Carapacho	Fev-79	Set-95	
Victória	Fev-79	Set-95	

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 Graciosa para o período de avaliação (outubro de 1979 a setembro de 1995). Para o efeito foi considerada a representatividade dos polígonos de Thiessen de cada estação. A série de precipitação mensal surge representada no Anexo 2.9.1.

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 de 3, 6 e 12 meses, para o período de avaliação considerado (outubro de 1979 – setembro de 1995). Os resultados para a ilha Graciosa são apresentados nas Figura 2.9.1, Figura 2.9.2 e Figura 2.9.3.

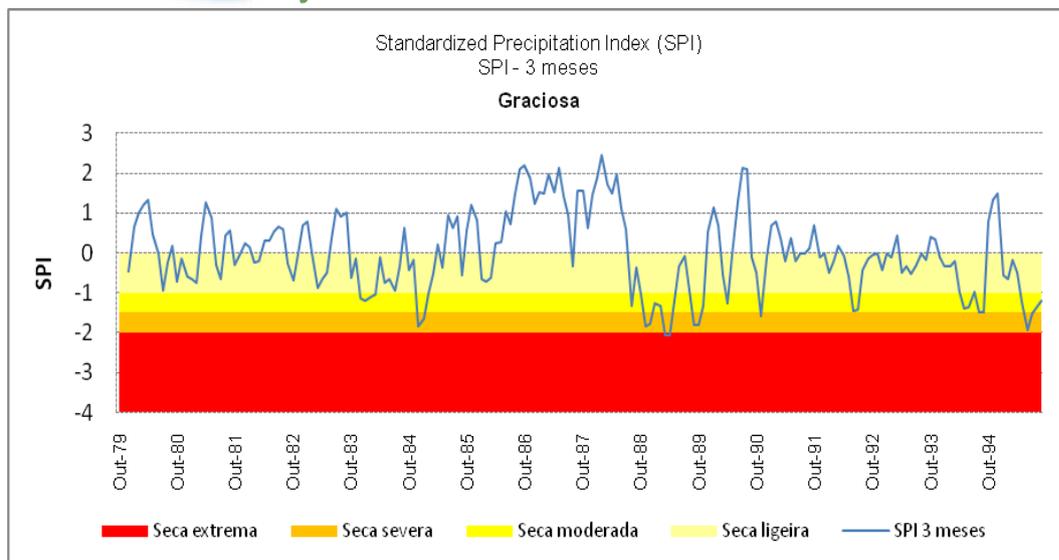


Figura 2.9.1 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 3 meses para a ilha Graciosa (período de outubro de 1979 a setembro de 1995).

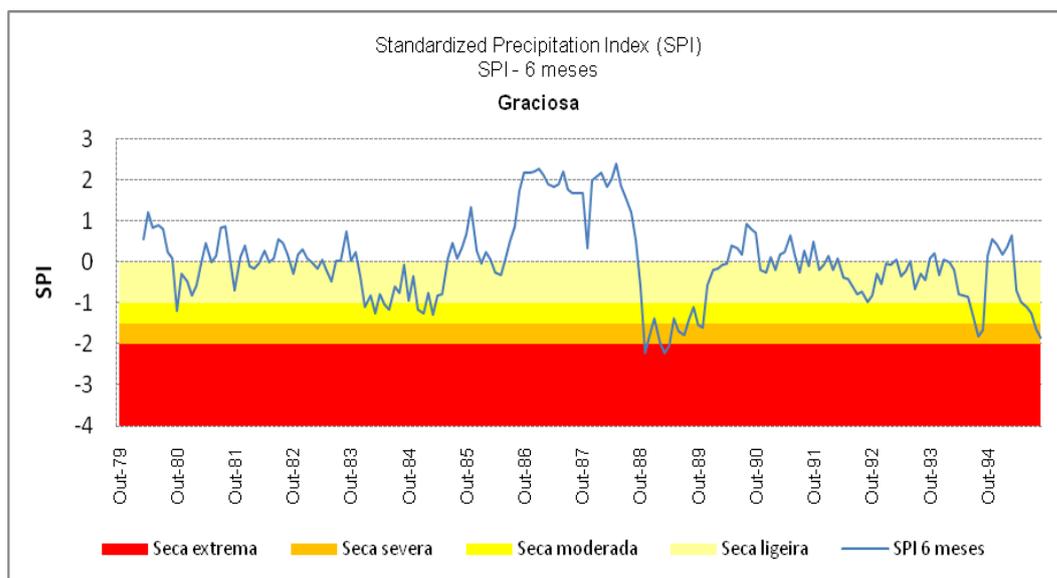


Figura 2.9.2 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 6 meses para a ilha Graciosa (período de outubro de 1979 a setembro de 1995).

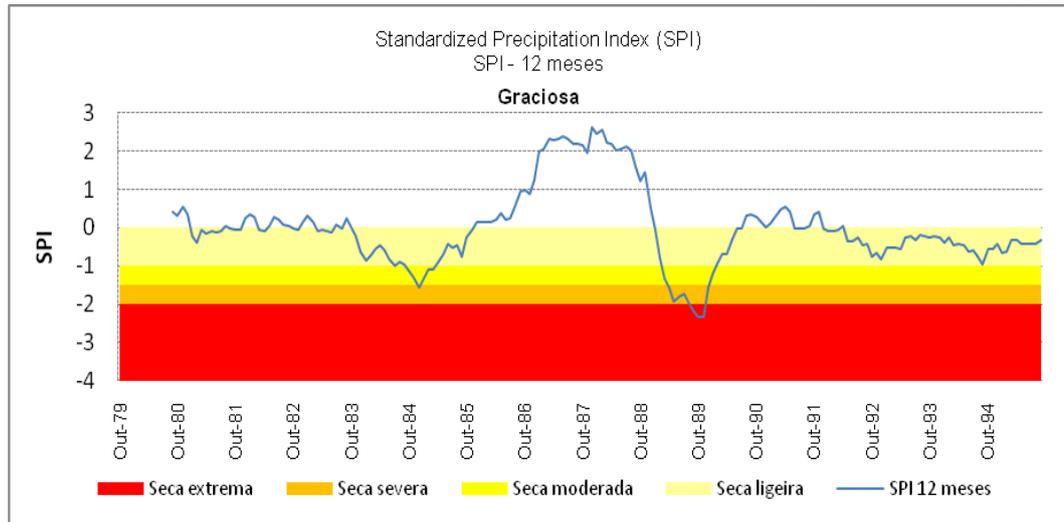


Figura 2.9.3 | Resultados do índice SPI para a escala temporal a 12 meses para a ilha Graciosa (período de outubro de 1979 a setembro de 1995).

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 novembro-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 Graciosa, no período de análise de 16 anos (outubro de 1979 a setembro de 1995), 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:

- Entre outubro de 1984 e março de 1985, tendo sido atingido o nível de seca severa em dezembro de 1984;

- Entre fevereiro e dezembro de 1989, correspondente ao período de seca mais significativo do período de análise, em termos de duração e severidade, tendo sido atingido o nível de seca extrema entre setembro e novembro de 1989.

Importa ainda notar que, no período de análise, se verifica uma reduzida variabilidade interanual do SPI-12 meses, verificando-se apenas duas situações mais significativas de precipitação abaixo da média.

Analisando, por comparação, o SPI-3 e SPI-6 meses verifica-se que, também nessas escalas temporais, a situação mais gravosa do período analisado corresponde ao ano de 1989. Verifica-se igualmente que, no restante período de avaliação existiu uma alternância entre períodos de seca e de normalidade, o que justifica a relativa estabilidade verificada nos valores de SPI-12 meses.

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 2.9.3).

Os resultados obtidos para o mesmo período de avaliação (outubro de 1979 – setembro de 1995) e para as mesmas escalas temporais (3, 6 e 12 meses) encontram-se representados graficamente nas Figuras 2.9.4 a 2.9.12.

Quadro 2.9.3 | Características de altitude e área de influência (polígonos de Thiessen) das estações selecionadas

Estação	Altitude (m)	Área polígono de Thiessen (km ²)
Barro Branco	122	29
Carapacho	27	9
Victória	50	22

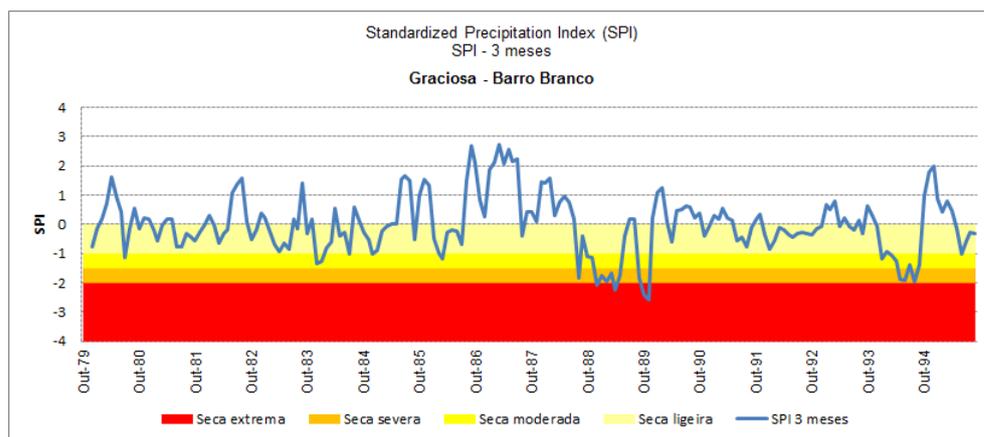


Figura 2.9.4 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Barro Branco.

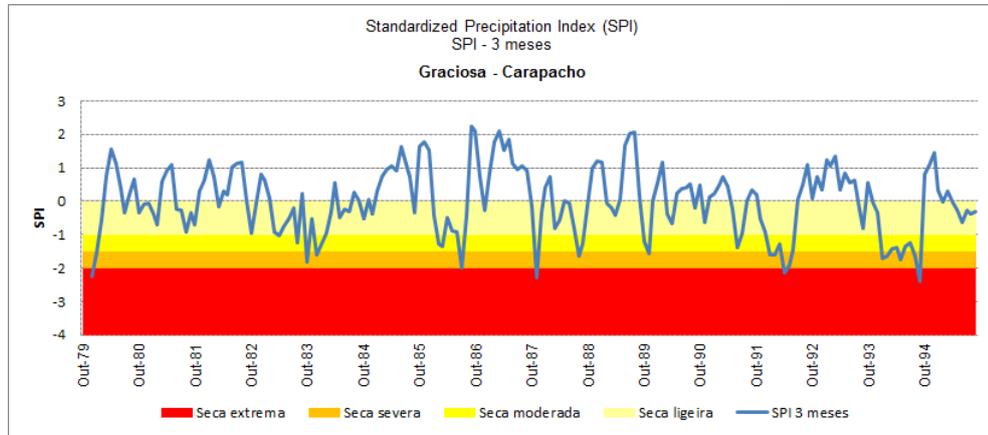


Figura 2.9.5 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Carapacho.

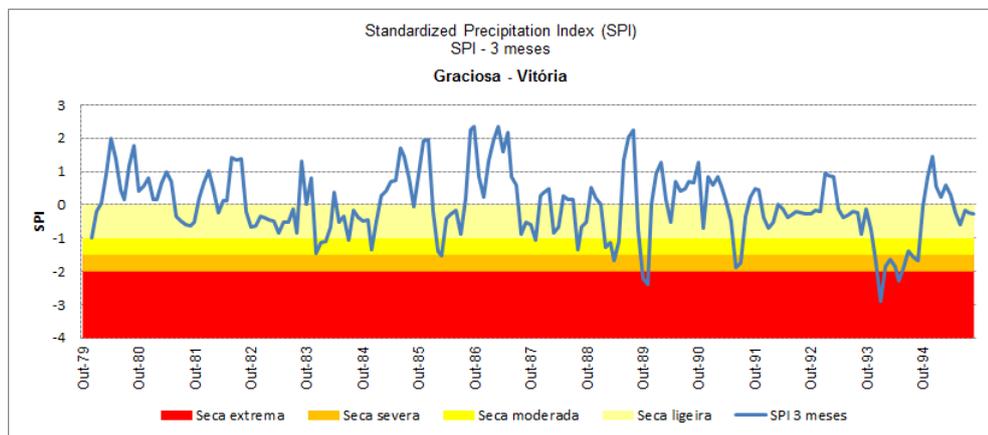


Figura 2.9.6 | Avaliação do índice SPI – 3 meses, Posto Vitória.

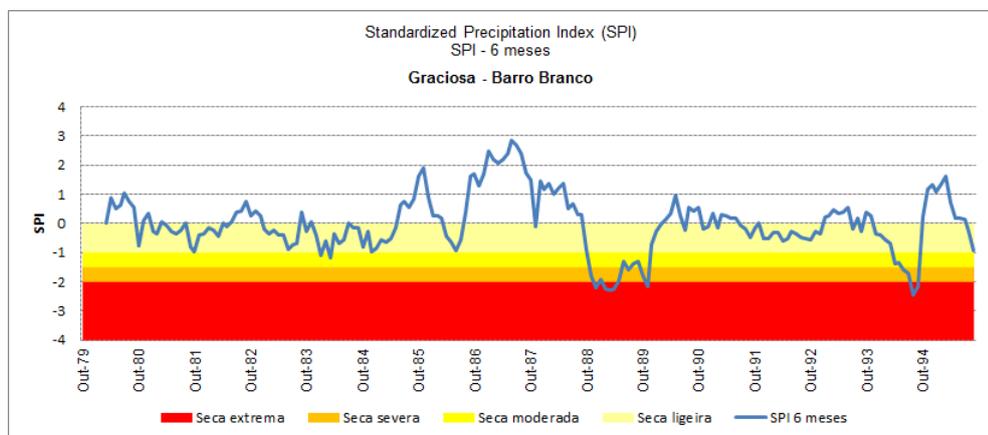


Figura 2.9.7 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Barro Branco.

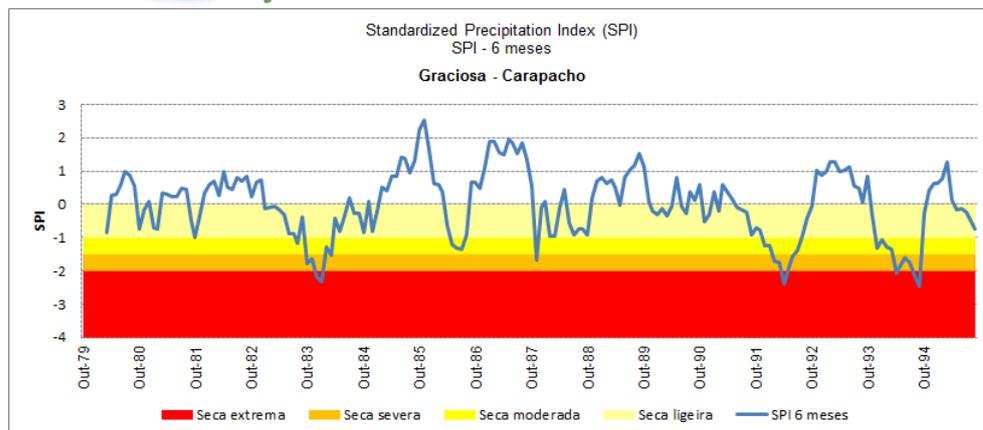


Figura 2.9.8 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Carapacho.

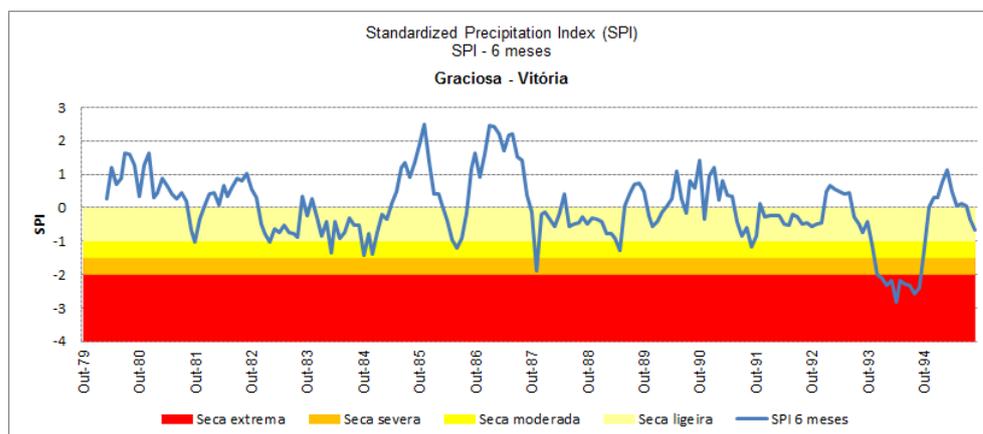


Figura 2.9.9 | Avaliação do índice SPI – 6 meses, Posto Vitória.

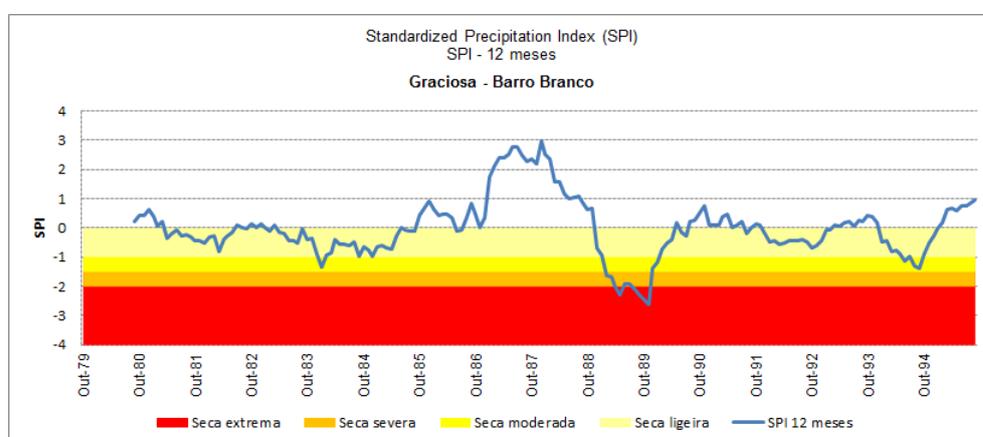


Figura 2.9.10 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Barro Branco.

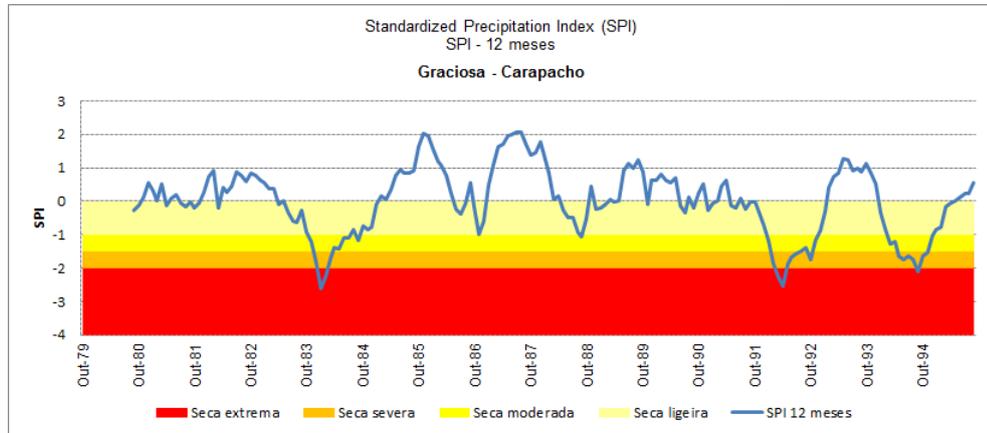


Figura 2.9.11 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Carapacho.

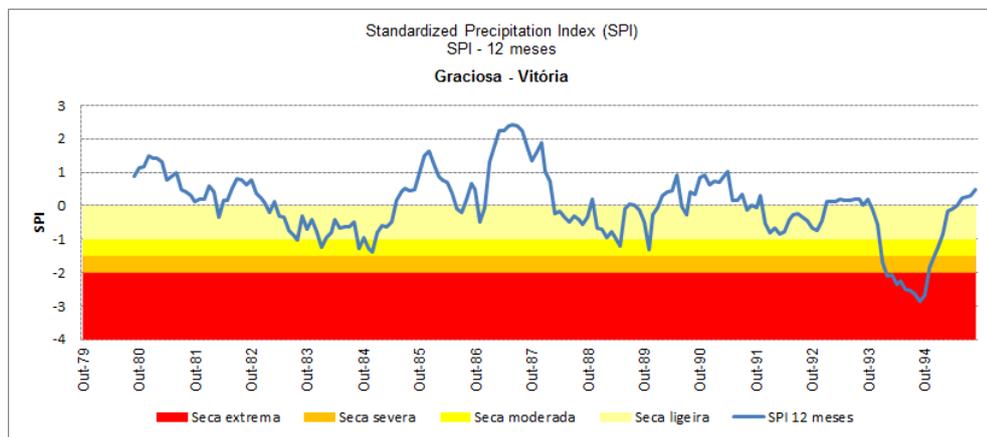


Figura 2.9.12 | Avaliação do índice SPI – 12 meses, Posto Vitória.

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 2.9.4.

Quadro 2.9.4 | 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
Barro Branco	14,2%	11,2%	8,8%
Carapacho	16,3%	15,5%	17,7%
Vitória	14,2%	11,2%	11,0%

No Quadro 2.9.12 são salientados os postos mais afetados no período de análise, em cada escala temporal.

Considerando o SPI-12 meses representativo da afetação das principais reservas de água e níveis de água subterrânea, verifica-se que a área mais afetada por situações de seca é a representada pelo posto de Carapacho, representativo de cerca de 9 km², 15,5% da área total da ilha.

2.9.4 | Erosão hídrica e transporte de material sólido

A análise da vulnerabilidade à erosão hídrica na ilha Graciosa 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 2.9.5.

Quadro 2.9.5 | 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
Declive (graus)	Classes	0 - 1,7	1,7 – 6,6	6,6 – 15,2	15,2 – 26,2	≥ 26,2
	I.E.	1	2	3	4	5
Litologia	Classes	1	2	3		
	I.E.	1	3	5		
Ocupação do Solo	Classes	Espaços urbanos	Mato	Floresta	Solos Agrícolas	Pastagem
	I.E.	1	2	3	4	5
Precipitação Média Anual (mm)	Classes	<1018	1018 - 1268	1268 - 1519	1519 - 1769	> 1769
	I.E.	1	2	3	4	5

Os declives foram calculados com recurso a uma ferramenta do ArgGis, para uma malha de 10X10 m, a partir das cartas do Instituto Geográfico do Exército (IGEOE), à escala 1:25 000, tendo sido consideradas cinco classes (0 - 1,7°; 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 vulcanológica da ilha Graciosa (Gaspar, 1996), e agruparam-se os materiais aflorantes segundo critérios litológicos, considerando apenas três classes: (1 – aluviões, areias de praia, cascalheiras de praia, depósitos de vertente, aterros, desaterros, terraplanagens, piroclastos submarinos de natureza basáltica *s. l.*, depósitos vulcanoclásticos indiferenciados, depósitos freatoplínicos, depósitos

de escoadas piroclásticas, lahars e *surges*, depósitos hidromagmáticos e pedra-pomes; 2 – piroclastos subaéreos de natureza basáltica s. l. e brechas de natureza essencialmente traquítica; 3 – escoadas lávicas de natureza basáltica s. l. e traquítica s. l.) cujos índices de erosão são 1, 3 e 5 respetivamente. As cartas de ocupação do solo foram produzidas com base nas imagens do satélite LANDSAT 7 e foram cedidas pela DROTRH. Atribuíram-se os índices de erosão de acordo com o fator K, para as diferentes classes de utilização do solo.

Neste contexto, através do cruzamento da densidade de drenagem e declive, precipitação e litologia (ABCD) com a ocupação do solo (E) produziu-se o mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica para a ilha Graciosa (Figura 2.9.13).

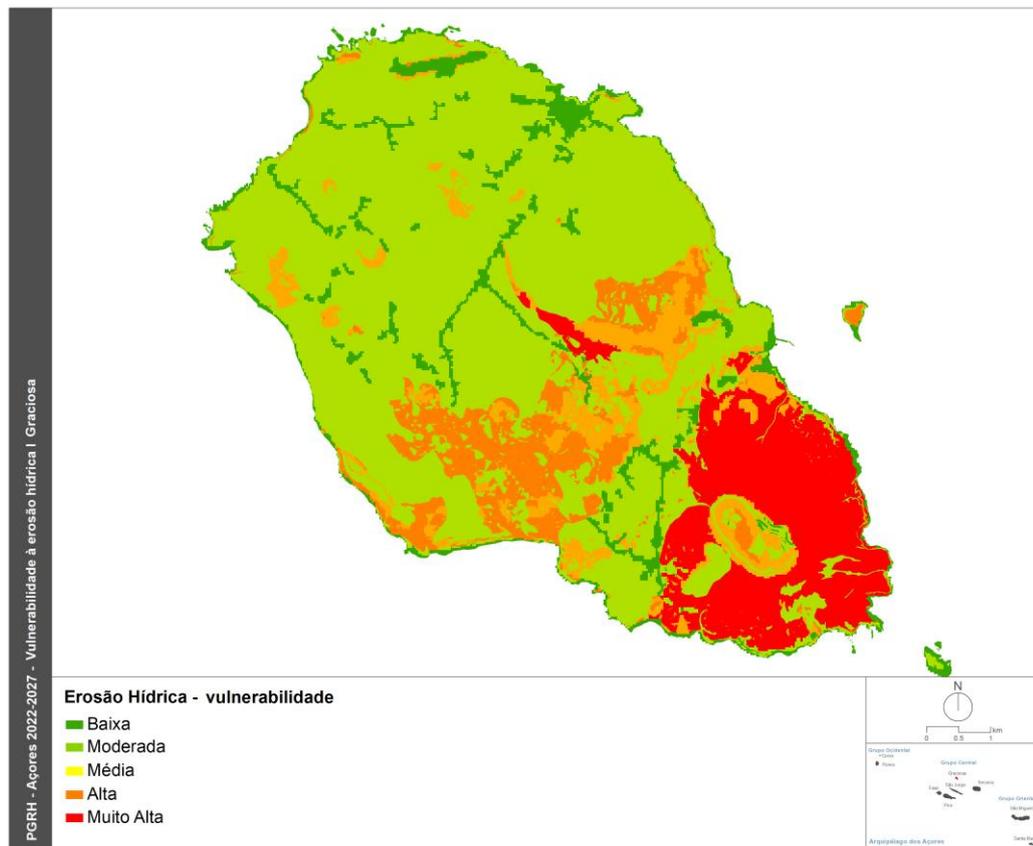


Figura 2.9.13 | Mapa de vulnerabilidade à erosão hídrica da Graciosa.

Como se pode observar na Figura 2.9.17, a vulnerabilidade à erosão é predominantemente moderada no setor NW da ilha, média a muito alta nas serras Branca e das Fontes e muito alta nas vertentes do Maciço da Caldeira.

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 edificadas, de estradas

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

No domínio da orla costeira a ilha é caracterizada por um litoral que alterna zonas alcantiladas e zonas onde os declives são mais suaves. De entre as arribas alcantiladas merecem referência: a costa SW, entre a Baía da Folga e Porto Afonso (Figura 2.9.14); a zona de Redondo e da Ponta da Barca; o troço entre Santa Catarina e Trás do Outeiro, na costa NE e o troço a sul de Fenais até à Ponta do Carapacho no extremo SE da ilha. Quanto aos setores com declives mais suaves há a salientar: a costa de Vitória entre Redondo e Ponta da Barca; a costa NE, desde o Barro Vermelho até Santa Catarina; o troço entre a Baía da Lagoa e Fenais (Figura 2.9.14); a costa entre a Ponta do Carapacho e a Baía da Folga, exceto a costa na Ponta do Enxudreiro e no Porto da Folga.



Figura 2.9.14 | Vista de um setor da costa com arribas alcantiladas entre (1) a Baía da Folga e (2) Porto Afonso (Pacheco *et al.*, 2006).

Além da ação modeladora da erosão marinha, cujos mecanismos foram descritos por Borges (2003), há a assinalar o controlo tectónico em algumas zonas da costa Graciosense, como admite Gaspar (1996).

Em termos de recarga do litoral há que considerar o importante contributo proveniente do desmonte das arribas. A caracterização da linha de costa é utilizada como forma de sistematizar uma realidade complexa em classes mais simples e homogéneas. A tipologia da faixa costeira da ilha Graciosa (Figura 2.9.15) foi realizada por Borges (2003).

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). De entre os outros fatores, destacam-se, além do declive, a tectónica. De facto, a atuação dos elementos estruturais (Mapa 2) faz-se sentir não só pela movimentação das estruturas mas também pelo desenvolvimento de planos de fraqueza que vão potenciar os fenómenos de erosão. Na ilha Graciosa, estes traduzem-se em troços da linha de costa paralelos às linhas de fraqueza (e.g. zona do Porto da Folga) ou em baías que evoluem através de planos de falha (e.g. baías dos Homiziados e do Engrade).

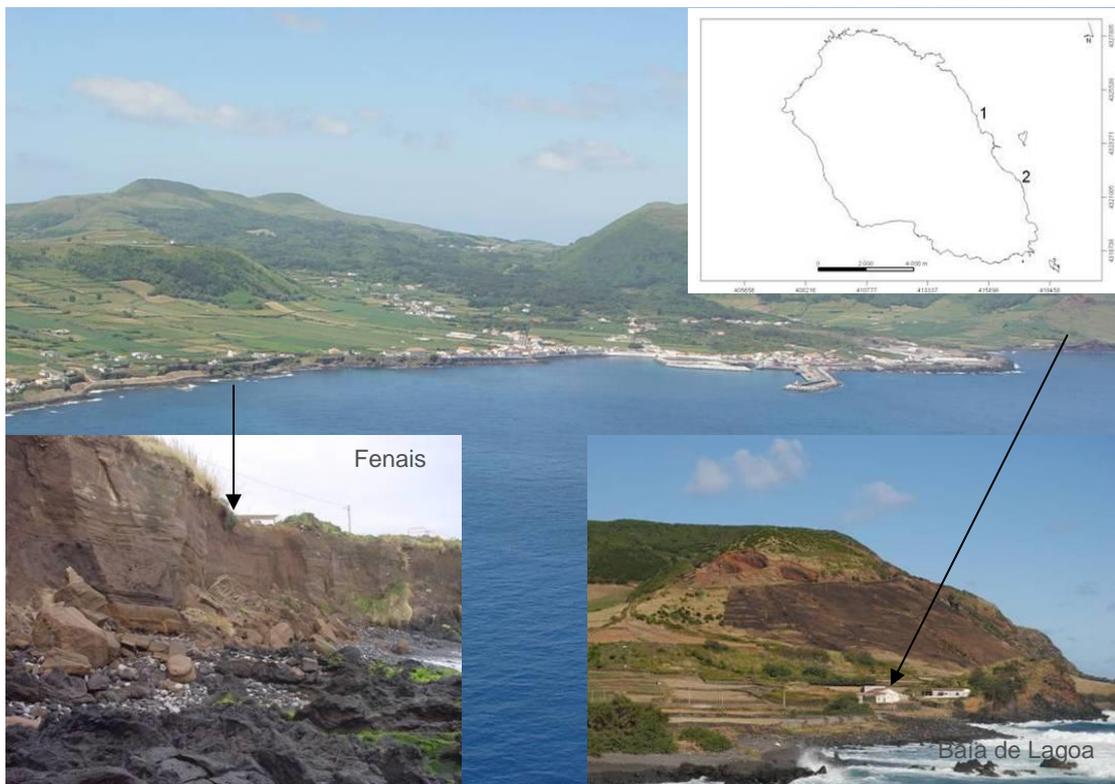


Figura 2.9.15 | Vista de um setor da costa com declives mais suaves na zona da Praia entre a Baía de Lagoa (1) e Fenais (2). Atente-se no aspeto friável dos produtos (depósitos vulcanoclásticos indiferenciados e depósitos piroclásticos de fluxo) que constituem a arriba (Pacheco *et al.*, 2006).

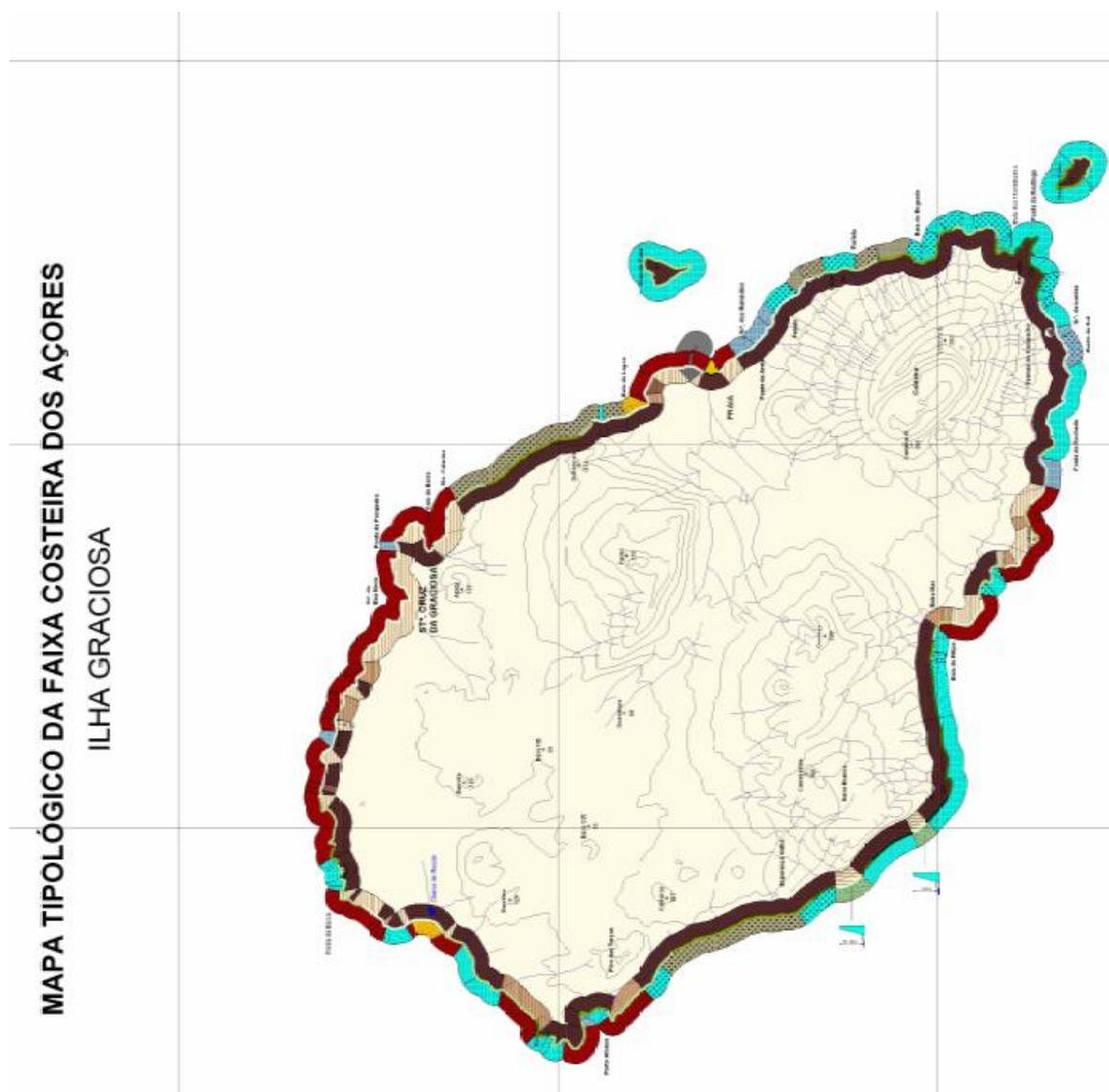
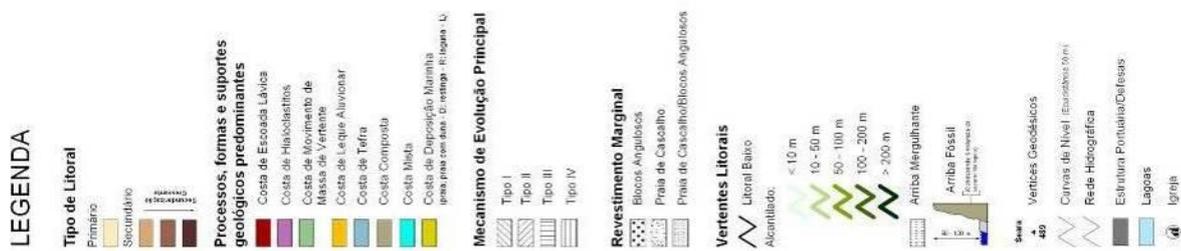


Figura 2.9.16 | Mapa tipológico da faixa costeira da ilha Graciosa (Borges, 2003).

No caso da ilha Graciosa, para além da suscetibilidade aos movimentos de vertente, há que ter em conta as características friáveis dos produtos vulcânicos que constituem extensos setores da costa que muito contribuem para a recarga do litoral.

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 de ordenamento 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 0,5 m/s e são essencialmente influenciadas pela Corrente do Golfo e pela Corrente subtropical do Norte. De dezembro a abril predominam as direções para SE e de maio a novembro para S.

Na Graciosa não existe um marégrafo em funcionamento. Os elementos que se seguem foram recolhidos no site do Instituto Hidrográfico e dizem respeito ao porto de Angra do Heroísmo. Este está localizado no cais da Figueirinha. A análise harmónica é efetuada a partir de um ano de observações maregráficas (1997). As alturas de Maré são referidas

ao nível do Zero Hidrográfico, que está 1,00m abaixo do nível médio adotado e 5,385m abaixo da marca de contacto existente na borda do poço do marégrafo.

A maré astronómica é do tipo semidiurno regular, com cotas médias que variam entre Preia-Mar (PM) +1,6 e Baixa-Mar (BM) +0,3 (águas vivas) e PM +1,2 e BM +0,7 (águas mortas). As cotas extremas das marés vivas são próximas de PM +1,7 e BM +0,3. A maré enche de W e SW e na vazante propaga-se para E e NE. Cerca de 4,7% das Preia-Mares atingem cotas superiores a 1,7m e 12,0% das Baixa-Mares cotas inferiores a 0,4 m.

A maré meteorológica (sobreelevação devido à persistência dos ventos e da agitação ou a variações acentuadas da pressão atmosférica) assume valores ligeiramente variáveis ao longo da costa. É nas zonas de águas costeiras “encaixadas” (baías) que a maré meteorológica pode assumir valores de oscilação mais significativos. Não se dispõe de elementos relativos à maré meteorológica. A sobreposição da maré astronómica com a maré meteorológica deverá agravar as cotas anteriores pelo menos para:

- Cota da Máxima Preia-Mar das Águas Vivas: 2,00 ZH;
- Cota da Máxima Baixa-Mar das Águas Vivas: 0,00 ZH.

A persistência de ventos fortes ou a ocorrência de pressões atmosféricas anómalas poderá agravar os referidos valores.

Agitação marítima local

No Arquipélago dos Açores existe um conjunto de estações ondógrafo, no âmbito do projeto CLIMAAT/CLIMARCOST, conduzido pela Universidade dos Açores, e cuja informação pode ser consultada na página do referido projeto. A informação disponibilizada pelo Instituto Hidrográfico pode ser consultada a partir de um mapa onde se acede às últimas informações obtidas para cada estação, e ainda através de um conjunto de tabelas e gráficos. Atualmente existem seis ondógrafos de registo de agitação marítima a funcionar na Região dos Açores.

Quadro 2.9.6 | Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores

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

Fonte: POOC Faial (2009)

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

A comparação entre dados de agitação registados nos diferentes ondógrafos, para o mesmo período de tempo, evidencia a dependência da localização da boia em relação aos rumos da agitação e trajetórias dos temporais. Por

exemplo, no dia 23 de março de 2006 registaram-se ondas com alturas máximas de 12m em Ponta Delgada (exposta a Sul, ondas de W) enquanto na Praia da Vitória os valores máximos não atingiram os 4m (POOC Graciosa, 2006).

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

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

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

- Os resultados do modelo de reconstituição da agitação Meteorological Office (Britânico), 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 sinópticos de vento (6 anos).

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

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

Só através da elaboração de planos de agitação, recorrendo a modelos numéricos e dispondo de informação topohidrográfica 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

No que respeita à ilha Graciosa fazem parte da base de dados do inventário de pontos de água 18 nascentes e 13 furos, sendo aproveitados para abastecimento público oito furos e sete nascentes. A Figura 2.9.17 ilustra a distribuição das nascentes e furos para abastecimento humano, inseridas no mapa de declives da ilha.

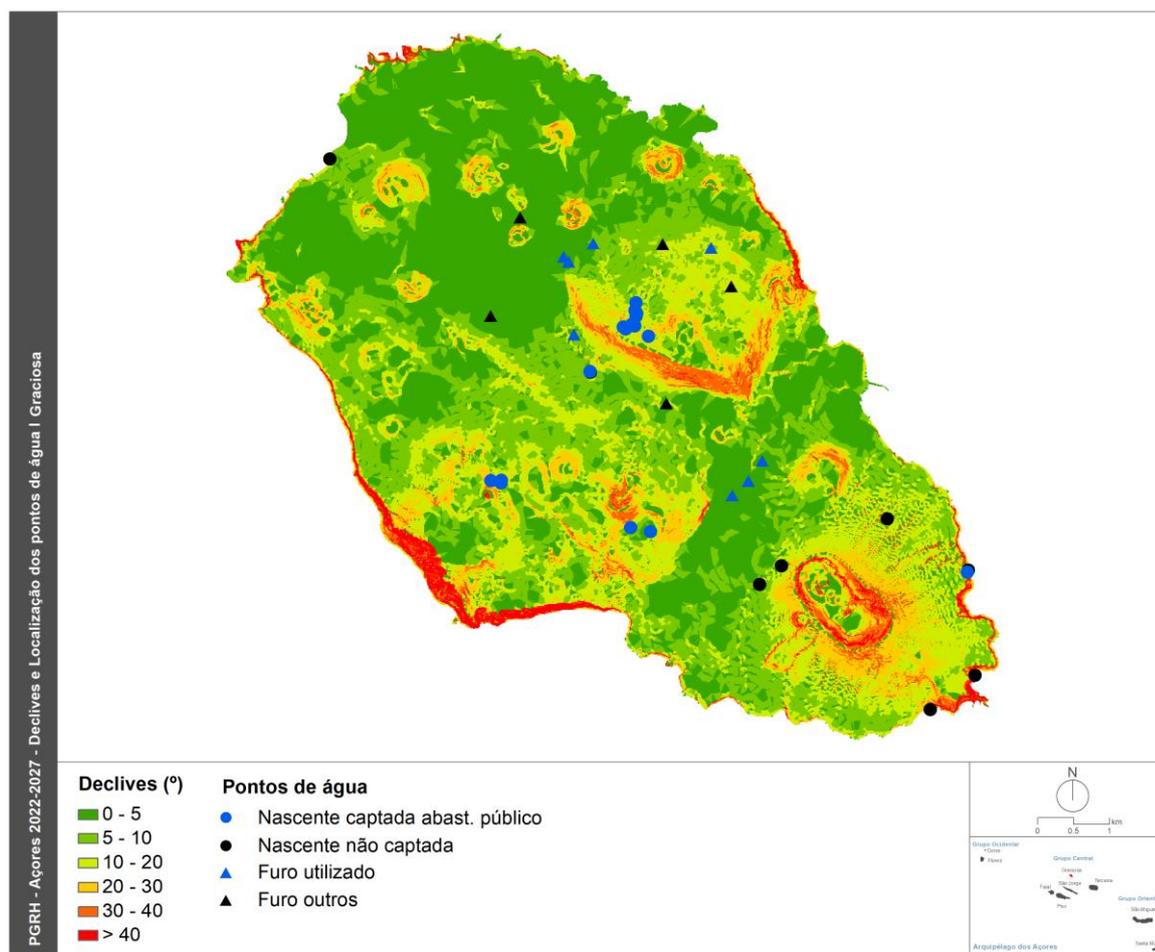


Figura 2.9.17 | Mapa de declives da ilha Graciosa e localização dos pontos de água subterrânea.

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).

Na Figura 2.9.18 projetam-se os limites das massas de água subterrâneas relativamente as três categorias de suscetibilidade à ocorrência de movimentos de vertente acima referidas. De um modo geral, os problemas relacionados com os processos de instabilidade de vertentes que possam colocar em perigo as nascentes e furos de abastecimento público na ilha Graciosa, desencadeados por sismos e/ou precipitações intensas, são reduzidos em virtude do enquadramento geomorfológico e geológico. 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 2.9.18).

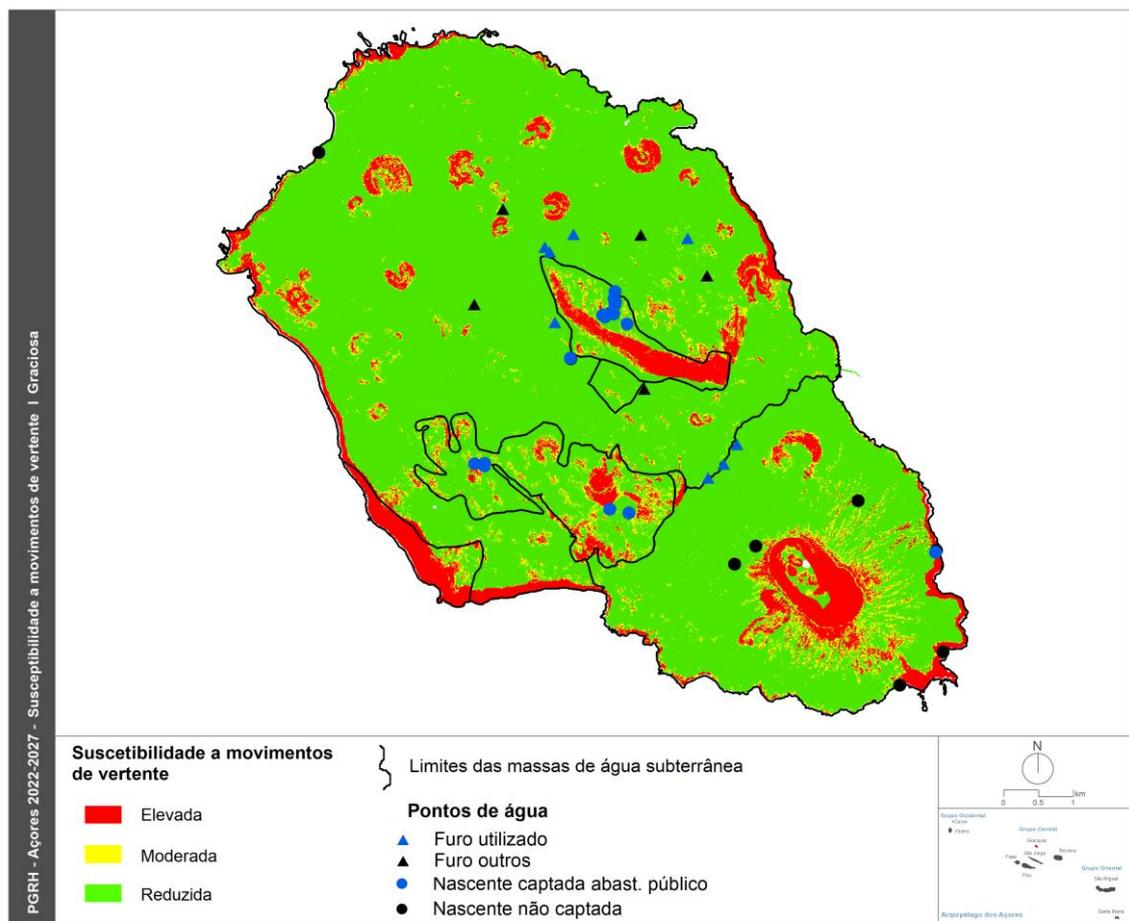


Figura 2.9.18 | Representação cartográfica das áreas de suscetibilidade reduzida, moderada e elevada à ocorrência de movimentos de vertente, com localização dos pontos de água subterrânea e limites das massas de água subterrânea.

No entanto, há a destacar o elevado número de formações rochosas de pequena e média dimensão e exposição, situadas a montante da nascente da Serra das Fontes I-VIII e aos reservatórios denominadas de Grotas 1, Grotas 2 e Fontes (Figura 2.9.19), que face à uma potencial propagação cinemática destes materiais rochosos em virtude da ocorrência de um sismo de elevada magnitude, poderão colocar risco a supracitada nascente, bem como os reservatórios, criando condições para a destruição parcial e/ou total.

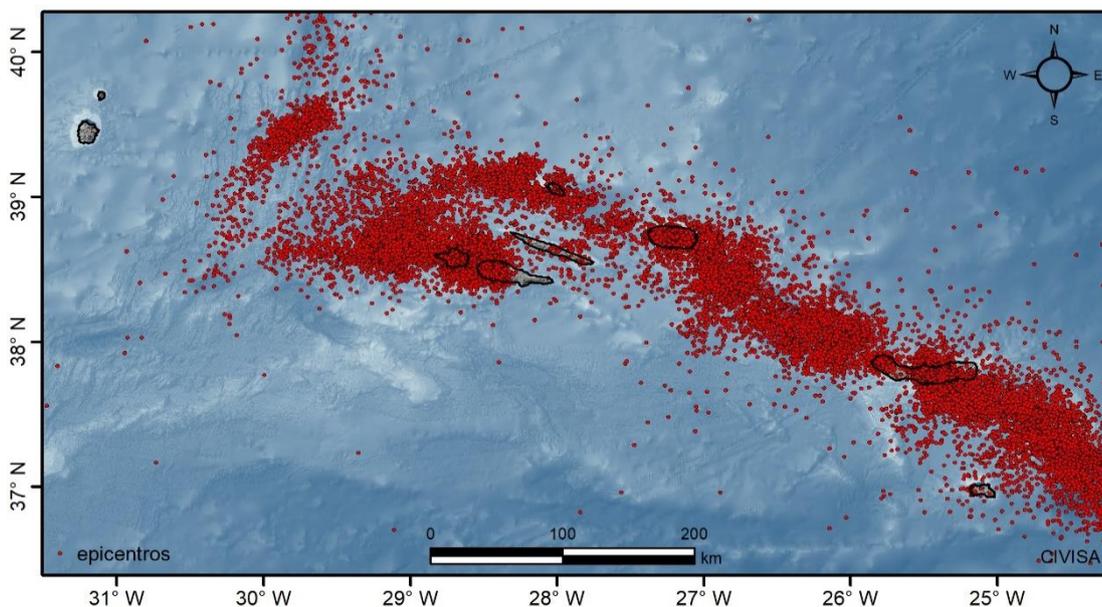


Figura 2.9.19 | Presença de blocos rochosos de grandes dimensões, que poderão afetar os reservatórios e nascentes da Serra das Fontes. As setas indicam a presença de blocos rochosos a montante de reservatórios e de uma nascente.

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 2.9.20).



Fonte: dados do CIVISA (2020)

Figura 2.9.20 | 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 Graciosa estão descritos no Quadro 2.9.7.

Quadro 2.9.7 | Principais sismos sentidos na ilha Graciosa

Caracterização Geral de Perigos Naturais					
Data	Intensidade	Ilha mais afetada	Zona mais afetada	Magnitude	Consequências
1730-06-13	IX-X (?)	Graciosa	Luz e Praia		Destruição quase total.
1837-01-21	IX (?)	Graciosa	Luz e Praia		Destruição quase total.

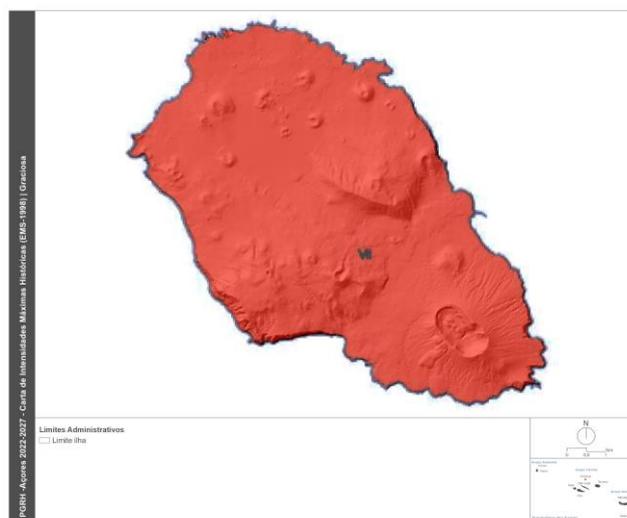
Fonte: Gaspar et al., 1999 e Coutinho, 2000

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.

A ilha Graciosa tem sido afetada por importantes eventos ao longo da sua história. A atividade sísmica nesta ilha é caracterizada pela ocorrência de crises sísmicas ou eventos de grande intensidade causadores de grande impacte.

Neste contexto, assumem especial destaque as crises sísmicas de 1717, 1868 e 1989, e os terramotos de 13 de junho de 1730 e de 21 de janeiro de 1837, sentidos na ilha Graciosa com intensidade máxima de IX-X (EMM).

Desde o início do século XX, os eventos que atingiram maiores intensidades foram os sismos de 1 de janeiro de 1980 (VII) e o de 26 de junho de 1989 (VI/VII) (EMM). A análise da sismicidade histórica e da instrumental aponta para algumas zonas sismogénicas como potencialmente geradoras de sismos passíveis de atingir significativamente a ilha Graciosa, nomeadamente as estruturas tectónicas no flanco oriental da Bacia W da Graciosa (crise sísmica de 1989), na Bacia E da Graciosa, estruturas tectónicas a SE, ao longo da fratura definida pela distribuição das réplicas do sismo de 1 de janeiro de 1980 e, menos frequentemente, a N da ilha (Gaspar, 1996). A Figura 2.9.21 apresenta a carta de intensidades sísmicas máximas verificadas na ilha Graciosa, tendo por base a reanálise dos registos de mais de cinco séculos de ocupação humana, com base na EMS-1998.



Fonte: Silva (2005)

Figura 2.9.21 | Carta de intensidades máximas históricas (EMS-1998) para a ilha Graciosa.

2.9.8 | Vulcões

A ilha Graciosa encontra-se localizada numa zona ativa do arquipélago dos Açores e, embora não haja registos de vulcanismo histórico, produziu 10 erupções, de diversos estilos eruptivos, nos últimos 12 000 anos, tendo a última erupção ocorrido há menos de 2 000 anos no Pico do Timão (Gaspar, 1996).

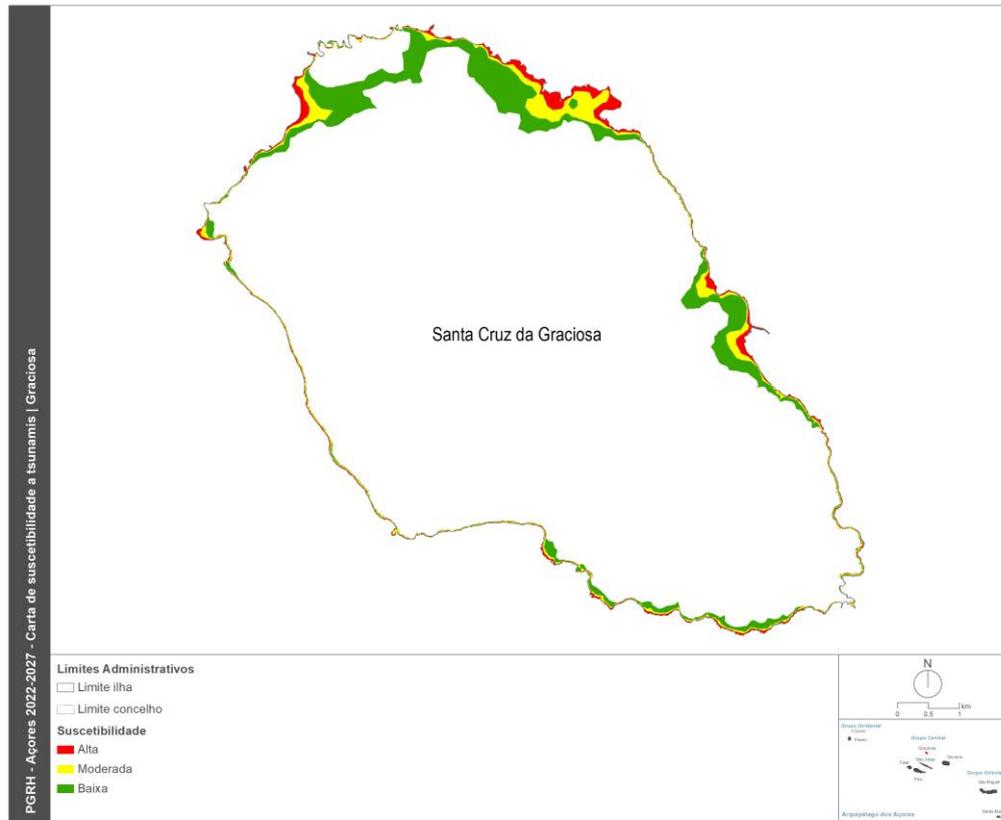
Considerando a história eruptiva recente da ilha Graciosa pode-se constatar que uma futura erupção poderá ter lugar tanto na Plataforma NW como na região do Vulcão Central. O registo geológico mostra erupções de natureza basáltica (*s.l.*) ou traquítica (*s.l.*), efusivas ou explosivas, magmáticas e/ou hidro-vulcânica. A atividade vulcânica de caráter fortemente explosivo (subpliniano ou pliniano) poderá ocorrer essencialmente ao nível da caldeira do Vulcão Central, enquanto os episódios efusivos e moderadamente explosivos (do tipo estromboliano) poderão ocorrer de uma forma generalizada em toda a ilha, com particular incidência ao longo de fraturas de orientação NW-SE. É ainda de admitir a possibilidade, embora remota, da instalação de domos de natureza traquítica (*s.l.*) associados ao Vulcão Central.

É igualmente de considerar a possibilidade de ocorrência de erupções submarinas relativamente próximas da costa (do tipo surtsiano), idênticas à que deu origem ao Ilhéu de Baixo.

2.9.9 | Tsunamis

A ilha Terceira, à semelhança das restantes ilhas do arquipélago dos Açores, também pode ser afetada por *tsunamis*, que poderão ter origem local, regional ou atlântica. Os registos históricos e instrumentais demonstram que a ilha já foi palco de algumas inundações resultantes de *tsunamis* desencadeados por movimentos de vertente submarinos e solicitações sísmicas ocorridas no contexto local, regional e transoceânico. Os dados históricos comprovam que o terramoto de Lisboa de 1755, com epicentro do Banco de Goringe, desencadeou um tsunami registado nesta ilha, cujo *run-up* atingiu a cota dos 11 a 15m (Andrade *et al.*, 2006).

A carta de suscetibilidade a *tsunamis* da ilha Terceira (Figura 2.9.2) mostra importantes áreas de inundação fruto das cotas relativamente baixas na costa sul e leste.



Fonte: Carta produzida a partir da altimetria do IGeoE, na escala 1:25.000

Figura 2.9.22 | Carta de suscetibilidade a tsunamis. O run-up máximo de cada classe considerada corresponde à cota máxima da área inundada.

2.9.10 | Infraestruturas

Na ilha Graciosa não existem infraestruturas desta tipologia.

2.9.11 | Poluição acidental

2.9.11.1 | Poluição tóxica

São identificadas no Quadro 2.9.8 as atividades desenvolvidas nas áreas das massas de água subterrâneas e costeiras, para a ilha Graciosa, que contribuem ou possam contribuir como fontes de poluição tóxica.

Quadro 2.9.8 | Fontes de poluição tóxica na ilha Graciosa

Fontes de Poluição Tóxica	Concelho, Local	Tipologia
Fossa séptica coletiva	Santa Cruz, Cais da Barra	Águas superficiais costeiras
ETAR do Paúl	Santa Cruz	Águas superficiais costeiras
Descarga direta em meio recetor	Santa Cruz, Ponta da Pesqueira	Águas superficiais costeiras
Pronicol	Santa Cruz	Águas superficiais costeiras
Matadouro da Graciosa	Santa Cruz	Águas superficiais costeiras
Vazadouro	Santa Cruz, Barro Vermelho	Águas superficiais costeiras

Fontes de Poluição Tópica	Concelho, Local	Tipologia
Dragagem de areia	Santa Cruz, Ponta da Barca e esperança Velha	Águas superficiais costeiras
Dragagem de areia	Santa Cruz, entre Beira Mar e Ponta do Enxudreiro	Águas superficiais costeiras
Indústria extrativa	Santa Cruz, São Mateus	Águas superficiais costeiras
Fonte de poluição associada à pressão turística	Santa Cruz	Águas superficiais costeiras
Substâncias Perigosas	Santa Cruz	Águas superficiais costeiras
Armazenagem de combustíveis - Bencom, S.A	Santa Cruz, Praia	Águas superficiais costeiras
Efluentes domésticas	Santa Cruz	Águas subterrâneas
Efluentes industriais	Santa Cruz	Águas subterrâneas

2.9.11.2 | Poluição difusa

Na ilha Graciosa em específico são identificadas no Quadro 2.9.9 algumas atividades que poderão contribuir como fontes de poluição difusa sobre determinadas massas de água.

Quadro 2.9.9 | Fontes de poluição difusa na ilha Graciosa

Atividade	Concelho, Local	Tipologia
Agropecuária	Santa Cruz	Águas superficiais costeiras
Vazadouro	Santa Cruz	Águas superficiais costeiras
Pecuária	Santa Cruz	Águas subterrâneas
Agricultura e exploração florestal	Santa Cruz	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 Graciosa e segundo a definição apresentada na DQA (Parlamento & UE, 2000) estão presentes massas de água relevantes das seguintes categorias:

- Águas costeiras.

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

3.1.1.1.1 | Ribeiras

Todas as ribeiras identificadas na ilha Graciosa possuem bacias de drenagem com área inferior a 10km², e são todas de caudal não permanente. Assim, na ilha Graciosa 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 Graciosa possuem dimensões inferiores a 0,01km². Assim, na ilha Graciosa 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

Não foram identificadas massas de água de transição na ilha Graciosa.

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

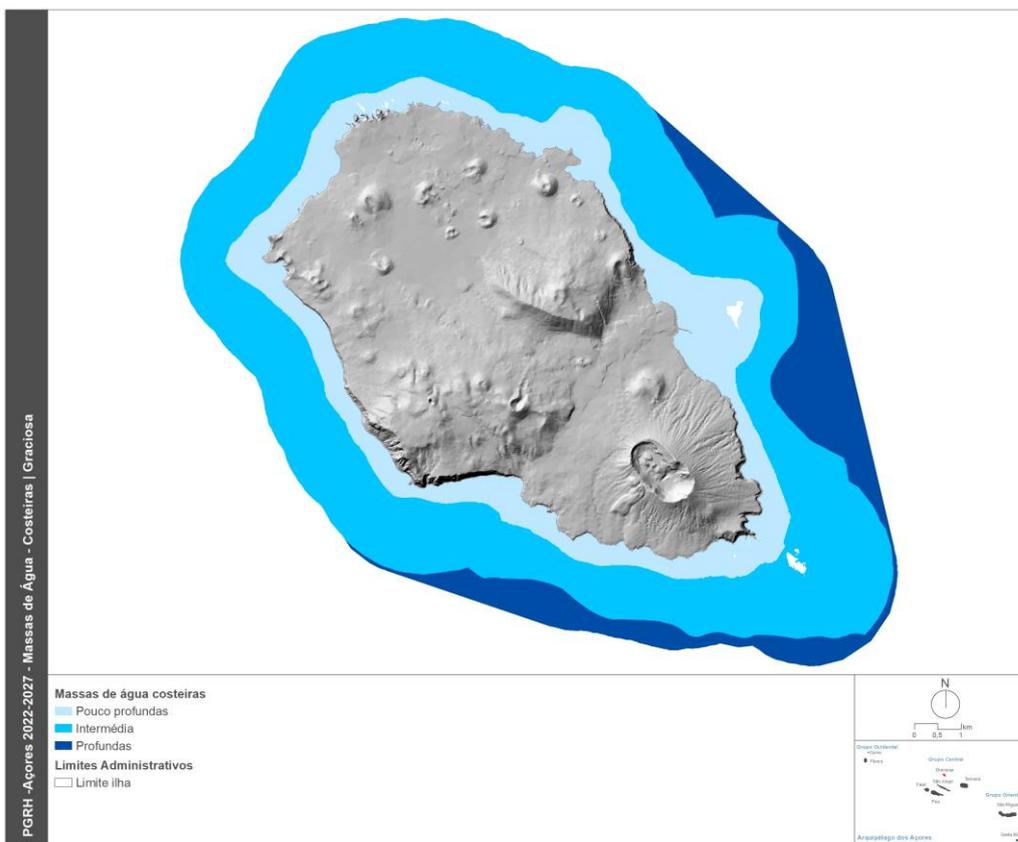


Figura 3.1.1 | Massas de água costeiras designadas e delimitadas para a ilha Graciosa.

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 Graciosa

Designação do tipo	Código	Fatores Obrigatórios		
		Ecorregião	Profundidade	Salinidade (%)
A-C-E/PP/GRA1	PT09GRACPP1	Atlântico Norte	Pouco Profunda	Euhalina
A-C-E/II/GRA1	PT09GRACI1	Atlântico Norte	Intermédia	Euhalina
A-C-E/P/GRA1	PT09GRACP1	Atlântico Norte	Profunda	Euhalina

3.1.1.1.4 | Massas de água fortemente modificadas

No caso específico da ilha Terceira, e para as massas de água costeiras, no 1º e 2º ciclo do Plano de Gestão de Região Hidrográfica foi proposto que fossem classificadas como “Massas de Água Fortemente Modificadas”, zonas que apresentem uma alteração significativa ao nível da: hidromorfologia, da área intertidal, da função, da artificialização das margens, do regime de agitação e correntes dominantes locais. Nestas características, insere-se a Baía da Praia da Vitória, em particular a área portuária de classe A, que apesar de atualmente não estar designada como massa de Água Fortemente Modificada (AFM) encontra-se em curso o procedimento para a sua designação como AFM, de acordo com os documentos guia nomeadamente “Guidance Document No 4 e Guidance Document No 5”.

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 3.1.2 é apresentada a distribuição dos tipos e número de massas de água para as categorias de águas de superfície acima referidas para a ilha Graciosa.

Quadro 3.1.2 | Distribuição dos tipos de massas de água e número de massas de água por tipo na ilha Graciosa

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	-		-
Águas costeiras	A-C-E/PP/GRA1	PT09GRACPP1	1
	A-C-E/II/GRA1	PT09GRACI1	1
	A-C-E/P/GRA1	PT09GRACP1	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 inclua na tipologia definida para a RH9, não podendo assim haver locais de referência para a ilha Graciosa.

3.1.1.3.2 | Lagoas

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

3.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Na ilha Graciosa, e no que diz respeito às águas costeiras, no período de dezembro de 2010 a fevereiro de 2012, 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).

Segundo o RCRH, 2006, a delimitação das massas de água costeiras Pouco Profundas (< -30 m) utilizou o critério geométrico, traçando linhas perpendiculares à linha paralela à linha de base deslocada de uma milha para o lado do mar, perpendiculares essas que terminam na costa em coincidência com o limite das linhas que delimitam em terra as Regiões Hidrográficas. Para as massas de água costeiras de profundidade Intermédia e Profundas o critério geométrico foi reajustado, tendo sido abrangidas na delimitação as zonas homogêneas contíguas. A delimitação foi realizada de acordo com a análise pericial por Azevedo, 2005.

Para a delimitação das massas de água da categoria águas costeiras aplicou-se sequencialmente os fatores gerais da metodologia de delimitação das massas de água. Para as três tipologias das águas costeiras da RH9, todas de costa aberta, o principal critério de delimitação baseou-se na análise pericial das pressões significativas. Verificou-se que as pressões sobre as águas costeiras na RH9 estão associadas a zonas de elevada densidade populacional, desde logo pela poluição gerada pelas águas residuais urbanas e industriais, mas também porque é aí que estão localizados os portos e se tendem a concentrar as estruturas de lazer costeiro. Na ausência de elementos de caracterização, as pressões antropogénicas identificadas e referidas acima foram consideradas como indicador da qualidade química e ecológica das águas costeiras da RH9 e assim referência para a delimitação das massas de água costeiras.

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 ciclos 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 Serra Dormida

Com uma área aflorante da ordem de 4,20 km², a massa de água Serra Dormida tem como âmbito territorial cerca de 6,92% da superfície da ilha, correspondendo a um setor transversal à Ilha, numa posição de charneira entre o modelado característico das metades ocidental e oriental. Confronta a SE com as massas Compósito e Sequência Hidromagmática Superior, e para NW com as massas Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe, Serra das Fontes e Serra Dormida. Em termos administrativos, a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Santa Cruz da Graciosa.

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

- Massa de água Serra das Fontes

Com uma área aflorante da ordem de 1,19 km², esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 1,96% da superfície da Graciosa, correspondendo a um relevo acentuado, localizado na zona central da Ilha, numa posição mediana. Confronta para N e W com a massa plataforma de Santa Cruz – Guadalupe, e para S também com as massas Cruz do Barro Branco e Luz – Rebentão da Lagoa. Em termos administrativos, a área que constitui a massa de água Serra das Fontes integra-se no concelho de Santa Cruz da Graciosa.

A massa de água Serra das Fontes corresponde a um sistema de aquíferos em altitude, livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, fissurado ou porosos, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

- Massa de água Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe

Com uma área aflorante da ordem de 37,69km², esta massa de água tem como âmbito territorial cerca de 62,13% da superfície da Graciosa, dominando o setor ocidental da Ilha. Contacta para E com as massas Serra das Fontes, Serra Dormida, Caldeira e Indiferenciado, e para S com a extensa zona considerada como indiferenciada e termos dos requisitos para a delimitação de massas de água subterrânea. Em termos administrativos, a área que constitui a massa de água integra-se no concelho de Santa Cruz da Graciosa.

A massa de água Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe corresponde a um sistema de aquíferos basais, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos em altitude, livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, porosos e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

3.2.2 | Caracterização das massas de água

A descrição das características gerais dos estratos da área de drenagem, das massas de água subterrâneas delimitadas na ilha Graciosa, foi efetuada com base nos trabalhos de Zbyszewski (1970), Zbyszewski *et al.* (1972), Maund (1985), Gaspar & Queiroz (1995), Gaspar (1996), Cruz (2001, 2004) e França *et al.* (2005).

3.2.2.1.1 | Massa de água Serra Dormida

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

Do ponto de vista geológico, esta massa de água integra piroclastos subaéreos indiferenciados e piroclastos do Pico das Caldeirinhas e do Pico Timão, pertencentes ao Complexo Vulcânico de Vitória – Vulcão Central, Unidade de Vitória, que definem um relevo positivo que se alonga sensivelmente de W

Considerando a escala estratigráfica proposta por Gaspar (1996) e Gaspar & Queiroz (1995) a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Piroclastos subaéreos de natureza basáltica *s.l.* de origem indiferenciada;
- Piroclastos subaéreos de natureza basáltica *s.l.* do Pico do Timão;

- Escoadas lávicas e piroclastos subaéreos de natureza basáltica *s.l.* da Caldeirinha.

3.2.2.1.2 | Massa de água Serra das Fontes

Esta massa de água corresponde a um sistema de aquíferos em altitude, livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, fissurado e ou porosos, e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água integra-se no Complexo Vulcânico da Serra das Fontes, que corresponde à unidade geológica mais antiga da ilha. Considerando a escala estratigráfica proposta por Gaspar (1996) e Gaspar & Queiroz (1995) a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Escoadas lávicas de natureza basáltica *s.l.* (basaltos a mugaritos);
- Localmente podem observar-se intercalações de depósitos vulcanoclásticos.

3.2.2.1.3 | Massa de água Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe

A massa de água Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe corresponde a um sistema de aquíferos basais, predominantemente fissurados, admitindo-se a existência de aquíferos em altitude, livres e semiconfinados, descontínuos no sistema, porosos e limitados por níveis de permeabilidade reduzida.

Do ponto de vista geológico, esta massa de água integra escoadas lávicas e piroclastos subaéreos indiferenciados, assim como as emissões dos Picos da Terça e de Barcelos, pertencentes ao Complexo Vulcânico de Vitória – Vulcão Central, Unidade de Vitória, que definem um relevo positivo que se alonga sensivelmente de W.

Considerando a escala estratigráfica proposta por Gaspar (1996) e Gaspar & Queiroz (1995) a massa de água compreende as seguintes litologias:

- Piroclastos subaéreos de natureza basáltica *s.l.* de origem indiferenciada;
- Escoadas lávicas indiferenciadas de natureza basáltica *s.l.*;
- Escoadas lávicas e piroclastos subaéreos de natureza basáltica *s.l.* dos Picos da Terça e de Barcelos;
- Escoadas lávicas *aa* e piroclastos subaéreos de natureza basáltica *s.l.* do Pico do Timão.

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 Graciosa são, no geral, reduzidos, totalizando 11,8 hm³/ano. A massa de água com recursos mais elevados é a designada por Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe, a que corresponde um volume de recursos subterrâneos igual a 8,2 hm³/ano, para uma taxa de recarga igual a 21,6% (Figura 3.2.1 a 3.2.3). Nas massas de água Serra Dormida e Serra das Fontes, as taxas de recarga são iguais, respetivamente, a 18,4% e 21,6%.

Considerando uma fração não disponível igual a 40% dos recursos estimados a longo prazo, i.e. a recarga, valor que se estima poder compensar os constrangimentos geológicos e hidrogeológicos e, paralelamente, ser suficiente para assegurar a parte do escoamento subterrâneo que alimenta os cursos de água, as disponibilidades reais nas massas de água subterrâneas da Graciosa são respetivamente iguais a: 0,5 hm³/ano (Serra Dormida), 4,9 hm³/ano (Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe) e 0,3 hm³/ano (Serra das Fontes) (Figura 3.2.1 a 3.2.3). Realça-se, ainda, que a recarga na

ilha Graciosa engloba um volume de recursos hídricos subterrâneos igual a 2,2 hm³/ano associado às áreas não designadas como massas de água subterrânea, pelo que corresponde a uma fração não explorável.

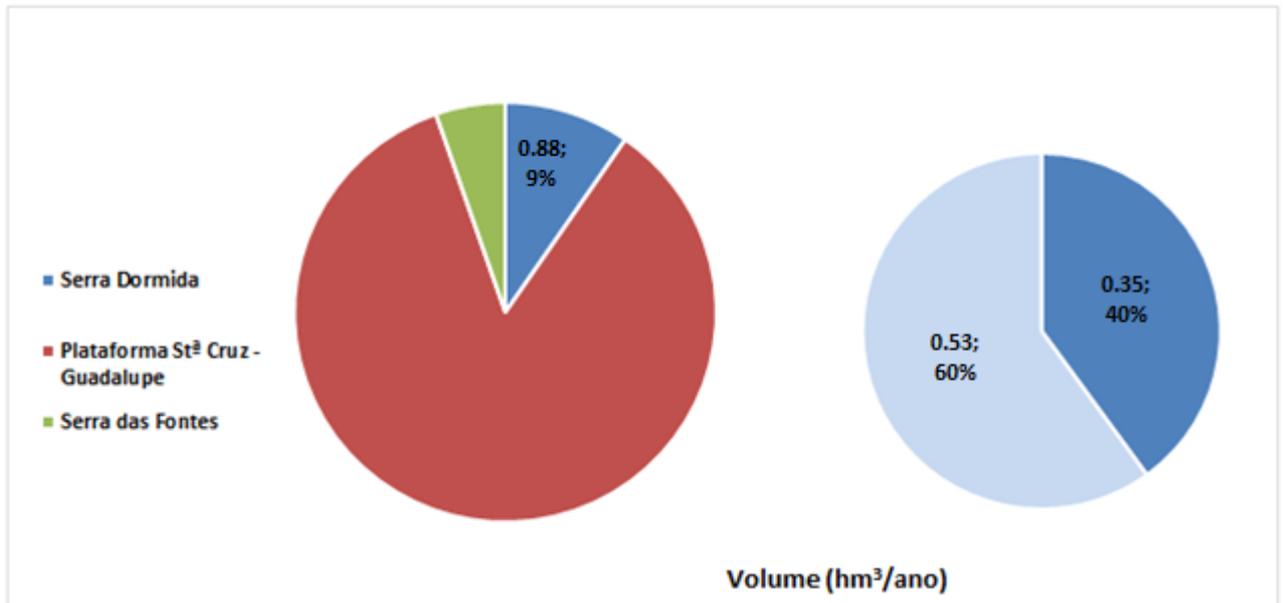


Figura 3.2.1 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Serra Dormida no contexto geral da ilha Graciosa (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

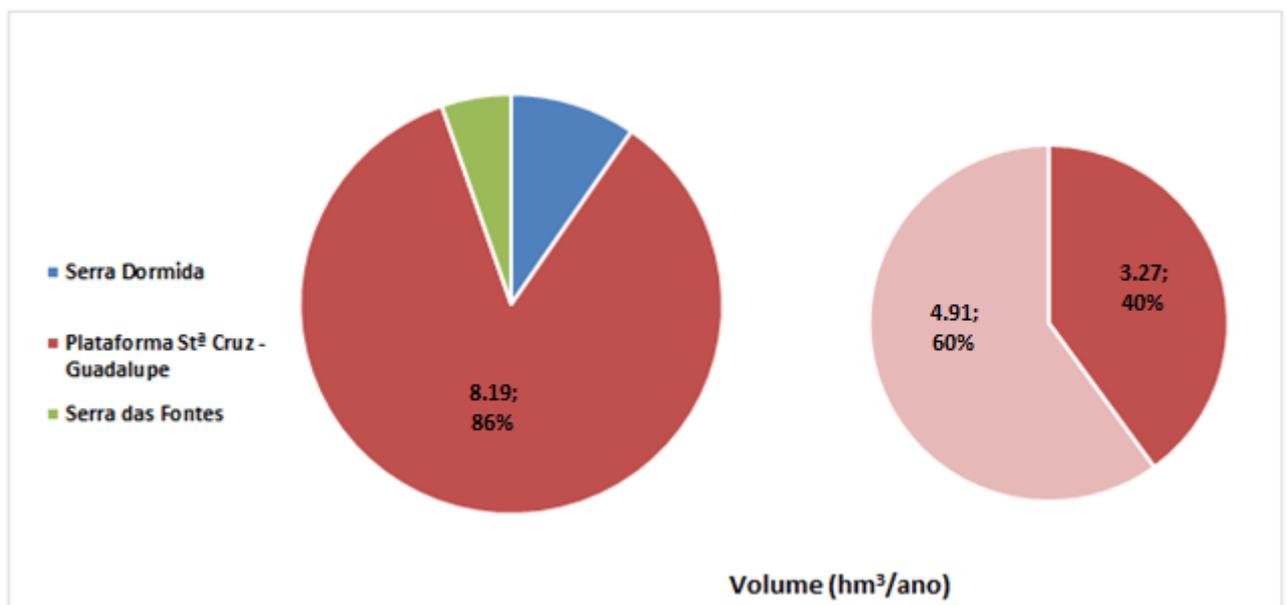


Figura 3.2.2 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe no contexto geral da ilha Graciosa (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

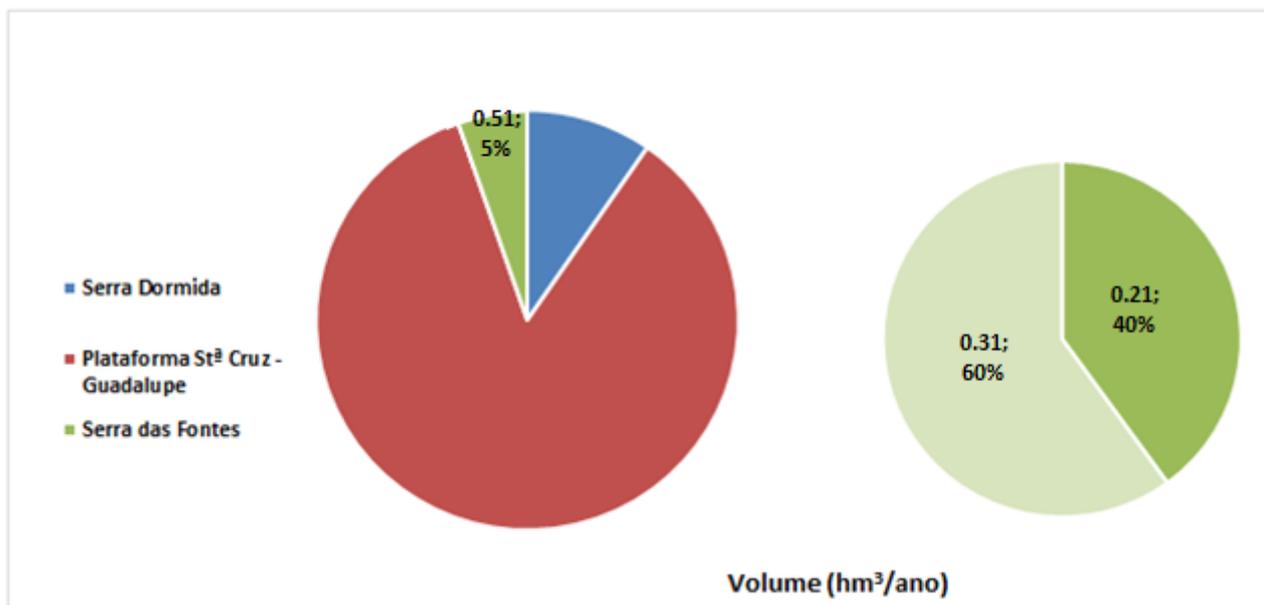


Figura 3.2.3 | Representação dos recursos hídricos subterrâneos na massa de água Serra das Fontes no contexto geral da ilha Graciosa (esquerda), e distribuição das frações consideradas como disponível (60%) e não explorável (40%).

3.2.2.3 | Identificação das zonas potenciais de recarga de aquíferos

Na Figura 3.2.4 representa-se a distribuição das zonas preferenciais de recarga na ilha Graciosa, classificadas em função das categorias acima mencionadas. A análise do cartograma permite evidenciar que na ilha predominam as classes de recarga moderada a elevada, embora se observem regiões representativas de todas as classes.

As classes de recarga moderada a elevada predominam na metade ocidental da ilha Graciosa, enquanto na extremidade SE dominam as classes moderada a reduzida. A classe de recarga muito reduzida está apenas representada em pequenos setores da faixa costeira a SE da Graciosa.

Considerando o âmbito territorial das massas de água subterrâneas, constata-se que as classes de recarga elevada e muito elevada ocupam uma extensa área da superfície aflorante da massa Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe, e uma área menos significativa, mas mesmo assim importante, da massa de água Serra Dormida. Nestas últimas, a classe de recarga elevada distribui-se, respetivamente, na zona central e numa região a N das respetivas superfícies, e as respetivas taxas de recarga são estimadas, respetivamente, em 21,6% e 18,4%. Em contraste, na área de influência da massa de água Serra das Fontes predominam as classes de recarga moderada a reduzida, a que corresponde uma taxa de 21,6%.

A ocupação do solo nas áreas classificadas como de recarga elevada a muito elevada corresponde predominantemente a vegetação natural, num setor central da ilha, e a pastagem e agrícola nas restantes zonas, neste último caso podendo implicar impactes negativos sobre a qualidade da água subterrânea (Figura 3.2.5).

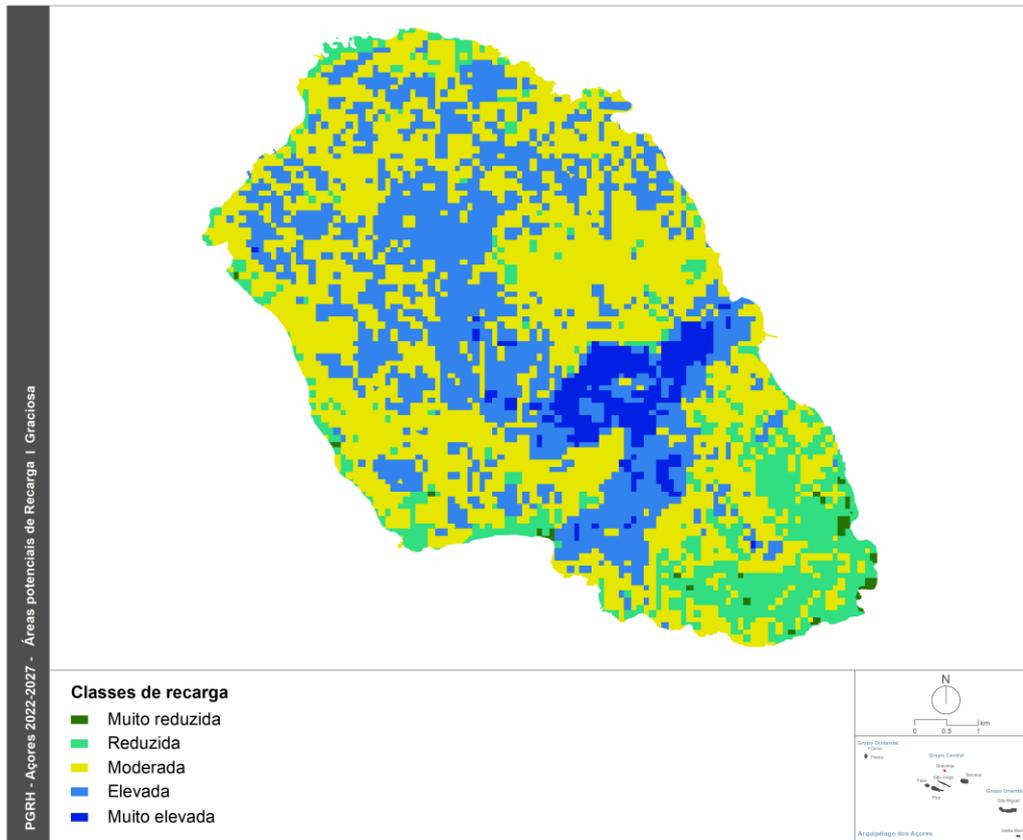


Figura 3.2.4 | Delimitação das áreas potenciais de recarga na ilha Graciosa.

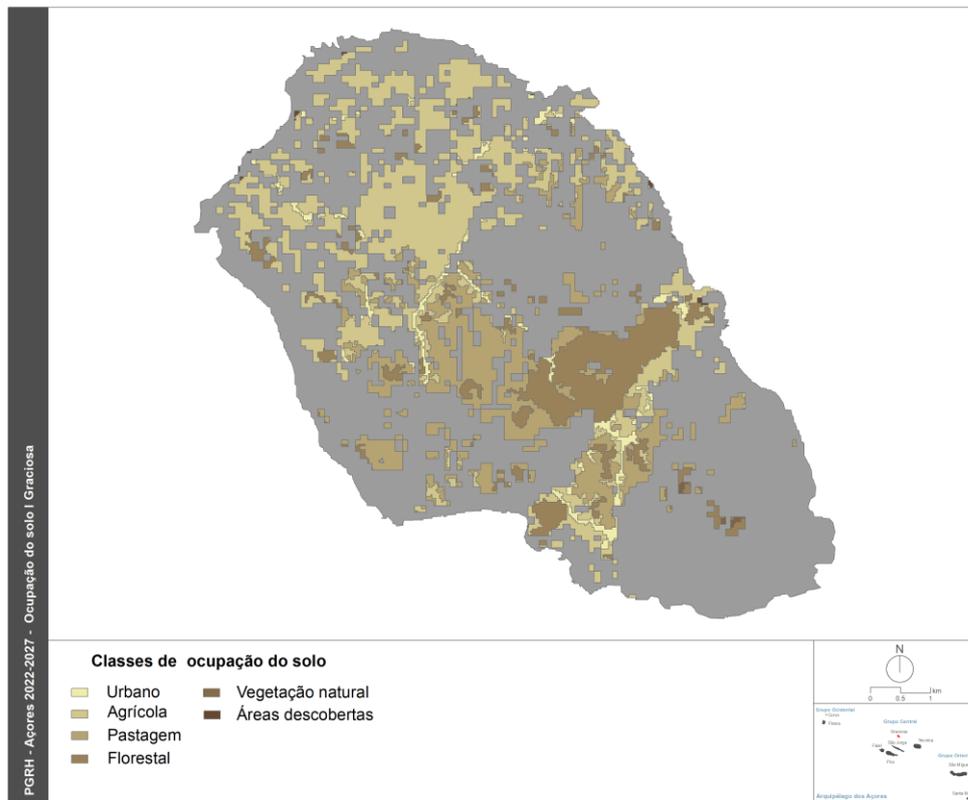


Figura 3.2.5 | Ocupação do solo nas áreas correspondentes às classes de recarga elevada a muito elevada.

3.2.2.4 | Massas de água em risco

No caso vertente da ilha Graciosa, o estado químico da massa de água subterrânea Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe foi designado como Mediocre no presente relatório. No entanto, não existem massas de água de superfície associadas designadas no âmbito da implementação da DQA, ou ecossistemas dependentes, pelo que não se revela necessário proceder como indicado anteriormente.

3.3 | Zonas protegidas e áreas classificadas

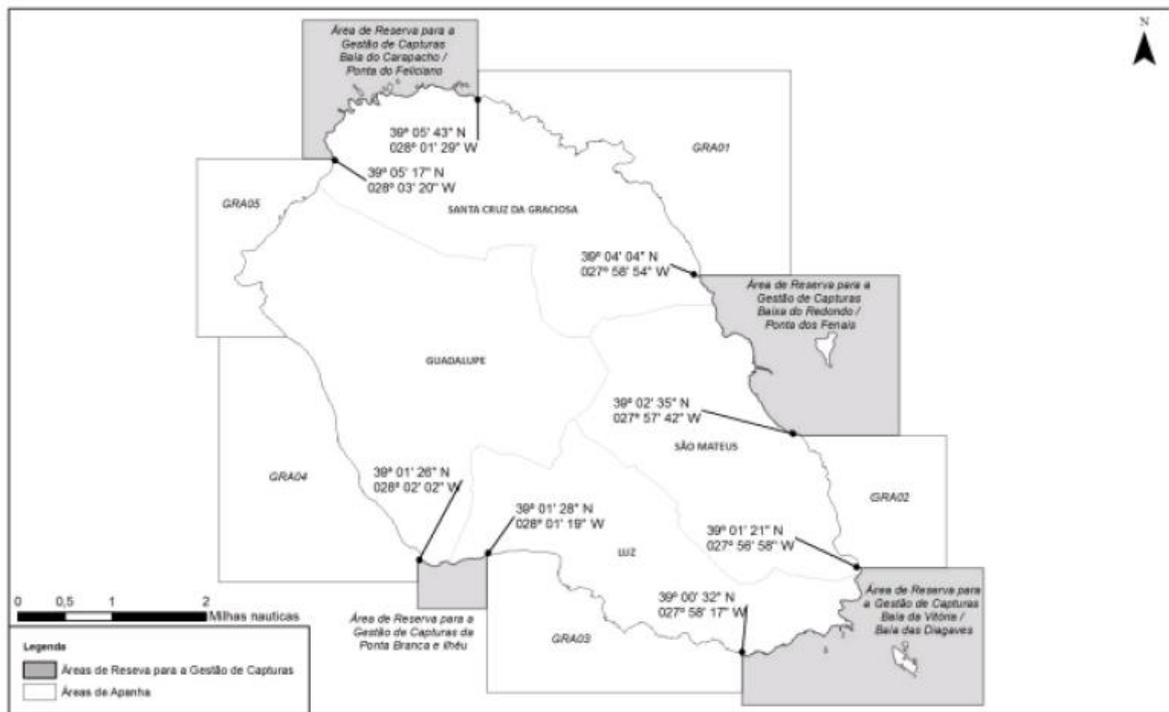
3.3.1 | Águas superficiais

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

Na ilha Graciosa a água que se destina ao consumo humano provém de captações em massas de água subterrâneas (nascentes e furos de captação). 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 Graciosa estão demarcadas as seguintes Áreas de Reserva para a Gestão de Capturas: Baixa do Redondo/Ponta dos Fenais, incluindo o ilhéu da Praia; Baía do Carapacho/Ponta do Feliciano; Ponta Branca e ilhéu; Baía da Vitória/Baía dos Diagaves, incluindo os ilhéus de Baixo (Figura 3.3.1).



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

Figura 3.3.1 | Áreas de Reserva para a Gestão de Capturas na ilha Graciosa.

3.3.1.3 | Massas de água designadas como águas de recreio

Em 2019, foram identificadas 70 zonas balneares costeiras na RAA (Portaria n.º 26/2019 de 29 de março de 2019), quatro das quais na ilha Graciosa (Quadro 3.3.1).

Quadro 3.3.1 | Águas balneares costeiras na ilha Graciosa (2013)

Ilha	Concelho	Água Balnear	Classificação da qualidade
Graciosa	Santa Cruz	Piscina do Carapacho	Excelente
		Praia	Excelente
		Zona Balnear Santa Cruz (Calheta)	Excelente
		Barro vermelho	Excelente

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

No decorrer da época balnear de 2019 (1 de junho a 30 de setembro), as águas balneares na ilha Graciosa apresentaram “Excelente Qualidade”.

3.3.1.4 | Zonas sensíveis em termos de nutrientes

Zonas Vulneráveis

Na ilha Graciosa 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 Graciosa existem duas ZEC e duas ZPE, que totalizam aproximadamente 354ha, dos quais 149ha correspondem a área terrestre e 205ha a área marinha (Figura 3.3.2 e Quadro 3.3.2): ZEC Ilhéu de Baixo, Restinga e ZEC Ponta Branca; ZPE Ilhéu de Baixo e ZPE Ilhéu da Praia.

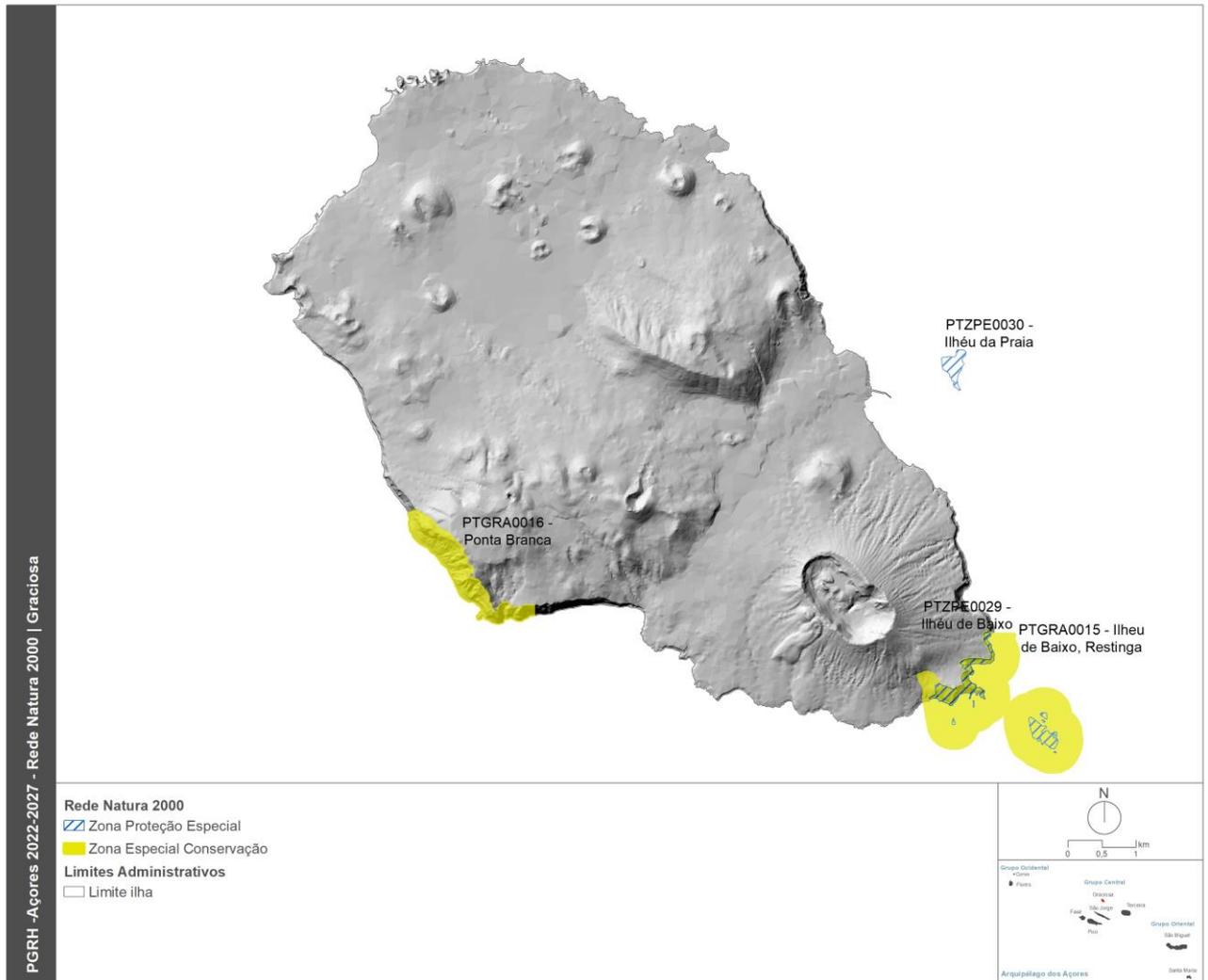


Figura 3.3.2 | Rede Natura 2000 na ilha Graciosa.

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

Ilha	ZEC/ZPE	Código	Designação	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²
Graciosa	ZEC	PTGRA0015	Ilhéu de Baixo, Restinga	39,6	0,4	16,2	204,1	2,0	83,8	243,7	2,4
		PTGRA0016	Ponta Branca	68,6	0,7	100,0	—	—	—	68,6	0,7
	ZPE	PTZPE0029	Ilhéu de Baixo	31,2	0,3	97,1	0,9	0,0	2,9	32,1	0,3
		PTZPE0030	Ilhéu da Praia	9,9	0,1	98,8	0,1	0,0	1,2	10,0	0,1

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 da Graciosa, através do Decreto Legislativo Regional n.º 45/2008/A, de 5 de novembro.

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 da Graciosa 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 Area* (IBA) e as zonas húmidas de importância internacional, designadas ao abrigo da Convenção de Ramsar. Nestes termos, o PNI da Graciosa integra oito 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 3.3.3 e o Quadro 3.3.3 identificam as áreas do PNI da Graciosa, que totaliza cerca de 1108ha, dos quais 342ha correspondem a área terrestre e 419ha a área marinha: Reservas Naturais (Ilhéu de Baixo e Ilhéu da Praia); Monumento Natural Regional (Caldeira da Graciosa), Áreas Protegidas para a Gestão de *Habitats* ou Espécies (Ponta da Restinga, Ponta Branca e Ponta da Barca); Áreas Protegidas de Gestão de Recursos (Costa Sudeste e Costa Noroeste).

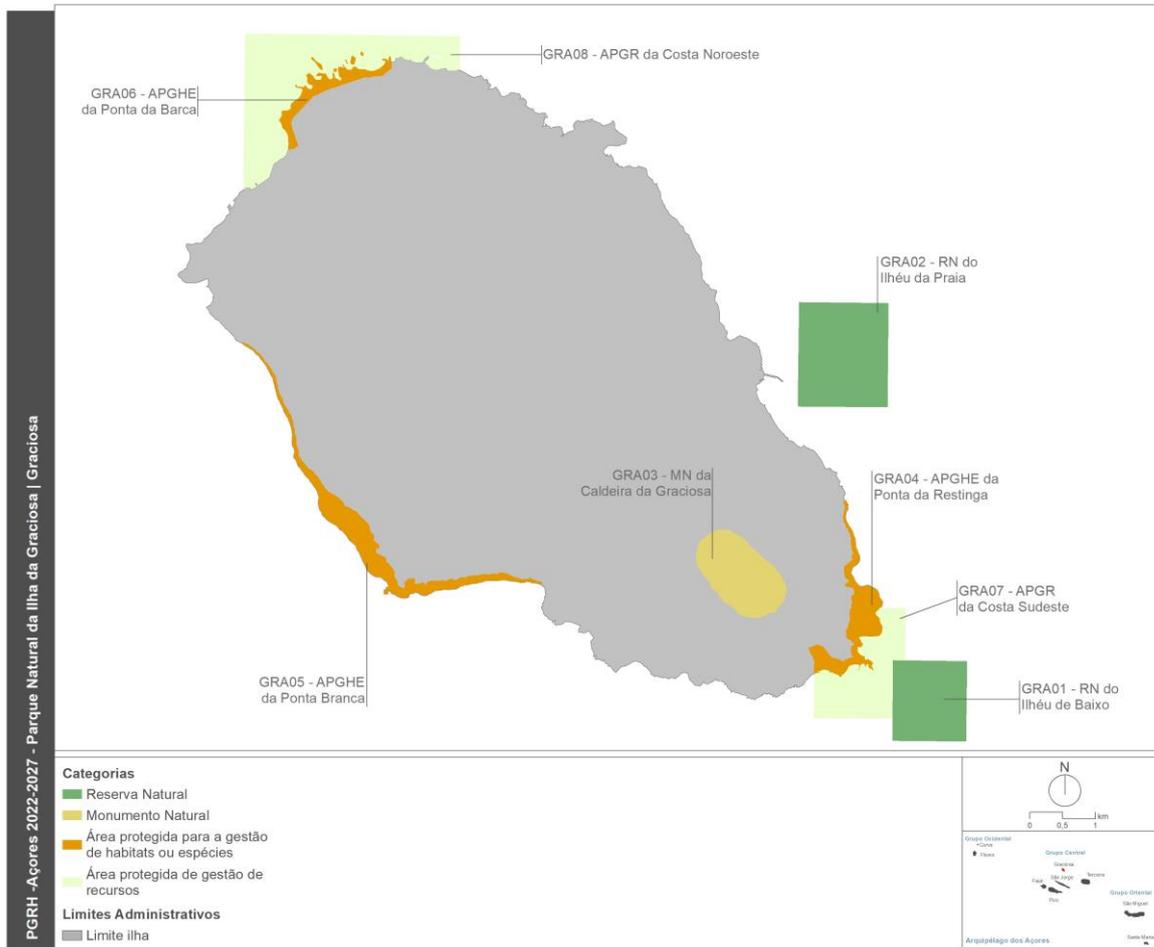


Figura 3.3.3 | Parque Natural da Ilha Graciosa.

Quadro 3.3.3 | Áreas que integram o Parque Natural da Ilha Graciosa

Ilha	Área Protegida	Designação	Código	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²
Graciosa	Reserva Natural	Ilhéu de Baixo	GRA01	9,8	0,1	7,0	129,3	1,3	93,0	139,1	1,4
		Ilhéu da Praia	GRA02	9,9	0,1	4,5	208,6	2,1	95,5	218,6	2,2
	Monumento Natural	Caldeira da Graciosa	GRA03	119,9	1,2	100,0	–	–	–	119,9	1,2
	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies	Ponta da Restinga	GRA04	70,2	0,7	100,0	–	–	–	70,2	0,7
		Ponta Branca	GRA05	101,5	1,0	100,0	–	–	–	101,5	1,0
		Ponta da Barca	GRA06	42,0	0,4	100,0	–	–	–	42,0	0,4
	Área Protegida de Gestão de	Costa Sudeste	GRA07	0,4	0,0	0,3	135,5	1,4	99,7	135,9	1,4

Ilha	Área Protegida	Designação	Código	Área terrestre			Área marinha			Área Total	
				(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²	(%)	(ha)	Km ²
	Recursos	Costa Noroeste	GRA08	-	-	-	283,1	2,8	100,0	283,1	2,8

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 Graciosa todas as massas de água subterrâneas 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 Graciosa foram inventariadas um total de 18 nascentes, excluindo sete emergências na zona indiferenciada, e oito furos captados. Destas captações, 18 apresentam um volume de extração superior a 10m³/dia, que correspondem a 11 nascentes (61% do total da ilha e 65% das captadas) e sete furos (41% do total e 87,5% dos explorados atualmente), distribuídos predominantemente no primeiro caso nas massas de água Serra Dormida e Serra das Fontes, e no segundo caso na massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe, a maior parte das quais destinadas à produção de água para uso humano.

O somatório da extração média anual nas captações é igual a 1,46hm³/ano (Quadro 3.3.4). A massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe é aquela em que se verifica o maior volume de extração nas captações com um caudal médio maior que 10m³/ano, totalizando 1,39hm³/ano, valor muito superior aos registados nas outras massas, que variam entre 0,03 hm³/ano (Serra Dormida) e 0,04hm³/ano (Serra das Fontes).

No que concerne às zonas de proteção das origens de água, decorrentes da aplicação do Decreto-lei n.º 382/99, de 22 de setembro, a situação atual na ilha Graciosa encontra-se reportada no Quadro 3.3.5 (Coutinho *et al.*, 2007). Dos elementos supramencionados, pode concluir-se que a grande maioria dos pontos de água captados nas massas de água daquela ilha possuem zonas de proteção já definidas.

Em qualquer caso, ressalva-se que relativamente a alguns destes pontos de água para os quais existem áreas de proteção estudadas, e em particular no caso das nascentes, este procedimento não é obrigatório, na medida que não atingem os critérios de volume de extração e/ou de população servida impostos pela legislação. Deste modo, as medidas de proteção inerentes aos constrangimentos às atividades humanas que devem ser observados nas zonas de proteção às origens estão dispostas na Portaria n.º 61/2012 de 31 de maio e Portaria n.º 43/2014 de 4 de julho.

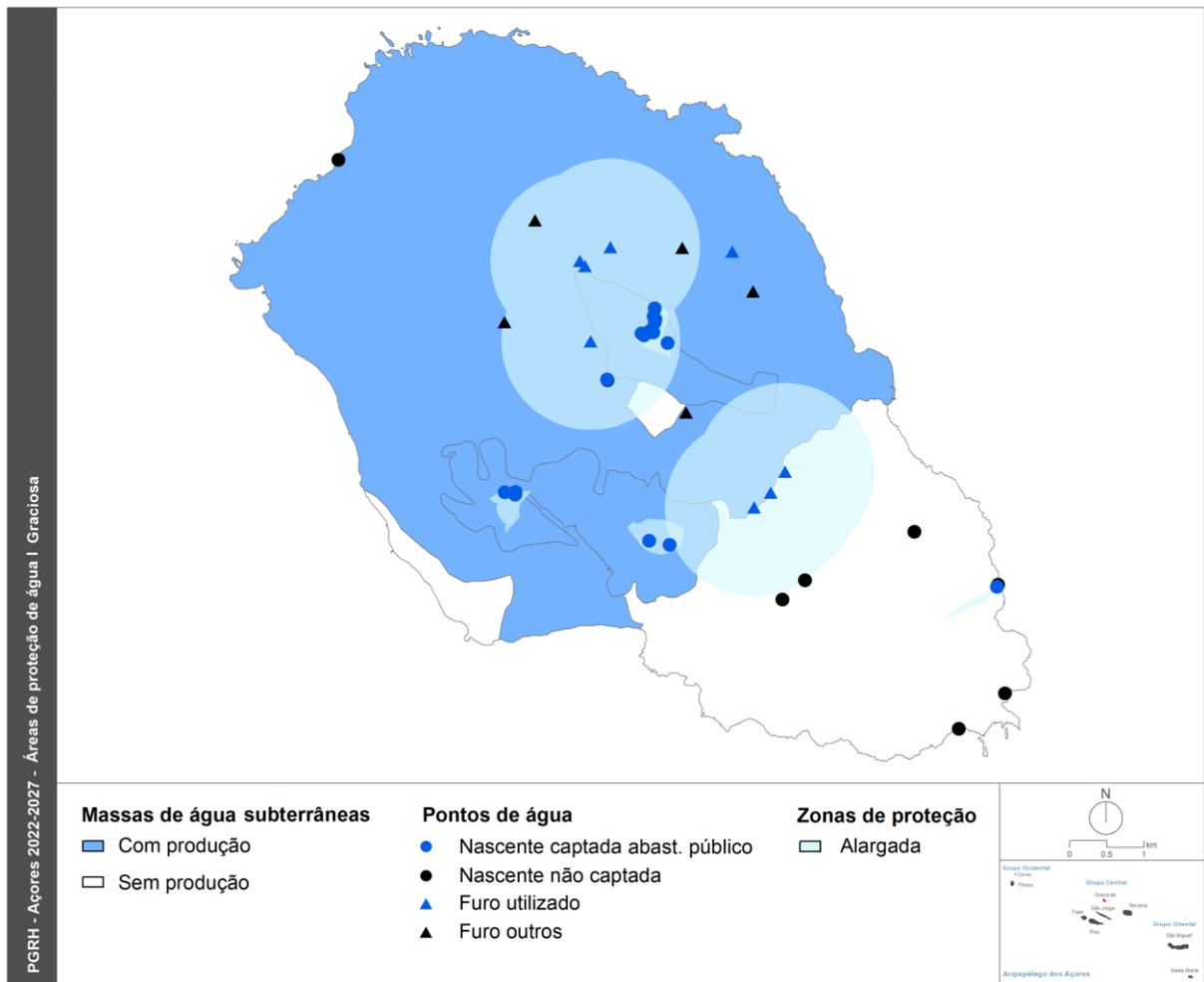


Figura 3.3.4 | Massas de água subterrâneas destinadas à produção de água para consumo humano de acordo com os critérios estabelecidos na legislação. No cartograma representa-se igualmente as áreas de proteção alargada das nascentes captadas e furos para uso humano.

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

Massa de Água	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados		Extração (hm ³ /ano)	Descarga total (hm ³ /ano)
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos		
Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	3	13	2	8	1,39	1,39
Serra das Fontes	10	0	10	0	0,04	0,04
Serra Dormida	5	0	5	0	0,03	0,03

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

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
Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	2	8	1	7
Serra das Fontes	10	0	10	0
Serra Dormida	5	0	5	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 | Água superficiais

3.4.1.1 | Águas superficiais interiores

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

3.4.1.2 | Águas costeiras e de transição

Não existem águas de transição designadas, no âmbito da DQA, para a ilha Graciosa.

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 Graciosa distribui-se de forma assimétrica, sendo que a bacia do centro urbano de Santa Cruz da Graciosa (cerca de 1000 habitantes) a que apresenta a maior efetivo populacional (Figura 3.4.1 e Figura 3.4.2). Esta região terá particular interesse na determinação de cargas de origem doméstica, expondo uma probabilidade mais elevada no que respeita à pressão exercida.

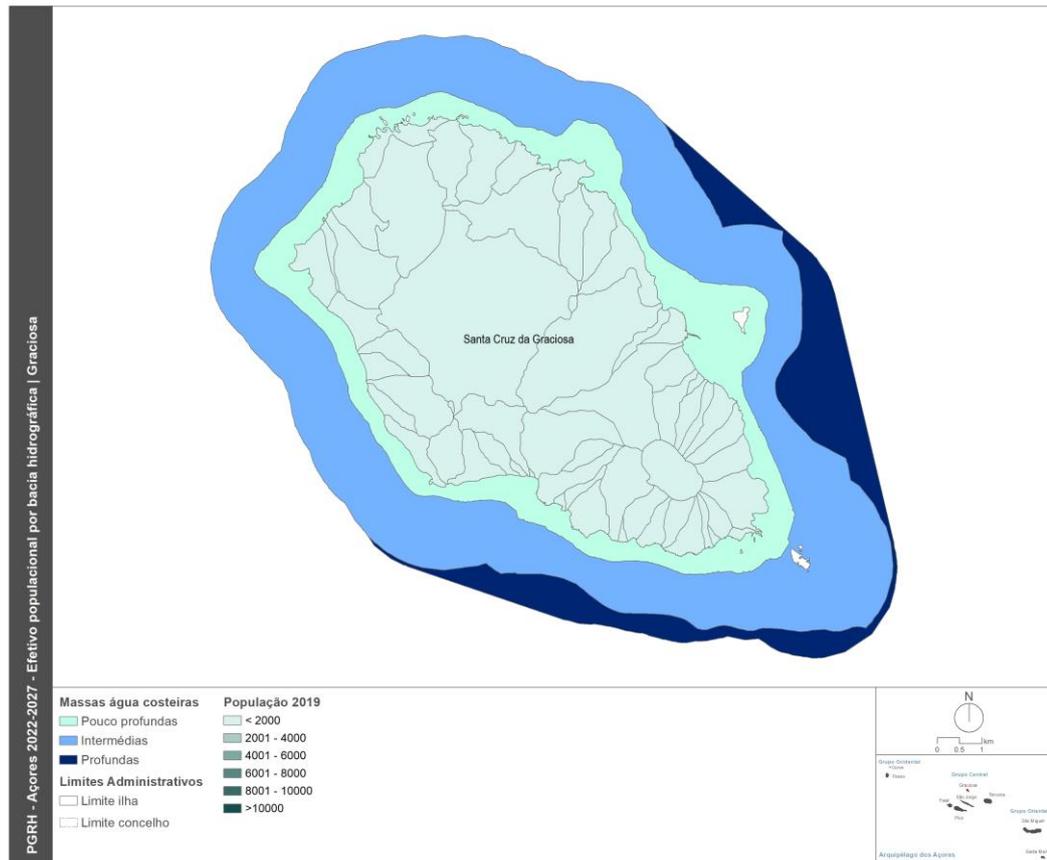


Figura 3.4.1 | Efetivo populacional por bacia hidrográfica na ilha Graciosa.

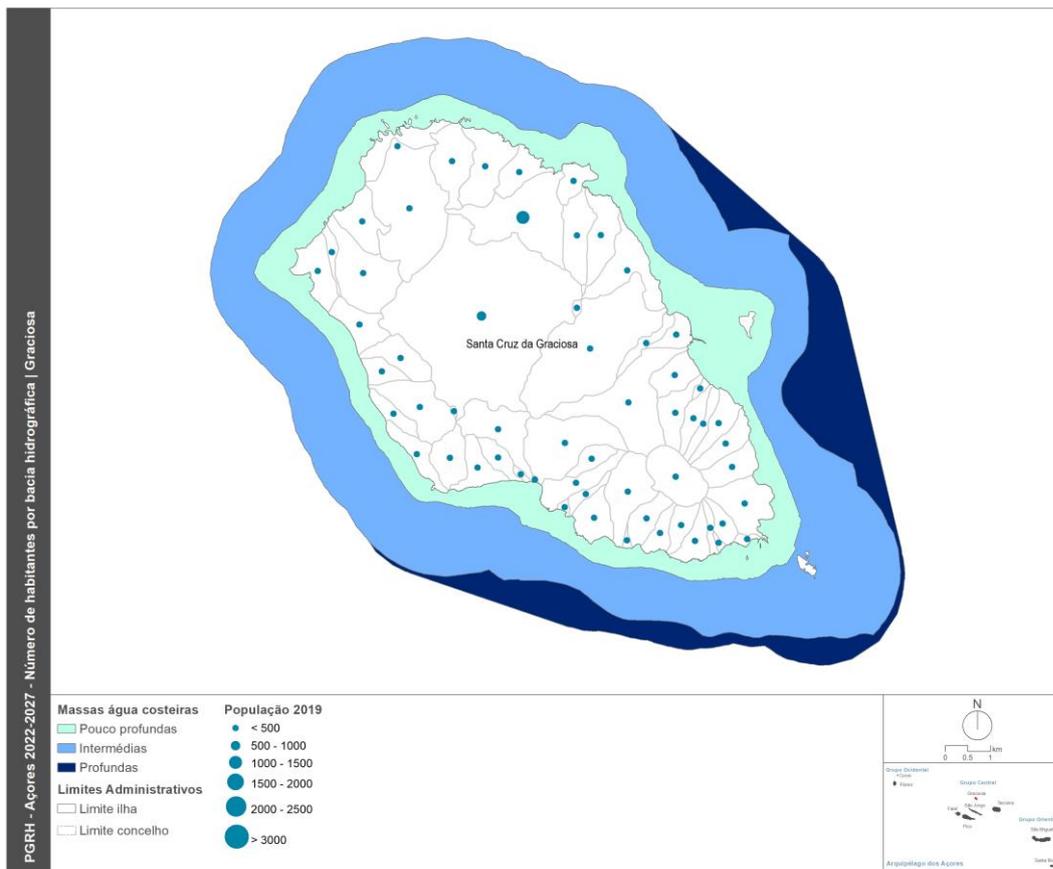


Figura 3.4.2 | Número de habitantes por bacia hidrográfica na ilha Graciosa.

Atualmente, de acordo com a estimativa da SREA, 2020, esta ilha apresenta uma densidade populacional da ordem dos 70 hab/km², inferior à verificada na RAA (104hab/km²). A evolução demográfica nesta ilha revela um considerável decréscimo populacional, tendo-se verificado uma taxa de variação negativa de 8,1%, de acordo com os resultados dos dois últimos recenseamentos (Censos de 2001 e 2011). Os espaços urbanos distribuem-se pela faixa costeira e zona central, acompanhando os principais eixos rodoviários, tendo uma maior representação na sede de concelho de Santa Cruz da Graciosa.

Indústria

A indústria transformadora apresenta um peso relativamente reduzido na economia da RAA, sendo responsável por 7.4% VAB.

A produção de outros minerais não metálicos engloba como uma das principais componentes a produção local de cimento. Atualmente a Graciosa apresenta 24 empresas no setor da industria transformadora e 274 empresas no setor da agricultura, produção animal, caça, floresta e pesca.

Para além da indústria tradicional considera-se a indústria do turismo, uma atividade relevante na economia da RAA. Contudo, não se observa uma expansão assinalável nos últimos anos na ilha Graciosa existindo no ano 2019 três estabelecimentos hoteleiros nesta ilha, correspondendo a 3% dos estabelecimentos 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 Graciosa apresenta um efetivo pecuário (bovinos, suínos, ovinos e caprinos) de cerca de 8 460 animais, correspondentes a 323 explorações agrícolas. Deste modo, é de esperar que este efetivo contribua significativamente para as cargas orgânicas que terão como destino final as águas costeiras. Analisando a carta do uso do solo observa-se que as pastagens apresentam uma das expressões mais elevadas de todo o Arquipélago, 60% (36,4km²) da superfície da ilha. Esta predominância da pastagem deve-se à intensificação das explorações agropecuárias, conduzindo ao declínio dos espaços florestais e de vegetação natural, traduzida na Figura 3.4.3 pelo número de cabeças de gado bovino.

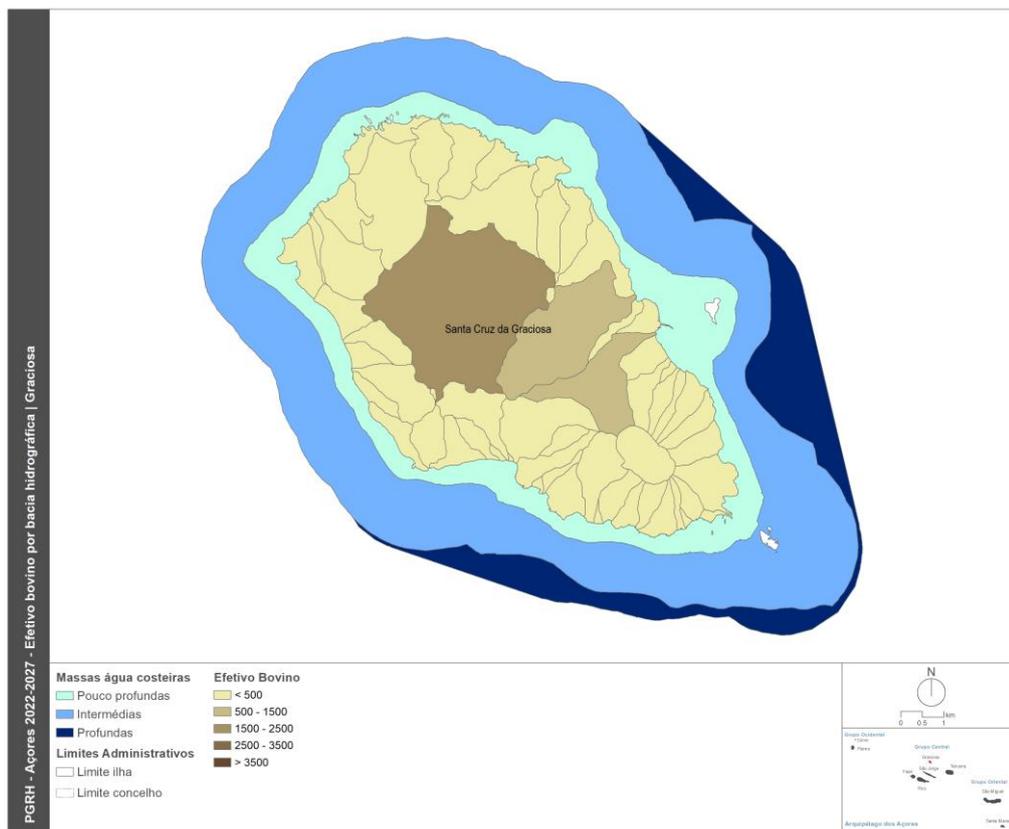


Figura 3.4.3 | Efetivo bovino por bacia hidrográfica na ilha Graciosa.

Analisando a Figura 3.4.4, verifica-se que a ilha Graciosa apresenta para maioria das bacias hidrográficas um valor de animais na classe 0-500, existindo apenas duas bacias hidrográficas na classe 500-1000 e apenas uma na classe 1500-2000 animais, localizando-se na região central a ilha, contribuindo de forma reduzida para carga poluente no que respeita às águas costeiras. Contudo, na análise de pressões naturais e antropogénicas significativas, esta bacia hidrográfica foi considerada como uma bacia com drenagem costeira, ou seja, considerando o cenário mais desfavorável em termos de carga poluente de origem pecuária.

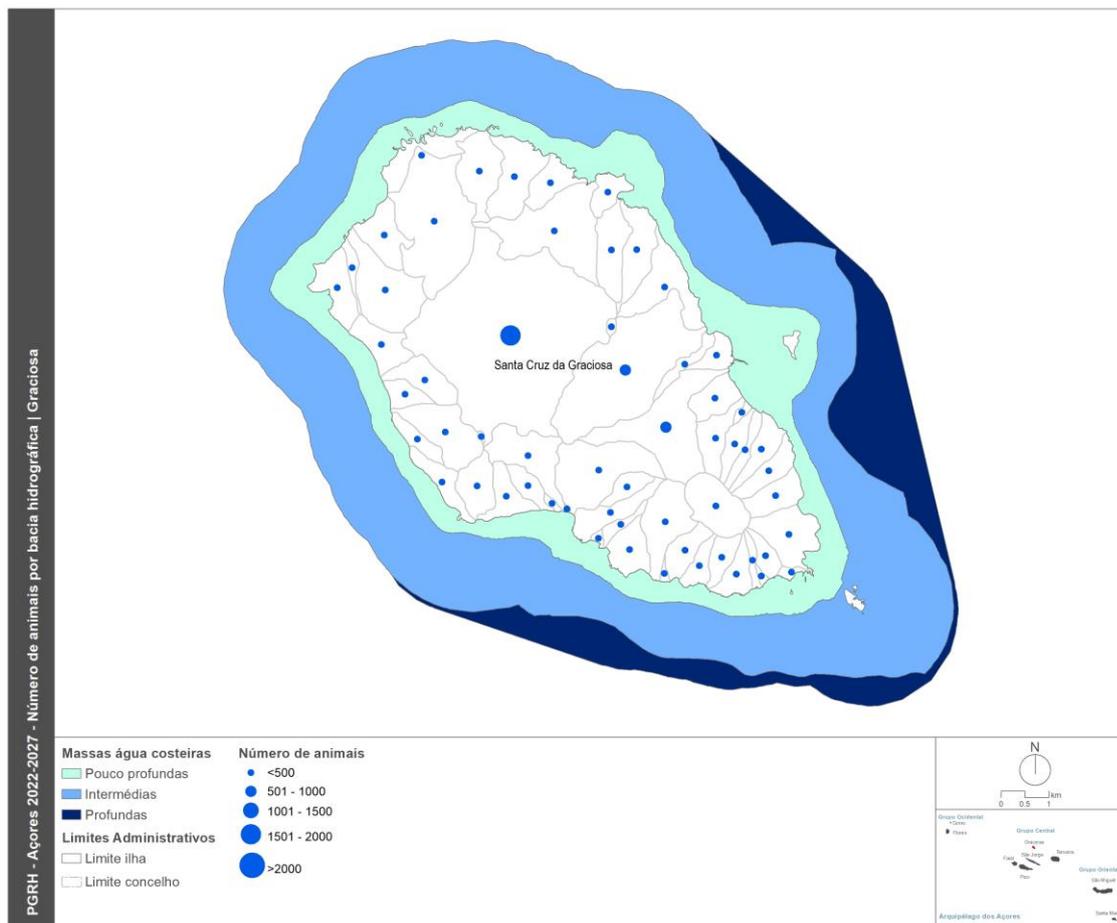


Figura 3.4.4 | Número de animais por bacia hidrográfica na ilha Graciosa.

Agricultura e Floresta

Os espaços agrícolas, que representam cerca de 6,7% da ocupação do solo (4.1km²), encontram-se associados aos aglomerados populacionais, observando-se uma distribuição quase contínua na região localizada a norte da ilha Graciosa.

Na ilha Graciosa, as culturas temporárias ocupam uma extensão de 572,5 hectares, sendo que as culturas temporárias mais comuns na ilha Graciosa são as forrageiras (milho para forragem) e a batata. A produção de milho para forragem deve-se à especialização das explorações da ilha Graciosa em bovinos de leite e bovinos para gado e carne.

Relativamente à floresta e meios naturais e seminaturais, representam cerca de 7% do território da ilha Terceira (16.5 km²) tendo representação nos cones vulcânicos da Plataforma Noroeste, na Serra da Fonte e nas vertentes da Caldeira.

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 Graciosa (o porto da Praia da Graciosa e o porto de Santa Cruz da Graciosa), traduziu-se, no ano de 2019, em volumes da ordem das 204.6 toneladas, aos quais correspondem valores brutos na ordem de 1 562 534 euros, embora se trate de uma atividade com fortes flutuações (SREA, 2020).

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 interilhas (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 187 embarcações e 309 139 TPB (tonelagem de porte bruto)

Finalmente, a náutica de recreio na RAA tem, nos últimos anos, registado um crescimento significativo, como resultado dos movimentos registados nas marinas e núcleo de recreio náutico. Contudo na ilha Graciosa não existe qualquer marina, estando os barcos de recreio distribuídos pelos portos de pesca e portinhos existentes. Contudo na Graciosa, e para o ano de 2019, registaram-se 153 entradas de embarcações e cerca de 622 pessoas (SREA, 2020).

Outros usos

No que concerne a outros usos, salienta-se a extração de inertes nas proximidades ou nas zonas costeiras, 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 3.4.1, baseada no IMPRESS (2002) e na experiência adquirida. As pressões foram divididas em quatro grupos: (i) Poluição em que são consideradas as fontes tópicas e difusas de origem urbana, industrial, agrícola e pecuária; (ii) as morfológicas; (iii) as hidromorfológicas; (iv) as biológicas e usos e (v) outras.

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

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

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

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

As variações nas características hidrodinâmicas com a introdução de estruturas portuárias, de recreio e de defesa (por exemplo, volume, velocidade, profundidade, da altura de onda e direção dominante);

Alteração localizada do regime de correntes e propagação da onda de maré.

As pressões biológicas significativas correspondem as pressões como a pesca, o transporte marítimo de mercadorias introdução de espécies exóticas que podem ter um impacto direto nos recursos vivos, do ponto de vista quantitativo ou qualitativo.

Quadro 3.4.1 | 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 tóxica identificadas são as descargas costeiras diretas, como os efluentes urbanos e os industriais. Os primeiros incluem as águas residuais domésticas de populações costeiras e 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 aqueles cuja população se situa entre os 2 000 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).

Para o caso específico da ilha Graciosa, e conforme exposto no ponto 2.8.2, a população servida e ligada em Santa Cruz da Graciosa pela rede de drenagem implementada ronda os 23%. Esta população é servida por sistema de tratamento preliminar de residuais urbanas (EPTAR do Paúl)(Quadro 3.4.2).

Quadro 3.4.2 | Percentagem de atendimento em drenagem e tratamento de águas residuais

Atendimento em Drenagem e Tratamento de Águas Residuais			
Graciosa			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Graciosa (S. C. da Graciosa)	23%	23%	- Preliminar ((EPTAR do Paúl);

O município de Santa Cruz da Graciosa dispõe de uma estação de tratamento preliminar de águas residuais (EPTAR do Paúl) localizada na Ponta da Pesqueira, próxima da vila de Santa Cruz da Graciosa, que serve 968 habitantes sendo responsável pelo tratamento de cerca de 49 876 m³ de águas residuais. Estima-se que o ponto de rejeição localizado na Ponta da Pesqueira emita cerca de 50 mil m³ de águas residuais tratadas para o mar. 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 ao centro urbano/bacias hidrográficas com mais habitantes (Santa Cruz da Graciosa) estão associados às respetivas infraestruturas de drenagem. Este facto conduzirá a uma redução da carga poluente descarregada nas águas costeiras nesta região da ilha Graciosa. 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.

Contudo, nas restantes zonas urbanas distribuídas pela ilha Graciosa, 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.

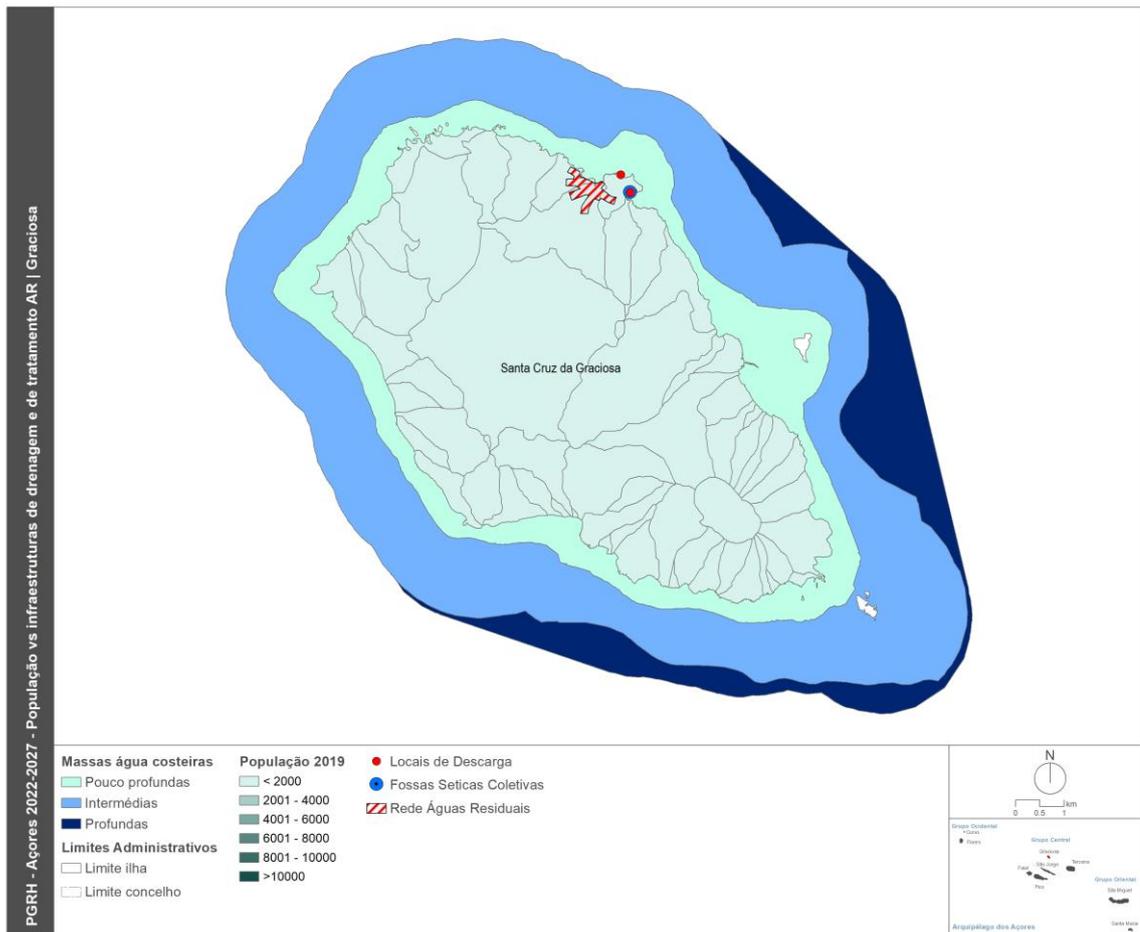


Figura 3.4.5 | Análise espacial população vs infraestruturas de drenagem e de tratamento de águas residuais, da ilha Graciosa.

3.4.1.2.3.2 | Efluentes industriais

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

Os setores industriais que contribuem mais significativamente para a geração de cargas poluentes na Região é a indústria agropecuária, nomeadamente as indústrias de laticínios (responsável por cerca de 88% do total das cargas geradas), os matadouros, as unidades de preparação e conservação de carne, a indústria transformadora da pesca e conservas e a indústria cervejeira e de refrigerantes.

De acordo com o Gestira, 2020 a fábrica de laticínios (Pronicol), única unidade industrial significativa na ilha faz tratamento dos efluentes numa Estação de Tratamento de Águas Residuais Industriais (ETARI) com tratamento secundário, composto por duas lagoas anaeróbias e uma anaeróbia. Os efluentes tratados são rejeitados no solo. Para além desta unidade industrial há ainda a destacar o matadouro da Graciosa.

3.4.1.2.3.3 | Instalações com Regime de Prevenção e Controlo Integrado de Poluição (PCIP)

Não existem instalações abrangidas pelo regime PCIP na ilha Graciosa.

3.4.1.2.3.4 | Resíduos

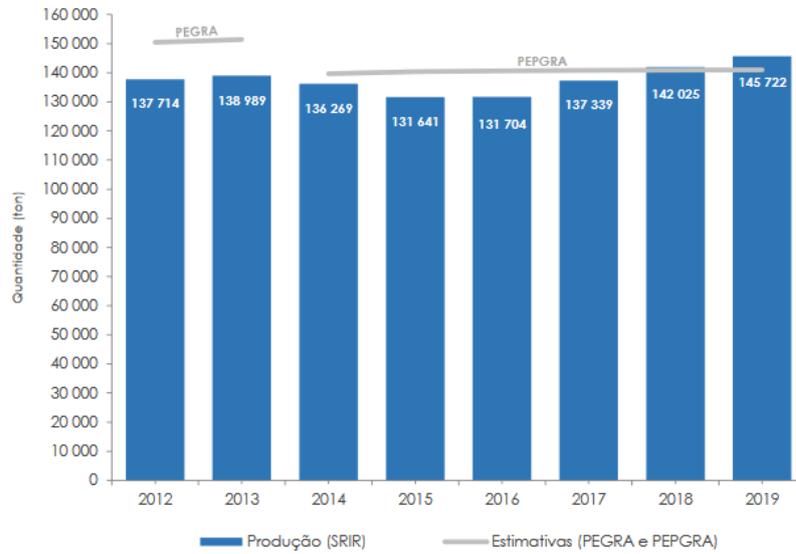
Na Região são produzidos diferentes tipos de resíduos sólidos (urbanos, não urbanos, hospitalares, resíduos perigosos não urbanos)¹³.

A produção de resíduos urbanos na RAA entre os anos de 2012 e 2019 assenta num ligeiro decréscimo ao longo do período 2014 a 2016 e depois num aumento entre 2017 e 2019. A Figura 3.4.6 apresenta essa evolução, em comparação com as estimativas apresentadas no Plano Estratégico de Gestão de Resíduos dos Açores (PEGRA), que vigorou entre 2008 e 2016 (publicado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 10/2008/A, de 12 de maio e retificado pela Declaração de Retificação n.º 36/2008, de 11 de julho) e no Plano Estratégico de Prevenção e Gestão de Resíduos dos Açores (PEPGRA), atualmente em vigor (aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 6/2016/A, de 29 de março). A produção de resíduos urbanos em 2019 foi de 145 722 toneladas, sendo o valor mais elevado registado no período em análise.

De acordo com o Relatório Síntese 2019 – Resíduos Urbanos¹⁴ do SRIR, a produção de resíduos urbanos em 2019 confirma a tendência de aumento retomada em 2016, depois de dois anos de redução dos quantitativos produzidos (2014 e 2015). Após quatro anos consecutivos de subidas da produção de resíduos urbanos, a estimativa do PEPGRA para o ano de 2019 (140 966 toneladas) foi ultrapassada em 3,4%. Este novo ciclo de crescimento da produção de resíduos urbanos resulta sobretudo do aumento da população flutuante, por via do incremento dos fluxos turísticos na RAA.

¹³ De acordo com a alínea cccc) do artigo 4.º do Decreto Legislativo Regional n.º 29/2011/A, de 16 de novembro, resíduo urbano é o “resíduo proveniente de habitações, bem como outro resíduo que, pela sua natureza ou composição, seja semelhante ao resíduo proveniente de habitações”; Resíduos hospitalares, é “o resíduo resultante de atividades médicas desenvolvidas em unidades de prestação de cuidados de saúde, em atividades de prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação e investigação, relacionada com seres humanos ou animais, em farmácias, em atividades médico-legais, de ensino e em quaisquer outras que envolvam procedimentos invasivos, tais como acupuntura, piercings e tatuagens”; Resíduos Perigosos são “os resíduos que apresentem, pelo menos, uma característica de perigosidade para a saúde humana ou para o ambiente, das enumeradas no anexo iii do presente diploma, do qual faz parte integrante”.

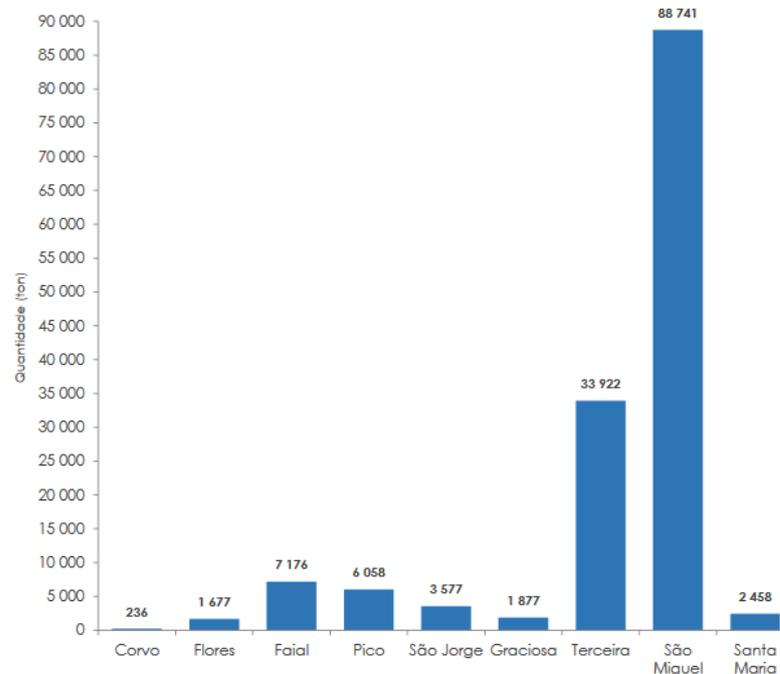
¹⁴ Secretaria Regional da Energia, Ambiente e Turismo - Direção Regional do Ambiente (SREAT – DRA) (2020). Resíduos Urbanos | Relatório Síntese 2019. Sistema Regional de Informação sobre Resíduos (SRIR) Horta. 40pp.



Fonte: SRIR – Resíduos Urbanos | Relatório Síntese 2019

Figura 3.4.6 | Evolução da produção anual de resíduos urbanos na RAA (2012-2019).

A Figura 3.4.7 apresenta as quantidades de resíduos urbanos produzidos, por ilha, em 2019, sendo que para a ilha Graciosa foram registadas 1 877 toneladas.



Fonte: SRIR – Resíduos Urbanos | Relatório Síntese 2019

Figura 3.4.7 | Produção de resíduos urbanos por ilha (2019).

De notar que, de acordo com o SRIR, em 2019 registaram-se aumentos de produção de resíduos urbanos em oito ilhas da RAA, incluindo a ilha Graciosa.

A instalação dos Centros de Processamento de Resíduos (CPR) e a selagem e requalificação ambiental e paisagística das lixeiras e aterros nas ilhas com menor população foram fundamentais para a mudança de paradigma na gestão destes resíduos na RAA e na ilha Graciosa em específico.

Assim, apesar da deposição de resíduos urbanos em aterro continuar a ter um peso bastante importante na RAA (cerca de 44,8%), salienta-se uma evolução bastante positiva ocorrida desde 2012 (que correspondia a cerca de 82,0%), com contributos diferentes nas diversas ilhas (em que as ilhas com menor população onde foram instalados os CPR, como a Graciosa, passaram, em 2016, a apresentar uma taxa de deposição em aterro de 0%), destacando-se em particular a evolução mais significativa ocorrida entre 2015 e 2016 (em que passou de 65% para 52%) e a diminuição contínua desde então.

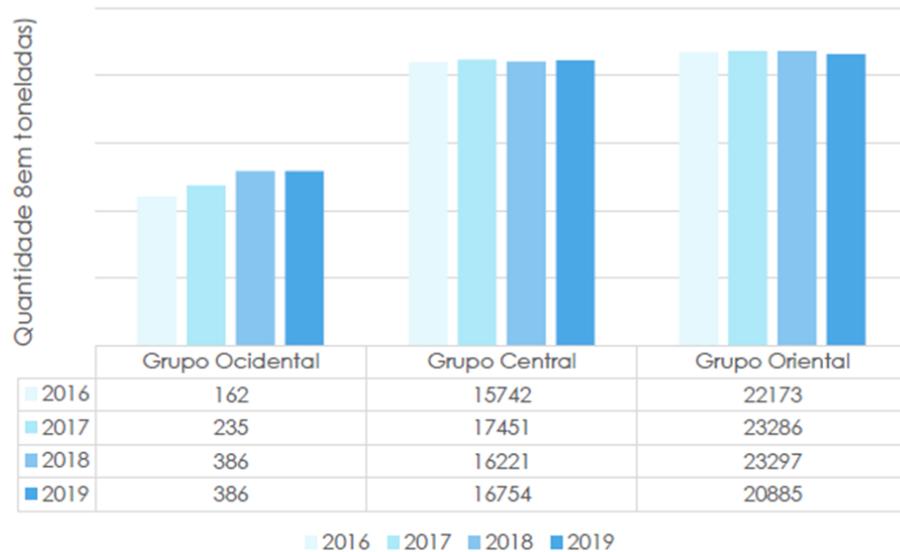
Segundo o PEPGRA e o reporte do SRIR - Resíduos Urbanos | Relatório Síntese 2019, atualmente não existem lixeiras a céu aberto na Graciosa.

A análise da evolução das operações de gestão de resíduos urbanos por ilha, de acordo com o SRIR - Resíduos Urbanos | Relatório Síntese 2019, permitiu aferir:

- A consolidação da operação dos CPR e o aumento global das operações de valorização material e orgânica nas sete ilhas com menor população;
- A importância da CVE da Terceira para a redução da eliminação em aterro;
- Um ligeiro decréscimo da valorização material na ilha de São Miguel, no ano de 2019, compensado pelo aumento significativo da valorização orgânica;
- A redução significativa das quantidades submetidas a valorização material e, sobretudo, a valorização orgânica na ilha Terceira, em 2019.

No que respeita aos resíduos industriais, estes podem ser classificados quanto às suas características físico-químicas, sendo diferenciados em Resíduos Industriais Perigosos (RIP), Resíduos Industriais Inertes (RII) e Resíduos Industriais Não Perigosos (RINP). Segundo dados de 2019, a secção C indústrias transformadoras (de laticínios, peixe...) são as principais produtoras de RI na Região (Figura 3.4.8).

A secção I Alojamento, restauração e similares teve um aumento significativo de produção justificável pelo aumento do fluxo turístico registado na Região.



Fonte: SRIR – Resíduos Setoriais | Relatório Síntese 2019

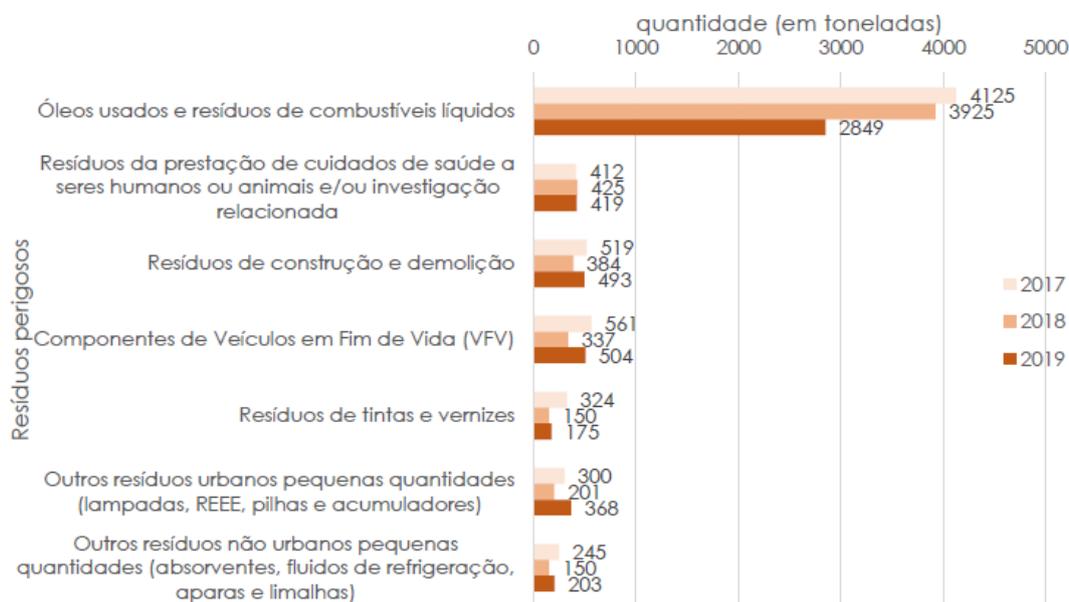
Figura 3.4.8 | Produção de resíduos industriais por grupos de ilha (2016-2019).

No que respeita aos resíduos perigosos, estes são produzidos essencialmente no sector industrial, mas também no sector da saúde, na agricultura, no comércio, nos serviços e até no sector doméstico

Os principais grupos de resíduos perigosos rececionados nos destinos licenciados provenientes de origens não urbanas e urbanas foram de acordo com a classificação da Lista Europeia de Resíduos (LER) os seguintes:

- Óleos usados e resíduos de combustíveis líquidos (Capítulo 13 da LER);
- Resíduos da prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou animais e/ou investigação relacionada (Capítulo 18 da LER);
- Componentes de Veículos em Fim de Vida (VFV) (capítulo LER 16);
- Entre outros como resíduos de construção e demolição (capítulo LER 17), solventes, tintas, vernizes, etc.

Assim, na RAA (Figura 3.4.9), destacam-se os óleos usados e resíduos de combustíveis. Seguem-se a produção de outros resíduos não urbanos como resíduos hospitalares, componentes de veículos em fim de vida e resíduos de construção e demolição. Em menor proporção estão incluídas as pequenas quantidades de resíduos perigosos com origem urbana como lâmpadas, REEE, pilhas e acumuladores.



SRIR (2017-2019)

Nota: Resíduos perigosos com pelo menos uma característica de perigosidade

Fonte: SRIR – Resíduos Perigosos | Relatório Síntese 2019

Figura 3.4.9 | Produção de resíduos perigosos (2017-2019), por tipologia comum.

Estes resíduos são entregues em destino final cujos tratamentos específicos permitem reduzir a sua perigosidade, como é o caso do tratamento dos óleos minerais e resíduos de combustíveis, fora da região. Cerca de 42% dos resíduos são alvo de valorização material e energética.

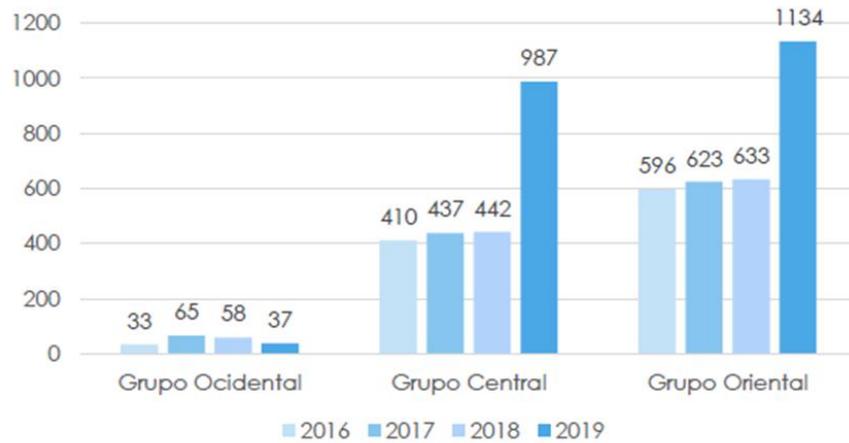
É importante também referir que apesar de existirem resíduos perigosos que ainda são enviados para outros países para tratamento, sendo aplicável a regulamentação específica do movimento transfronteiriço de resíduos.

É ainda referido no relatório do SRIR para os Resíduos Perigosos (2019) que embora já existam soluções dedicadas aos resíduos perigosos nas ilhas, ainda é necessário estabelecer recolha seletiva das frações de resíduos perigosos produzidos pelas habitações para cumprimento da legislação comunitária e garantir que não contaminam outros fluxos de resíduos urbanos.

No que respeita aos resíduos agrícolas e florestais, segundo o Decreto Legislativo Regional n.º 29/2011/A, de 16 de novembro, na sua redação atual, constituem-se como o resíduo proveniente de exploração agrícola ou pecuária ou similar.

No quadriénio 2016-2019 observa-se um aumento da informação devido à melhoria das declarações e da criação da rede de pontos de recolha de agrícolas, nomeadamente de plásticos agrícolas. Desta forma, são colocados corretamente em locais apropriados e identificados, evitando a colocação e mistura nos contentores municipais de resíduos indiferenciados. É possível distinguir uma variedade de categorias de tipos de resíduos provenientes da atividade agrícola, nas quais se destacam os restos de produções não retiradas (por exemplo fruta, hortícolas), resíduos vegetais provenientes da atividade agrícola e florestal, resíduos plásticos e resíduos de embalagens.

A Figura 3.4.10 apresenta a produção de resíduos agrícolas e florestais por grupos de ilhas.



Fonte: SRIR – Resíduos Setoriais | Relatório Síntese 2019

Figura 3.4.10 | Produção de resíduos agrícolas e florestais (2016-2019), por tipologia comum.

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 a qualidade das massas de água costeiras e a alteração dos ecossistemas.

No caso específico da ilha Graciosa, tem sido autorizada a dragagem de areia na Ponta da Barca e esperança Velha e entre as localidades Beira Mar e Ponta do Enxudreiro. Outro aspeto a ter em consideração é a exploração de inertes localizados nas arribas costeiras podem influenciar de forma significativa da qualidade das massas de água costeiras e a alteração dos ecossistemas.

Na Figura 3.4.11 apresentam-se os locais licenciados (à data de 2021) para a exploração de massas minerais não metálicas (inertes).

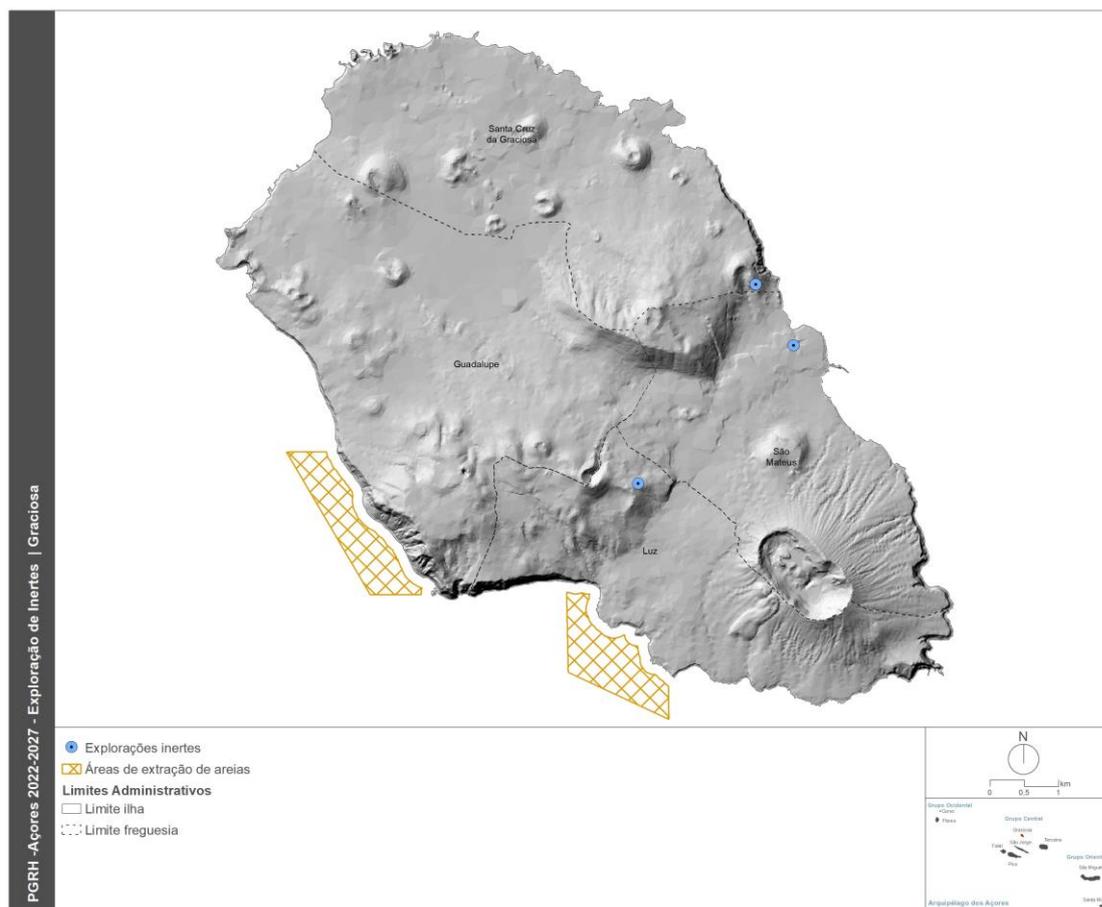


Figura 3.4.11 | Localização das explorações de inertes cadastradas e áreas de drenagem licenciadas.

3.4.1.2.3.6 | Turismo

A indústria do turismo, apresenta uma expansão assinalável nos últimos anos na RAA. No caso da ilha Graciosa, constata-se, de acordo com dados do SREA, 2020, no ano 2019 três estabelecimentos hoteleiros nesta ilha. De salientar que, em 2019, a capacidade de alojamento se situava na ordem das 25 248 na RAA encontrando-se localizada na Graciosa apenas 3% da capacidade instalada (Quadro 3.4.3)

Quadro 3.4.3 | Número de camas

Ilha	Ano								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Graciosa	204	206	224	214	214	214	222	230	284
Total	9 976	9 983	10 235	9 534	9 733	10 546	11 234	11 682	25 248

Fonte: SREA, 2020

Este crescimento da oferta de alojamento turístico tem sido acompanhado por um crescimento significativo do número de dormidas que atingiu o número de 19 673 em 2019 na Graciosa (Quadro 3.4.4).

Quadro 3.4.4 | Número de dormidas

Ilha	Ano								
	2003	2004	2005	2006	2007	2009	2010	2011	2012
Graciosa	11 485	10 295	8 244	10 372	9 947	10 903	17 465	17 946	15 558
Total	856 364	1 089 142	1 246 563	1 243 131	1 184 375	1 108 130	1 152 046	1 149 835	1 077 420

Fonte: SREA, 2014

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

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

- Reservas Naturais;
- Reservas Florestais;
- Paisagens Protegidas;
- Biótopos;
- Zonas de Proteção Especial (ZPE);
- Zonas Especiais de Conservação (ZEC);
- Zonas de Risco de Erosão;
- Falésias;
- Zonas Costeiras;
- Bacias Hidrográficas de Lagoas.

Todos estes Espaços são áreas de grande sensibilidade biofísica e/ou paisagístico-ambiental que não apresentam aptidão para a ocupação turística, ou onde esta é, manifestamente, indesejável por motivos de conservação. Nestes Espaços apenas serão admitidas as unidades de alojamento decorrentes dos regimes próprios aplicados aos espaços abrangidos e, genericamente, a recuperação e valorização de edifícios pré-existentes. Sendo que atualmente estes usos ainda não se consideram como uma pressão significativa.

3.4.1.2.3.7 | Substâncias perigosas

Relativamente às águas costeiras, no caso do Açores, uma das origens que é importante considerar é o transporte marítimo que transporta muitas substâncias perigosas: petróleo, gás liquefeito, fertilizantes, pesticidas e outros químicos

industriais. Acidentes ou descuidos durante as operações de rotina ou mesmo perdas de carga em tempestades podem constituir meios de entrada destas substâncias no meio marinho.

O controlo das descargas operacionais de produtos químicos encontra-se regulamentado no Anexo II da Convenção Internacional MARPOL 73/78 classificando as substâncias líquidas nocivas em quatro categorias em função do grau de nocividade que apresentam.

De acordo com o 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 Graciosa.

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 pela 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, poderão surgir as pressões 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 abaloamentos de navios tanques petroleiros ou de outros navios que transportam cargas de hidrocarbonetos e combustível próprio;
- Todos os navios tanques petroleiros que despejem resíduos de combustível líquido e águas das cavernas poluídas por hidrocarbonetos;
- Todos os navios tanques petroleiros que despejem hidrocarbonetos derivados dos métodos de lavagem dos seus tanques e das operações de deslastragem;
- Todos os navios, que não sejam navios tanques petroleiros, que despejem o lastro e as lavagens dos tanques de combustível líquido;
- Todos os terminais que possam originar fugas de produtos durante as operações de carga/descarga e abastecimento de combustíveis aos navios e barcaças de todos os navios atracados num terminal ou amarrados a um terminal ao largo;

- Todas as operações de trasfega de hidrocarbonetos de um navio tanque petrolero para outro, tais como aliviamento ou descarga por intermédio de 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 S. Miguel uma vez por mês, vindo de Sines, em quantidades de cerca de 14 a 18 mil toneladas, e quatro vezes por ano chegam à Base dos EUA na ilha Terceira. Para as outras ilhas o transporte deste material inflamável é feito a partir da ilha de S. Miguel (PRA, 2001).

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 3.4.5 apresentam-se as instalações de armazenagem de combustíveis, mais na ilha Graciosa, e os volumes das substâncias armazenadas.

Quadro 3.4.5 | Instalações de armazenagem de combustíveis

Ilha	Empresa	Localização	Substâncias armazenadas	Volume por tanque (m ³)
Graciosa	Bencom, S.A	Praia, Sta Cruz	Gasóleo	250
			Gasolina	2x100; 50

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 t 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, subterrizar 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.

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 vincada de grandes áreas de pastagem em quase todas as ilhas, potenciadoras de impactes negativos que se fazem sentir nas ribeiras e lagoas, torna-se imprescindível referir a eutrofização. Embora possa ocorrer em zonas costeiras, o forte hidrodinamismo marinho reduz significativamente a sua ocorrência. Contudo, em zonas abrigadas, a probabilidade de eutrofização torna-se maior.

Não obstante, uma das principais fontes de poluição difusas na Graciosa das massas de água costeiras é a agricultura, nomeadamente a agropecuária, devido à aplicação abusiva de fertilizantes nas pastagens e os excrementos dos animais são responsáveis pela contaminação microbiológica de solos e recursos hídricos (POOC-Graciosa, 2008).

Quadro 3.4.6 | Cargas de origem biológica na ilha Graciosa

Agricultura + florestal (t/ano)			Carga Pecuária (t/ano)			
Ntotal	Ptotal	CBO ₅	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
43,8	9,7	1 147,6	1 297,7	14 167,5	892,8	318,3
Agricultura + florestal (kg/dia km ²)			Carga Pecuária (kg/dia km ²)			
Ntotal	Ptotal	CBO ₅	CQO	SST	Ntotal	Ptotal
2,0	0,4	51,8	58,6	639,9	40,3	14,4

A Figura 3.4.12 apresenta a espacialização das cargas de origem biológica associadas à pressão difusa para a ilha Graciosa, relativas ao Azoto Total (agricultura, floresta, pecuária, doméstica, industrial).

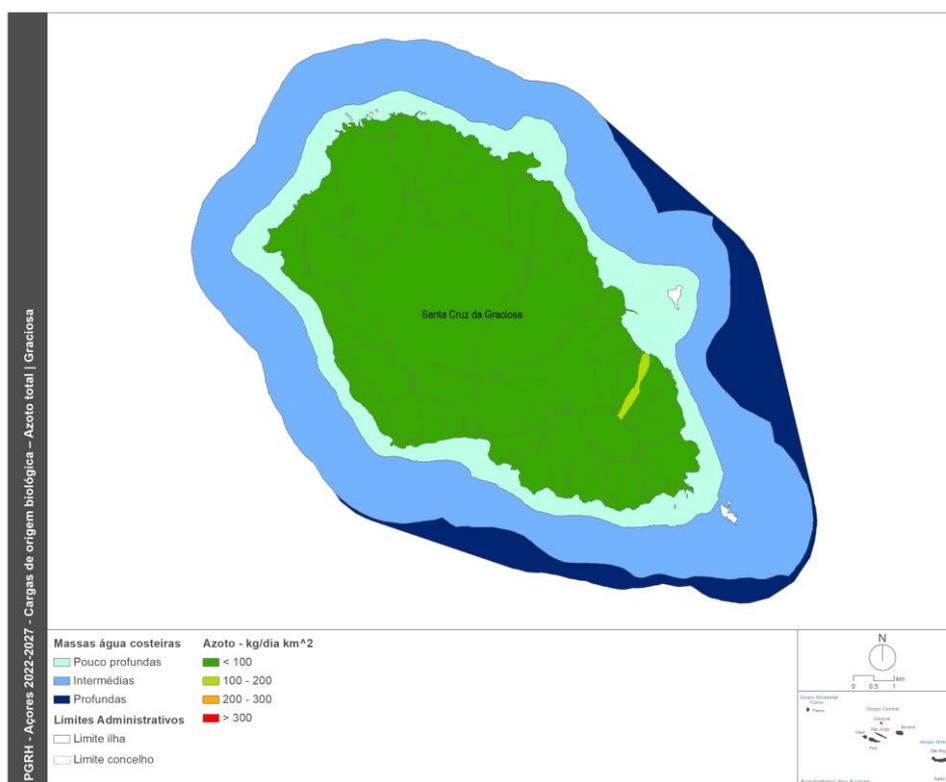


Figura 3.4.12 | Cargas de origem biológica para a ilha Graciosa – Azoto total.

Analisando a Figura 3.4.12, verifica-se que, de acordo com as cargas de azoto total, estabelecidos de acordo com Borja *et al.*, 2005, a contribuição das bacias hidrográficas não ultrapassa o limiar dos 100kg N/dia km². Analisando em termos de carga de Ntotal média, verifica-se que a carga produzida é de cerca de 43,2kg N/dia km² e de cerca de 59,5kg N/dia km de linha de costa.

- A prática generalizada da utilização de lixeiras a céu aberto onde se processa a combustão dos lixos leva a um risco acrescido de poluição difusa para o meio marinho envolvente das ilhas, pois a elevada pluviosidade que caracteriza o clima local rapidamente transporta as substâncias e poeiras presentes nos fumos para a superfície do mar circundante. No entanto, alguns concelhos (Corvo; Calheta-São Jorge; Horta; Angra do Heroísmo e Praia da Vitória) já reverteram esta situação com a utilização de aterros sanitários;
- As escorrências de águas pluviais também arrastam substâncias provenientes do tráfego de veículos (sobretudo óleos, derivados combustíveis e outros resíduos que são depositados sobre as estradas) e das pistas dos aeroportos, bem como de resíduos industriais. Assim é de esperar que entrem no ambiente marinho quantidades consideráveis de hidrocarbonetos através dos sistemas de drenagem pluvial (que estão geralmente ligados à rede de esgotos quando esta existe) dos centros urbanos, onde também é generalizada a descarga ilegal de óleos usados;
- Considerando a elevada porosidade dos solos em algumas ilhas é lícito pensar que qualquer contaminação destes irá, em última análise, ter ao mar, através da escorrência da água nos solos. Assim será importante considerar que os sumidouros poderão ser uma fonte de contaminação não negligenciável sobretudo em zonas próximas do litoral;
- Na limpeza das fossas, realizada nas diversas ilhas pelos Serviços Municipais, quando existem, ou pelos bombeiros, nem sempre são tomadas as medidas mais corretas para o seu despejo, não sendo raro que este seja efetuado no mar;
- As operações associadas a atividades marítimas, nomeadamente, descargas provenientes dos tanques de carga dos navios-tanque, dos tanques de resíduos, do esgoto de porões e casas de máquinas de todos os navios, constituem também fontes de poluição difusa 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 modificam-se 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 morfológica 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.

este modo pode distinguir-se um grupo de alterações que apresentam maior influência na morfologia e um outro que para além de alterar a morfologia local altera as condições hidrodinâmicas locais, designadamente: dragagens; obras de defesa costeira (obras aderentes e esporões); piscinas em ZB; e infraestruturas portuárias.

Dragagens

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

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 o Departamento de Oceanografia e Pescas/Instituto do Mar (DOP/IMAR), desenvolveu o Estudo de Prospeção de Areias Submersas das ilhas do Faial, Pico e São Miguel (2004-2006), que fundamentou o processo de atribuição de licenças, locais e volumes de extração.

No Quadro 3.4.7 apresentam-se os volumes totais das licenças, atribuídas a empresas de dragagem da Região.

Quadro 3.4.7 | Volumes licenciados na Graciosa (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
Graciosa	Extraída	540	1 498	n.d.	n.d.

Fonte: DQEM

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 costeira

As estruturas de defesa costeira são implantadas quando se pretende defender aglomerados urbanos ou infraestruturas, nomeadamente viárias, em relação às ações do mar: galgamentos pelas ondas, inundações resultantes dos galgamentos, infraescravações de fundações e erosões.

Na Figura 3.4.14 estão localizadas as obras de defesa costeira, maioritariamente na zona costeira Este, contribuindo decisivamente para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal. Analisando a Figura 3.4.14 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 das freguesias de Santa Cruz da Graciosa e de São Mateus.

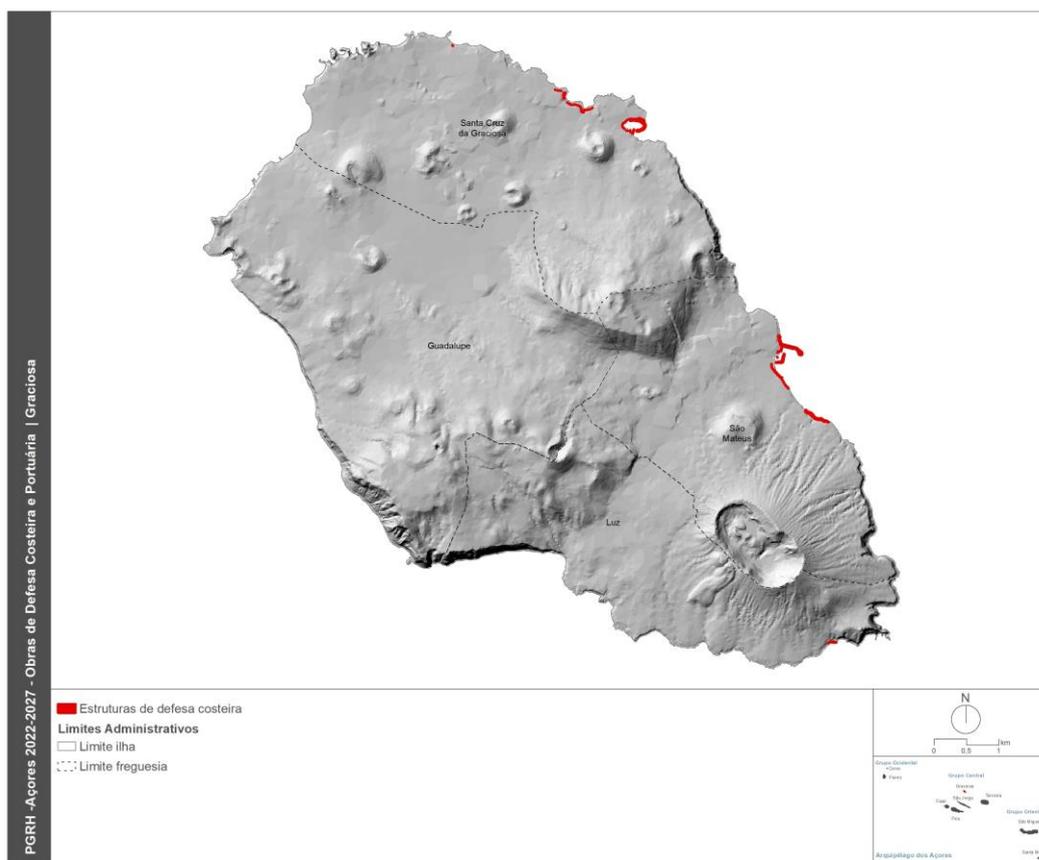


Figura 3.4.14 | Localização das obras de defesa costeira e portuária que contribuem para a artificialização da zona costeira.

Podemos ainda verificar na Figura 3.4.15 que a linha de costa se classifica com o grau de artificialização é moderado-baixo (semi-artificial e semi-natural) em exceção da zona costeira localizada na zona Este no perímetro das freguesias de Santa Cruz da Graciosa e de São Mateus.

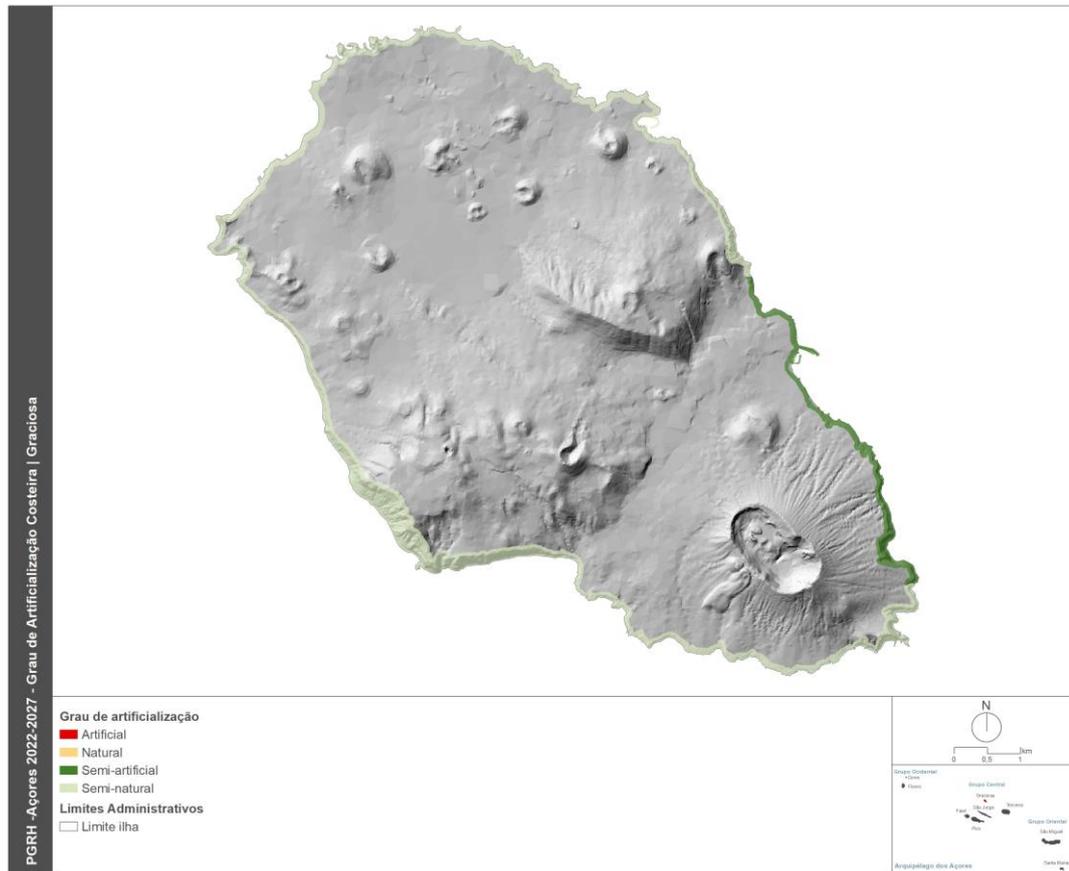


Figura 3.4.15 | Grau de artificialização da zona costeira da Graciosa.

Infraestruturas portuárias

As obras costeiras, nomeadamente as infraestruturas costeiras, alteram a orla costeira. Ao longo do perímetro das ilhas, encontra-se uma série destas obras, alterando a dinâmica costeira, particularmente em termos hidromorfológicos e hidrodinâmicos do local. Como tal, são apresentadas algumas destas intervenções efetuadas desde 2004, bem como as intervenções referidas nos Planos de Ordenamento da Orla Costeira das ilhas, representando pressões sobre as águas costeiras e de transição.

As estruturas portuárias e os respetivos equipamentos existentes nas ilhas dos Açores, que também podem ser entendidas como zonas de costa artificializada e de pressão, conduzem a eventuais alterações hidromorfológicas e hidrodinâmicas ao longo das zonas costeiras, com impactes nas águas costeiras.

Da análise da Figura 3.4.16, verifica-se que as grandes obras portuárias se localizam em São Mateus – Porto da Praia, onde estão localizados dois quebra-mares de grandes dimensões com cerca de 460m e 260m comprimento, e Santa Cruz da Graciosa, com quebramar de maior dimensão com cerca de 110m de comprimento.

De acordo com o Decreto Legislativo Regional n.º 17/94/A, de 18 de maio, alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 13/2000/A, de 20 de maio, sobre os Portos da RAA, verifica-se que na ilha Graciosa estão classificados: os portos da Praia na classe B (área de jurisdição da APTG, SA.); Folga, Santa Cruz, Carapacho e Afonso na classe D e classificado como “portinho” o Porto da Barra (POOC-Graciosa, 2008).

No Quadro 3.4.8 encontram-se listados os portos (5) e o portinho (1) da ilha Graciosa e a respetiva classificação dos portos.

Quadro 3.4.8 | Listagem de portos e portinhos da ilha Graciosa

Portos		Portinhos	Marinas
Nome	Classe		
Afonso	D	Barra	-
Santa Cruz	D	-	-
Praia	B	-	-
Carapacho	D	-	-
Folga	D	-	-

Fonte: POTRAA (2007)

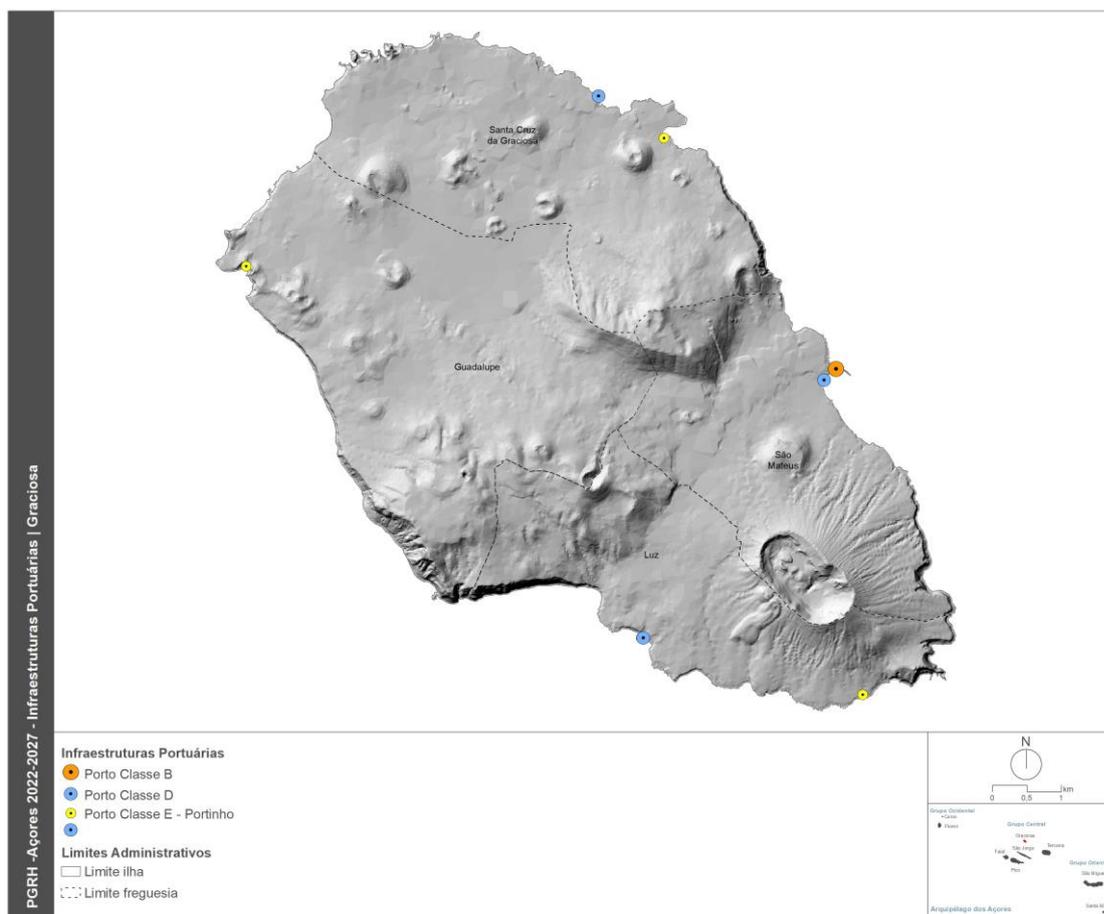


Figura 3.4.16 | Localização das infraestruturas portuárias.

Analisando a Figura 3.4.16, verifica-se que as infraestruturas portuárias com maior impacte estão associadas a núcleos urbanos, incrementando a pressão sobre as massas de água costeiras, sendo necessária uma atenção redobrada.

3.4.1.2.6 | Pressão biológica

A forte ocupação do litoral tem conduzido à redução das áreas de nidificação das aves migratórias. De entre as aves que utilizam o Arquipélago refiram-se o garajau comum, *Sterna hirundo*, o garajau rosado, *Sterna dougalli*, e a cagarra, *Calonectris diomedea borealis*, das quais o garajau rosado encontra-se ameaçado de extinção e as populações de cagarras parecem estar em regressão.

Além disso verifica-se em muitos aglomerados urbanos litorais o despejo de detritos na costa. A estes, que são de natureza vária, há ainda a acrescentar o lixo que é acidentalmente arrastado para a costa pelo mar. Podemos classificar estes detritos de acordo com a sua origem: os relacionados com atividades de recreio e o turismo, os de origem doméstica e os provenientes da atividade piscatória e da navegação.

Pescas

A RAA possui uma importante parcela da ZEE portuguesa, a maior da UE. Devido à natureza oceânica das ilhas, o número de bancos de pesca é reduzido e as plataformas que constituem uma possível zona de pesca são bastante irregulares. As capturas de peixes pélagicos (sobretudo tunídeos: bonito e patudo, mas também pequenos pelágicos: chicharro) e de peixes demersais (várias espécies, sendo o goraz a mais importante em termos económicos) constituem as duas pescarias principais dos Açores (REAA, 2016).

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 em 2019 cerca de 47% da pesca descarregada na ilha Graciosa corresponde a peixes marinhos, dos quais se destacam os recursos pélagicos (tunídeos e chicharro) e principalmente os recursos de peixes demersais (diversas espécies de peixes, salientando-se pela importância económica o goraz, cherne e pargo). Os moluscos representaram 53% e os 0.04% crustáceos desembarques em lota (em 2019) perfazendo os 100% (SREA, 2020) (Quadro 3.4.9).

Quadro 3.4.9 | Quantidade de pesca na ilha Graciosa

Anos								
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Quantidade Pesca (Kg)								
Demersal								
89 227	98 139	126 541	124 904	151 910	108 158	90 693	87 334	80 117
Pelágica								
12 260	6 308	7 944	8 960	11 372	7 666	8 310	10 614	13 187
Molusco								
44 765	18 518	34 891	8 870	1 366	956	1 836	30 777	106 030
Crustáceo								

Anos								
2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Quantidade Pesca (Kg)								
278	53	346	1 097	1 023	3 272	689	496	73
Outras espécies								
-	3	-	-	-	-	-	-	-

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 3.4.10).

Quadro 3.4.10 | Pesca descarregada na Região Autónoma dos Açores reportada ao ano de 2019

	Toneladas
Peixes marinhos	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
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 hajam ainda algumas restrições à sua recolha. O valor comercial destas espécies chegou a ser muito elevado, tendo ocupado o sexto valor económico nas espécies transacionadas nas lotas do arquipélago (Monteiro, 1991). Diversos estudos têm demonstrado que, quer a densidade quer o tamanho máximo destas lapas, têm decrescido nos últimos 20 anos (Martins *et al.*, 1987).

Este facto tem sido atribuído essencialmente à sua exploração, embora possam também estar envolvidos outros fatores. Na ausência de predação exercida pelas lapas, por exemplo, as algas tendem a multiplicar-se, limitando a área de possível fixação das larvas daquele molusco e alterando toda a paisagem e composição do ecossistema.

Segundo Santos *et al.* (1994), 19 espécies de peixes açorianos têm um estatuto de conservação. Destas, quatro estão comercialmente ameaçadas e quatro são raras. Destas, *Ephinephelus guaza* está protegida dos caçadores submarinos e, segundo Santos (1992), a proteção deveria ser alargada ao badejo (*Ephinephelus 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) impacto na amenidade; g) alteração na estrutura das comunidades bentónicas. Nem todas estas características são observadas em todos os casos e a sequência no seu todo nem sempre é óbvia.

A eutrofização pode alterar o valor recreativo das águas marinhas e prejudicar a prática de diversas atividades tais como, a pesca ou os banhos, daí resultando não só 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.

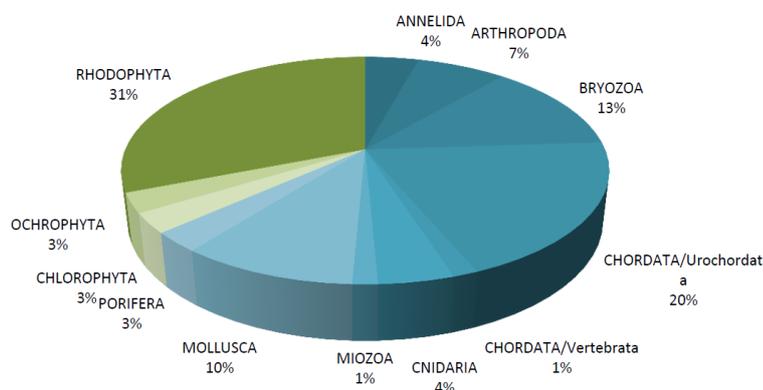
Existe pouca informação disponível sobre o fitoplâncton das águas marinhas da região, sabendo-se, no entanto, existirem espécies de fitoplâncton responsáveis por florescências algais noutras regiões do globo.

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* (ascídeas) (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 3.4.17).



Fonte: projeto PIMA, 2016

Figura 3.4.17 | Distribuição por grupo taxonómico das espécies marinhas não indígenas presentes nos Açores.

De acordo com o projeto PIMA, 2016, foram contabilizadas 14 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 Graciosa, 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 seleccionadas as pressões relevantes, foi necessário classificá-las em significativas ou não significativas. Assim, foram estabelecidos quatro níveis para as pressões relevantes (Elevada, Moderada, Baixa, Ausente).

Estes níveis tenderão a considerar a magnitude da pressão e a sensibilidade do meio. Daqui decorre que a valorização da pressão de uma massa de água será significativa ou não significativa se ocorrem sobre o meio as pressões consideradas. O valor da pressão média global calcula-se com base na atribuição de um valor a cada nível de pressão (Elevada – 6, Moderada – 4, Baixa – 2, Ausente – 0). Com base no valor médio obtido, classificam-se o estado e a pressão: Ausente, se o valor se situar entre 0-1; Baixo, se o valor se situar entre 1-3; Moderado, se o valor se situar entre 3-5; Elevado, se o valor for > 5.

Com base nesta classificação, pode definir-se o estado de pressão:

- Pressão alta (significativa): Existe uma elevada probabilidade de produzir impacte sobre a massa de água;
- Pressão moderada (significativa): Existe uma certa probabilidade de produzir impacte sobre a massa de água;
- Pressão baixa (não significativa): Existe uma elevada probabilidade de não produzir impacte sobre a massa de água;
- Pressão Ausente (não significativa): Não é produzido impacte sobre a massa de água.

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

3.4.1.2.7.1 | Identificação das pressões relevantes

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

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

- Pressão originada 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 3.4.11).

Quadro 3.4.11 | 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

Características de mistura	Diluição potencial	Taxa de Renovação (t)*		
		Alta (horas)	Moderada (dias)	Baixa (semanas)
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 3.4.12 e Quadro 3.4.13).

Quadro 3.4.12 | 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

Série de amostras colhidas durante um ano	Número máximo de amostras que poderão não ser conformes
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 3.4.10), 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 3.4.11).

Quadro 3.4.13 | 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	400-1000	>1000
Cobre	<35	35-150	150-300	300-500	>500
Mercúrio	<0,5	0.5-1.5	1.5-3.0	3.0-10	>10
Chumbo	<50	50-150	150-500	500-1000	>1000
Níquel	<30	30-75	75-125	125-250	>250
Zinco	<100	100-600	600-1500	1500-5000	>5000
Compostos orgânicos					
PCB (soma)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
PAH (soma)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
HCB	<0,5	0.5-2.5	2.5-10	10-50	>50

- Alterações morfológicas – utilizadas para avaliar várias pressões relevantes provocadas pela artificialização da linha de costa, nomeadamente pela construção de estruturas de defesa costeira e portuária, dragagens dentro e fora das bacias portuárias e deposição (aterros), que provocam importantes 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 3.4.11). 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 3.4.11).

- 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 3.4.11).
- Pressões biológicas – avaliação do volume de pescas, bem como a introdução de espécies exóticas (Quadro 3.4.14).

Quadro 3.4.14 | Determinação do nível de pressão global gerado pelas pressões mais relevantes em águas costeiras e de transição

Nível de pressão		Ausente	Baixo	Moderado	Elevado	
Poluição	Água (%)	<5	6-15	16-30	>30	
	Sedimentos (%)	Transição	<10	11-25	26-50	>50
		Costeira	<5	6-10	11-25	>25
Regime hidrológico	Dragagem de sedimentos ($10^4 m^3/ano$)	Portos	<1	1-10	11-20	>20
		Outros	<0.1	0.1-1	2-10	>10
Alteração morfológicas	Defesa Costeira (%)	Transição	<10	11-30	30-60	>60
		Costeira	<5	6-10	11-30	>30
	Divisão da Massa de Água (%)	Transição	<10	11-25	26-50	>50
	Profundidade média (m)	Transição	>3	3-1,5	1,5-0,75	<0,75
	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 3.4.15). O levantamento e a quantificação foram elaborados com base em documentos bibliográficos, dados/informação geográfica e ortofotomapas.

Quadro 3.4.15 | 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	Obras de defesa aderente	8	nº empresas 23

Pressões							
Poluição	Alterações morfológicas		Alteração do regime hidrológico		Biologia e Usos		
Com tratamento	1	Portos de pesca	4	Esporões		Mudanças na biodiversidade	
Fontes difusas		Comerciais	1	Quebra-mares (>400 m)	1	Introdução de espécies	0
Descargas Industriais		Portinhos	1	Quebra-mares (<400 m)	2	Introdução de doenças	14
Combustíveis	1	Estruturas de defesa		Outros	11	Recreio	
Indústria transformadora (nº de empresas)	245	Obras de defesa aderente	8			Áreas balneares	4
Construção		Esporões					
Fontes difusas		Quebra-mares (>400 m)	1				
Agricultura e Floresta		Quebra-mares (<400 m)	2				
Fontes difusas	59	Dragagens					
Pecuária		Sedimentos 10 ⁴ m ³ /ano	0.27				
Fontes difusas (nº de bacias)	55						
Indústria Extrativa							
Sedimentos	2						
Bagacina	6						
Materiais basálticos	3						
Outros materiais							
Lixiviados de Aterros Sanitários	1						
Transportes Marítimos							
Embarcações comerciais (nº de entradas anuais)	187						

Deste levantamento foram apuradas/estimadas cerca de 421 pressões relevantes exercidas sobre as águas costeiras da ilha Graciosa. A distribuição de pressões foi realizada tendo em consideração a área e o perímetro da ilha Graciosa, 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 em São Mateus, Porto da Praia, e no núcleo

urbano de Santa Cruz da Graciosa, em particular nas pressões associadas a carga orgânicas domésticas, hidromorfológicas e portuária comercial. De salientar ainda, as pressões relacionadas com a pesca no que respeita à exploração de recursos e usos

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

No Quadro 3.4.16 são apresentados e quantificadas as principais forças motrizes que atuam nas massas de água costeiras, o número de pressões identificadas, desdobradas em pressões por área e por quilómetro linear de linha de costa.

Quadro 3.4.16 | 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			Graciosa
Forças Motrizes	População (n/km ²)		70
	Industria	(km ²)	0,4
		(n)	24
	Portos		5
	Pescas (t/ano)		204,6
	Agricultura	(km ²)	4,1
	Pecuária (Pastagem)	(km ²)	36,4
	Explorações Agrícolas	(n)	323
Pressões	Total (n)		421,3
	(n/km ²)		6,9
	(n/km)		9,6

Das pressões enumeradas, foi identificado um conjunto de pressões relevantes, apresentadas e quantificadas no Quadro 3.4.17.

Quadro 3.4.17 | Quantificação das pressões relevantes para a ilha Graciosa

Pressões Relevantes			Graciosa
Nutrientes	Carga total média (km ²)	Kg N/dia.km ²	43,2
	Carga total média (km)	Kg N/dia.km	59,5
Poluição	Água (%)*		0
	Sedimentos (%)		n.a.
Dragagem de sedimentos (10 ⁴ m ³ /ano)	Portos		n.a.
	Outros		0,27
Defesa Costeira (%)			5

Pressões Relevantes	Graciosa	
		Semi-natural
Artificialização da linha de costa (%)		
Ancoradouros (n)	Portos	50
	Outros	n.a.
Espécies Exóticas (n)		14

Legenda: n.a. – não aplicável.

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

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 ($\text{Kg N}/\text{dia.km}^2$), resultante da soma da carga de todas as bacias hidrográficas, e uma segunda considerando essa mesma carga distribuída pelo perímetro da ilha Graciosa, assumindo uma distribuição uniforme da carga para toda a ilha. Analisando a primeira aproximação, de acordo com o Quadro 3.4.9, 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 3.4.9, 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 3.4.11, a pressão é também classificada como Ausente (Sem P).

Relativamente à poluição considerou-se a poluição da água e dos sedimentos. A primeira foi quantificada com base no relatório de monitorização, constando-se que todas as amostras apresentaram valores inferiores aos respetivos valores máximos admissíveis de acordo com o Decreto-lei n.º 236/98. Relativamente aos poluentes específicos, na ilha Graciosa a atividade industrial responsável pela sua produção/utilização apresenta uma reduzida expressão, não tendo significado ou está mesmo ausente, facto que é comprovado pelo relatório de monitorização (Agroleico, 2011), considerando-se assim que a pressão está Ausente. A mesma classificação foi atribuída à poluição dos sedimentos, visto não existirem dados e estarem localizados em áreas restritas como Infraestruturas portuárias.

No que diz respeito às dragagens, de acordo com os dados analisados, considera-se um valor de referência de 2017, onde foram dragados cerca de $2\,700\text{m}^3$ de sedimentos, não sendo contudo conhecida a sua localização. Deste modo, as dragagens serão consideradas fora das áreas portuárias, por se considerar mais desfavoráveis à preservação da qualidade das águas costeiras, classificando-se a pressão como Baixa. No que respeita às dragagens nas áreas portuárias, visto que se considerou que todo o volume licenciado foi dragado fora das bacias portuárias, considera-se que não ocorreram dragagens, sendo classificada como Ausentes.

Relativamente à defesa da zona costeira, foram consideradas todas as obras de defesa que apresentem a função de proteger zonas urbanas (obras de defesa aderente e esporões) ou portuárias (quebra-mares). Decorrente da análise efetuada, com base na fotografia aérea, concluiu-se que cerca de 5% da linha de costa da ilha Graciosa apresentava obras de defesa costeira, tendo sido a pressão classificada como Baixa. Destas, destacam-se fundamentalmente a obra aderente ($\cong 400\text{m}$) e os quebra-mares do Porto comercial da Praia, São Mateus, e a obra aderente da cidade Santa Cruz da Graciosa, com uma extensão superior a 900m.

A artificialização da linha de costa considerou-se a classificação/tipologia da DRAM, semi-artificial,, o que conduziu à classificação de pressão Moderada.

Quanto ao número de ancoradouros/amarrações, foram estimados através da contagem de embarcações presentes no ortofotomapas, atracados nos Portos de pesca e comerciais, obtendo-se um valor de cerca 50 embarcações. Contudo este valor é apenas indicativo, devendo ser considerado com reserva. Deste modo, e de acordo com Quadro 3.4.11, esta pressão é classificada como Ausente. Apesar de terem sido considerados outros locais de ancoragem/amarração, no caso da ilha Graciosa, a sua expressão não possui qualquer significado.

Por último, e quanto às espécies exóticas, foram identificadas 14 espécies exóticas marinhas nesta região, tendo sido classificada com 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 3.4.9 e Quadro 3.4.11 classificou-se cada uma das 9 pressões relevantes (Quadro 3.4.18).

Quadro 3.4.18 | 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

Pressões Relevantes	Classificação
Nutrientes Carga Ntotal média (km ²)	A
Nutrientes Carga Ntotal média (km)	A
Poluição Água (%)	A
Poluição Sedimentos (%)	A
Dragagem de sedimentos (10 ⁴ m ³ /ano) - Portos	A
Dragagem de sedimentos (10 ⁴ m ³ /ano) - Outros	B
Defesa Costeira (%)	A

Pressões Relevantes	Classificação
Artificialização da linha de costa (%)	M
Ancoradouros (n) - Portos	A
Ancoradouros (n) - Outros	A
Espécies Exóticas (n)	E
Pressão Global Média	B - 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 Graciosa é classificada como Ausente (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 1-3, 1.09 respetivamente. De salientar e apesar do pressão média global apresentar a mesma classificação do ciclo anterior a apresenta um valor qualitativo 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 | Avaliação do risco das massas não alcançarem os objetivos

De acordo com a DQA, deverá ser elaborada/considerada uma avaliação de risco de as massas de água não atingirem os objetivos de estabelecido nessa Diretiva. Deste modo, torna-se necessário estabelecer uma escala que relacione o nível de pressão, referidos e definidos anteriormente, com o nível de impacte.

Pela comparação da pressão global e dos impactes ambientais detetados, obtidos com base no estado ecológico de cada massa de água, Quadro 3.4.19, é possível avaliar o risco de as massas de água não atingirem o Bom estado ecológico.

Quadro 3.4.19 | Avaliação do risco de os objetivos da DQA não serem alcançados, baseados no nível significativo de pressão e nos impactes determinado em cada massa de água, modificado de Borja *et al.*, 2005. 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							

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 Graciosa apresenta uma classificação de **Não**

Significativo, conclui-se que as estas massas de água apresentam **Ausência de Risco** em não alcançar os objetivos estabelecidos pela DQA.

3.4.2 | Águas subterrâneas

Nas Figuras 3.4.18 e 3.4.19 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 Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe, Serra do Cume e Serra Dormida 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 0,01 e 236,24T/ano (média=16,21T/ano), enquanto relativamente ao fósforo total as cargas variam entre 0,00 e 82,64T/ano (média=5,69T/ano).

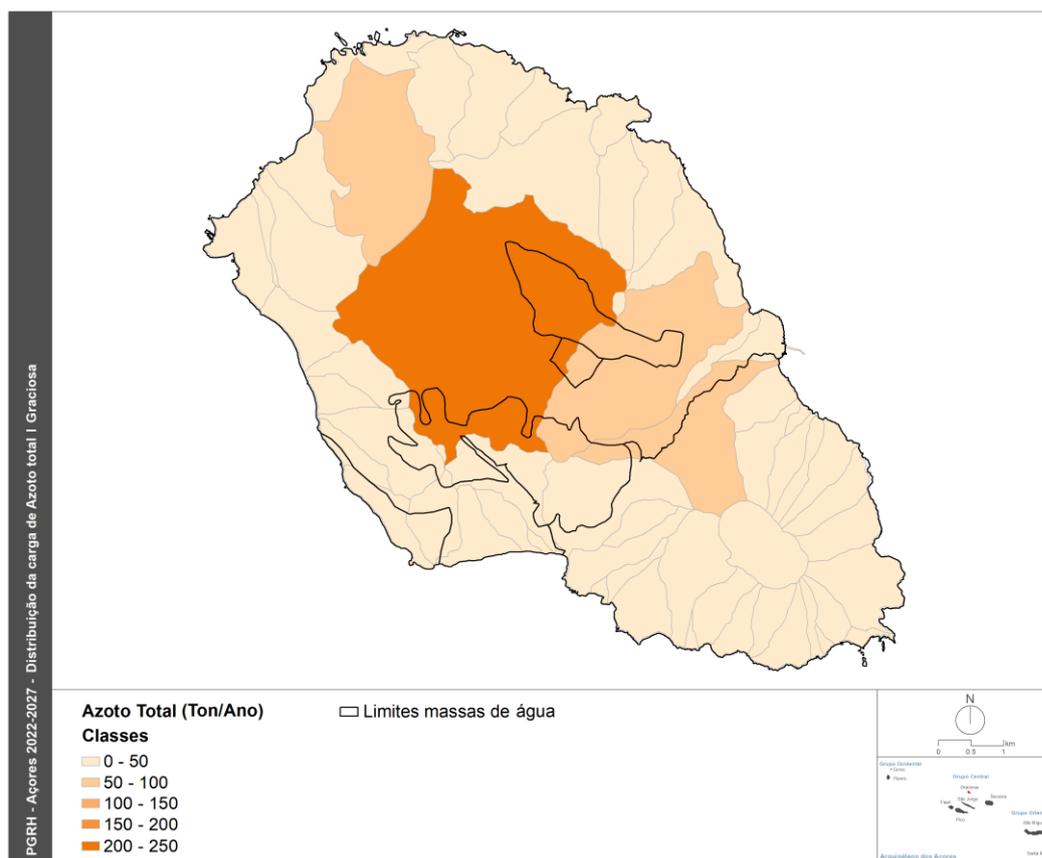


Figura 3.4.18 | Representação gráfica da carga poluente de azoto total na ilha Graciosa.

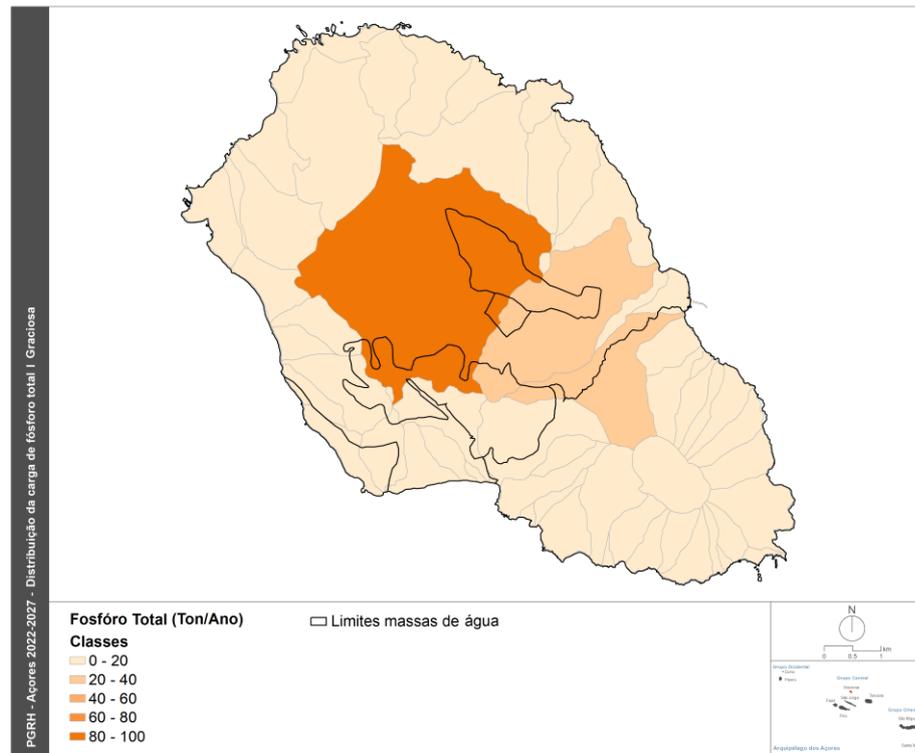


Figura 3.4.19 | Representação gráfica da carga poluente de fósforo total na ilha Graciosa.

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 as associadas à pecuária, como se deduz dos valores de cargas totais de N e P por bacia hidrográfica (Quadro 3.4.20). Neste último caso, pode constatar-se que a carga poluente resultante da atividade pecuária é particularmente relevante na zona central da ilha, numa área sobreposta às três massas de água delimitadas na ilha Graciosa (Figuras 3.4.22 e 3.4.26). A área em que as cargas domésticas são mais relevantes também se sobrepõe às três massas de água, enquanto as zonas com emissões industriais mais relevantes são mais circunscritas e sobrepostas à massa Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe.

Quadro 3.4.20 | 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	3,61	0,26	0,00	1,08	0,08
	Indústria	0,00	1,44	0,08	0,00	0,96	0,05
Difusa	Pecuária	0,00	224,02	15,13	0,00	79,87	5,39
	Floresta	0,01	9,84	0,74	0,00	2,04	0,16

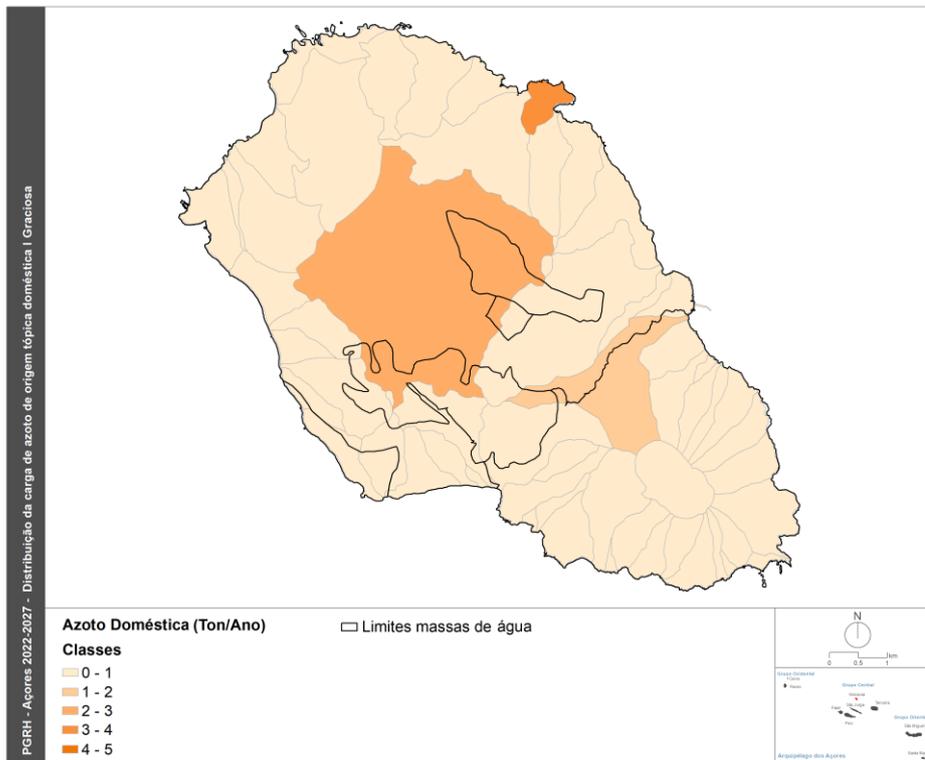


Figura 3.4.20 | Distribuição da carga poluente de azoto de origem tónica doméstica.

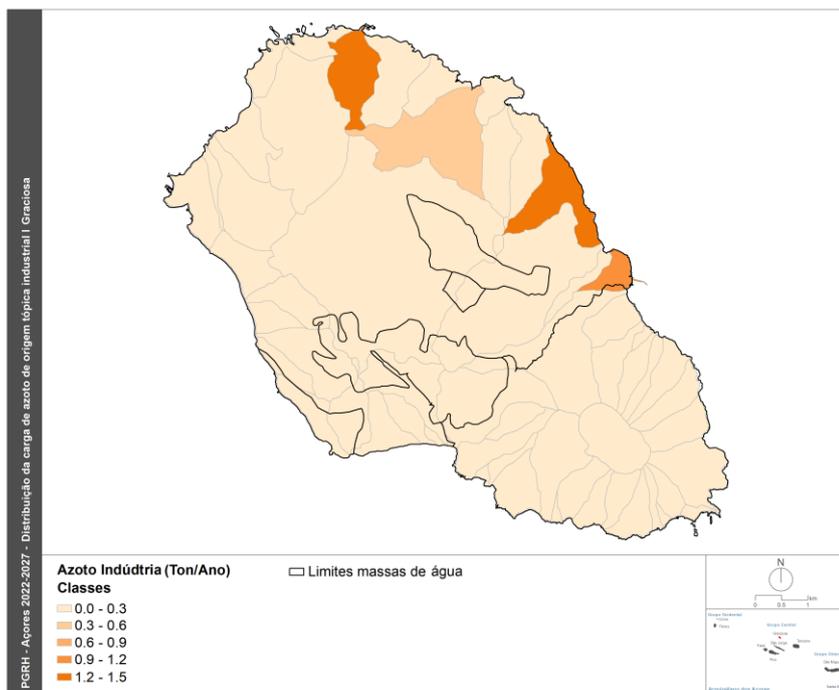


Figura 3.4.21 | Distribuição da carga poluente de azoto de origem tónica industrial.

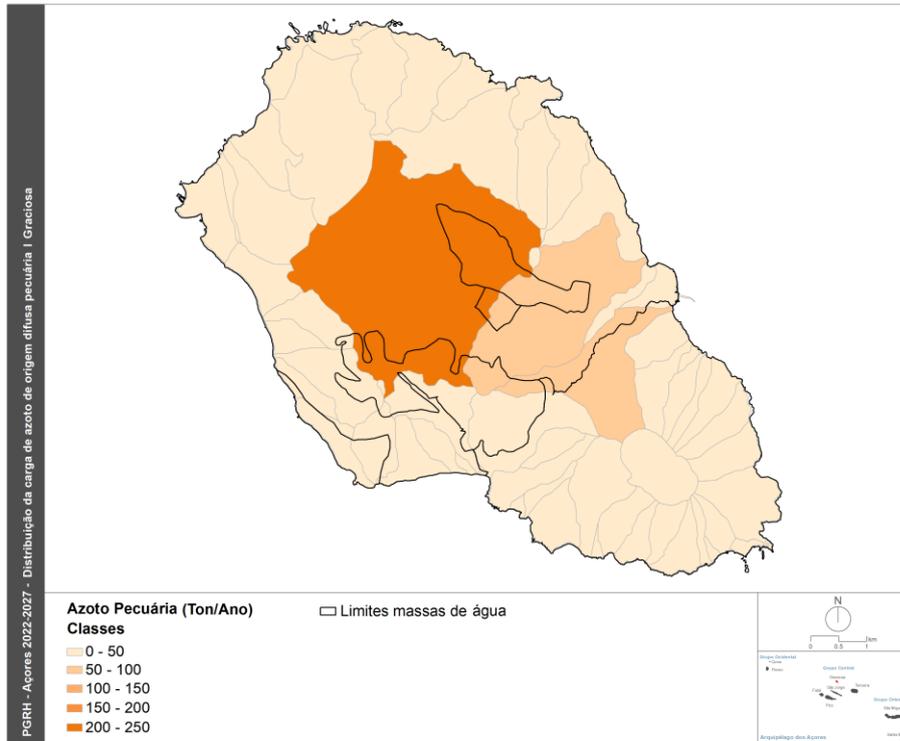


Figura 3.4.22 | Distribuição da carga poluente de azoto de origem difusa pecuária.

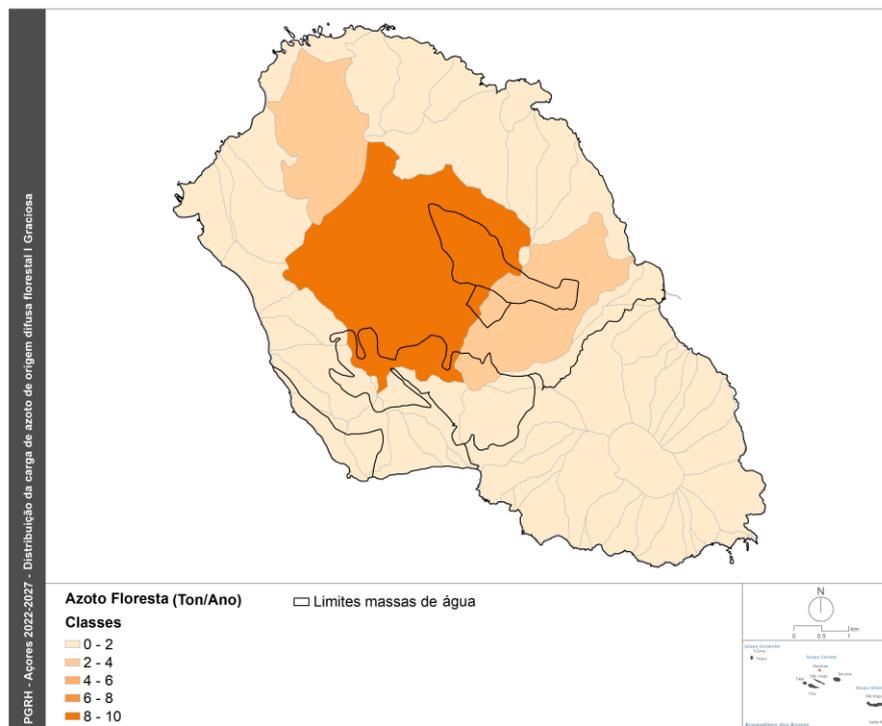


Figura 3.4.23 | Distribuição da carga poluente de azoto de origem difusa florestal.

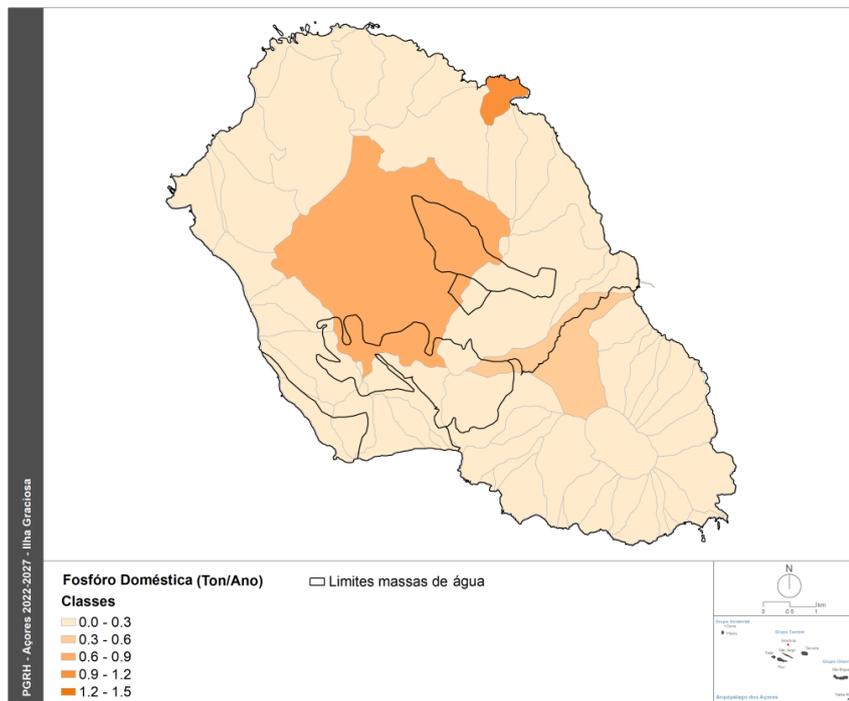


Figura 3.4.24 | Distribuição da carga poluente de fósforo de origem tónica doméstica.

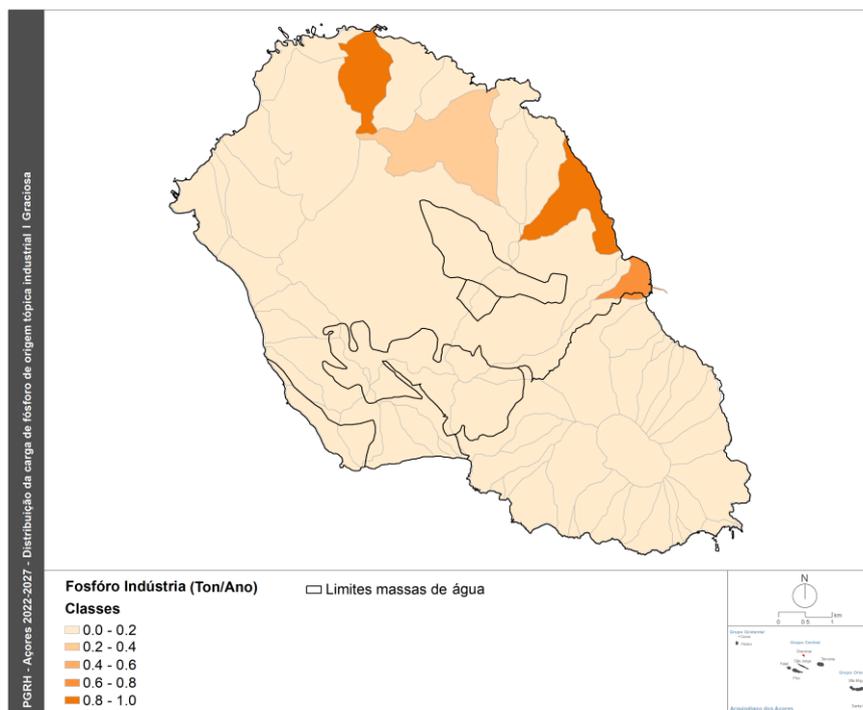


Figura 3.4.25 | Distribuição da carga poluente de fósforo de origem tónica industrial.

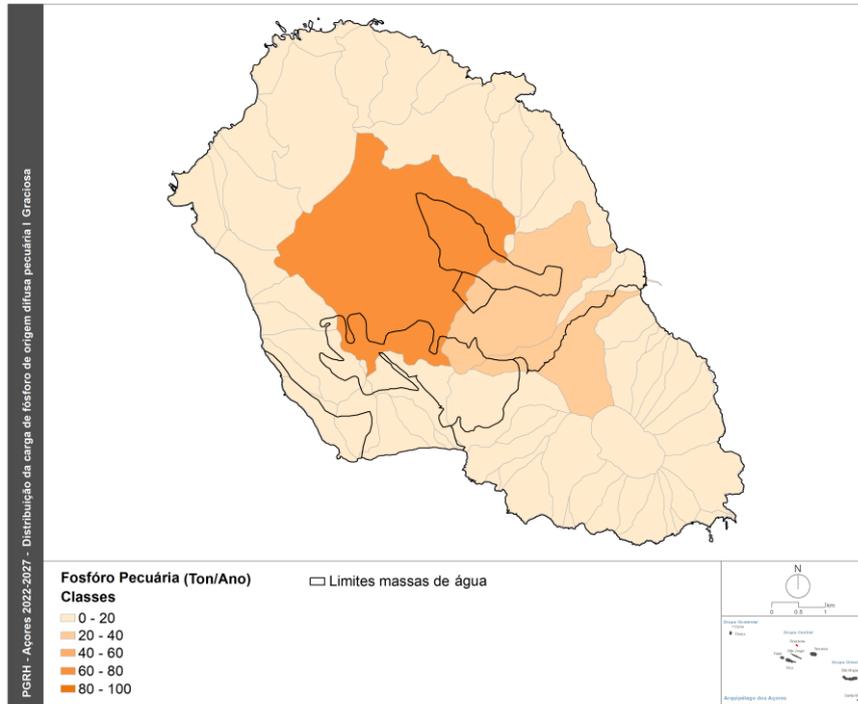


Figura 3.4.26 | Distribuição da carga poluente de fósforo de origem difusa pecuária.

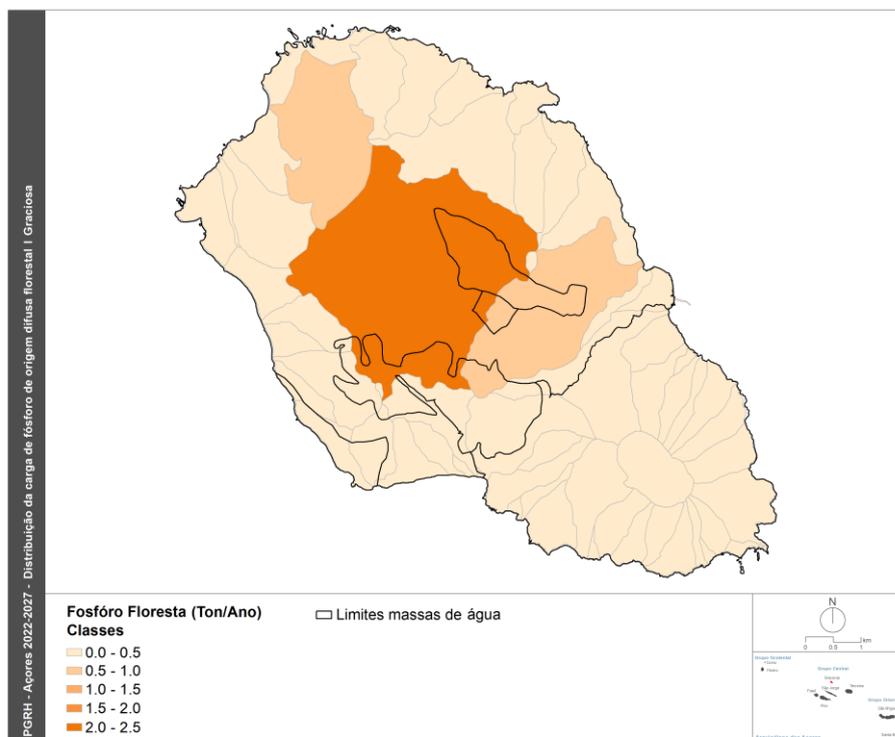


Figura 3.4.27 | Distribuição da carga poluente de fósforo de origem difusa florestal.

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 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 Graciosa foram inventariados pelas autoridades ambientais um aterro sanitário, explorado pela autarquia, onde foi depositado um volume anual da ordem de 2043 m³/ano (PEPGRA, 2014), assim como um vazadouro não controlado. No primeiro caso, salienta-se que no âmbito do Plano Estratégico de Resíduos dos Açores, a infraestruturas foi designada como vazadouro controlado, a que está associado um risco ambiental considerado como Médio. Relativamente à situação reportada no anterior ciclo de planeamento da RH, estes vazadouros foram alvo de obras de selagem e requalificação ambiental e paisagística, terminadas em 2017.

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 (Zaporozec, 1994).

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

O método DRASTIC permite obter uma informação relativa, resultante da ponderação de sete valores, entre 1 e 5, associados a outros tantos parâmetros cuja descrição pode ser consultada na referência original (Quadro 3.4.21). 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 impactos 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 3.4.21 | 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 3.1.28 representa a cartografia final que põe em evidência que a maior parte da superfície do setor ocidental da ilha corresponde à classe de baixa a moderada vulnerabilidade à poluição, enquanto na zona central ocorre uma faixa de terreno em que a vulnerabilidade se pode designar como predominantemente elevada (Figura 3.4.22). Por outro lado, na extremidade oriental da ilha, predominam as classes de vulnerabilidade baixa e baixa a muito baixa.

Considerando a área aflorante das massas de água subterrâneas constata-se que na área dominada pela massa Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe predominam as classes de elevada e de baixa a moderada vulnerabilidade. Por seu turno, na área dominada pelas massas Serra das Fontes e Serra Dormida predomina a classe de baixa 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 do Solo dos Açores 2018 [COS.A/2018], 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 (Figura 3.4.29 e Figura 3.4.30) e industrial (Figura 3.4.31 e Figura 3.4.32). Os cartogramas relativos à poluição tóxica doméstica mostram que as zonas de risco, classificado como muito reduzido, apresentam uma muito diminuta representatividade espacial, em função da distribuição dos centros de maior densidade populacional. No que

concerne à poluição tóxica derivada da atividade industrial a representatividade espacial é igualmente diminuta, e em todas as manchas cartografadas corresponde a uma categoria de risco muito reduzido. Em ambos os casos estas manchas de risco muito reduzido sobrepõem-se à massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe.

Na Figura 3.4.33 apresenta-se a localização das áreas de gestão de resíduos na ilha Graciosa (COS.A/2018; DRA, 2019), que se situam em zonas consideradas como de baixa e baixa a moderada vulnerabilidade à poluição, maioritariamente sobre a massa de água Plataforma de Santa Cruz Guadalupe 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. 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.

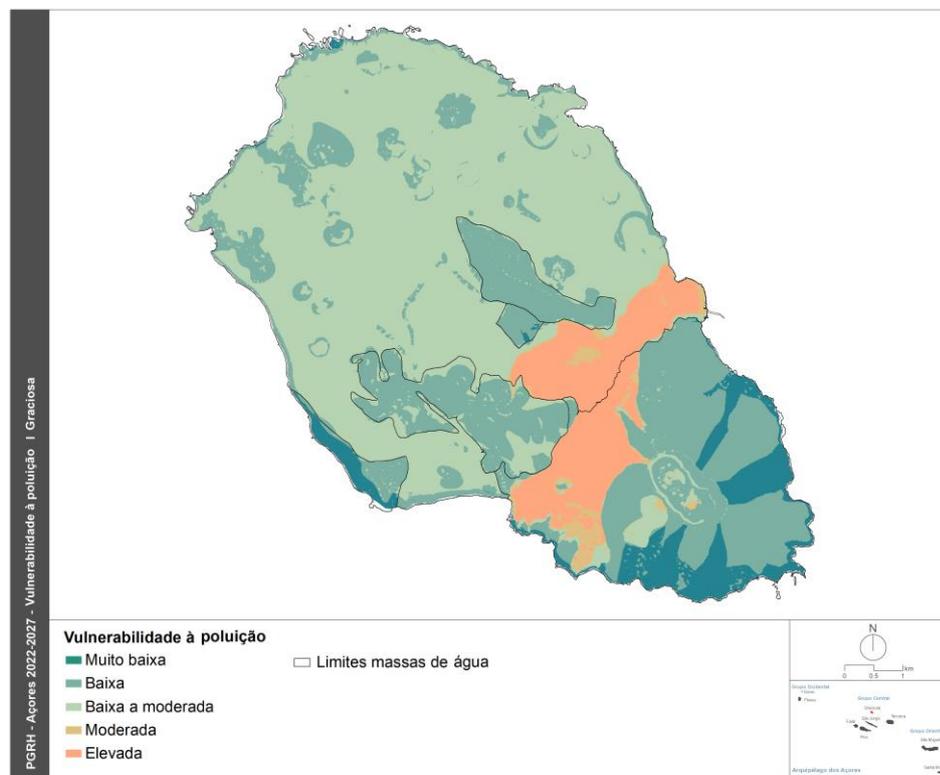


Figura 3.4.28 | Representação cartográfica da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas.

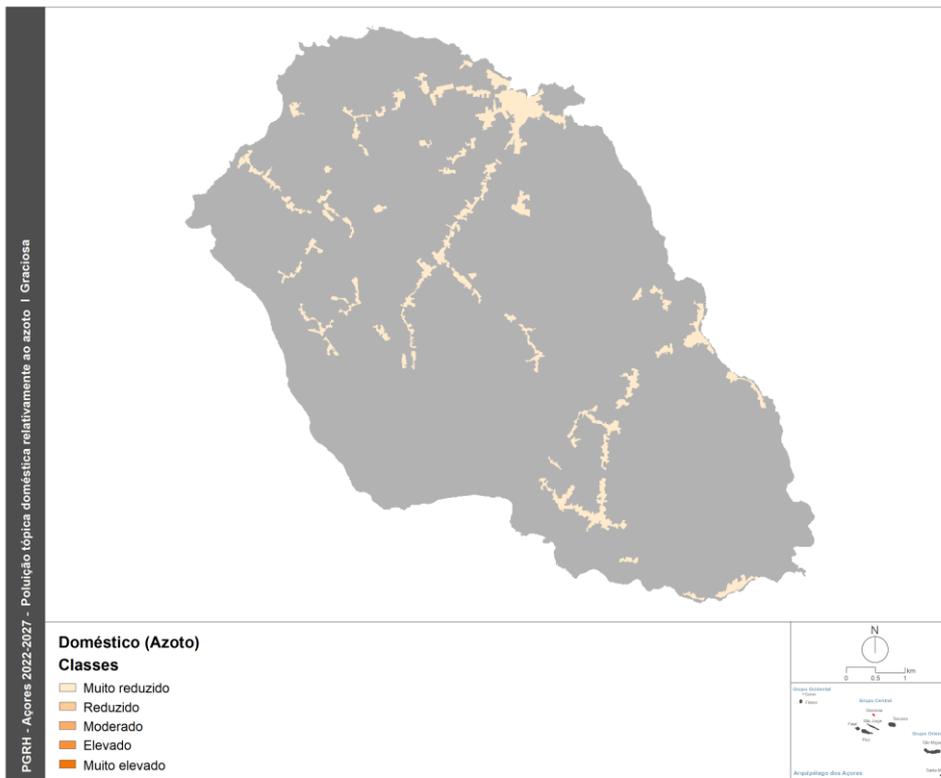


Figura 3.4.29 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica doméstica relativamente ao azoto.

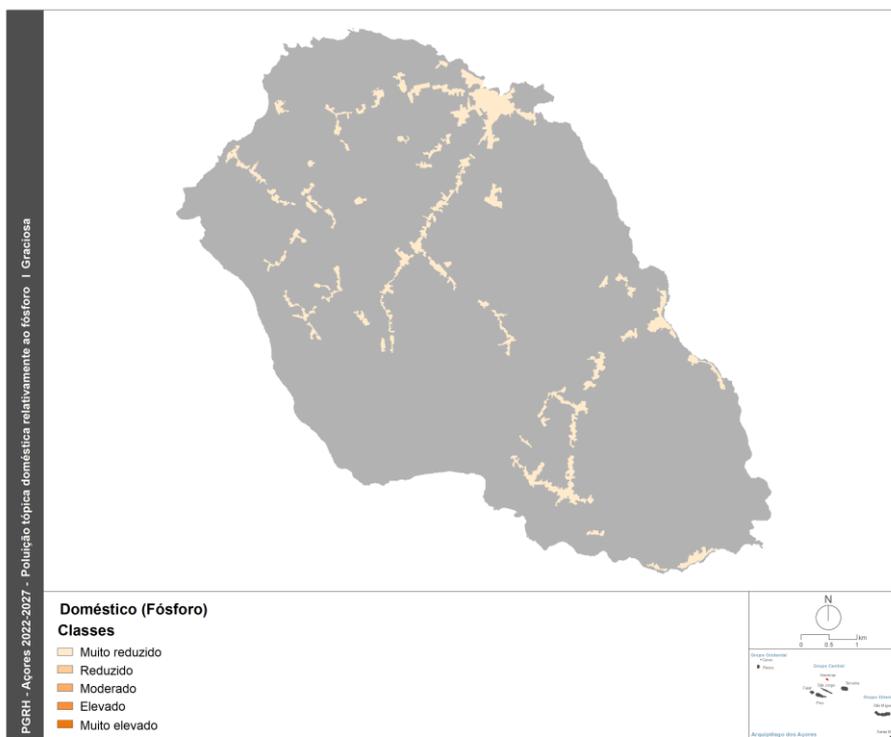


Figura 3.4.30 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica doméstica relativamente ao fósforo.

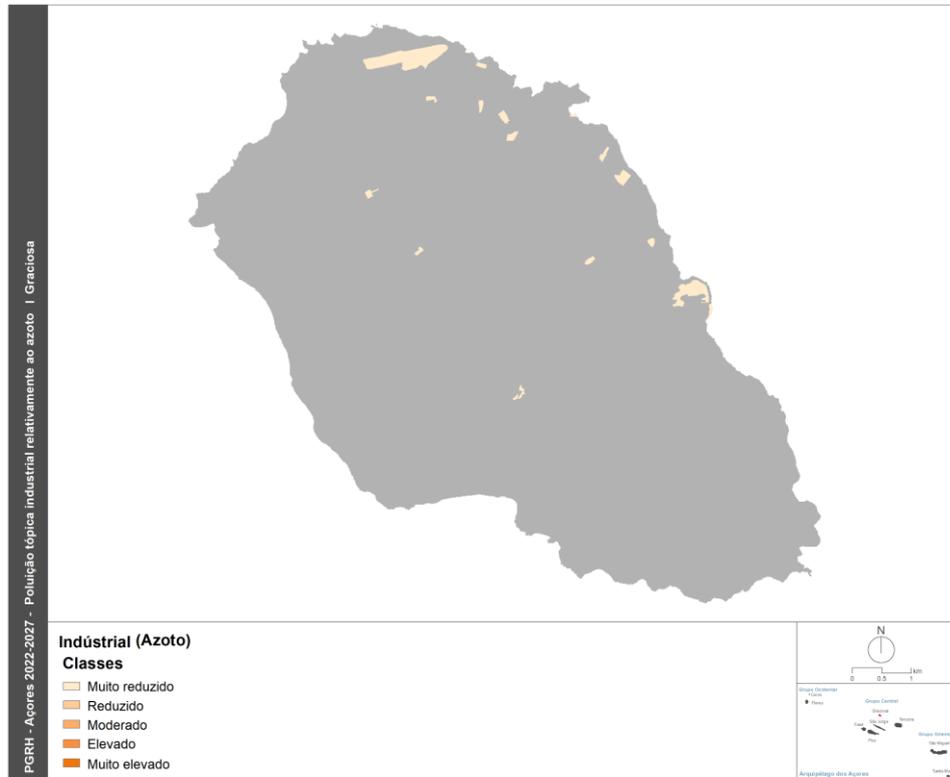


Figura 3.4.31 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica industrial relativamente ao azoto.

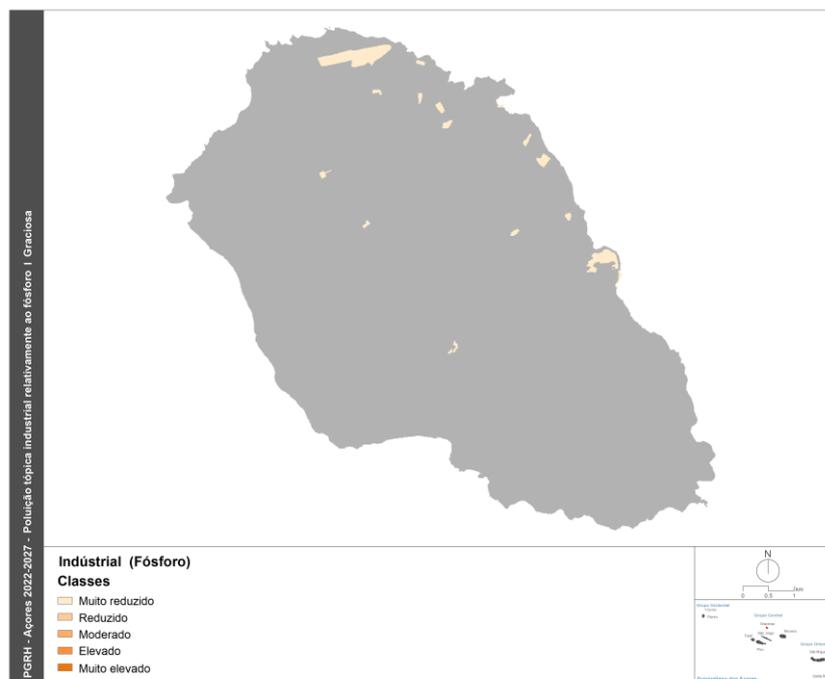


Figura 3.4.32 | Representação cartográfica do risco de poluição tóxica industrial relativamente ao fósforo.

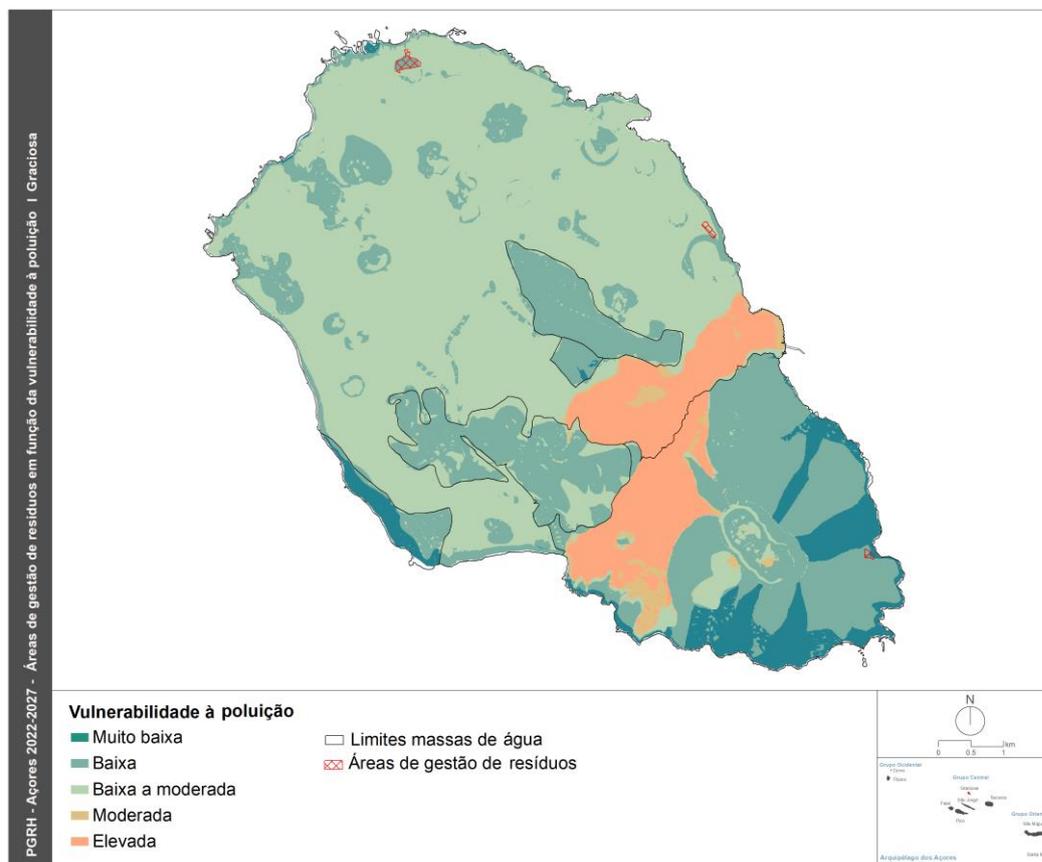


Figura 3.4.33 | Localização das áreas de gestão de resíduos em função da vulnerabilidade à poluição das massas de água subterrâneas.

3.4.2.3 | Avaliação de potenciais impactes associados à poluição difusa

Para avaliar os eventuais impactes decorrentes da poluição difusa procedeu-se de forma similar à adotada para a poluição tóxica. Para este efeito, foram elaborados mapas com a distribuição espacial do índice de risco para a poluição difusa associada à pecuária e à atividade florestal (Figuras 3.4.34 a 3.4.37).

O cartograma relativo à poluição difusa associada à atividade pecuária mostra que praticamente em todas as massas de água ocorrem zonas extensas de risco muito reduzido. Comparativamente, as áreas em que existe um risco de poluição associado à atividade florestal, igualmente classificado como muito reduzido, apresentam uma distribuição espacial muito mais reduzida.

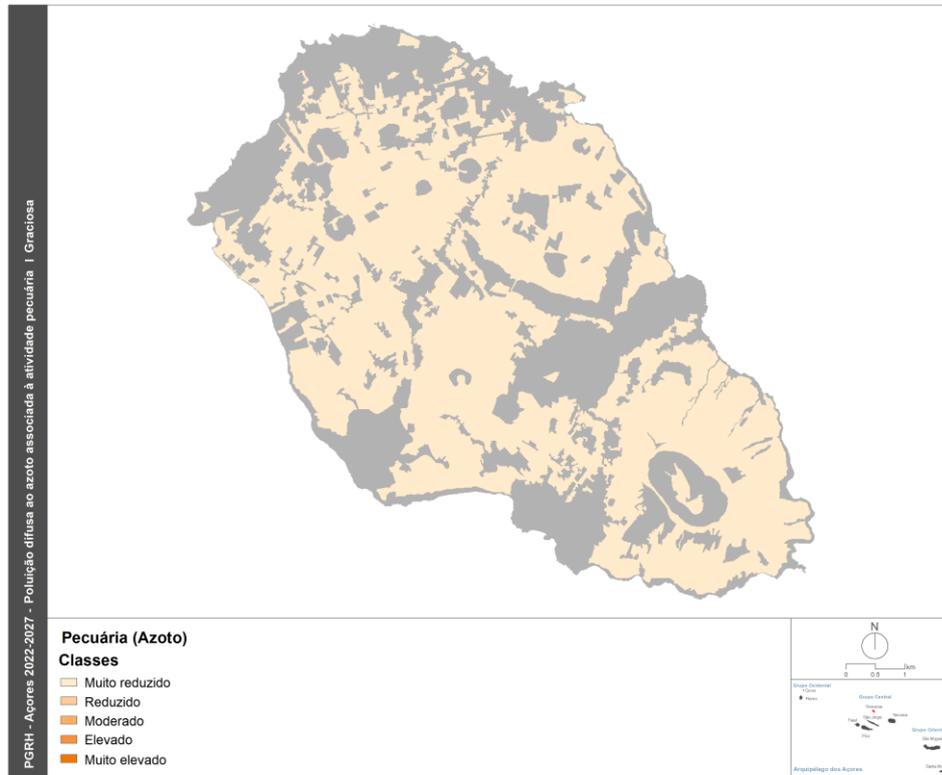


Figura 3.4.34 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao azoto associada à atividade pecuária.

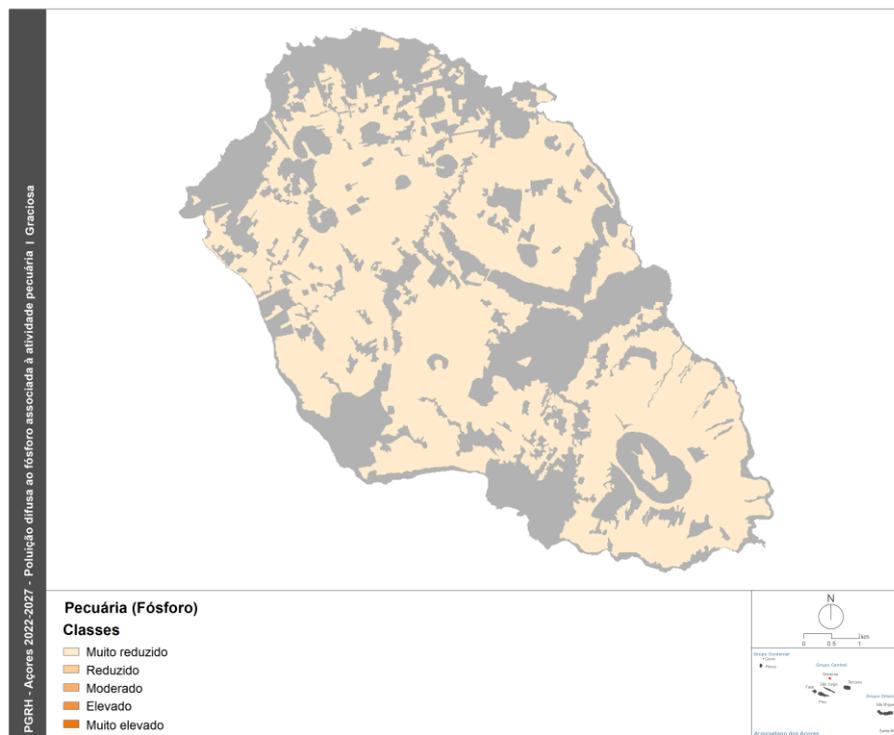


Figura 3.4.35 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao fósforo associada à atividade pecuária.

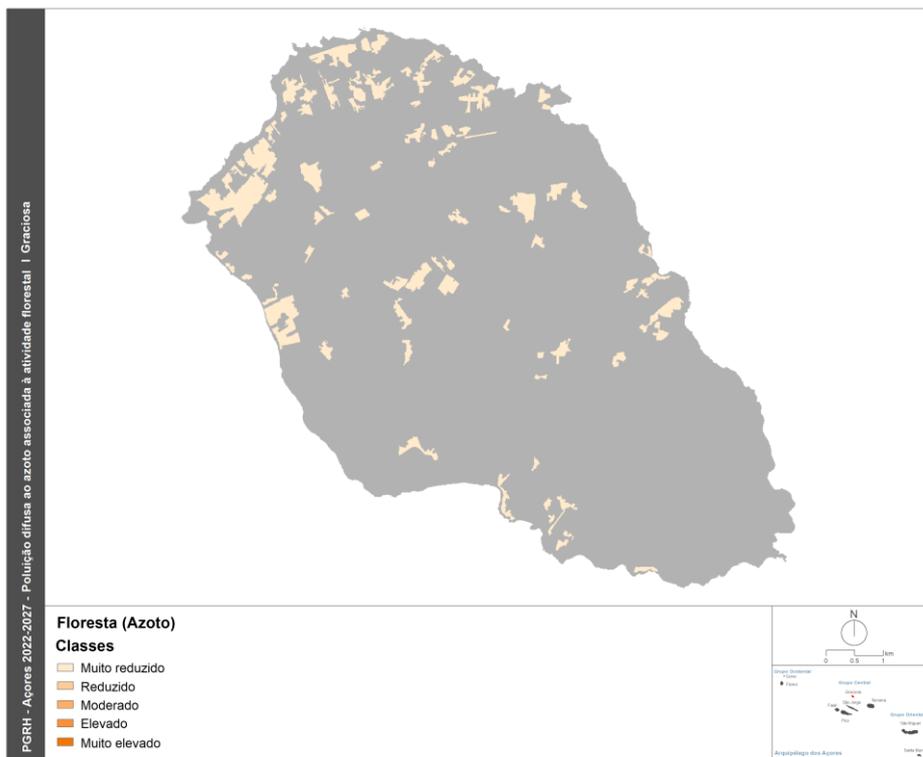


Figura 3.4.36 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao azoto associada à atividade florestal.

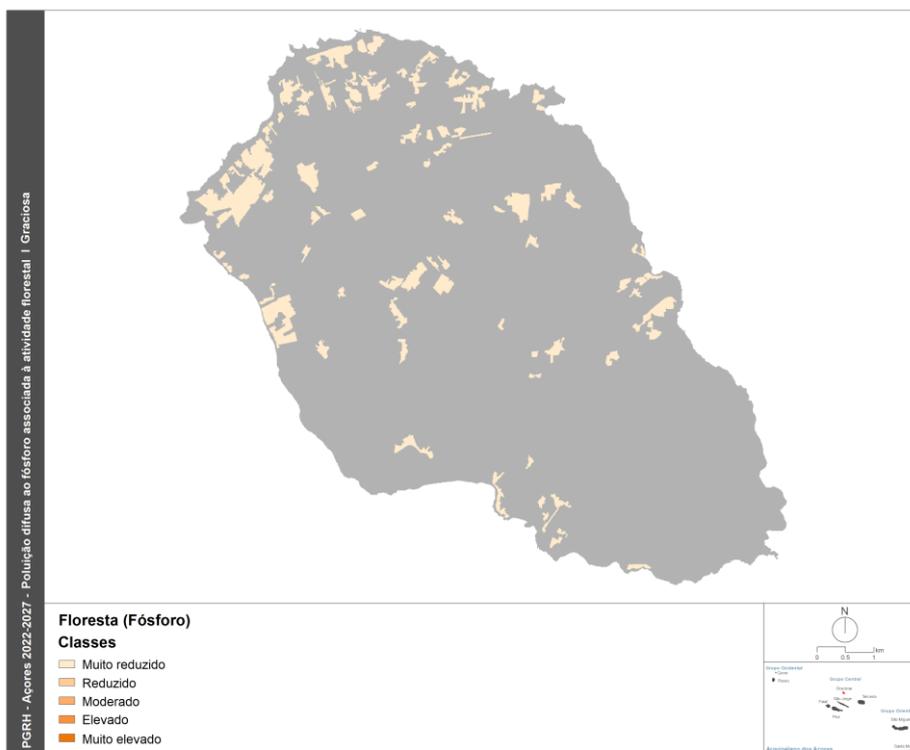


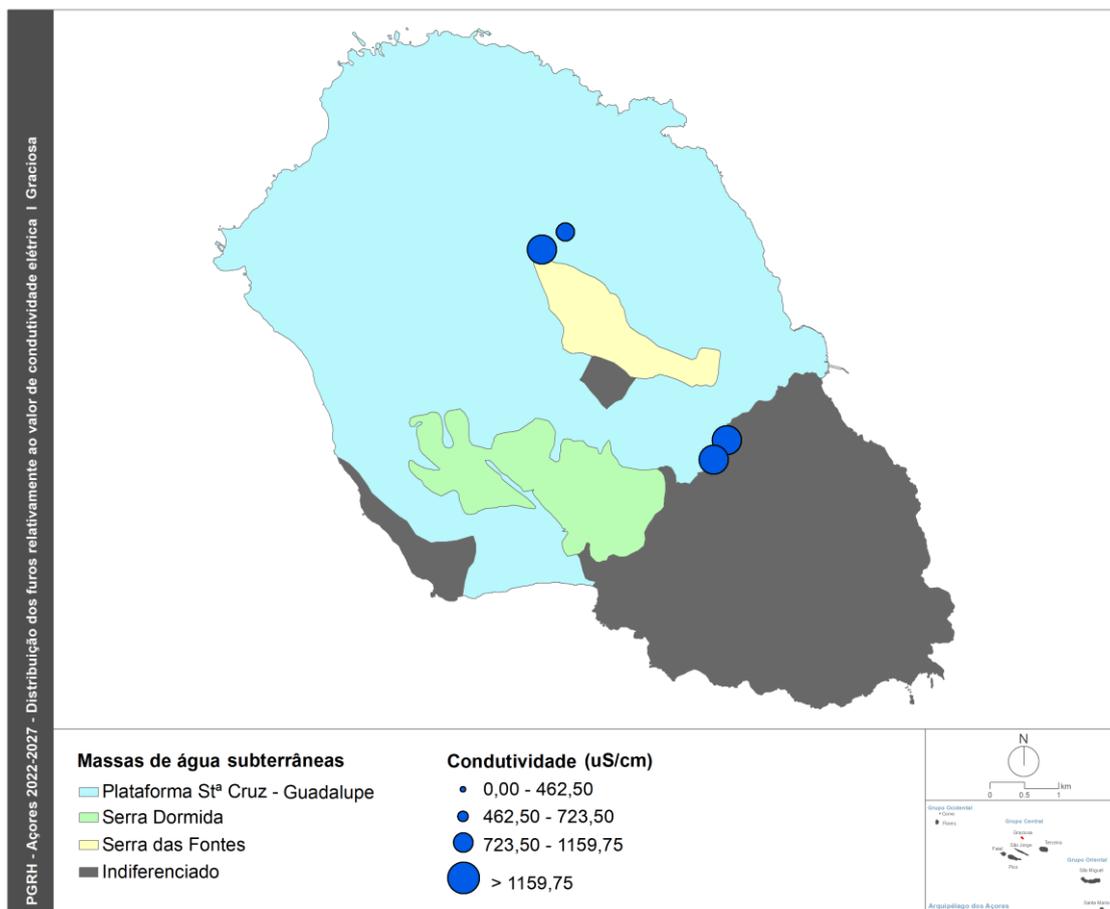
Figura 3.4.37 | Representação cartográfica do risco de poluição difusa ao fósforo associada à atividade florestal.

3.4.2.3 | Intrusão salina

No caso vertente da ilha Graciosa, 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 3.4.38 e 3.4.39 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, num número significativo dos furos monitorizados na ilha Graciosa, é superior ao limite anteriormente referido para o mesmo.

Realça-se que, inclusivamente, os efeitos do fenómeno de intrusão salina implicaram que uma das massas de água delimitadas na Ilha tenha sido considerada como em estado químico Medíocre (ponto 5 do presente relatório). Neste contexto, importa salientar que a construção de novas captações de água em aquíferos basais deve implicar um criterioso estudo hidrogeológico e a adoção das melhores práticas quando da perfuração de novos furos.



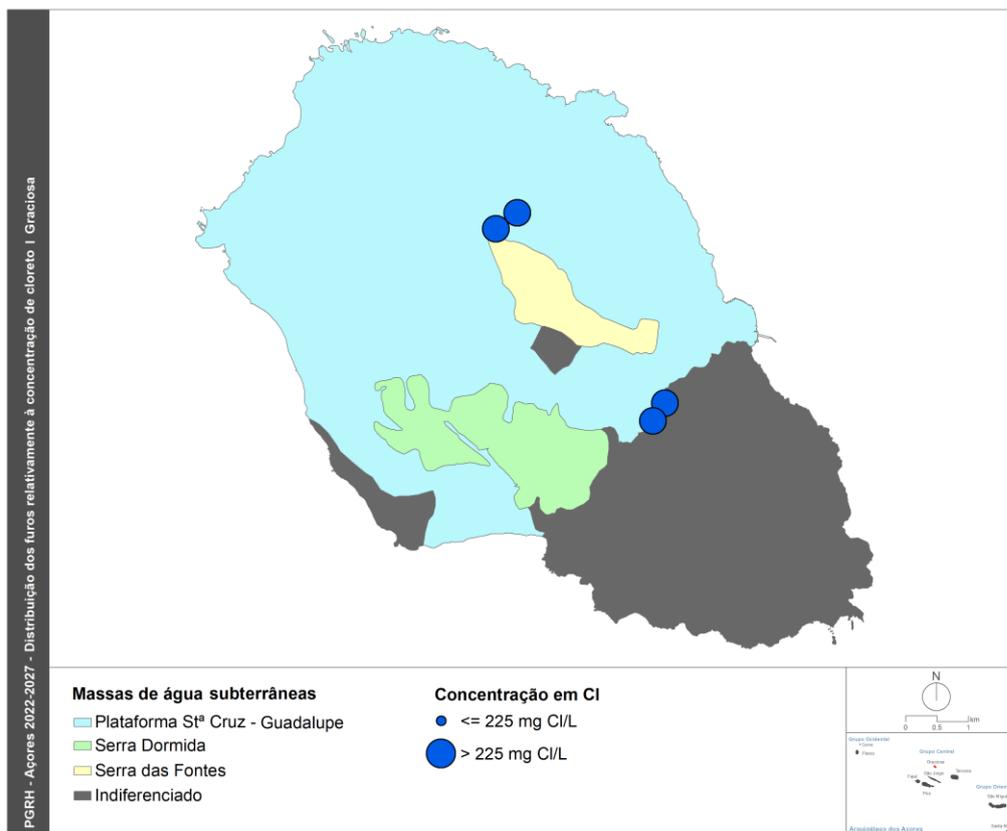


Figura 3.4.39 | Distribuição de furos de captação nos aquíferos basais de acordo com a concentração em cloreto na água.

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 Graciosa, 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 Graciosa, 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 servidos, 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 3.4.40 apresenta-se a localização das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m³/dia, que correspondem a 11 nascentes (61% do total da ilha) e 7 furos (41% do total), distribuídos predominantemente no primeiro caso nas massas de água Serra Dormida e Serra das Fontes, e no segundo caso na massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe (Quadro 3.4.22).

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 1,46hm³/ano, valor que corresponde a 100% do valor apurado de extração total anual e de descarga anual média nas massas de água, neste último caso considerando também o volume de água emergente nas nascentes não captadas (Quadro 3.4.23). A massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe é aquela em que se verifica o maior volume de extração nas captações com um caudal médio maior que 10m³/ano, totalizando 1,39hm³/ano, valor muito superior aos registados nas outras massas, que variam entre 0,03hm³/ano (Serra Dormida) e 0,04hm³/ano (Serra das Fontes).

Da observação da Figura 3.4.41, depreende-se que, face aos recursos hídricos subterrâneos, a captação de água subterrânea na ilha Graciosa 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.

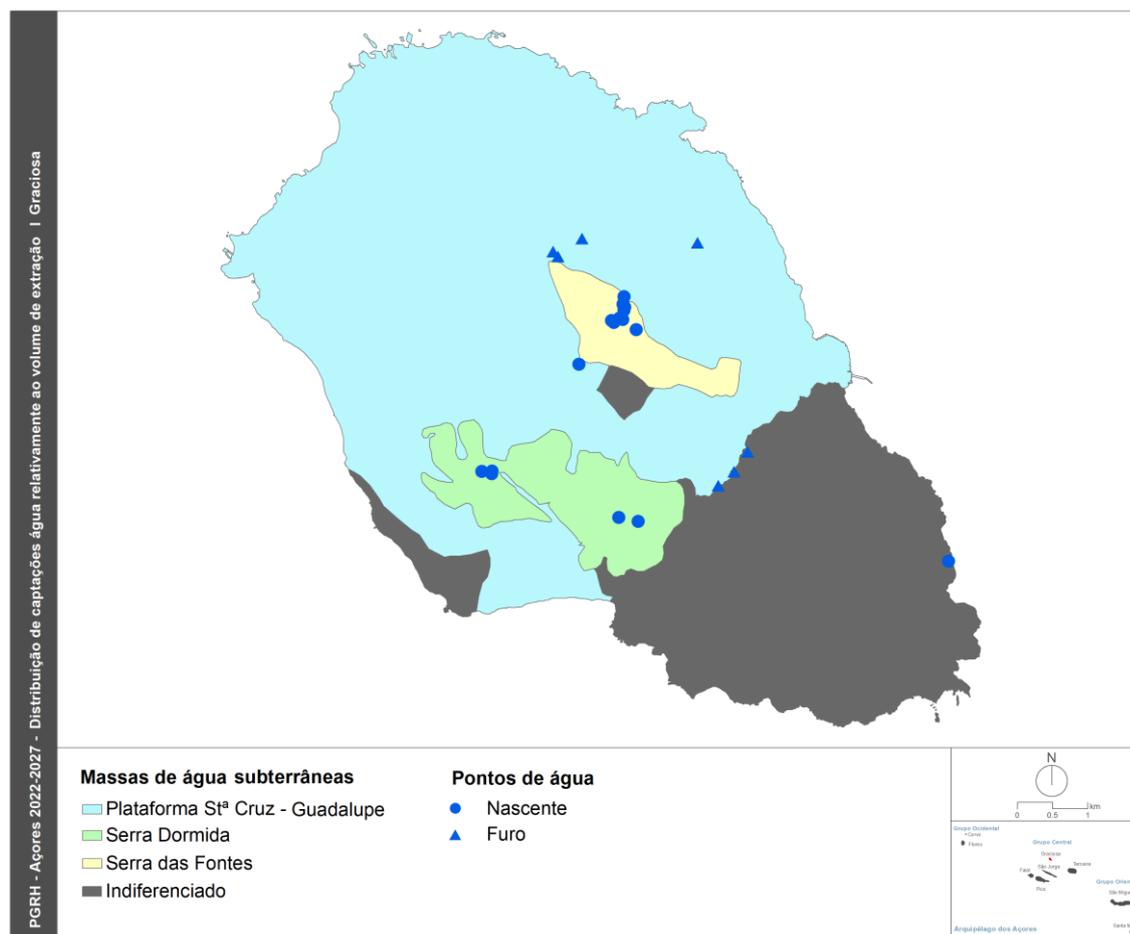


Figura 3.4.40 | Distribuição das captações de água subterrânea com um volume de extração superior a 10m³/dia.

Quadro 3.4.22 | Quadro comparativo do número total de pontos de água inventariados e do número de captações existentes nas massas de água delimitadas na ilha Graciosa

Massa de Água	Nº total de pontos de água		Nº de pontos de água captados	
	Nascentes	Furos	Nascentes	Furos
Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	3	13	2	8
Serra das Fontes	10	0	10	0
Serra Dormida	5	0	5	0

Quadro 3.4.23 | Quadro comparativo do volume de recursos hídricos subterrâneos, da descarga natural total e da extração média nos pontos de água com caudal superior a 10m³/dia

Massa de Água	Recursos Subterrâneos (hm ³ /ano)	Descarga total (hm ³ /ano)	Extração (>10 m ³ /dia)
Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	~10,22	1,39	1,39
Serra das Fontes	~0,71	0,04	0,04

Massa de Água	Recursos Subterrâneos (hm ³ /ano)	Descarga total (hm ³ /ano)	Extracção (>10 m ³ /dia)
Serra Dormida	~1,47	0,03	0,03

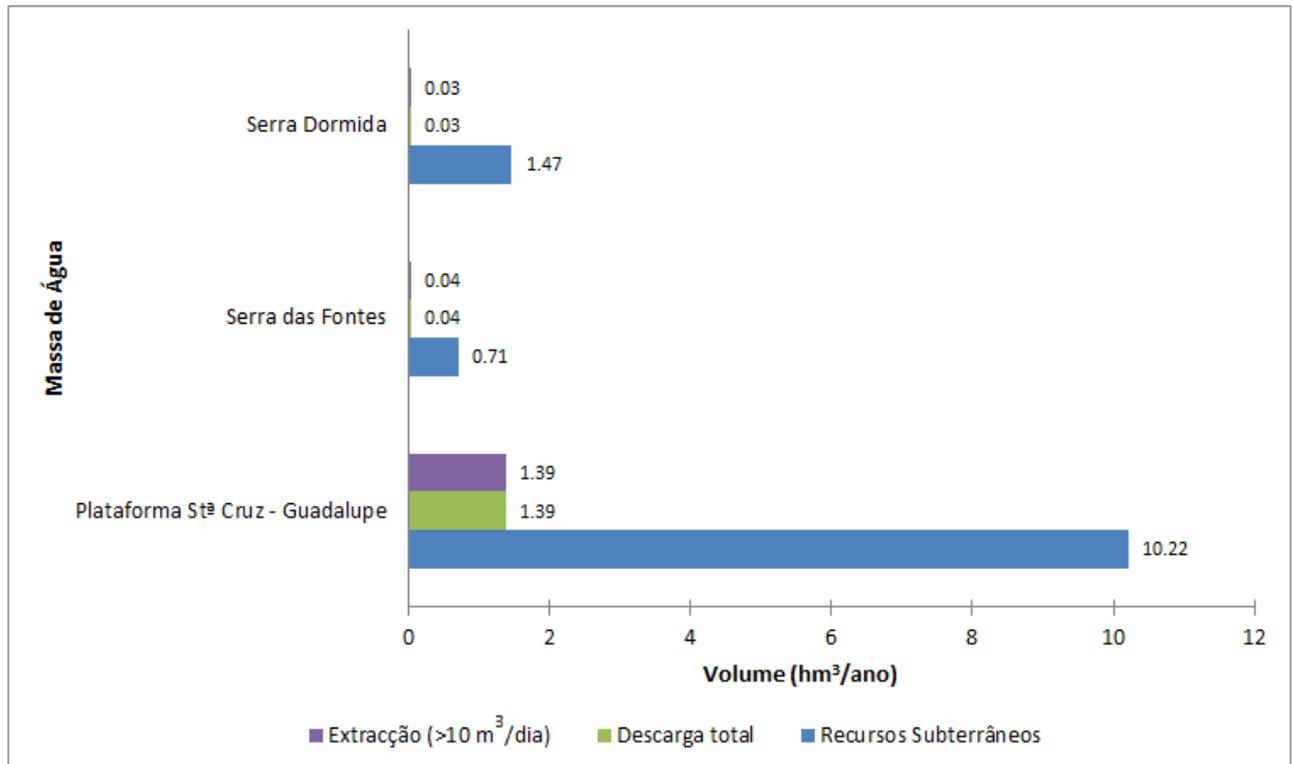


Figura 3.4.41 | Gráfico comparativo do volume médio extraído nos pontos de água com caudal superior a 10m³/dia, face à descarga natural total e aos recursos hídricos subterrâneos globais.

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 Graciosa 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 Graciosa não estão designadas massas de água na categoria de lagoas, pelo que não existe qualquer rede de monitorização implementada.

4.1.1.1.4 | 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, ilha da Graciosa

Estação	Massa de água	Coordenadas (UTM)	
		X	Y
Águas Costeiras			
2ª Fase – Agroleico			
GRA – PP	Pouco Profundas	-	-
GRA - AI	Intermédia	-	-
GRA - AP	Profundas	-	-
Águas de Transição			
Não existem na ilha da Graciosa			

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).

Quadro 4.1.2 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade biológica águas costeiras e de transição, ilha da Graciosa

Elementos Biológicos	Parâmetros	Águas Costeiras	Águas de Transição
		2ª Fase	2ª Fase
Fitoplâncton	Composição	Sim	Não existem na ilha da Graciosa
	Abundância	Sim	
	Biomassa	Sim	
Restante flora aquática	Composição e Abundância	Sim	
Invertebrados bentónicos	Composição e Abundância	Sim	
Fauna piscícola	Composição e Abundância	-	

Quadro 4.1.3 | Parâmetros avaliados no âmbito da monitorização dos elementos de qualidade hidromorfológica águas costeiras e de transição, ilha da Graciosa

Elementos Hidromorfológicos	Parâmetros	Águas Costeiras	Águas de Transição
		2ª Fase	2ª Fase
Regime de Marés	Fluxo de água doce	Sim	Não existem na ilha da Graciosa
	Direção das correntes dominantes	Sim	
	Exposição às vagas	Sim	
Condições Morfológicas	Variação de profundidade	Sim	
	Estrutura e substrato do leito	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 da Graciosa

Elementos Físico-Químicos e Químicos	Parâmetros	Águas Costeiras	Águas de Transição
		2ª Fase	2ª Fase
Elementos gerais	Transparência;	Sim	Não existem na ilha da Graciosa
	Condições térmicas;	Sim	
	Condições de oxigenação;	Sim	
	Salinidade;	Sim	
	Condições relativas aos nutrientes	Sim	
Poluentes específicos	Poluição resultante de todas as substâncias prioritárias identificadas como sendo descarregadas na massa de água;	-	
	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 da Graciosa

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 de ribeiras

Não existe esta categoria de massas de água identificadas, nos termos da DQA, para a ilha Graciosa.

4.1.1.4.2 | Rede de monitorização de lagoas

Não existe esta categoria de massas de água identificadas, nos termos da DQA, para a ilha Graciosa.

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 deterioração 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), a 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 da ilha Graciosa 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 Graciosa apresentam Excelente qualidade das águas balneares (Quadro 4.1.6).

Quadro 4.1.6 | Zonas balneares da ilha da Graciosa

Ilha	Concelho	Água Balnear	Massa de água	Qualidade
		Piscina do Carapacho	Costeira	Excelente
		Praia	Costeira	Excelente

Ilha	Concelho	Água Balnear	Massa de água	Qualidade
		Santa Cruz Graciosa (antiga Calheta)	Costeira	Excelente
		Barro vermelho	Costeira	Excelente

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.

O Quadro 4.1.7 apresenta a rede de monitorização quantitativa proposta para as massas de água subterrânea na ilha Graciosa.

Quadro 4.1.7 | Rede de monitorização quantitativa proposta para as massas de água subterrânea na ilha Graciosa

Massa de Água	Refª PGRH	Designação	Tipo	IR (%)
Plataforma Santa Cruz - Guadalupe	GRA.29	ITC2 - Pontal	Furo	58,8
	GRA.31	Poço Velho (AC3)	Furo	
	GRA.47	SG1	Furo	
	GRA.38	JK1 – Trás os Pomares Cima	Furo	
Serra Dormida	GRA.12	Tanque I	Nascente	-----
	GRA.26	Cova I	Nascente	
Serra das Fontes	GRA.15	Madre d'Água	Nascente	-----

4.1.2.4 | Monitorização do estado qualitativo 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 Graciosa teve início no ano de 2006, contemplando uma rede de observação constituída por 4 nascentes e 3 furos. A rede definida em 2009, compreende 3

nascentes (- 25%) e 4 furos (+ 33,3%), esquema que foi mantido em 2011, e o qual que permanece na rede atual (Figura 4.1.1 e Quadro 4.1.8).

Atualmente todas as massas de água subterrâneas são monitorizadas, com redes cujas densidades da rede variam entre 0,106 pontos/km² e 0,513 pontos/km², sendo respetivamente iguais a: 0,106 pontos/km² (Plataforma Santa Cruz - Guadalupe), 0,476 pontos/km² (Serra Dormida) e 0,513 pontos/km² (Serra das Fontes) (Quadro 4.1.9).

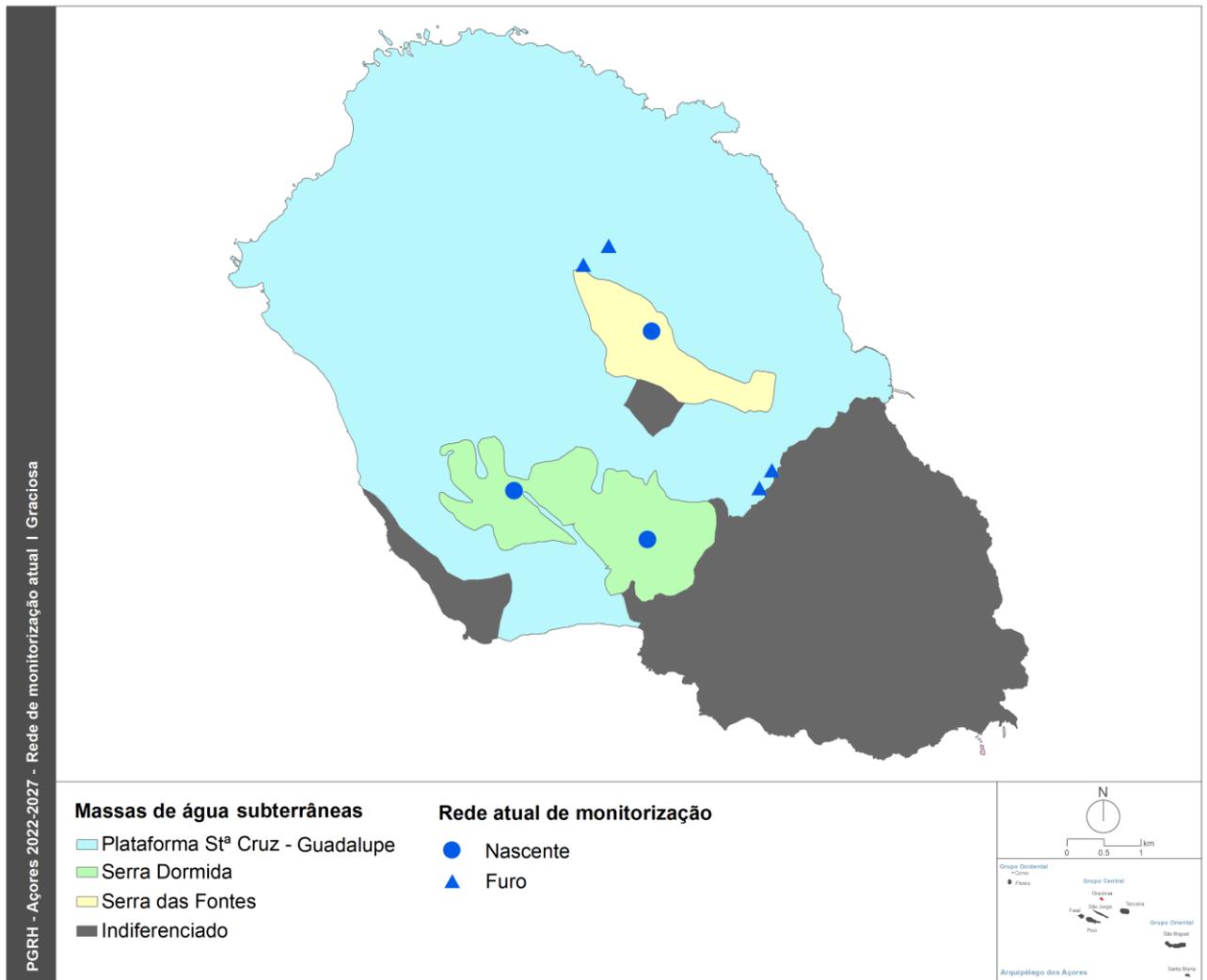


Figura 4.1.1 | Representação cartográfica da rede de monitorização do estado químico atualmente em vigor.

Quadro 4.1.8 | Localização dos pontos de água subterrânea integrados na rede de monitorização do estado químico Coordenadas UTM Datum WGS84, 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
GRA.30	Covas (JHF1 ou IT1)	Furo	412312	4325131	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	V	V	V	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	V
GRA.31	Poço Velho (AC3)	Furo	411971	4324876	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	V	V	V	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	V
GRA.32	Trás Pomares ou Fonte do Mato (AC2)	Furo	414652	4322090	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	V	V	V	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	V
GRA.34	Trás Pomares ou Praia II (JK5)	Furo	414461	4321804	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	V	V	V	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	V
GRA.16	Serra das Fontes II	Nascente	412886	4323976	Sim	Serra das Fontes	V	V	V	Serra das Fontes	V
GRA.12	Tanque I	Nascente	411037	4321815	Sim	Serra Dormida	V	V	V	Serra Dormida	V
GRA.26	Cova I	Nascente	412831	4321154	Sim	Serra Dormida	V	V	V	Serra Dormida	V

Quadro 4.1.9 | Densidade das redes antiga e nova 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					Área (Km²)	Massas de Água presente ciclo	Presente ciclo		
	Nº de Pontos		Densidade (Ponto/Km²)		Nº de Pontos			Densidade (Ponto/Km²)	Área (Km²)	
	2009	2011	2009	2011						2018
Serra das Fontes	1	1	0,513	0,513	1,95	Serra das Fontes	1	0,513	1,95	
Serra Dormida	2	2	0,476	0,476	4,20	Serra Dormida	2	0,476	4,20	
Cruz do Barro Branco	<i>não monitorizada</i>				0,42	Indiferenciado	<i>não aplicável</i>		17,33	
Serra Branca	<i>não monitorizada</i>				0,97					
Folga	<i>não monitorizada</i>				0,42					
Compósito	<i>não monitorizada</i>				3,80					
Sequência Hidromagmática Superior	<i>não monitorizada</i>				7,68					
Luz – Rebentão da Lagoa	<i>não monitorizada</i>				6,99					
Plataforma Stª Cruz – Guadalupe	4	4	0,117	0,117	34,18	Plataforma Stª Cruz – Guadalupe	4	0,106	37,69	

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 Graciosa. Os valores de IR inerentes à rede atual variam entre 52,9% e 91,1%, sendo respetivamente iguais a 52,9% (Plataforma Santa Cruz – Guadalupe), 69,3% (Serra das Fontes) e 91,1% na Serra Dormida, esta última com valor acima 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 Graciosa. 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/Km ²)		Índice de Representatividade e (%)			Quadrícula (m)	Densidade (Ponto/Km ²)	Índice de Representatividade e (%)	Quadrícula (m)
	2009	2011	2009	2011					
Serra das Fontes	0,513	0,513	69,3	69,3	100x100	Serra das Fontes	0,513	69,3	100x100
Serra Dormida	0,476	0,476	91,1	91,1	100x100	Serra Dormida	0,476	91,1	100x100
Cruz do Barro Branco	<i>não monitorizada</i>				Indiferenciado	<i>não aplicável</i>			
Serra Branca	<i>não monitorizada</i>								
Folga	<i>não monitorizada</i>								
Compósito	<i>não monitorizada</i>								
Sequência Hidromagmática Superior	<i>não monitorizada</i>								
Luz – Rebentão da Lagoa	<i>não monitorizada</i>				Plataforma St ^a Cruz – Guadalupe	0,106	52,9	100x100	
Plataforma St ^a Cruz – Guadalupe	0,117				0,117	57,8	57,8	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 Graciosa, 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 52,9% e 91,1%, com duas massas de água com valores abaixo do limiar aceitável de 80% (Plataforma Santa Cruz – Guadalupe e Serra das Fontes). Urge, assim, que a entidade pública com responsabilidades ao nível da administração da RH9 não só empreenda o aumento do número de pontos de água a monitorizar, como proceda à análise da melhor localização dos locais. Esta tarefa permitirá incrementar o grau de conhecimento relativo ao quimismo das águas subterrâneas.

Outro aspeto emergente prende-se com a melhoria dos aspetos relacionados com a realização de amostragens e de análises químicas. 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 ((a) – incluído na listagem na medida que é o poluente responsável pelo facto da massa Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe se encontrar em risco de não atingir o Bom estado)

Parâmetro
Teor de oxigénio
pH
Condutividade elétrica
Nitratos

Parâmetro
Amónia Cloretos ^(a)

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 Graciosa todas as massas de água subterrâneas são destinadas à produção de água para consumo humano.

No caso vertente, na ilha Graciosa, 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
Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe	GRA.30	Covas (JHF1 ou IT1)	Furo	412312	4325131	Sim
Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe	GRA.31	Poço Velho (AC3)	Furo	411971	4324876	Sim
Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe	GRA.32	Trás Pomares ou Fonte do Mato (AC2)	Furo	414652	4322090	Sim
Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe	GRA.34	Trás Pomares ou Praia II (JK5)	Furo	414461	4321804	Sim
Serra das Fontes	GRA.16	Serra das Fontes II	Nascente	412886	4323976	Sim
Serra Dormida	GRA.12	Tanque I	Nascente	411037	4321815	Sim
Serra Dormida	GRA.26	Cova I	Nascente	412831	4321154	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 Graciosa não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, na categoria rios.

5.1.1.2.2 | Lagoas

Na ilha Graciosa não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, na categoria lagoas.

5.1.1.2.3 | Águas costeiras e de transição

Relativamente às campanhas de monitorização para as águas costeiras da ilha Graciosa é de salientar que até ao momento existem dados relativos a cinco campanhas efetuadas entre dezembro de 2010 e fevereiro de 2012, 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 água para a ilha Graciosa de acordo com o previsto 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. Não existem águas de transição na ilha Graciosa.

5.1.1.2.3.1 | Águas costeiras

A avaliação do estado ecológico das massas de água costeiras pressupõe a determinação do RQE (Rácio de Qualidade Ecológica), de acordo com a Decisão da Comissão 2008/915/CE de 30 de outubro de 2008, em conformidade com o anexo V da DQA e apresentada no Quadro 5.1.8.

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.

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, Mediocre 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 triadas 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 taxa 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 Graciosa, cuja classificação obtida é de Ausente - Não Significativa, as massas de água costeiras da ilha Graciosa apresentam um estado excelente para os elementos em apreço (Quadro 5.1.1).

Quadro 5.1.1 | Classificação dos elementos biológicas para as massas de água costeira da ilha Graciosa

Designação do tipo	Código	Fitoplâncton	Macroalgas	Invertebrados bentónicos	Final
A-C-E/PP/GRA1	PT09GRACPP1	Excelente	Excelente	-	Excelente
A-C-E/I/GRA1	PT09GRACI1	Excelente	-	-	Excelente
A-C-E/P/GRA1	PT09GRACP1	Excelente	-	-	Excelente

Elementos físicos-químicos de suporte aos elementos biológicos

Elementos gerais

Condições térmicas, de transparência, salinidade e de oxigenação e nutrientes

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 bom (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 físicos-químicos de suporte para as massas de água costeiras da ilha Graciosa

Designação do tipo	Código	Nitrato+Nitrito	Azoto Amoniacal	Fosfato	%O.D.	Final
A-C-E/PP/GRA1	PT09GRACPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/I/GRA1	PT09GRACI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/GRA1	PT09GRACP1	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 5.1.8. Para ilha da Graciosa 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).

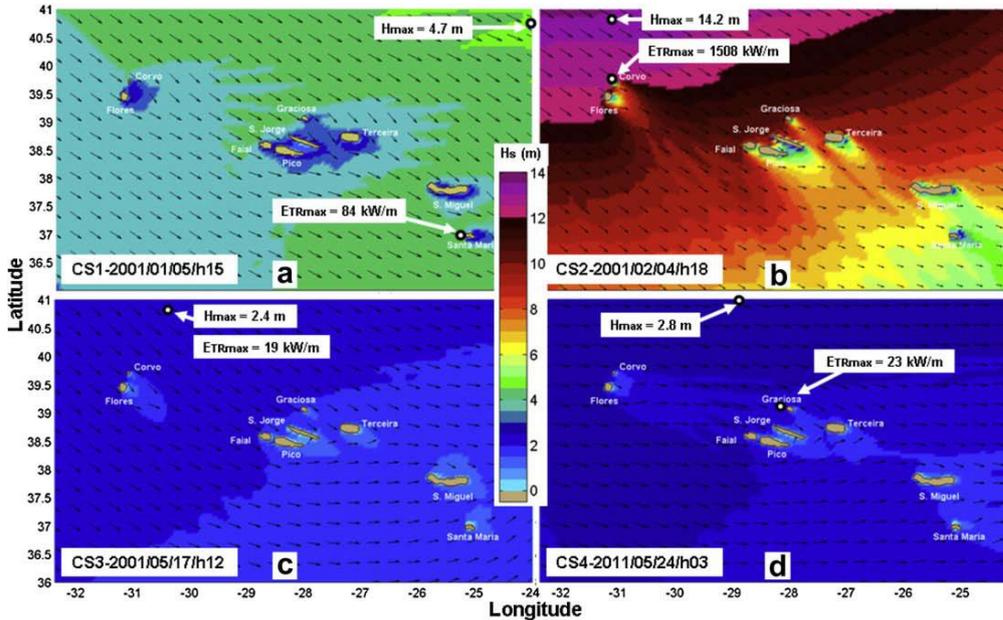
Regime de marés, direção das correntes dominantes e exposição às vagas

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 (Hs) 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 provêm 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 de costa, perfil da zona de costa com indicação dos limites superiores das comunidades predominantes, lista de todos 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).

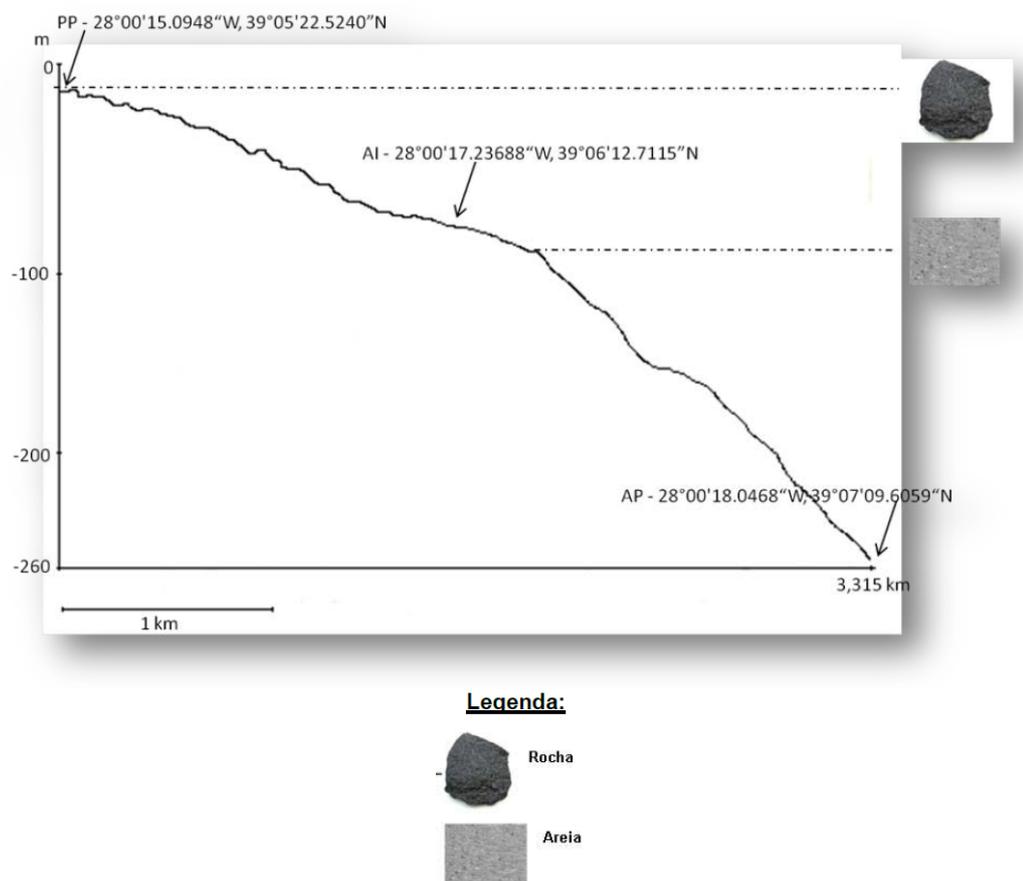


Figura 5.1.2 | Perfil topográfico do fundo oceânico situado entre os pontos de amostragem massa de água costeiras da Graciosa.

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 Graciosa é classificada como Baixo (Não Significativa) com o valor a situar-se entre 0-1, 1,2

respetivamente. De referir ainda que cerca de 70% da zona costeira desta ilha é de origem natural sendo a restante semi-natural. 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 Graciosa

Designação do tipo	Código	Elementos hidromorfológicos	Final
A-C-E/PP	PT09GRACPP1	Excelente	Excelente
A-C-E/I	PT09GRACI1	Excelente	Excelente
A-C-E/P	PT09GRACP1	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 Graciosa 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 (Quadro 5.1.3 e Figura 5.1.3).

Quadro 5.1.4 | Classificação do estado ecológico por massas de água costeiras da ilha Graciosa

Designação do tipo	Código	Elementos biológicos	Elementos hidromorfológicos	Elementos químicos de suporte	Final
A-C-E/PP/GRA1	PT09GRACPP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/I/GRA1	PT09GRACI1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente
A-C-E/P/GRA1	PT09GRACP1	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente



Figura 5.1.3 | Classificação do estado ecológico das massas de água costeiras da ilha Graciosa.

5.1.1.2.3.2 | Águas de transição

Para a ilha Graciosa não estão designadas massas de água da categoria de águas de transição.

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 Graciosa não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, nesta categoria.

5.1.1.3.2 | Lagoas

Na ilha Graciosa não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, nesta categoria.

5.1.1.3.3 | Águas costeiras e de transição

Para a ilha Graciosa não estão designadas massas de água da categoria de águas 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, 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. Deste modo, é apresentada no Quadro 5.1.5 e Figura 5.1.4, para as três massas de água costeiras, a classificação do estado químico como bom.

Quadro 5.1.5 | Classificação obtida na avaliação das Substâncias Prioritárias e Outros Poluentes

Designação do tipo	Código	Substâncias prioritárias	Outros poluentes	Final
A-C-E/PP/GRA1	PT09GRACPP1	Bom	Bom	Bom
A-C-E/I/GRA1	PT09GRACI1	Bom	Bom	Bom
A-C-E/P/GRA1	PT09GRACP1	Bom	Bom	Bom

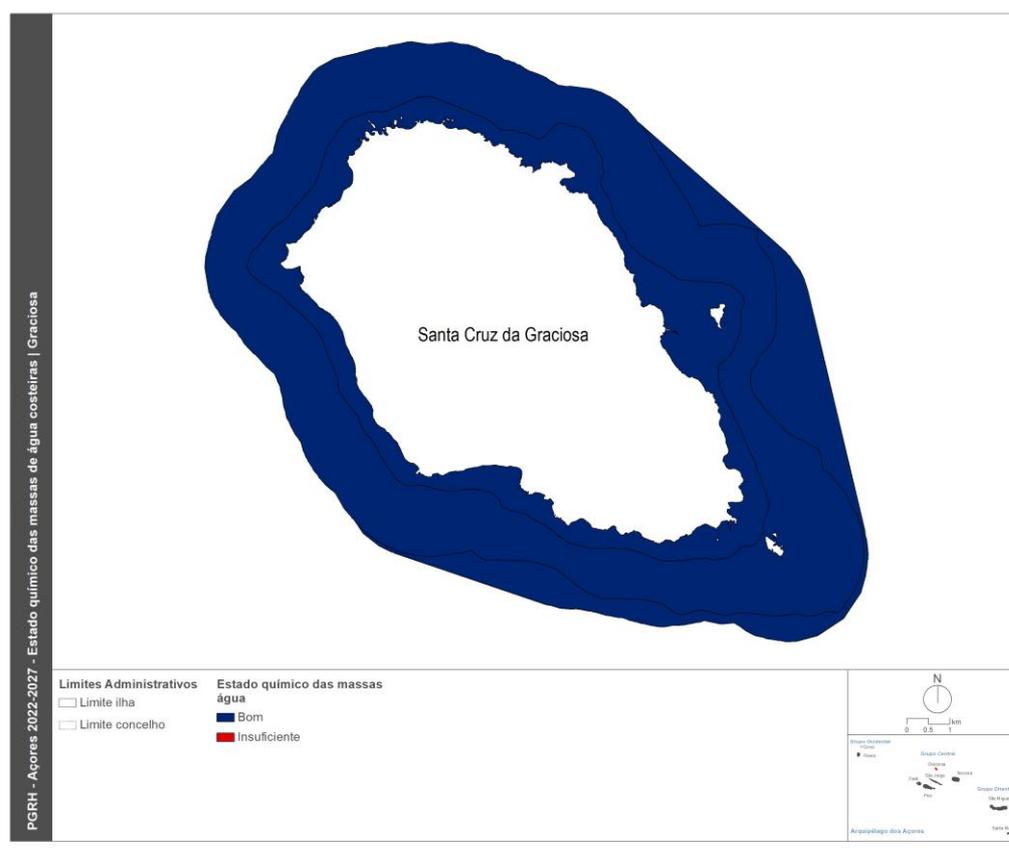


Figura 5.1.4 | Classificação do estado químico das massas de água costeiras da ilha Graciosa.

5.1.1.4 | Síntese

Abaixo apresentam-se os estados para as massas de água superficiais relevantes na ilha Graciosa.

5.1.1.4.1 | Ribeiras

Não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, da categoria rios na ilha Graciosa.

5.1.1.4.2 | Lagoas

Não existem massas de água designadas, nos termos da DQA, da categoria lagos na ilha Graciosa.

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 Graciosa, 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 essenciais para uma classificação do estado da massa de águas mais rigorosa. Deste modo, será fundamental 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 do 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 Graciosa, de acordo com o previsto no Anexo V da DQA, é classificado como excelente (Quadro 5.1.6 e Figura 5.1.5).

Quadro 5.1.6 | Classificação final do estado para as massas de água costeiras da ilha Graciosa

Designação do tipo	Código	Estado ecológico	Estado químico	Estado Final
A-C-E/PP/GRA1	PT09GRACPP1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/I/GRA1	PT09GRACI1	Excelente	Bom	Excelente
A-C-E/P/GRA1	PT09GRACP1	Excelente	Bom	Excelente



Figura 5.1.5 | Classificação do estado das massas de água costeiras da ilha Graciosa.

5.1.1.4.3.2 | Águas de transição

Para a ilha Graciosa não estão designadas massas de água da categoria de águas de transição.

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 5.1.7 a 5.2.3 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha Graciosa se encontram em Bom estado quantitativo (Figura 5.1.6)

Para o preenchimento do Quadro 5.1.7, 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 5.1.7 relativamente às massas de água da ilha Graciosa verifica-se que estas cumprem o critério estabelecido $Ext < 0,60 * RDisp$. Contudo, e como referido no ponto 3.4.2.3 do relatório, considera-se que esta questão resulta do facto do valor de recarga anual a longo prazo poder estar estimado por defeito uma vez que, por falta de informação hidrogeológica, não considera as transferências hídricas a partir das massas sobrejacentes, aspeto aliás já reconhecido no âmbito da elaboração do PRA (Cruz, 2001; DROTRH – INAG, 2001), a que acrescem outras incertezas nos cálculos, nomeadamente no que concerne ao real valor da contribuição das águas subterrâneas para o escoamento de superfície, em que se optou por estabelecer um critério elevado. Neste contexto, optou-se por atribuir uma classificação de bom estado a estas massas, uma vez que não existem evidências de sobre-exploração, por exemplo por salinização da água nos furos que captam nestas unidades.

Não foi considerada a existência de massas de água de superfície designadas no âmbito da implementação da DQA, bem como ecossistemas associados, como em risco de não cumprir os objetivos ambientais ou de serem danificados em resultado de alterações do escoamento subterrâneo.

Quadro 5.1.7 | 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 (hm ³ /ano)	Extração anual a longo prazo (Ext) (hm ³ /ano)	Contribuição das águas subterrâneas para a manutenção do caudal dos rios e dos ecossistemas (hm ³ /ano)	Recursos hídricos subterrâneos disponíveis (RDisp) (hm ³ /ano)	
Serra das Fontes	n.d.	0,50	0,04	n.a.	0,50	Bom
Serra Dormida	n.d.	0,90	0,03	n.a.	0,90	Bom
Plat. Sta. Cruz - Guadalupe	n.d.	8,20	1,39	n.a.	8,20	Bom

Legenda: n.a. – não aplicável face à inexistência de massas de água de superfície associadas; n.d. não determinado

Quadro 5.1.8 | Resultados da aplicação do teste do escoamento superficial

Massa de água	Existem massas de água de superfície associadas que não cumpram os objetivos da DQA relativamente ao regime hidrológico (elementos hidromorfológicos de suporte – caudais e condições de escoamento)?	Os impactes derivados da extração de águas subterrâneas são uma causa significativa para que não sejam alcançados os objetivos ambientais estabelecidos na DQA/Lei da Água?	Estado
Plat. Sta. Cruz - Guadalupe	Não	Não	Bom
Serra das Fontes	Não	Não	Bom
Serra Dormida	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.9 | 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
Plat. Sta. Cruz - Guadalupe	Não	Sim	Não	Bom
Serra das Fontes	Não	Sim	Não	Bom
Serra Dormida	Não	Sim	Não	Bom

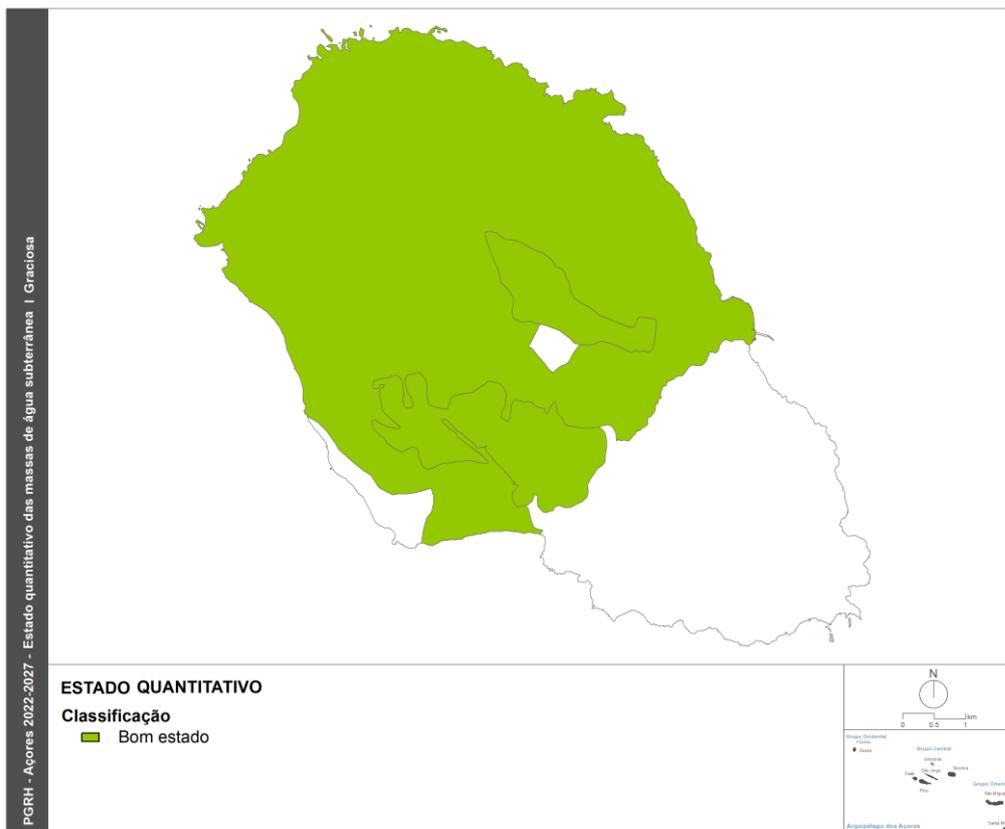


Figura 5.1.6 | Classificação do estado quantitativo das massas de água subterrâneas na ilha Graciosa.

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 Graciosa os dados relativos ao quimismo das massas de água subterrâneas referem-se ao período em que a rede de monitorização produziu resultados, nomeadamente uma série temporal com início em 2006, embora com hiatos. A reduzida extensão temporal das séries de dados disponíveis à data limitam a análise efetuada no âmbito do presente relatório.

As amostras recolhidas no âmbito da rede de vigilância do estado químico apresentam um pH alcalino, com medianas a variar entre 7,05 e 8,13 unidades de pH, e correspondem a águas predominantemente frias a ortotermais (16,50 °C a 20,25 °C) (Quadro 5.1.10). A mineralização das águas é variável, sendo os valores de mediana da condutividade elétrica mais elevados na massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe (1164,5 – 2630,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$), comparativamente às restantes massas monitorizadas, o que resulta do facto de na primeira as águas serem amostradas em furos em que a composição química é influenciada pela mistura com sais marinhos. Nas massas Serra das Fontes e Serra Dormida, onde apenas se monitorizam nascentes, a mediana da condutividade elétrica varia entre 253,5 e 410,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A influência deste fenómeno modificador é também demonstrada pelo facto das amostras na massa Plataforma Santa Cruz - Guadalupe patentarem uma tendência cloretada bem marcada, como demonstram os resultados obtidos nas últimas duas campanhas de amostragem, nomeadamente em 18 de outubro de 2017 e 23 de abril de 2018: domínio dos tipos de água cloretada sódica na massa Plataforma Santa Cruz – Guadalupe, o que mostra a influência do fenómeno modificador acima referido (Figura 5.2.4). Por seu turno, as amostras recolhidas na massa de água Serra Dormida, onde as mineralizações são mais baixas, são dos tipos bicarbonatada sódica magnesiânica a cloretada sódica magnesiânica, enquanto por seu turno a mostra recolhida na m.a. Serra das Fontes é do tipo cloretada bicarbonatada sódica (Figura 5.1.7).

O padrão gráfico dos diagramas de Schoeller respetivos permite verificar que as águas apresentam grande semelhança na composição relativa, diferenciando-se essencialmente pela magnitude de mineralização (Figura 5.1.8).

Quadro 5.1.10 | Valores de mediana apurados para os parâmetros físico-químicos e concentrações em elementos maiores nas águas subterrâneas monitorizadas nas massas de água da ilha Graciosa

Massa de água	Ref ^a	Temp °C	pH	Cond. (20°C) $\mu\text{S}/\text{cm}$	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
Plataforma Santa Cruz - Guadalupe	GRA.30	18,50	7,64	1164,50	91,50	108,50	39,30	30,80	284,00	130,00	7,65	38,50	34,15
	GRA.31	20,25	7,55	2630,00	91,00	100,25	36,20	54,00	733,00	259,00	10,00	95,00	72,80
	GRA.32	19,00	7,10	2200,00	106,00	100,70	39,90	79,50	612,00	336,50	17,00	53,50	35,70

Massa de água	Ref ^a	Temp °C	pH	Cond. (20°C) µS/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
	GRA.34	18,00	7,05	1350,00	95,00	107,65	38,50	49,00	354,00	240,00	11,65	43,00	28,70
Serra das Fontes	GRA.16	18,00	7,66	253,50	47,00	105,55	29,50	5,90	45,00	37,00	1,90	6,50	6,60
Serra Dormida	GRA.12	16,50	8,13	287,00	77,00	105,00	33,60	5,40	49,50	37,00	4,80	7,20	10,90
	GRA.26	18,00	7,50	410,50	102,00	106,00	30,00	9,60	55,00	47,00	4,40	11,50	17,50

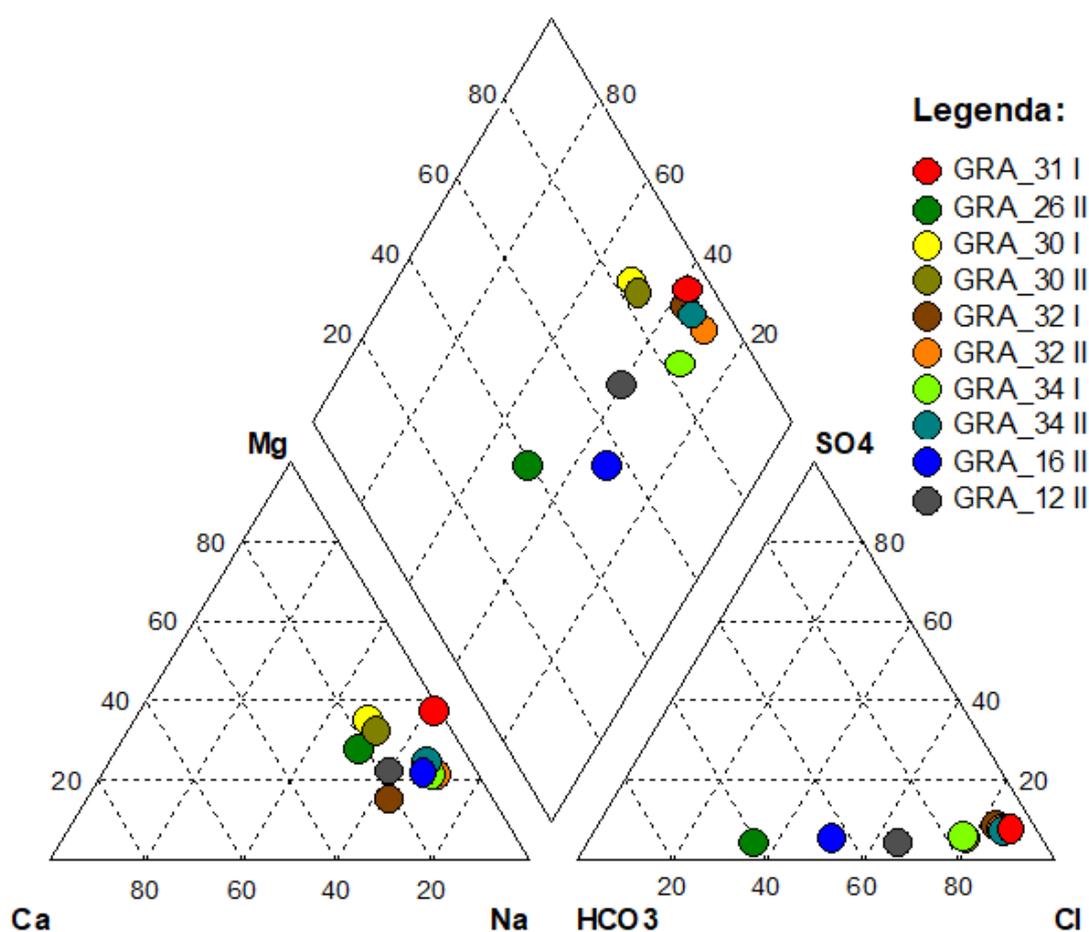


Figura 5.1.7 | Diagrama de Piper relativo à média da composição química da água monitorizada nas massas de água da ilha Graciosa (I – amostragem de 2017; II – amostragem de 2018).

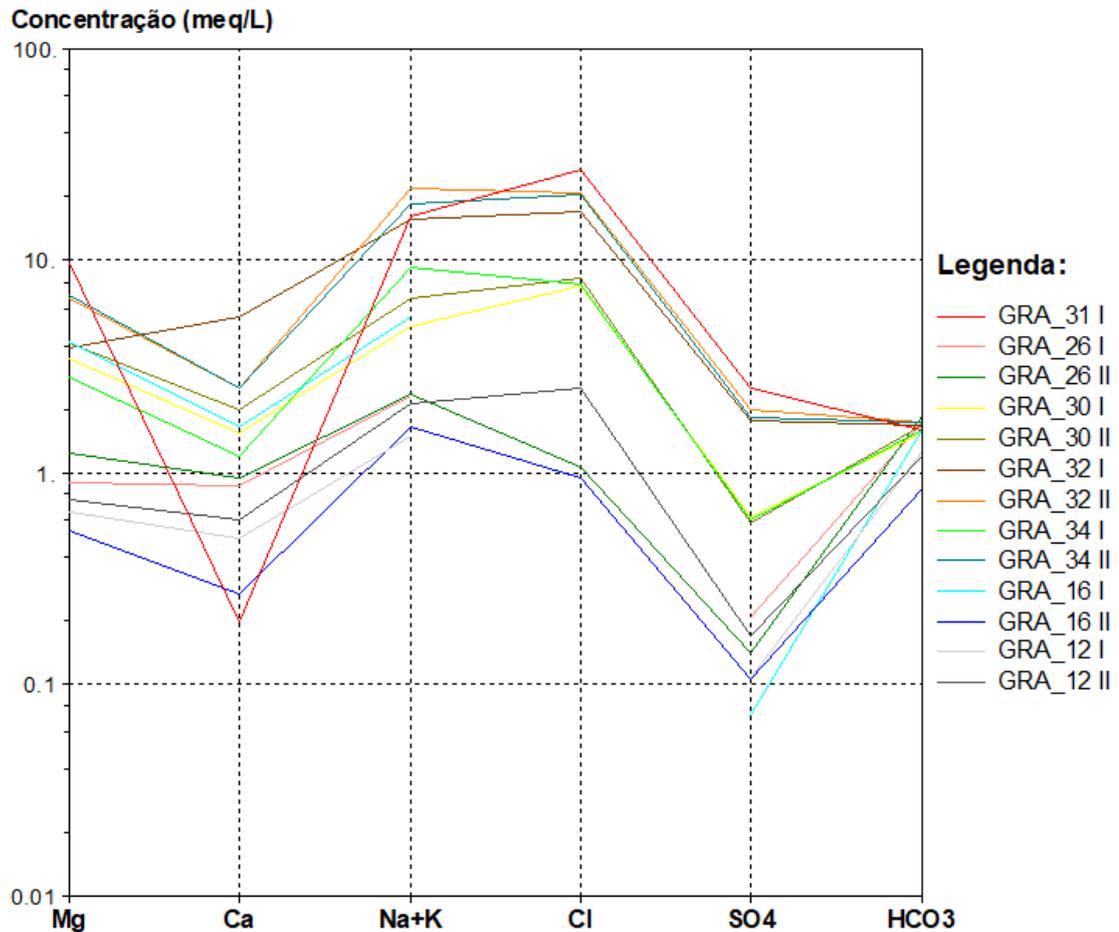


Figura 5.1.8 | Diagrama de Schoeller relativo à média da composição química da água monitorizada nas massas de água da ilha Graciosa (I – amostragem de 2017; II – amostragem de 2018).

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:

$$MA = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^n \left(\frac{1}{n_{ijs} + p_{ijs}} \left(\sum_t m_{ts} + \sum_t w l_{ts} \right) \right)$$

O extremo superior do intervalo de confiança para a média a 95% ($\alpha=0,05$) é dada por:

$$CL_{95} = MA + t_{N-1, 1-\alpha/2, N}$$

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 Graciosa foi possível estimar o valor de CL_{95} apenas para a massa de água Plataforma Santa Cruz – Guadalupe, verificando-se que ocorre a ultrapassagem dos valores limiar e critério relativamente à condutividade elétrica, cloreto, sódio, ferro e manganês, sendo patente, face aos valores listados no Quadros 5.1.11 e 5.1.12, que o próprio MA_{50} dos vários pontos monitorizados também excede o limite. Esta situação denota a captação de água com maior fração de sais marinhos, e optou-se por atribuir a classificação de Estado Médio a esta massa de água. Nesta mesma massa observam-se, ainda, excedências relativamente ao ferro e manganês cuja origem deverá ser investigada em pormenor, obrigando à recolha de mais dados.

Salienta-se, ainda, que a questão da salinização da água subterrânea nestas massas de água já tinha sido identificada em outros trabalhos (Cruz & Silva, 2000, 2001; Cruz *et al.*, 2010, 2011; Cruz & Andrade 2017) e, na sequência da adoção dos Planos de Gestão de Região Hidrográfica da RH 9 (AHA/DRA, 2009, 2011), motivou um estudo para reavaliar a subdivisão destas massas de água.

No que respeita às massas de água Serra das Fontes e Serra Dormida, não tendo sido possível realizar o cálculo CL_{95} por falta de pontos de monitorização em número suficiente, optou-se por apresentar os valores de MA_{50} para os locais da rede existente, o que permite verificar que na grande maioria dos casos também não ultrapassam os valores limiar e critério e manter a designação de Bom Estado, o que não contraria as disposições legais aplicáveis (Quadros 5.1.11 e 5.1.12). A única excedência é observada na massa Serra Dormida, no caso face ao P_2O_5 .

Os valores critério (VC) referidos Quadros 5.1.11 e 5.1.12 foram estabelecidos com base nos valores regulamentares e limiares, adotados no primeiro caso a partir da legislação em vigor (Decreto-Lei 208/2008, de 28 de outubro), e no segundo caso segundo a proposta do Instituto da Água (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 5.1.13 a 5.1.17 apresentam-se os resultados relativos aos vários testes efetuados, concluindo-se que na generalidade as massas de água da ilha Graciosa se encontram em Bom Estado químico, com exceção da massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe (Figura 5.2.13). Em qualquer caso não foram encontrados impactes sobre eventuais massas de água de superfície associadas ou sobre ecossistemas terrestres dependentes.

Quadro 5.1.11 | Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico na ilha Graciosa

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	
Plataforma Santa Cruz - Guadalupe	GRA.30	19,31	7,57	1121,13	92,50	278,13	30,16	139,88	7,76	39,93	34,31	18,60	18,75	56,41	Medíocre
	GRA.31	20,64	7,53	2575,06	96,56	775,20	71,11	241,98	10,70	88,58	74,00	16,62	17,00	64,19	
	GRA.32	19,24	7,02	2331,11	106,13	638,58	77,71	344,50	16,95	57,01	45,73	26,17	16,67	35,47	
	GRA.34	18,52	7,03	1541,50	95,83	396,33	50,52	263,00	13,62	48,67	31,92	26,47	18,33	68,54	
	MA	19,43	7,29	1892,18	97,75	521,55	57,38	247,34	12,26	58,55	46,49	21,96	17,69	56,15	
	CL ₉₅	20,84	7,77	2989,85	107,07	881,96	91,62	381,28	18,52	92,28	77,21	30,07	19,30	79,50	
Serra das Fontes	GRA.16	17,79	7,65	473,33	52,82	96,67	8,04	52,35	14,50	13,65	12,86	15,58	15,00	33,50	Bom
	MA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CL ₉₅	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Serra Dormida	GRA.12	16,86	8,14	304,43	78,08	54,38	5,94	36,46	5,09	7,52	11,04	4,54	17,14	36,25	Bom
	GRA.26	18,06	7,49	413,64	103,15	54,57	9,94	47,07	4,38	11,75	17,59	33,67	16,43	36,25	
	MA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CL ₉₅	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
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 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 5.1.12 | Avaliação dos resultados da monitorização do estado químico na ilha Graciosa

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	
Plataforma	GRA.30	0,16	185,63	13,13	93,75	20,31	1,34	0,44	0,14	94,17	1,47	2,19	1,25	0,05	0,05	Medíocre

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	
Santa Cruz - Guadalupe	GRA.31	0,17	162,88	14,00	1342,50	25,00	1,19	0,35	0,13	33,75	1,40	2,14	1,25	0,05	0,06	Mediocre
	GRA.32	0,15	230,43	10,79	70,00	22,14	1,16	0,34	0,13	31,25	4,83	1,84	1,25	0,05	0,05	
	GRA.34	0,19	189,17	11,00	1115,00	83,67	1,29	0,77	0,14	25,00	8,40	2,73	1,25	0,05	0,05	
	MA	0,17	192,02	12,26	655,31	32,78	1,25	0,48	0,14	46,04	4,02	2,23	1,25	0,05	0,05	
	CL ₉₅	0,20	236,78	14,75	1719,22	65,68	1,38	0,79	0,15	97,42	9,32	2,81	1,25	0,05	0,06	
Serra das Fontes	GRA.16	0,10	153,78	58,56	58,89	37,78	1,18	0,34	0,13	25,00	1,48	1,95	1,25	0,05	0,05	Bom
	MA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CL ₉₅	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Serra Dormida	GRA.12	0,16	401,00	35,27	57,27	20,91	1,23	0,34	0,14	34,17	1,85	1,88	1,25	0,06	0,05	Bom
	GRA.26	0,19	270,55	11,50	90,91	20,00	1,23	0,56	0,14	91,67	1,45	2,00	1,25	0,05	0,05	
	MA	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
	CL ₉₅	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
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 crítico; 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 5.1.13 | 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 subterrâneas, melhora a delimitação e tratar individualmente como massas independentes?	A extensão da excedência relativamente aos limiares ou aos normativos excede os 20%?	Outras avaliações comprovam que a massa de água subterrânea se encontra em Bom estado?	Estado
Plat. Sta. Cruz - Guadalupe	Sim	Não	Sim	n.a.	Mediocre
Serra das Fontes	Não	Não	Não	n.a.	Bom
Serra Dormida	Sim	Não	Não	n.a.	Bom

Legenda: n.a. – não aplicável

Quadro 5.1.14 | Resultados do teste das intrusões salinas ou outras

Massa de água	Existem evidências de ocorrência de pressão, demonstrada por uma avaliação quantitativa?	O valor médio em qualquer ponto de monitorização excede os limiares (ex. Condutividade elétrica; Cl; SO ₄) ou os normativos aplicáveis?	Existe alguma tendência estatisticamente significativa de aumento num ou mais pontos de monitorização?	Existe algum impacto significativo num ponto de captação de águas subterrâneas?	Estado
Plat. Sta. Cruz - Guadalupe	Não	Sim	Não	Sim	Mediocre
Serra das Fontes	Não	Não	Não	Não	Bom
Serra Dormida	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.15 | 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
Plat. Sta. Cruz - Guadalupe	Não	Não	Não	Não	Bom
Serra das Fontes	Não	Não	Não	Não	Bom
Serra Dormida	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.16 | 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
Plat. Sta. Cruz - Guadalupe	Não	Não	Não	Não	Bom
Serra das Fontes	Não	Não	Não	Não	Bom
Serra Dormida	Não	Não	Não	Não	Bom

Quadro 5.1.17 | 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
Plat. Sta. Cruz - Guadalupe	Não	Não	Não	Bom
Serra das Fontes	Não	Não	Não	Bom
Serra Dormida	Não	Não	Não	Bom

Relativamente aos poluentes que implicam que a massa de água Plataforma de Santa Cruz – Guadalupe seja classificada como medíocre, nomeadamente a condutividade elétrica e o cloreto, não se procedeu à tentativa de identificação de eventuais tendências significativas estatisticamente de aumento. Com efeito, não se dispunha de séries temporais suficientemente extensas para aplicar a metodologia proposta por Grath *et al.* (2001) ao caso referido.

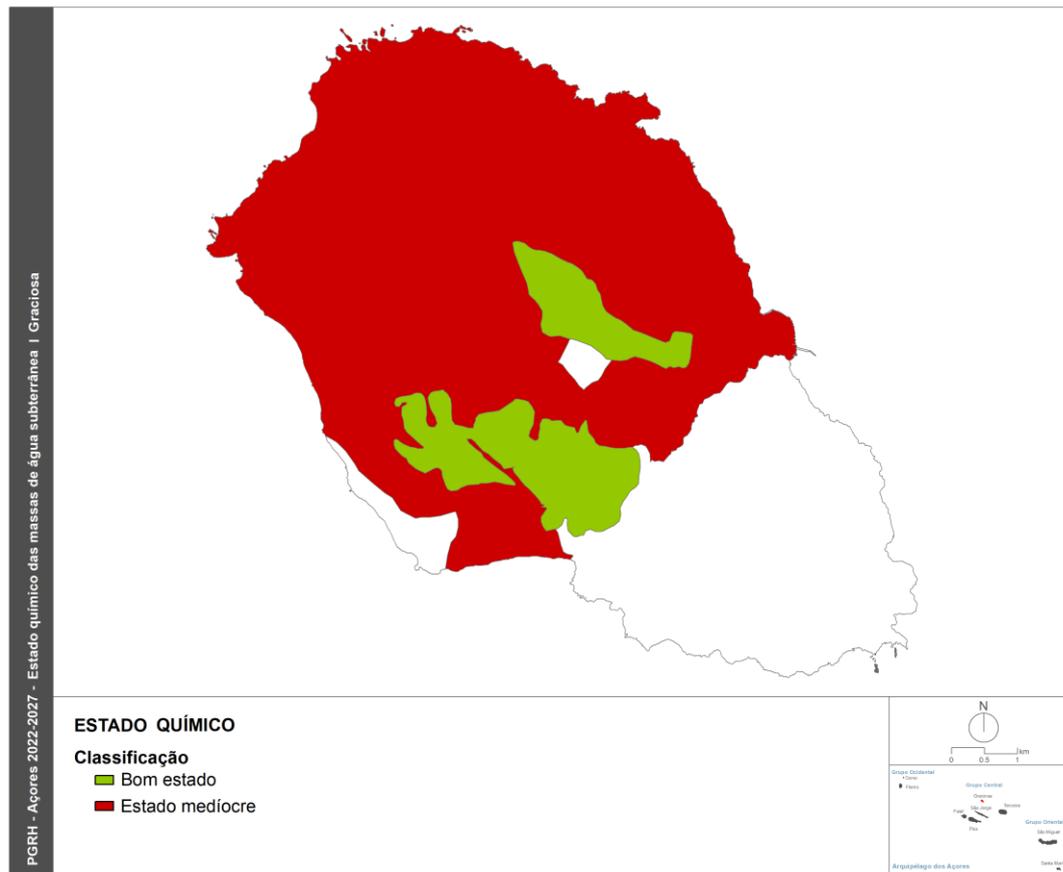


Figura 5.1.9 | Classificação do estado químico das massas de água subterrâneas na ilha Graciosa.

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 5.1.18), a conclusão obtida é que todas as massas de água subterrâneas delimitadas na ilha Graciosa se encontram em Bom estado, com exceção da massa Plataforma de Santa Cruz - Guadalupe. No caso desta última o estado químico foi classificado como medíocre (Figura 5.1.10).

Quadro 5.1.18 | Classificação do estado da massa de água designada da categoria subterrâneas na ilha Graciosa

Massa de água	Código	Quantitativo	Químico	Síntese
Plataforma Stª Cruz - Guadalupe	PT09GRAGWPSCG1	Bom	Medíocre	Medíocre
Serra Dormida	PT09GRAGWSD	Bom	Bom	Bom
Serra das Fontes	PT09GRAGWSF	Bom	Bom	Bom

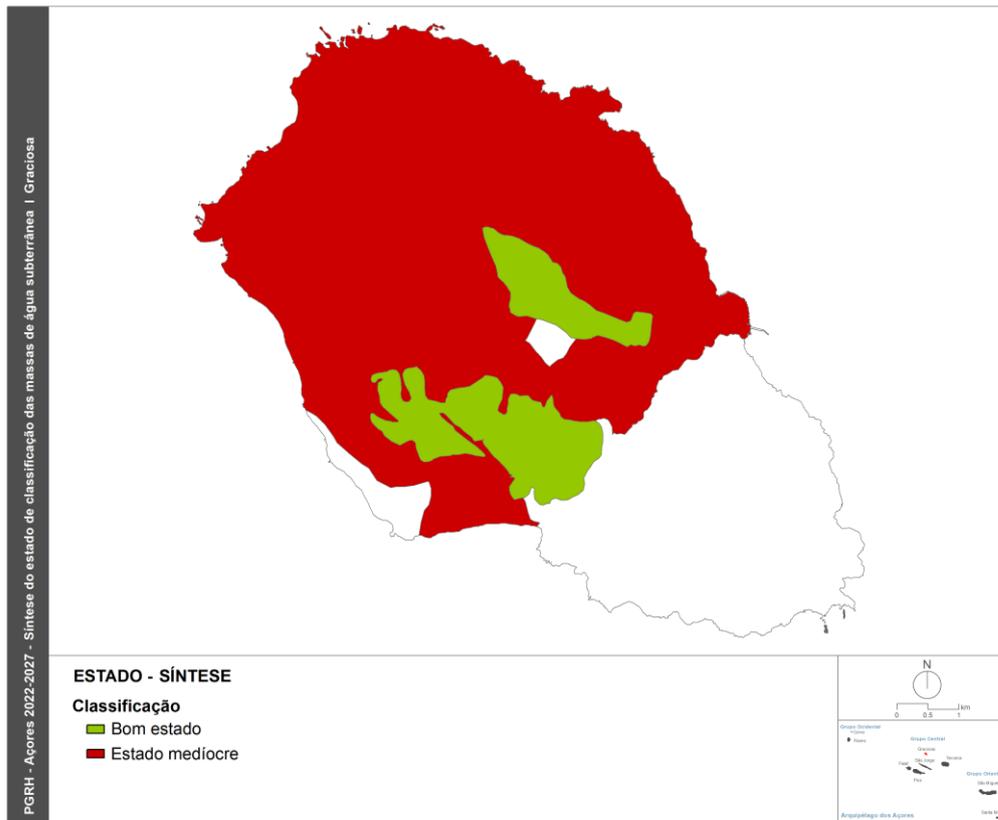


Figura 5.1.10 | Síntese do estado das massas de água subterrâneas da ilha Graciosa.

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 | Nível de recuperação de custos

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 Graciosa

Os serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano e de saneamento de águas residuais urbanas são prestados na ilha Graciosa pela Câmara Municipal de Santa Cruz da Graciosa (CMSCG) através dos seus serviços

municipais, em concreto o Setor de Águas e Saneamento, integrado na Divisão Técnica de Obras, Urbanismo, Habitação e Ambiente, que conta com 12 efetivos diretamente afetos (num total de 65 na Câmara Municipal).

A acessibilidade física da população da ilha Graciosa ao serviço público de abastecimento de água para consumo humano pode-se considerar praticamente universal. Já no tocante ao serviço de saneamento de águas residuais urbanas, apesar de a quase íntegra dos efluentes recolhidos através de redes fixas ser objeto de tratamento, apenas 19% da população, concentrada em Santa Cruz, é coberta por este serviço (Quadro 6.2.1).

Quadro 6.2.1 | Serviços públicos de água – níveis de atendimento

Indicadores	Unidades	Portugal	RAA	Graciosa
				Santa Cruz da Graciosa
Estimativa de população residente 2013	('000hab.)	10 427	247,4	4,4
População servida por sistemas públicos em 2013				
Abastecimento de água	%	94	100	100
Saneamento de águas residuais urbanas (drenagem)	%	78	38	19
Drenagem e tratamento	%	70	30	19

Fonte: INAG, 2011; Inquéritos PGRH-Açores 1.º Ciclo.

Este nível de atendimento, inferior à média açoriana, corresponde a cerca de um quinto da média nacional. Naturalmente, o desejável alargamento futuro do nível de atendimento deste serviço terá um impacte a nível dos custos dos serviços hídricos que importa perspetivar.

Tendo presente que o volume médio nacional de abastecimento faturado em 2013 a utilizadores finais por entidades gestoras de serviços públicos de abastecimento foi de 57m³/hab, observa-se que a intensidade de consumo na ilha Graciosa (pouco inferior à média da região) é superior em cerca de 20% (Quadro 6.2.2).

Quadro 6.2.2 | Necessidades anuais de abastecimento através de redes pública

Indicadores	Unidades	RAA	Graciosa
			Santa Cruz da Graciosa
Necessidades globais dos usos dos setores urbano, turismo e indústria - 2013	000m ³	14 810	241
Volume de água faturado a utilizadores finais – 2013	000m ³	19 323	343
Capitação 2013	m ³ /hab/ano	78	78
Necessidades globais dos usos dos setores urbano, turismo e indústria - 2027	000m ³	15 390	254
Variação 2013-2027	%	4	5

Fonte: INAG, 2011; Inquéritos PGRH-Açores 1.º Ciclo; SREA, 2014.

Com base nos níveis de atendimento de SAR e assumindo um coeficiente de afluência à rede de 19%, temos que apenas cerca de 29 mil m³ de efluentes urbanos são recolhidos através de redes públicas de saneamento na ilha Graciosa, o que se traduz numa capitação inferior a um quarto da média nacional (Quadro 6.2.3).

Quadro 6.2.3 | Caudais anuais de efluentes drenados através de redes públicas

Indicadores	Unidades	Portugal	RAA	Graciosa
				Santa Cruz da Graciosa
População servida por sistemas públicos em 2013				
Saneamento de águas residuais urbanas (drenagem)	%	78*	38	19
Drenagem e tratamento	%	70*	30	19
Volume de água faturado a utilizadores finais – 2013	000m ³	602 390*	19 323	343
Capitação 2013	m ³ /hab/ano	57*	77	78
Volume total nos sistemas urbanos de drenagem - 2013				
Drenado	000m ³	463 133*	3 200	29
% de afluência às redes de drenagem	%	74*	38	19
Capitação 2013	m ³ /hab/ano	44*	13	7

*Dados referentes ao INSAAR 2008

Fonte: INAG, 2011; Inquéritos PGRH-Açores 1.º Ciclo; SREA, 2014.

Uma análise dos documentos de prestação de contas da CMSCG deverá ter em atenção que os serviços de águas representam:

- Não mais do que 20% dos colaboradores da Câmara Municipal;
- Apenas cerca de 7% do total de proveitos de cerca de 3,6 milhões em 2009, sendo que o essencial das atividades da Câmara é financiado através de transferências e subsídios obtidos.

Em termos patrimoniais, num total de €14,8 milhões de ativos líquidos, as redes de águas e de saneamento estão contabilizadas em, respetivamente, 1,9 e 1,2 milhões de euros, correspondendo no conjunto a 20% daquele valor.

Em termos de investimentos, com a conclusão do reforço do abastecimento à zona Norte da ilha, o foco centrou-se recentemente na remodelação das redes de abastecimento à freguesia da Luz, projeto financiado em €390 mil através da Direção Regional do Planeamento e Fundos Estruturais e que representou em 2009 uma execução financeira de €350 mil.

Os níveis tarifários aplicados ao serviço de abastecimento na ilha Graciosa situam-se abaixo, quer da média do arquipélago, quer da média nacional. Adicionalmente, não só as taxas de atendimento do serviço de saneamento são baixas, como os níveis tarifários aplicados aos utilizadores servidos são muito inferiores aos do serviço de abastecimento. Tal resulta em níveis de proveitos tarifários por habitante relativamente baixos que não permitem sequer recuperar os custos de exploração e gestão (Quadro 6.2.4).

Quadro 6.2.4 | Análise do grau de recuperação de custos com os serviços públicos de águas na ilha Graciosa

Indicadores	Unidades	Portugal	RAA	Graciosa
				Santa Cruz da Graciosa
Receita tarifária serviço de abastecimento	€'000	689 152	20 326	254
Receita tarifária por volume faturado	€/m ³	1,14	1,05	0,70

Indicadores	Unidades	Portugal	RAA	Graciosa
Receta tarifária por população servida	€/hab/ano	68,99	82,37	57,75
Receita tarifário serviço de saneamento	€'000	216 288	2 492	7,4
Receita tarifária por volume de água faturado a utilizadores servidos	€/m³	0,46	0,34	0,11
Receta tarifária por população servida	€/hab/ano	26,09	26,57	8,89
NÍVEL RECUPERAÇÃO DE CUSTOS - SERVIÇOS DE ÁGUAS				
Custos de exploração e gestão totais	€'000	629 971	7 689	360
Investimentos	€'000	786 121	16 854	389
CUSTOS TOTAIS	€'000	1 512 185	61 558	1 112
Receita tarifária	€'000	905 440	22 818	262
Outras receitas	€'000	85 866	1 027	0
RECEITAS TOTAIS	€'000	991 306	23 845	262
Recuperação de custos totais (%)		74	39	24
Recuperação de custos de exploração e gestão (%)		84	53	36

Fonte: DROTRH-SRA, 2008

No que concerne à recuperação de custos, a tabela anterior procura isolar a partir dos documentos de prestação de contas da Câmara Municipal os serviços de águas prestados por esta entidade, revelando significativo défice de recuperação de custos.

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.

6.2.5 | Perspetivas futuras

Em termos prospetivos, com base no Estudo de Conceção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de água e Saneamento de Águas Residuais da RAA, as necessidades de investimento futuro são valorizadas em cerca de €9 milhões (Quadro 6.2.5).

Quadro 6.2.5 | Necessidades de investimentos futuros

Territórios Municípios	Unidades	R.A. Açores	
		Total	Graciosa Santa Cruz da Graciosa
Estimativa de população residente 2027	'000hab	254	4,5
Projeção de custos futuros			
Investimento necessário na vertente de abastecimento	€'000	105 026	6 254
Investimento <i>per capita</i>	€/hab	424	1 421
Investimento necessário na vertente de saneamento	€'000	178 806	3 131

Territórios Municípios	Unidades	R.A. Açores	Graciosa
		Total	Santa Cruz da Graciosa
Investimento <i>per capita</i>	€/hab	723	712
Investimento total	€'000	283 832	9 385
Investimento <i>per capita</i>	€/hab	1 147	2 133

Fonte: DROTRH-SRA, 2008

No que concerne à evolução futura das receitas tarifárias necessárias, embora tal dependa em muito do grau de comparticipação que estes investimentos venham a ter, as receitas tarifárias já geradas pela CMSCG, afiguram-se à partida manifestamente insuficientes (Quadro 6.2.6).

Quadro 6.2.6 | Projeção de receitas tarifárias necessárias

Indicadores	Unidades	RAA	Graciosa
			Santa Cruz da Graciosa
Estimativa de população residente 2027	'000 hab.	254	4,5
Renda económica do capital	€'000	15 207	503
Custos anuais de exploração	€'000	18 286	462
Custos administrativos	€'000	4 571	116
Total de custos	€'000	38 064	1 080
Reconhecimento de subsídios ao investimento	€'000	0	0
Proveitos tarifários necessários	€'000	38 064	1 080
Receita tarifária atual	€/hab/ano	92	59
Receita tarifária futura (0% de comparticipação)	€/hab/ano	154	245
Receita tarifária futura (50% de comparticipação)	€/hab/ano	124	169
Receita tarifária futura (75% de comparticipação)	€/hab/ano	109	143

Fonte: DROTRH-SRA, 2008

Atendendo ao já elevado nível de cobertura do serviço de abastecimento, admite-se que as necessidades de investimento futuro nesta vertente estejam sobreavaliadas ou devam ser reequacionadas. Todavia, mesmo num cenário em que apenas os investimentos na vertente de saneamento tivessem de ser realizados, um aumento de proveitos tarifários afigura-se necessário (embora tal não se traduza linearmente em termos de níveis tarifários em virtude de um aumento na taxa de cobertura do serviço de saneamento) (Figura 6.2.1).

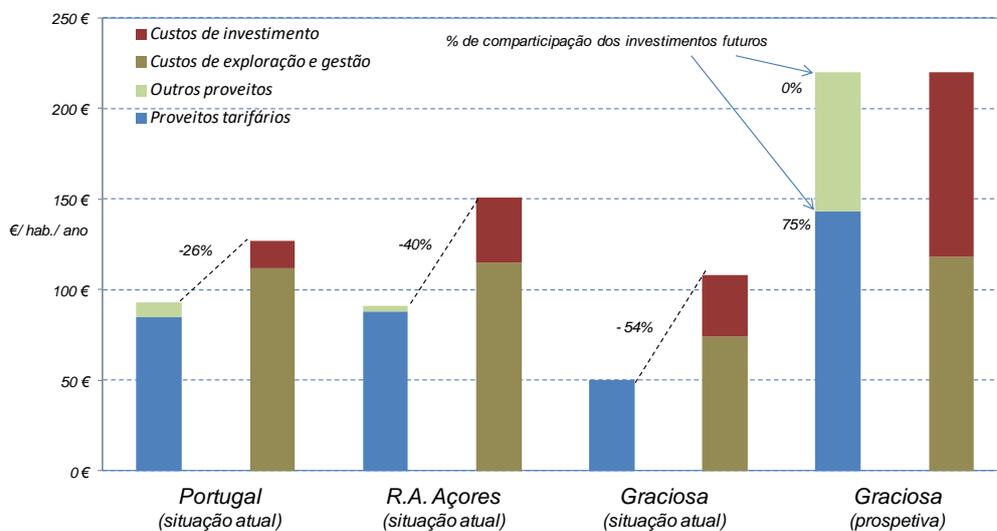


Figura 6.2.1 | Perspetiva sobre o grau de recuperação de custos dos serviços públicos de águas na ilha Graciosa.

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

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.
- Allen, R. G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998) – Crop Evaporation. Guidelines for computing crop water requirements – FAO 56 – Roma.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith, M. (1998). Crop Evaporation. Guidelines for computing crop water requirements, FAO 56, Roma
- Andrade (1990) (Andrade, C. (1990) - O ambiente de barreira da Ria Formosa, Algarve – Portugal. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa. 651 pg)
- Andrade, C., Gomes, N. e Romariz, C. (1987) - Mapa da erosão hídrica potencial da bacia hidrográfica da Ria Formosa, Relatório Interno. Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa. 24 pg.
- Assunção, C.T. e Canilho, M.H. (1969) - Notas sobre a petrografia comparada das ilhas Atlânticas. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências de Lisboa* 11(2): 305-342.
- Azevedo (2001) “Açoreana”, *Boletim da Sociedade Afonso de Chaves* (VOL. IX; FASC.III); Dez 2001
- 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. (1999b) – Simulation of local Climate in Islands Environments Using a GIS Integrated Model – *Emerging Technologies for Sustainable Land Use and Water Management*. – Musy *et al.* (Eds.), Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Lausanne, Switzerland.
- Azevedo, e. b.; Pereira, l. s; Itier, b. (1998) – Modeling the Local Climate in Islands Envirments. Orographic Clouds Cover – In: R.S.Schmenauer & Bridman (Eds.). *First International Conference on Fog and Fog Collection*. IDRC, Ottawa, Canada. Pp 433-436
- Azevedo, E.B. (1996) – Modelação do clima insular à escala local. Modelo CIELO aplicado à ilha Terceira. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 247 pp.
- Azevedo, E.B., Rodrigues, A.C., Diogo, P.A. & Rodrigues, M.C. (2002). Infiltração e Escoamento em Pequenas Ilhas Vulcânicas. in proc. do 6º Congresso da Água. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH), Porto.
- Azevedo, E.B.; Rodrigues, A.C.; Diogo, P.A. Rodrigues, M.C. (2002) – Infiltração e Escoamento em Pequenas Ilhas Vulcânicas – in proc. Do 6º Congresso da Água – Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH) – Porto.
- AZEVEDO, E.B.; RODRIGUES, M.C.; FERNANDES, J.F. (2004) – CLIMA - ATLAS BÁSICO DOS AÇORES – Victor Hugo Forjaz, Edt. – OVGA – Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores. Ponta Delgada.
- AZEVEDO, J. M. M., WALLENSTEIN, N., PORTEIRO, J. M., AZEVEDO, E. B. E SILVA, R. (2004) - ASSOREAMENTO DE LAGOS VULCÂNICOS: O CASO PARTICULAR DAS LAGOAS DO CALDEIRÃO, ILHA DO CORVO, AÇORES. *Anais da 8ª Conferência Nacional de Ambiente*. Univ. Nova de Lisboa, 31 de outubro.
- Azevedo, J.M.M. (1998) - Geologia e Hidrogeologia da ilha das Flores (Açores - Portugal). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, D.C.T., Universidade de Coimbra, Coimbra, 2 Vol., Coimbra, 403 pp.

Azevedo, J.M.M. (1998). Geologia e Hidrogeologia da Ilha das Flores (Açores – Portugal). Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Geologia, Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra.

Azevedo, O.V. (1963). Carta de solos da Ilha Terceira. Relatório final de curso de Engenheiro Agrónomo, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

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.

Coutinho, R., Antunes, P., Freire, P. (2007) – Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Graciosa – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 17 pp.

Coutinho, R.M. (2000) - Elementos para a monitorização sismovulcânica da ilha do Faial (Açores): caracterização hidrogeológica e avaliação de anomalias de Rn associadas a zonas de desgaseificação. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 342 pp.

Cruz, J.V. & Coutinho, R. (1998) - Breve nota sobre a importância dos recursos hídricos subterrâneos no arquipélago dos Açores. Açoreana, 8, pp. 591-594.

Cruz, J.V. & França, Z. (2006) – Hydrogeochemistry of thermal and mineral springs of the Azores archipelago (Portugal). J. Volcanol. Geotherm. Res., 151, pp. 382-398.

Cruz, J.V. & Silva, M.O. (2000) - Groundwater salinisation in Pico island (Azores, Portugal): origin and mechanisms. Environmental Geology, 39, pp. 1181-1189.

Cruz, J.V. (1992) - Hidrogeologia da ilha de Santa Maria. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Geologia Económica e Aplicada pela FCUL. FCUL, 2 Vol., Lisboa, 486 pp.

Cruz, J.V. (1997) – Estudo hidrogeológico da Ilha do Pico (Açores – Portugal). Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, 2 vol., Ponta Delgada, 433 pp.

Cruz, J.V. (1997) - Hidrogeologia da Ilha do Pico. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, 2 vol., Ponta Delgada, 433 pp.

Cruz, J.V. (2001a) – Recursos Subterrâneos. Plano Regional da Água da RAA. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.

Cruz, J.V. (2001b) – Salinization of the Basal Aquifer System at Volcanic Islands: Azores Archipelago (Portugal) Case Study. In: Ribeiro, L. (Ed.), Proceedings 3th International Conference on Future Groundwater Resources at Risk, CVRM-Geosystems Center, Lisbon, pp. 633-640.

Cruz, J.V. (2003) - Groundwater and volcanoes: examples from the Azores archipelago. Environmental Geology, 44, pp. 343-355.

Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp. Cruz, J.V. & Amaral, C. (2004) - Major ion chemistry of groundwaters from perched-water bodies at Azores (Portugal) volcanic archipelago. Applied Geochemistry, 19, pp. 445-459.

Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Freire, P., & Mendes, S. (2011) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal). Environmental Earth Sciences, 62, pp.1273-1285.

Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Antune, P., Freire, P, Mendes, S., Fontiela, J. & Anglade, J. (2010a) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal): an overview. In: Condesso de Melo, T., Lebbe, L., Cruz, J.V., Coutinho, R., Langevin, C e Buxo, A. (eds), Proceedings SWIM 21 – 21st Salt Water Intrusion Meeting, Ponta Delgada, 109-112.

Cruz, J.V., Coutinho, R.M., Carvalho, M.R., Oskarsson, N. & Gislason, S.R. (1999) - Chemistry of waters from Furnas volcano, São Miguel, Azores: fluxes of volcanic carbon dioxide and leached material. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 92, pp. 151-167.

Cruz, J.V., Freire, P. & Costa, A. (2010b) - Mineral waters characterization in the Azores archipelago (Portugal). *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 190, pp. 353-364.

Custódio, E. (1989) - Groundwater characteristics and problems in volcanic rock terrains. In: *Isotopic techniques in the study of the hydrology of fractures and fissured rocks*, IAEA, Vienna, pp. 87-137.

CVARG (2010). <http://www.cvarg.azores.gov.pt/>

Declaração de Rectificação n.º 182/93, 30 de setembro. Rectifica o Decreto Regulamentar Regional n.º 14/93/A, 31 de julho, que aprova o regulamento da apanha de lapas na Região Autónoma dos Açores.

Declaração de Rectificação n.º 48-A/2006, de 7 de agosto. Rectifica o Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, que aprova o Plano sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 13/2010, de 7 de abril. Suspende, parcialmente, o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores, aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 38/2008/A, de 11 de agosto.

Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de maio. Adapta à Região Autónoma dos Açores o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT).

Decreto Legislativo Regional n.º 15/2007/A, de 25 de junho. Proceda à revisão da Rede Regional de Áreas Protegidas da Região Autónoma dos Açores, determina a reclassificação das áreas protegidas existentes e estabelece o regime jurídico de classificação e gestão da Rede Regional de Áreas Protegidas.

Decreto Legislativo Regional n.º 18/2002/A, de 16 de maio. Adapta à Região Autónoma dos Açores o Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, que procede à revisão da transposição para o direito interno das directivas comunitárias relativas à conservação das aves selvagens (Directiva Aves) e à conservação dos habitats naturais e da fauna e da flora selvagens (Directiva Habitats).

Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro. Regula a recolha, tratamento e descarga de águas residuais urbanas e procede à transposição para o direito regional a Directiva n.º 91/271/CEE do Conselho, de 21 de maio, com as alterações introduzidas pela Directiva n.º 98/15/CE, da Comissão, de 27 de fevereiro. Proceda ainda à revisão da transposição da Directiva n.º 86/278/CEE, do Conselho, de 12 de junho, alterada pela Directiva n.º 91/692/CEE, do Conselho, de 23 de dezembro, e pelo Regulamento (CE) n.º 807/2003, do Conselho, de 14 de abril, relativa à utilização das lamas de depuração na agricultura, de modo a evitar efeitos nocivos nos solos, na água, na vegetação, nos animais e no homem, incentivando a sua correcta utilização.

Decreto Legislativo Regional n.º 19/2003/A, de 23 de abril. Aprova o Plano Regional da Água da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho. Aprova o Plano sectorial da Rede Natura 2000 da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 21/93/A, de 23 de dezembro. Adapta à Região Autónoma dos Açores o Decreto-Lei n.º 19/93, de 23 de janeiro, que institui o regime jurídico de classificação da Rede Nacional de Áreas Protegidas.

Decreto Legislativo Regional n.º 26/2010/A, de 12 de agosto. Aprova o Plano Regional de Ordenamento de Território dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 38/2008/A, de 11 de agosto. Aprova o Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores.

Decreto Legislativo Regional n.º 43/2008/A, de 8 de outubro. Altera o Decreto Legislativo Regional n.º 14/2000/A, de 23 de maio, que adapta à Região Autónoma dos Açores o RJIGT.

Decreto Legislativo Regional n.º 45/2008/A, de 5 de novembro. Cria o Parque Natural da Ilha Graciosa.

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 13/2008/A, de 25 de julho. Aprova o Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha Graciosa.

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 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 6/2007/A, de 8 de fevereiro. Ratifica o Plano Director Municipal de Santa Cruz da Graciosa.

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).

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.

DRA (2019) - Carta de ocupação do solo da Região Autónoma dos Açores – COS.A/2018. Direcção 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.
- DROTRH-INAG (2001) Plano Regional da Água. Relatório técnico. Versão para consulta pública. DROTRH-INAG, Ponta Delgada, 414 pp.
- EDA – Electricidade dos Açores: <http://www.eda.pt>
- EDA Informa, nº 136. 2010 setembro/outubro.
- EEG - Empresa de Electricidade e Gaz: <http://www.eeg.eda.pt>
- F. D. Santos e P. Miranda (editores) (2006) Alterações Climáticas em Portugal - Cenários Impactos e Medidas de Adaptação - Projeto SIAM_II, Gradiva, Lisboa.
- Feraud, G., Kaneoka, J. e Allegre, C. (1980) - K/Ar ages and stress pattern in the Azores: Geodynamic implications. Earth Planet. Sci. Letters, 46, p. 275-286.
- 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.
- Forjaz, V.H. (1984) – S.Miguel volcanostratigraphic sketch. Dep.Geociências, Univ. Açores, Ponta Delgada, 1 pp.
- França, Z. (2000) - Origem e evolução petrológica e geoquímica do vulcanismo da ilha do Pico, Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 372 pp.
- França, Z., Nunes, J.C., Cruz, J.V., Duarte, J.F & Forjaz, V.H. (2002) – Estudo preliminar do vulcanismo da ilha do Corvo, Açores. In: Garcia, F.G. & Valero, J.L.B. (Eds.), Proceedings 3ª Assembleia Luso-Espanhola de Geodesia e Geofísica, Tomo II, Editorial UPV, Valência: 727-730.
- Gaspar, J.L. (1996) - Ilha Graciosa (Açores). História vulcanológica e avaliação do hazard. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 256 pp.
- Gaspar, J.L., Queiroz, G., Pacheco, J.M., Ferreira, T., Wallenstein, N., Almeida, M.H. e Coutinho, R. (2003) - Basaltic lava ballons produced during the 1998-2001 Serreta Submarine Ridge eruption (Azores). In: White, J.D.L., Smellie, J.L. e Clague, D.A. (Eds.) Explosive Subaqueous Volcanism, Geophysical Monograph 140, AGU, Washington D.C., 379 pp.
- Guest, J.E., Gaspar, J.L., Cole, P.D., Queiroz, G., Duncan, A.M., Wallenstein, N., Ferreira, T. & Pacheco, J.M. (1999) - Volcanic geology of Furnas volcano, São Miguel, Azores. Journal of Volcanol. and Geotherm. Res. 92: 1-29.
- Hayes, M., Svoboda, M., Wilhite, D., Vanyarkho, O., Monitoring the 1996 Drought Using the Standardized Precipitation Index, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 80, No. 3, March 1999, pp 429-438.
- IGP (2008). Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP). Instituto Geográfico Português. Lisboa.
- 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, 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, 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 novembro 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.

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;

Krásný, J. (1993) - Classification of transmissivity magnitude and variation. *Ground Water*, 31, pp. 230-236.

Lei n.º 48/98, de 11 de agosto. Aprova a Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e Urbanismo (LBPOTU).

Lei n.º 54/07, de 31 de agosto. Altera a Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, que aprova LBPOTU.

Lencastre, A & Franco, F.M. (1984). *Lições de Hidrologia*. Serviços Editoriais da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Lloyd-Hughes, B., Saunders, M. (2002), A Drought Climatology for Europe, *International Journal of Climatology*, 2002, 22, pp 1571-1592.

LNEC (1990). Plano para a Gestão dos Recursos Hídricos da Ilha de S. Miguel – Açores. 1º Relatório – Caracterização Geral da Ilha de S. Miguel. LNEC, Relatório 118/91 – NHHF/NP, Lisboa.

Machado, F. (1959) Submarine pits of the Azores Plateau, *Bulletin Volcanologique*, (série II) 21, pp. 109-116.

Madruça, 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.

MAOTDR, 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.

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.

Medina, J.M.B e Grilo, J.T. (1981). Esboço pedológico da Ilha Graciosa (Açores). Instituto Nacional de Investigação Científica. Centro de Pedologia da Universidade Técnica de Lisboa e Universidade dos Açores

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

MIRANDA, P.M.; Valente, M.V.; Tomé, A.; Azevedo, E.B.; Trigo, R.; Aguiar, R.; – (2006) - "Cenários Climáticos Futuros" – in CLIMAAT_II, Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlânticos, FEDER-INTERREG_III B, Açores Madeira e Canárias – D. Santos e R. Aguiar (editores) – Direcção Regional do Ambiente da Madeira, pgs.24-33.

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.
- Needham, H., Francheteau, J. (1974) Some characteristics of the rift valley in the Atlantic Ocean near 36° 48' north. *Earth and Planetary Science Letters*, 22, pp. 29- 43.
- Nunes, J.C. (1999) – A actividade vulcânica na ilha do Pico do pliocénico superior ao holocénico: mecanismo eruptivo e hazard vulcânico. Dissertação para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 357 pp.
- Nunes, J.C. (2000) - Notas sobre a geologia da Terceira. *Açoreana* 9: 205-215.
- Pacheco, J.M., T. Ferreira, T., Queiroz, G., Wallenstein, N., Coutinho, R., Cruz, J.V., Pimentel, A., Silva, R., Gaspar, J.L., e Goulart, C. (2011) - Notas sobre a geologia do arquipélago dos Açores (in press).
- Parlamento Europeu e Conselho da UE, Directiva 2007/60/CE – Directiva relativa à avaliação e gestão dos riscos de inundação, Comissão Europeia, Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Bruxelas, 23 de outubro de 2007.
- Pinheiro, J.A. (1990). Estudo dos principais tipos de solos da ilha Terceira (Açores). Dissertação de Doutoramento, Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.
- Portal das Energias Renováveis: <http://www.energiasrenovaveis.com>
- Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro. Aprova a Lista Nacional de Zonas Vulneráveis e as Cartas de Zonas Vulneráveis do território português.
- Portaria n.º 148/2010, de 25 de fevereiro. Aprova a lista de zonas balneares costeiras dos Açores identificadas como águas balneares para a época balnear de 2010 e define a duração da respectiva época balnear
- Portaria n.º 43/93, de 2 de setembro. Estabelece as condições para a captura de moluscos univalves sem fins comerciais na Região Autónoma dos Açores.
- Portaria n.º 47/2006, de 22 de junho. Aprova o Programa de Acção para as zonas vulneráveis n.º 1 (Serra Devassa), n.º 2 (São Brás) e n.º 3 (Congro), na Ilha de São Miguel, n.º 6 (Capitão) e n.º 7 (Caiado) na Ilha do Pico e n.º 8 (Fundra), na Ilha das Flores, constituídas pelas bacias hidrográficas das lagoas, conforme Portaria n.º 1100/2004, de 3 de setembro.
- PROCESL-ECOSERVIÇOS-PROSPECTIVA (2005). Estudo de Concepção Geral do Sistema Integrado de Abastecimento de Água e Saneamento de Águas Residuais da RAA – Sub-Fase 1.1 – Estudo de Base - Volume V - Ilha Graciosa, Ponta Delgada, 38 pp.
- Queiroz, G. (1997) - Vulcão das Sete Cidades (S. Miguel, Açores): história eruptiva e avaliação do hazard. Dissertação de Doutoramento no ramo de Geologia, especialidade de Vulcanologia, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 226 pp.
- Queiroz, G., Gaspar, J.L., Cole, P.D., Guest, J.E., Wallenstein, N., Duncan, A.M. e Pacheco, J.M. (1995) - Erupções vulcânicas no vale das Furnas (ilha de S. Miguel, Açores) na primeira metade do Séc. XV. *Açoreana* 8(1): 159-168.
- Regulamento n.º 1882/2003/CEE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de setembro. Altera a Directiva n.º 91/676/CEE do Conselho, de 12 de dezembro, relativa ao regime legal de protecção das águas contra a poluição causada por nitratos de origem agrícola (Directiva Nitratos).
- Ricardo, R.P.; Madeira, M.A.M.; Medina, J.M.B. (1979). Enquadramento taxonómico dos principais tipos de solos que se admitem ocorrerem no Arquipélago dos Açores. *Anais do Instituto Superior de Agronomia*, 39. Lisboa.
- Rodrigues, M. C. (2002) – Recursos Hídricos e Património Natural – Tese de Mestrado em Gestão e Conservação da Natureza. Universidade dos Açores.
- Rodrigues, R. (1995) – Hidrologia de Ilhas Vulcânicas – Tese de Doutoramento. LNEC, Lisboa;
- Roger g. Barry (1992) – Mountain Weather & Climate – 2nd edition – Routledge Editors. London and New York. ISBN 0-415-07112-7. pp. 402
- SANTOS, F.D.; VALENTE M.A.; MIRANDA P.M.A.; AGUIAR A., AZEVEDO, E.B.; TOMÉ A.; COELHO F.E. (2004): “CLIMATE CHANGE SCENARIOS IN THE AZORES AND MADEIRA ISLANDS”, *World Resource Review*, 16, No 3, 473-491;

Santos, M. Teresa Viseu (2006). Segurança dos Vales a Jusante de Barragens. Metodologias de Apoio à Gestão do Riso. Intituto Superior Técnico (IST). Lisboa.

Schilling, J-G. (1975) – Azores mantle blob: rare-earth evidence. Earth Planet. Sci. Lett., 25, p. 103-115.

Searle, R. (1980) - Tectonics pattern of the Azores spreading centre and triple junction. Earth and Planet. Sci. Lett. 51: 415-434.

Serralheiro, A., Matos Alves, C.A., Forjaz, V.H. & Rodrigues, B. (1987) - Carta vulcanológica dos Açores na escala 1/15000; Ilha de Santa Maria. CV/INIC-DGUA-SRPCA, Ponta Delgada, 2 folhas.

Serviço Regional de Estatística dos Açores (SREA), 2014. Volume de água faturado a utilizadores finais - 2013

Silva, M. (2005) - Caracterização da sismicidade histórica dos Açores com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico nas ilhas do Grupo Central. Dissertação de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 146 pp.

Silveira, D. (2002) - Caracterização da sismicidade histórica da ilha de S. Miguel com base na reinterpretação de dados de macrossísmica: contribuição para a avaliação do risco sísmico. Dissertação de Mestrado em Vulcanologia e Riscos Geológicos, Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, 149 p.

Silvério Godinho (1989) – Intensidade, Duração e frequência da Precipitação no arquipélago dos Açores – O Clima de Portugal, Fascículo XLVI. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica.

SRAM/DROTRH (2007). Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma dos Açores. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar, Direcção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos, Ponta Delgada.

SREA (2003). Séries estatísticas 1993-2003. Serviço Regional de Estatística dos Açores, Angra do Heroísmo.

SREA (2008). Anuário Estatístico da Região Autónoma dos Açores – 2007. Serviço Regional de Estatística dos Açores. Angra do Heroísmo.

SREA (2018). Anuário Estatístico da RAA 2018. Serviço Regional de Estatística dos Açores. Angra do Heroísmo.

SREA, 2011. Recenseamento Agrícola 2009. Resultados Definitivos

Comissão Vitivinícola Regional dos Açores (CVRAçores), 2012. Áreas e Produções.

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

SRAM, 2013. Plano Setorial de Ordenamento do Território para as Atividades da Região Autónoma dos Açores

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.

Thom, H.C.S. (1958), A note on the Gamma distribution, Monthly Weather Review, Vol 86, nº 4, pp 117-122.

Weston, F.S. (1964) - List of recorded volcanic eruptions in the Azores with brief reports. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências de Lisboa 10(1): 3-18.

White, W.M., Tapia, M. e Schilling, J.-G. (1979) - The petrology and geochemistry of the Azores Islands. Contrib. Mineral. Petrol. 69: 201-213.

Zbyszewski, G. (1970) - Levantamento geológico da ilha Graciosa (Açores). Memórias da Academia das Ciências, t. XIV, p. 163-171.

Zbyszewski, G., Medeiros, A., Ferreira, O. e Torre de Assunção, C. (1972) - Carta Geológica de Portugal na escala 1/25000. Notícia explicativa da folha Ilha Graciosa (Açores). Serv. Geol. Portugal, 31 p.

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 nº 3, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 148 pp.
- CEC (2006) – Guidance on groundwater in drinking water protected areas. Guidance Document nº 16, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 34 pp.
- 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. (2006) – Perímetros de protecção às captações de água subterrânea – Terceira – Relatório final. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 52 pp.
- Cruz, J.V. (2001) – Recursos Subterrâneos. Plano Regional da Água da RAA. Relatório Técnico-Científico 03/DGUA/01, Centro de Geologia Ambiental, DG/UA, Ponta Delgada, 453 pp.
- Cruz, J.V. (2004) – Ensaio sobre a água subterrânea nos Açores. História, ocorrência e qualidade. Ed. SRA, Ponta Delgada, 288 pp.
- Cruz, J.V. e Silva, M.O. (2000) - Groundwater salinisation in Pico island (Azores, Portugal): origin and mechanisms. Environmental Geology 39:1181-1189.
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Freire, P., e Mendes, S. (2010b) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal). Environmental Earth Sciences (em impressão)
- Cruz, J.V., Coutinho, R., Pacheco, D., Cymbron, R., Antunes, P., Antune, P., Freire, P, Mendes, S., Fontiela, J. e Anglade, J. (2010c) – Groundwater salinization in the Azores archipelago (Portugal): an overview. In: Condesso de Melo, T., Lebbe, L., Cruz, J.V., Coutinho, R., Langevin, C e Buxo, A. (eds), Proceedings SWIM 21 – 21st Salt Water Intrusion Meeting, Ponta Delgada, 109-112.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. & Mendes, S. (2010a) - Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU Water Framework Directive. Environmental Earth Sciences, 61, pp. 173-186
- Davis, R.A. Jr. (1997). The evolving coast. Scientific American Library, New York, 233 pp (citado em Borges, 2003).
- 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 (2006) – Relatório síntese de caracterização da Região Hidrográfica, Arquipélago dos Açores, Portugal. DROTRH, Ponta Delgada, 91 pp.

DROTRH (2007) – Carta de ocupação do solo da RAA. DROTRH/SRAM, Ponta Delgada, 54 pp.

DROTRH/SRA (2000). 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.

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. (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.

Gaspar, J.L. & Queiroz, G. (1995) - Carta vulcanológica dos Açores, ilha Graciosa, Folhas “A” e “B” na escala 1:10000. Ed. UA-CV/UA-C.MSCG, Ponta Delgada, 2 folhas.

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, 255 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., 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., 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. 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 subterrâneas por nitratos. In: Livro de Homenagem ao Prof. Doutor Carlos Romariz, Ed. DGFCUL, Lisboa, pp. 127-150.
- Maund, J. (1985) - The volcanic Geology, Petrology and Geochemistry of Caldeira Volcano, Graciosa, Azores, and its bearing contemporaneous felsic-mafic oceanic island volcanism. Ph'D Thesis, University of Reading, 333 pp.
- Maund, J. (1985) - The volcanic Geology, Petrology and Geochemistry of Caldeira Volcano, Graciosa, Azores, and its bearing contemporaneous felsic-mafic oceanic island volcanism. Ph'D Thesis, University of Reading, 333 pp.
- Neto, A., Brotas, V., Azevedo J., Patarra, R., Álvaro, N., Gameiro, C., Prestes, A., Nogueira, E. (2009a). Qualidade de águas costeiras da ilha Terceira (Açores) e proposta de monitorização. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores.
- Neto, A., Brotas, V., Azevedo, J., Patarra, R., Álvaro, N., Gameiro, C., Prestes, A., Nogueira E. (2009b). Qualidade de águas de transição da ilha de São Jorge e proposta de monitorização. Departamento de Biologia, Universidade dos Açores. iii+32 pp.+Anexos. iii+50 pp.+Anexos.
- 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.
- Pirazzoli, P.A. & Tomasin, A. (1999). Recent abatement of easterly winds in the northern Adriatic. *International Journal of Climatology*, 19: 1205-1219 (citado em Borges, 2003).
- Pires, H.O. (1995). Reconstituição do estado do mar em São Miguel, Açores. Departamento de Geologia, Universidade de Lisboa: Project STORMS, Relatório Técnico (não publicado) (citado em Borges, 2003).
- POOC Graciosa (2006). POOC da Ilha Graciosa. Fase I – Caracterização e Diagnóstico. Secretaria Regional do Ambiente do Mar, Governo Regional dos Açores, Açores.

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 RAA – Plantas de Síntese do Modelo de Organização do Território. Direcção Regional do Turismo – Secretaria Regional da economia. RAA.

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. RAA.

PROTA (2008). Plano Regional de Ordenamento do Território para a RAA. Volume 12 – Gestão da Água e Saneamento. SRAM.

REOT (2001). Relatório do Estado de Ordenamento do Território, Direcção Regional de Ordenamento do Território e Recursos Hídricos.

REOT (2003). Relatório do Estado de Ordenamento do Território, Direcção Regional de Ordenamento do Território e Recursos Hídricos – SRAM.

Roger, J.B., Turpin, R.N. & Brand, S. (1982). Hurricane havens handbook for the North Atlantic Ocean. NAVENVPREDRSCHFAC Technical Report TR 82-03 (citado em Borges, 2003).

RSCRHAA (2006). Relatório Síntese da Caracterização Hidrográfica do Arquipélago dos Açores – Implementação da Directiva Quadro Água. SRAM.

Shepard, F. (1973). Submarine geology. 3ª ed. Harper & Row, New York, 517 pp (citado em Borges, 2003).

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.

Zbyszewski, G. (1970) - levantamentos geológicos da ilha Graciosa (Açores). Mem. Academia das Ciências de Lisboa, 14, pp. 163-171.

Zbyszewski, G., Medeiros, A.C., Ferreira, O.V. & Assunção, C.T. (1972) - Carta Geológica de Portugal; notícia explicativa da folha da ilha Graciosa (Açores). Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 31 pp..

WFD-CIS (2003a) Monitoring under the Water Framework Directive. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), Working Group 2.7 - Monitoring. Guidance Document 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 nº 7, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 160 pp.

CEC (2006) – Guidance on groundwater in drinking water protected areas. Guidance Document nº 16, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 34 pp.

CEC (2007) – Guidance on groundwater monitoring. Guidance Document nº 15, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/CE), European Communities, Luxembourg, 50 pp.

- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. e Mendes, S. (2007a) – Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU Water-framework Directive. In: Ribeiro, L., Chambel, A. e Condeso de Melo, M.T. (Eds.), Proceedings (in CD-ROM) of the XXXV IAH Congress “Groundwater and ecosystems”, Lisbon, 9 pp.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R. e Mendes, S. (2010) – Monitoring of the groundwater chemical status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU water Framework directive. *Environ. Earth Sci.* 61: 173-186.
- Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R., Mendes, S. e Ventura, A. (2007b) – Monitorização da qualidade da água subterrânea das ilhas das Flores e do Pico (Açores). In: Borrego, C., Miranda, A.I., Figueiredo, E., Martins, F., Arroja, L. e Fidélis, T. (Eds.), *Actas da 9ª Conferência Nacional do Ambiente, 2º Vol.*, Aveiro, 572-579.
- Cymbron, R., Pacheco, D., Cabral, M., Cruz, J.V., Domingos, M., Nunes, J.C. e Coutinho, R. (2006) – Monitorização da qualidade das águas subterrâneas das ilhas de Santa Maria e São Miguel da RAA. *Anais (em CD ROM) do 8º Congresso da Água “Água, Sede de sustentabilidade”*, Figueira da Foz, 14 p.
- Cymbron, R., Pacheco, D., Gonçalves, V., Cabral, M., Cruz, J.V., Raposeiro, P., Costa, A., Marques, H., Domingos, M., Nunes, J.C. e Coutinho, R. (2005) – Monitorização da qualidade das águas interiores das ilhas de Santa Maria e São Miguel da RAA. In: Ortega, A., Peña, L. e Rodriguez, G. (Eds.), *Técnicas y métodos para la gestión sostenible del agua en la Macaronesia, Canarias*, 295-334.
- DROTRH–INAG (2001) 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 UE e a globalização. Teses e programas de Investigação LNEC, LNEC, Lisboa, 429 pp.
- Fetter, C.W. (1999) – Contaminant hydrogeology. Prentice-Hall, Upper Saddle River, 500 pp.
- Gonçalves, V. (2008) Contribuição do estudo das microalgas para a avaliação da qualidade ecológica das lagoas dos Açores: fitoplâncton e diatomáceas bentónicas. Universidade dos Açores, Ponta Delgada
- Grath, J., Scheidleder, A., Uhlig, S., Weber, K., Kralik, M., Keimel, T. e Gruber D. (2001) - The EU Water Framework Directive: Statistical aspects of the identification of groundwater pollution trends, and aggregation of monitoring results. Final Report. Austrian Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management (Ref.: 41.046/01-IV1/00 and GZ 16 2500/2-1/6/00), European Commission (Grant Agreement Ref.: Subv 99/130794), 63 pp.
- INAG (2009a) Manual para a avaliação qualidade biológica da água em lagos e albufeiras segundo a DQA - Protocolo de amostragem e análise para o fitoplâncton. INAG I.P., MAOTDR, Lisboa
- INAG (2009b) Critérios para a classificação do estado das massas de água superficiais – Rios e albufeiras. INAG I.P., MAOTDR, Lisboa
- INAG, DGADR (2008) Poluição provocada por Nitratos de origem agrícola Directiva 91/676/CEE, de 12 de dezembro de 1991 – Relatório (2004-2007)
- Lopes, A.R. e Cupeto, C. (1999) - Plano nacional de monitorização de águas subterrâneas. INAG, Lisboa, 18 pp.
- Medeiros, 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.
- Medeiros, M., Mendes, S., Cymbron, R., Pacheco, D. Gaspar, J. (2010) A implementação da DQA na Região Autónoma dos Açores. XV Congresso da Associação Ibérica de Limnologia, Ponta Delgada.
- Parlamento, E., UE, C. (2000) Directiva 2000/60/CE – DQA, Comissão Europeia. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, Bruxelas, 22 de dezembro de 2000:1-72
- SRAM, INAG (2006) Relatório síntese da caracterização da região hidrográfica - Arquipélago dos Açores, Portugal. SRAM edn. SRAM e INAG, Ponta Delgada

5 | Avaliação do estado das massas de água

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* 59(1):72-76.

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., 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.

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 N°13. Directorate General Environment of the European Commission, Brussels.

6 | Análise económica da água

INSAAR. Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais. Campanhas 2002, 2005, 2006 e 2007.



| 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
GRA.2	GRA.2	Nascente Outras	414921	4320616	Não	Indiferenciado
GRA.3	GRA.3	Nascente Outras	416391	4321276	Não	Indiferenciado
GRA.4	GRA.4	Nascente Outras	414621	4320356	Não	Indiferenciado
GRA.5	GRA.5	Nascente Outras	417511	4320556	Não	Indiferenciado
GRA.7	Carapacho	Nascente Outras	416986	4318606	Não	Indiferenciado
GRA.8	Homiziados	Nascente Outras	417606	4319086	Não	Indiferenciado
GRA.28	Fonte Nova	Nascente	417497	4320531	Sim	Indiferenciado
GRA.39	Guadalupe (BSH8)	Furo	?	?	?	?
GRA.40	Guadalupe (BSH7)	Furo	?	?	?	?
GRA.41	Guadalupe (BSH6)	Furo	?	?	?	?
GRA.42	Pedras Brancas (BSH5)	Furo	?	?	?	?
GRA.43	Semidouro (BSH4)	Furo	?	?	?	?
GRA.44	Bom Jesus (BSH3)	Furo	?	?	?	?
GRA.45	Guadalupe (BSH2)	Furo	?	?	?	?
GRA.46	Guadalupe (BSH1)	Furo	?	?	?	?

Refª PGRH	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
GRA.1	GRA.1	Nascente Outras	412271	4323326	Não	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.6	Baía da Vitória	Nascente Outras	408663	4326312	Não	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.9	Poço do Ratinho	Poço de maré	411761	4324435	Não	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.10	Poço Novo	Poço de maré	411721	4324355	Não	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.11	Poço das Corelas	Poço de maré	410981	4324185	Não	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.25	Fonte do Pombal	Nascente	412267	4323335	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.29	Pontal (JHF2 ou IT2)	Furo	412045	4323856	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.30	Covas (JHF1 ou IT1)	Furo	412312	4325131	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.31	Poço Velho (AC3)	Furo	411971	4324876	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.32	Trás Pomares Baixo ou Fonte do Mato (AC2)	Furo	414652	4322090	Sim	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe
GRA.33	Corelas (AC1)	Furo	410891	4324115	Não	Plataforma Stª Cruz - Guadalupe

GRA.34	Trás Pomares Meio ou Praia II (JK5)	Furo	414461	4321804	Sim	Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe
GRA.35	Poço Velho ou Galinhas (JK4)	Furo	411900	4324946	Sim	Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe
GRA.36	Poço Velho ou Farrajal (JK3)	Furo	411301	4325495	Não	Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe
GRA.37	Barro Branco (Desativado) (JK2)	Furo	413326	4322891	Não	Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe
GRA.38	Trás Pomares Cima - Pedra Branca (JK1)	Furo	414239	4321607	Sim	Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe
GRA.47	Fontes 1 (SG1)	Furo	413943	4325071	Sim	Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe
GRA.48	Quitadouro (SG2)	Furo	414223	4324529	Não	Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe
GRA.49	Fontes 2 (SG3)	Furo	413274	4325121	Não	Plataforma St ^a Cruz - Guadalupe
Ref ^a PGRH	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
GRA.15	Madre d' água	Nascente	413080	4323831	Sim	Serra das Fontes
GRA.16	Serra das Fontes II	Nascente	412886	4323976	Sim	Serra das Fontes
GRA.17	Serra das Fontes III	Nascente	412841	4323993	Sim	Serra das Fontes
GRA.18	Serra das Fontes IV	Nascente	412761	4323934	Sim	Serra das Fontes
GRA.19	Serra das Fontes V	Nascente	412729	4323962	Sim	Serra das Fontes
GRA.20	Serra das Fontes VI	Nascente	412871	4324000	Sim	Serra das Fontes
GRA.21	Serra das Fontes VII	Nascente	412908	4324112	Sim	Serra das Fontes
GRA.22	Serra das Fontes VIII	Nascente	412913	4324150	Sim	Serra das Fontes
GRA.23	Serra das Fontes IX	Nascente	412892	4324192	Sim	Serra das Fontes
GRA.24	Serra das Fontes X	Nascente	412907	4324299	Sim	Serra das Fontes
Ref ^a PGRH	Designação	Tipo	M	P	Captação	Massa de Água
GRA.12	Tanque I	Nascente	411037	4321815	Sim	Serra Dormida
GRA.13	Tanque II	Nascente	411032	4321779	Sim	Serra Dormida
GRA.14	Tanque III	Nascente	410892	4321809	Sim	Serra Dormida
GRA.26	Cova I	Nascente	412831	4321154	Sim	Serra Dormida
GRA.27	Cova II	Nascente	413108	4321095	Sim	Serra Dormida

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)
GRA.29	JHF2 ou IT2	~75	110	98.40-110.00	10	-104,82	-104,97	33,33
GRA.30	JHF1 ou IT1	~105	80	67.92-79.45	12 ^{1/2}	-73,3	-73,46	31,25
GRA.31	AC3	69	79,2	71.00-76.00	12	-67,55	-67,59	192,5
GRA.32	AC2	95,15	100,6	94.00-96.00	12	-93,2	-93,27	142,86
GRA.33	AC1	58,28	59,85	57.00-58.00	12	-56,29	-56,32	200
GRA.34	JK5	106,25	117,7	107.13-115.65	13	-106,25	-106,29	177,5
GRA.35	JK4	65	71	64.80-67.80	13	-64,3	-64,35	200
GRA.36	JK3	53,4	68	s.d.	13	-53,4	-55,68	1,36
GRA.37	JK2	120	128,5	Aberto	---	s.d.	s.d.	83,3
GRA.38	JK1	109,63	121,24	110.00-119.00	13	-109,63	-109,66	266,67
GRA.39	BSH8	55	62	s.d.	s.d.	-55	s.d.	s.d.
GRA.40	BSH7	60	86	s.d.	s.d.	-60	s.d.	s.d.
GRA.41	BSH6	60	77	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
GRA.42	BSH5	115	75	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
GRA.43	BSH4	45	50	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
GRA.44	BSH3	25	30	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
GRA.45	BSH2	65	81	s.d.	5	-69	s.d.	?
GRA.46	BSH1	55	40	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
GRA.47	SG1	150	158	145-157	10 ^{3/4}	150,5	152,6	5,71
GRA.48	SG2	~220	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.
GRA.49	SG3	~130	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.	s.d.

Legenda: s.d. – sem dados.

Anexo 2.9.1 | Precipitação mensal ponderada – ilha Graciosa

Ano hid.	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
1979/80	77,2	136,7	117,6	127,8	154,5	93,4	105,7	43,3	42,6	44,6	41,2	76,6
1980/81	68,9	167,7	87,1	48,5	127,6	135,2	84,5	50,4	41,7	48,1	59,5	71,1
1981/82	79,0	170,7	122,3	58,0	118,4	87,6	70,6	73,8	75,9	39,0	39,0	65,1
1982/83	85,0	169,8	146,0	75,7	93,1	50,4	72,3	65,3	73,4	69,5	22,5	109,8
1983/84	60,3	143,2	89,9	41,1	108,4	59,8	80,2	34,8	44,4	51,5	29,9	100,4
1984/85	72,1	138,8	47,2	64,6	134,8	41,8	93,1	59,7	90,5	38,0	36,7	56,8
1985/86	170,4	171,0	68,9	63,0	132,0	39,8	100,1	91,0	58,9	41,8	85,3	134,4
1986/87	170,1	143,3	125,3	172,9	146,2	130,9	91,1	139,3	44,2	17,9	63,1	148,5
1987/88	124,7	86,0	241,2	141,9	158,6	125,5	81,6	141,1	30,6	14,8	53,2	71,3
1988/89	45,3	105,9	109,5	55,7	60,9	36,6	45,2	70,6	59,5	29,8	19,6	40,4
1989/90	74,3	132,8	183,3	98,4	90,8	51,1	39,7	120,7	106,1	28,5	75,9	45,3
1990/91	77,2	113,5	161,1	110,0	108,8	88,9	43,7	104,6	32,8	25,1	76,4	57,3
1991/92	138,4	118,8	99,6	94,4	107,9	90,8	51,3	39,7	35,0	41,3	46,4	61,2
1992/93	117,5	140,3	75,1	124,9	109,0	76,8	39,2	81,1	45,1	25,0	65,3	56,4
1993/94	132,0	153,1	66,5	102,9	123,3	38,3	36,3	69,5	24,5	35,5	35,2	28,0
1994/95	216,2	162,4	75,6	70,4	124,0	70,8	28,7	51,4	28,5	32,9	37,0	38,9