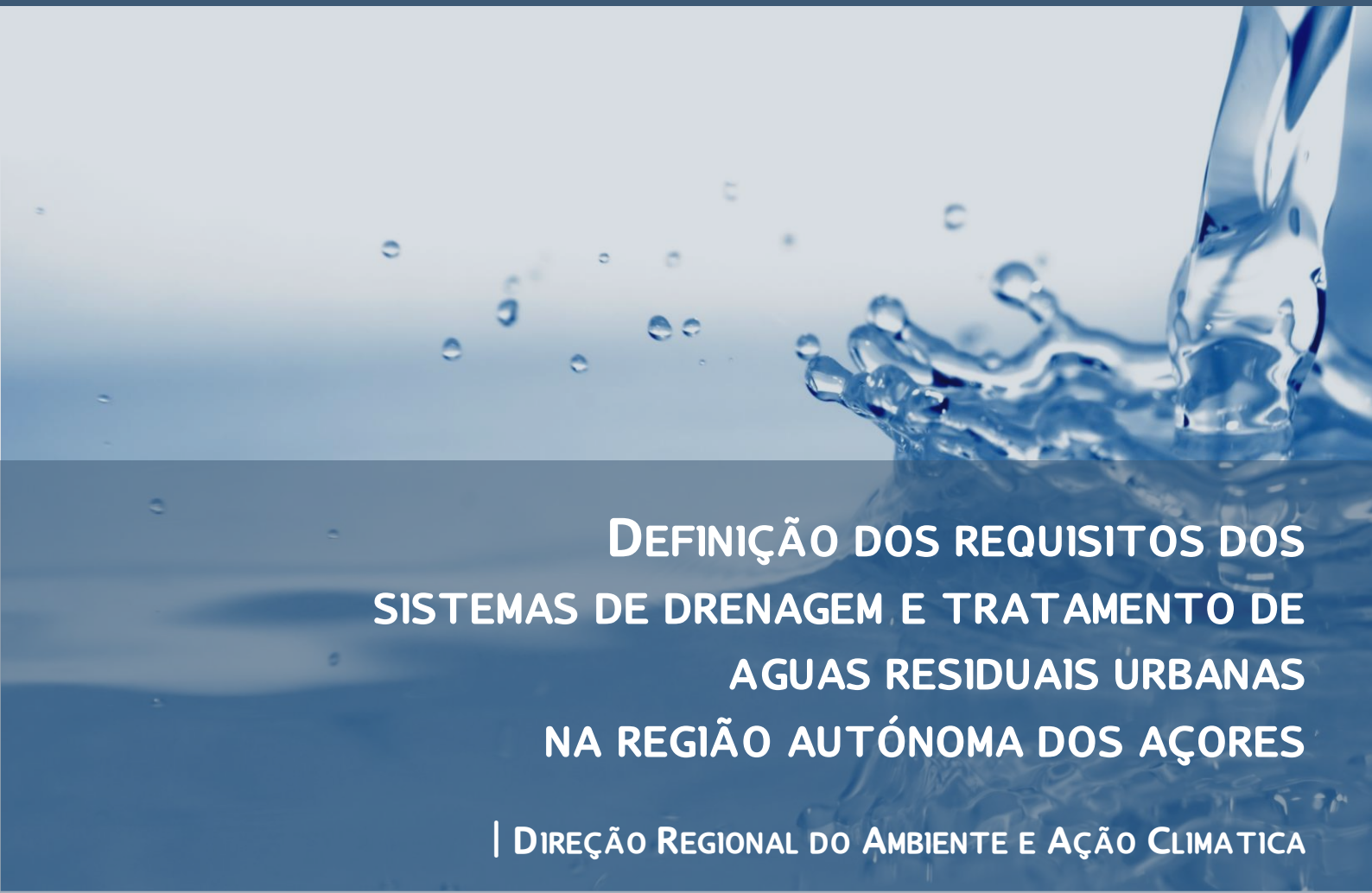




DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS DOS SISTEMAS DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE AGUAS RESIDUAIS URBANAS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES

| DIREÇÃO REGIONAL DO AMBIENTE E AÇÃO CLIMÁTICA

Relatório Final

Ficha Técnica

Coordenação Técnica	Carla Melo Sérgio Costa
Equipa Técnica	Ana Cristina Padilha Ana Rita Valente Daniel Silva Filipe Martins Joaquim Barbosa Sérgio Almeida Susana Fernandes
Projeto	DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS DOS SISTEMAS DE DRENAGEM E TRATAMENTO DE AGUAS RESIDUAIS URBANAS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES
Descrição do Documento	Relatório Final – Tarefa 7
N.º de Páginas	121
Versão	Final
Data	outubro 2024

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

Preâmbulo	5
1. Enquadramento e Objetivos	6
1.1. Tarefas e metodologia geral	6
2. Caracterização territorial	10
2.1. Enquadramento geográfico e administrativo	10
2.2. Caracterização dos aglomerados populacionais da Região Autónoma dos Açores – BGRI 2021	11
2.3. Caracterização dos Aglomerados populacionais selecionados	17
2.4. Caracterização Hidrodinâmica	58
2.5. Caracterização do uso do solo e dos elementos, valores e qualidade ambiental	70
2.6. Síntese da caracterização dos serviços de saneamento de águas residuais	87
3. Pressões sobre as massas de água e na qualidade do meio recetor (massa de água)	94
4. Proposta de soluções de DTAR adequadas para aglomerados 1.000 a 2.000 habitantes equivalentes.....	98
5. Análise da relação custo-benefício.....	109
5.1. Estimativas de custos e benefícios associados ao cumprimento dos requisitos da proposta de revisão da DARU - art. 6.º	110
6. Análise da adequabilidade das soluções de DTAR existentes e a implementar e metas	117
7. Bibliografia consultada	121

Preâmbulo

O presente documento consubstancia o **Relatório Final** para a **definição dos requisitos dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas na Região Autónoma dos Açores**, em cumprimento das metas de atendimento do serviço de saneamento de águas residuais urbanas, que corresponde à medida RH9_S_057 do Programa de Medidas do Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores 2022-2027 (PGRH-Açores 2022-2027). Corresponde ao terceiro e último produto, correspondendo aos conteúdos e objetivos da **Tarefa 7**, previsto pelo Contrato n.º 129/SRAAC/2022, da Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas (SRAAC) – Direção Regional do Ordenamento do Território e dos Recursos Hídricos (DROTRH), atualmente Direção Regional do Ambiente e Ação Climática (DRAAC).

1. Enquadramento e Objetivos

A implementação da medida “RH9_S_057 - Definição dos sistemas de tratamento adequados para drenagem e tratamento de águas residuais, em cumprimento das metas de atendimento do serviço de saneamento de águas residuais urbanas” do PGRH-Açores 2022-2027 tem como objetivo a análise e definição dos requisitos dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas que se consideram adequados e a implementar em aglomerados inferiores a 2 mil habitantes na Região Autónoma dos Açores (RAA), e que apresentem um equilíbrio entre a) custos de investimento e exploração e b) redução de impactos sobre o ambiente e a saúde pública.

A definição desses requisitos, objetivo do presente estudo, teve em consideração as metas definidas ao nível da acessibilidade física do serviço de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas, requisitos de tratamento e descarga estipulados no n.º 1 do anexo I do Decreto Legislativo Regional n.º 18/2009/A, de 19 de outubro, e os padrões de povoamento observados nas diferentes ilhas da RAA.

Para tal, para além de uma caracterização detalhada da situação de referência, foi realizada uma análise custo benefício, em particular, quanto à adequabilidade e estado de operacionalidade das soluções individuais de tratamento e rejeição de águas residuais urbanas atualmente implantadas em aglomerados inferiores a 2 mil habitantes, no sentido de definir medidas que permitissem a utilização de sistemas individualizados bem geridos em zonas onde não seja técnica e economicamente viável a ligação a sistemas centralizados de tratamento, ou, quando tal não fosse possível, selecionar as melhores soluções, ao nível de custo-benefício, de sistemas centralizados, mas de pequena escala ao nível dos aglomerados em análise.

Estes objetivos deverão ser assumidos quer ao nível político, quer pelas entidades gestoras dos serviços públicos de águas, na programação do desenvolvimento futuro dos seus sistemas de saneamento. A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos dos Açores (ERSARA) desempenhará um papel chave na monitorização independente e na divulgação pública do cumprimento destas metas.

Assim, com base no recenseamento populacional e a respetiva população servida por lugar (BGRI – Censos, INE) e na identificação dos sistemas de tratamento por tipo ou grau de tratamento existente, bem como o cadastro georreferenciado de redes e infraestruturas de tratamento, foram analisadas e selecionadas soluções com vista a assegurar a adequabilidade quer das metas, quer dessas soluções, ao nível de atendimento em drenagem e tratamento das águas residuais, às especificidades da RAA e dos respetivos aglomerados, bem como o cumprimento dos requisitos legais de descarga de águas residuais urbanas e, com isso, contribuir para o bom estado das massas de água e dos solos e melhorar os padrões de qualidade ambiental das várias ilhas.

1.1. Tarefas e metodologia geral

O desenvolvimento dos trabalhos propostos realizou-se em estreita articulação com a DROTRH, atual DRAAC, envolvendo a consulta e discussão conjunta com as diversas partes interessadas, em particular com outras entidades gestoras de saneamento de águas residuais e a ERSARA.

Foram desenvolvidas as seguintes tarefas:

Tarefa 1_

Nesta tarefa foi elaborado o Relatório Metodológico, tendo sido apresentada a metodologia geral para o desenvolvimento das diversas tarefas, e a sua aprovação culminou com a realização de uma reunião entre a Equipa Técnica (ET) e a DROTRH, com validação da proposta metodológica, a definição dos canais de comunicação e a análise das potenciais fontes de informação para a execução das diversas tarefas.

Tarefa 2_

Na Tarefa 2 foi desenvolvida a avaliação da população servida por aglomerado populacional / lugar (BGRI – Censos, INE) e respetivos padrões de povoamento, bem como cruzamento com as condicionantes naturais ou de ordenamento do território que inviabilizem a existência de determinadas tipologias e soluções de sistemas de tratamento de águas residuais, e com o cadastro georreferenciado de redes de drenagem e infraestruturas de tratamento de águas residuais urbanas (atual e prospetiva) de todas as entidades gestoras.

Para obtenção da informação necessária para o desenvolvimento destes conteúdos foram consultadas as seguintes fontes de informação:

- INE;
- Entidades Gestoras dos Sistemas de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais (EG DTAR) – cadastro georreferenciado dos sistemas DTAR, informações sobre as infraestruturas dos respetivos sistemas (atuais e futuras);
- Cartas de condicionantes de todos os municípios da Região Autónoma dos Açores (RAA) (formato georreferenciado);
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores 2022-2027 (PGRH-Açores 2022-2027);
- Programa Regional da Água;
- Plantas Síntese dos Planos Especiais de Ordenamento do Território da RAA (planos de ordenamento da orla costeira, planos de ordenamento de bacias hidrográficas de lagoas, planos de ordenamento de áreas protegidas) (formato georreferenciado) e respetivos regulamentos;
- Áreas Protegidas classificadas (Parques Naturais de Ilha, Planos de Gestão das Zonas Terrestres dos Parques Naturais de Ilha, RN 2000, áreas RAMSAR (regulamentos e cartografia georreferenciada);
- Reservas da Biosfera;
- Águas Balneares identificadas.

Os resultados do cruzamento desta informação e da delimitação dos aglomerados populacionais foram analisados em conjunto com a DROTRH para validar a delimitação dos aglomerados e identificação da rede e características dos sistemas de DTAR existentes (ou não) nos respetivos aglomerados.

Tarefa 3_

Após a validação da delimitação dos aglomerados referidos na tarefa anterior, e tendo em consideração a coincidência de simultaneidade com o processo de revisão da Diretiva das Águas Residuais Urbanas (DARU) (Diretiva 91/271/CEE do Conselho Europeu, de 21 de maio de 1991, alterada pela Diretiva 98/15/CE da Comissão Europeia, de 27 de fevereiro de 1998 e pelos regulamentos (CE) n.º 1882/2003, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de setembro e n.º 1137/2008, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de outubro de 2008¹), foi desenvolvida uma análise dos atuais níveis de acessibilidade física no serviço de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas, graus de tratamento e potenciais pressões nos meios de rejeição (águas costeiras ou mesmo sumidouros (solo)) e uma análise comparativa de custo-benefício aplicando-se uma das atuais propostas da revisão da DARU (especificamente na proposta de art. 6.º), de obrigatoriedade adicional de instalação de tratamento secundário na Região Autónoma do Açores (RAA) para os aglomerados com dimensão de 1.000 a 2.000 habitantes equivalentes. Esta análise teve por base uma avaliação do funcionamento e capacidade de resposta dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas existentes nesses aglomerados, de acordo com as condições de fisiográficas de cada ilha, a distribuição populacional, as condições de hidrodinâmica marítima e o estado das massas de água subterrâneas e costeiras potencialmente recetoras dessas águas residuais, tendo como preocupação a qualidade do meio recetor.

Por fim, foi elaborado o Relatório de Progresso 1, contendo os conteúdos e resultados das Tarefas 2 e 3.

Tarefa 4_

Tendo por base os resultados da Tarefa 3, na Tarefa 4 foram analisadas e propostas soluções de tratamento adequadas, tipificadas para os aglomerados existentes na RAA e as respetivas especificidades, no sentido de responder a um equilíbrio entre a) custos de investimento e exploração e b) redução de impactos sobre o ambiente e a saúde pública, tendo também em conta a capacidade de depuração do meio recetor. Esta análise foi testada através da aplicação de diferentes cenários a casos de estudo tipificados e apresentada à DROTRH, atual DRAAC.

Tarefa 5_

Após a análise conjunta com a DROTRH das soluções identificadas na tarefa anterior, tendo por base as que foram selecionadas, foi realizada uma análise custo benefício aprofundada sobre as metas de níveis de atendimento e tratamento (existentes e previstas), potenciais impactos ambientais e sociais e requisitos legais de descarga.

Os resultados dessa análise custo-benefício foram apresentados à DROTRH, atual DRAAC.

Tarefa 6_

No seguimento da Tarefa 5, foi desenvolvida uma análise da adequabilidade das soluções individuais atualmente implantadas e a implantar, e definição de requisitos, orientações e medidas que permitam a utilização de sistemas individualizados bem

¹ Estas Diretivas foram transpostas para a legislação portuguesa, respetivamente, pelo Decreto-Lei n.º 152/97, de 19 de junho e pelo Decreto-Lei n.º 348/98, de 9 de novembro.

geridos em zonas onde não seja técnica e economicamente viável a ligação a sistemas centralizados de tratamento, como é o eventual caso de aglomerados com 1 000 a 2 000 habitantes, e respetiva validação com a DROTRH, atual DRAAC, e outras entidades consideradas relevantes, como é o caso das EG ou da ERSARA.

Com os resultados das tarefas 4, 5 e 6 foi elaborado o Relatório de Progresso 2.

Tarefa 7_

Com base nos resultados da tarefa anterior e na decisão da DRAAC relativamente às soluções a implementar, foi elaborado o presente Relatório Final com a apresentação dos resultados de cada uma das tarefas do projeto e a proposta final dos requisitos dos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais urbanas na RAA.

O Relatório Final foi remetido à DRAAC para validação e aprovação e foi realizada uma reunião de final de projeto entre a ET e a DRAAC.

2. Caracterização territorial

2.1. Enquadramento geográfico e administrativo

O arquipélago dos Açores localiza-se na região Nordeste do Oceano Atlântico (Figura 2.1) ocupando uma zona intermédia, com características climáticas subtropicais, delimitada pelas seguintes coordenadas geográficas (extremas): entre 39° 43' 23" (Ponta Norte – ilha do Corvo) e 36° 55' 43" (Ponta do Castelo – ilha de Santa Maria) de Latitude Norte; entre 24° 46' 15" (Ilhéus das Formigas – ilha de Santa Maria) e 31° 16' 24" (Ilhéu de Monchique – ilha das Flores) de Longitude Oeste (SREA, 2008).

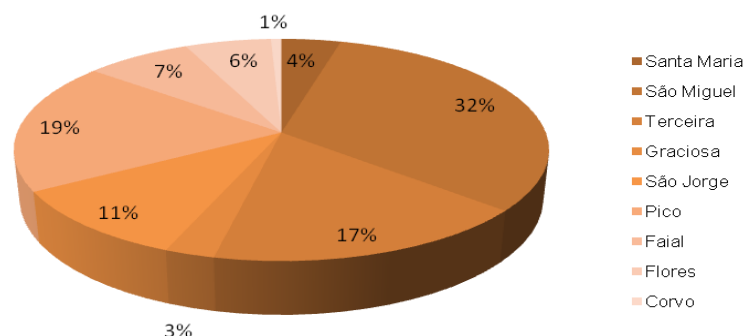


Figura 2.1 | Enquadramento geográfico do Arquipélago dos Açores.

As ilhas dos Açores emergem do fundo oceânico nas proximidades da Dorsal Média Atlântica, estando alinhadas segundo um eixo com orientação geral WNW-ESE, facto concordante com a disposição das principais fraturas tectónicas que marcam a geodinâmica desta região. A insularidade e o isolamento do arquipélago são fatores determinantes da geografia regional, como se comprova pelo grande distanciamento às costas continentais circundantes: cerca de 1500km da Europa (Portugal Continental) e de 3900km da América do Norte. A separação máxima entre ilhas ultrapassa os 600km, considerando uma linha que liga o Corvo a Santa Maria. A disposição longitudinal das ilhas determina que a Subzona Económica Exclusiva (ZEE) dos Açores tenha uma superfície aproximada de 953633km², a qual corresponde a 55% e a 16% da ZEE de Portugal e da União Europeia, respetivamente.

A superfície do arquipélago dos Açores totaliza 2.322km², representando 2,6% do espaço nacional (88967km²). Contudo, as nove ilhas exibem uma acentuada desigualdade territorial, variando entre os 744,6km² (São Miguel) e os 17,1km² (Corvo), a maior e a mais pequena parcela, respetivamente. Cinco têm dimensões intermédias, Pico (444,8km²), Terceira (400,3km²), São Jorge (243,7km²), Faial (173,1km²) e Flores (141,0km²), enquanto Santa Maria (96,9km²) e Graciosa (60,7km²) têm a menor representatividade. As três maiores ilhas (São Miguel, Pico e Terceira) correspondem a quase 70% da superfície total do arquipélago (Figura 2.2). Tratam-se de

valores aproximados, conforme referido na fonte de informação utilizada.



Fonte: SREA, Açores em Números (2013)

Figura 2.2 | Distribuição da superfície do Arquipélago dos Açores por ilha (%).

As ilhas dos Açores são convencionalmente agrupadas tendo em consideração a proximidade geográfica: Grupo Ocidental (Corvo e Flores); Grupo Central (Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial); e Grupo Oriental (São Miguel e Santa Maria). Atendendo à sua posição, o Grupo Central constitui o núcleo insular do arquipélago, ficando os Grupos Oriental e Ocidental a uma distância de 150km e de 240km, respetivamente. As consequências da insularidade revelam-se particularmente sensíveis nas duas ilhas mais ocidentais, pequenas em termos de dimensão e mais afastadas dos principais centros de decisão.

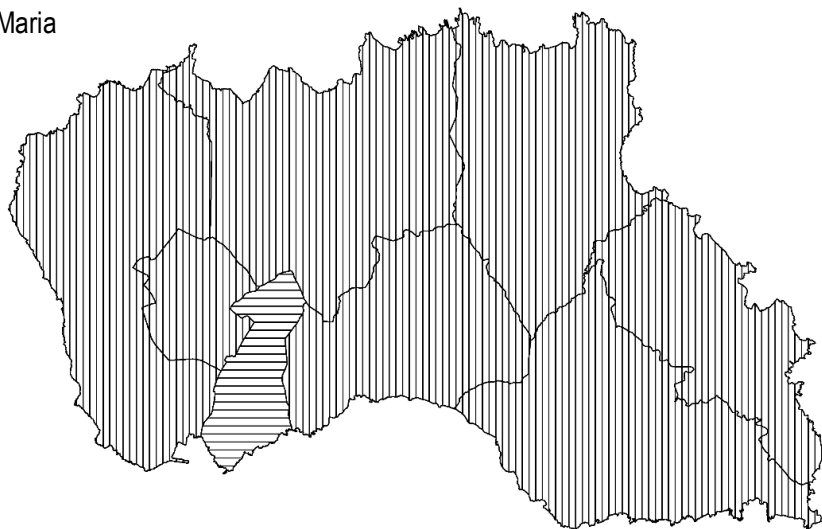
No que concerne à divisão administrativa, os Açores integram 19 concelhos e 156 freguesias. Como polos de desenvolvimento económico e social, que contrastam com o restante território rural, salientam-se as seis cidades açorianas: Ponta Delgada, Lagoa e Ribeira Grande (São Miguel), Angra do Heroísmo e Praia da Vitória (Terceira) e Horta (Faial). Nestes centros urbanos está instalada grande parte da população, dos serviços e das atividades produtivas, designadamente nas ex-capitais de distrito (Ponta Delgada, Angra do Heroísmo e Horta), que reúnem valências de escala regional.

2.2. Caracterização dos aglomerados populacionais da Região Autónoma dos Açores – BGRI 2021

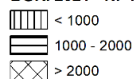
A análise do número de indivíduos teve por base os dados finais dos Censos 2021- XVI Recenseamento Geral da População disponibilizados pelo Instituto Nacional de estatística (INE). No âmbito dos Censos 2021 foi constituída a Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI 2021), infraestrutura geográfica que divide o território nacional em pequenas áreas para efeitos estatísticos. Além de respeitar os limites administrativos que constam da Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) – distritos, municípios e freguesias – a BGRI divide o país em unidades territoriais designadas por secções estatísticas (traduz-se na unidade territorial que corresponde a uma área contínua de uma única freguesia com um número médio de alojamentos destinados à habitação que varia entre 550 e 650, consoante a tipologia das áreas urbanas (TIPAU) em que a freguesia se insere), e subsecções estatísticas (traduzem-se na unidade territorial elementar da BGRI e identificam uma parcela do território delimitada, sempre que possível, por eixos de via classificados com toponímia ou outros elementos facilmente identificáveis no terreno).

De forma a proceder-se a uma análise em consonância com as especificidades do território insular da RAA, optou-se por, primeiro, analisar os dados ao nível da **Secção Estatística, considerada com unidade “Aglomerado”**. A Figura 2.3 ilustra a distribuição da população de acordo a sua Secção Estatística da BGRI 2021, verificando-se que no geral o número de habitantes é inferior a .2000 nessas unidades.

Santa Maria



BGRI 2021 - N.º Individuos

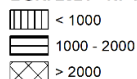


0 1,5 3 km

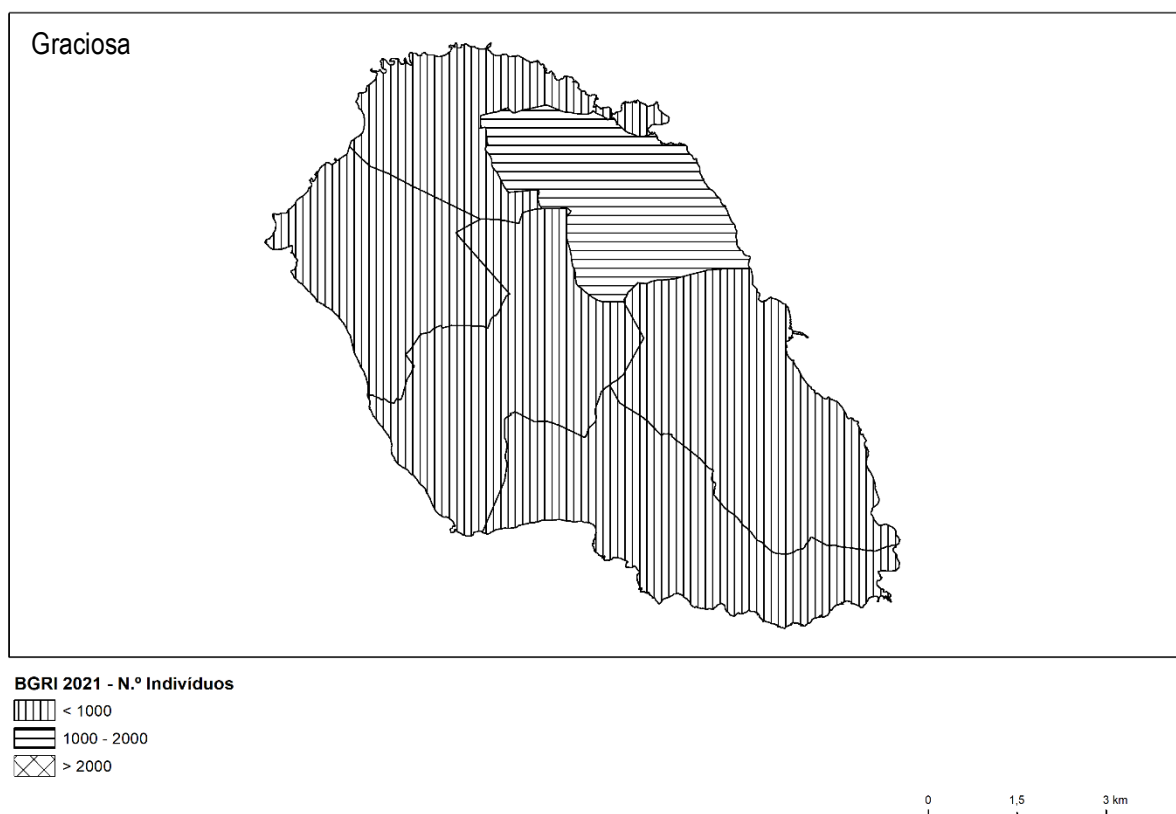
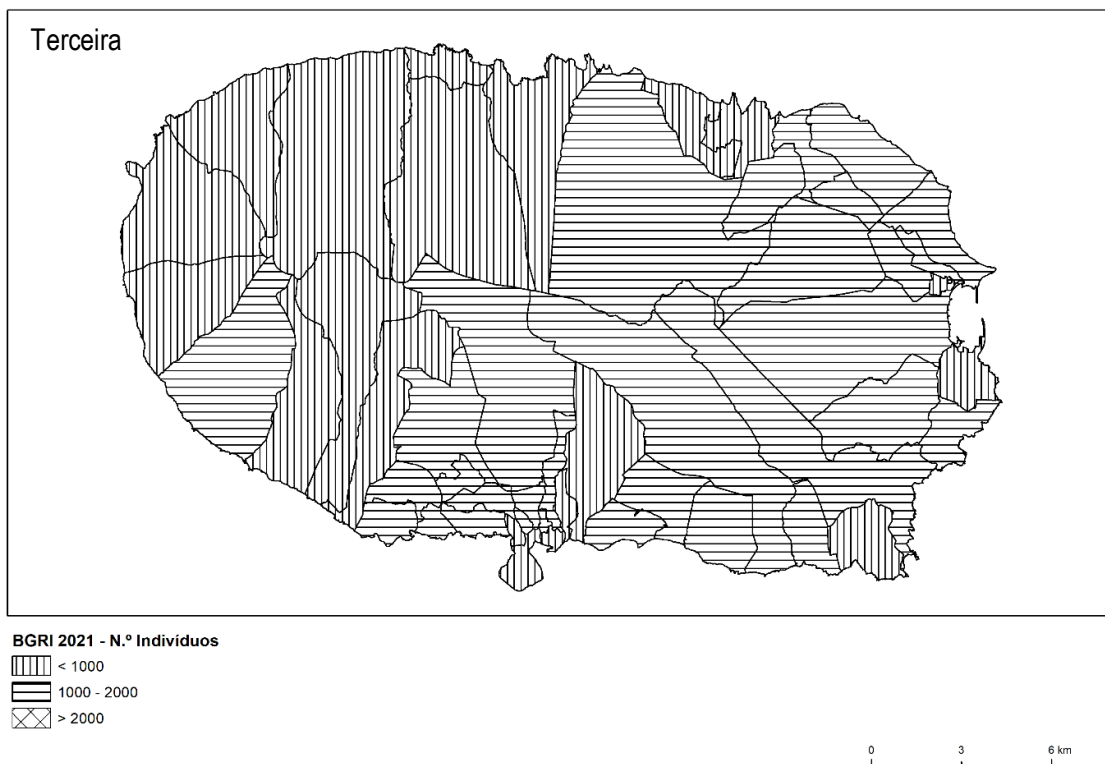
São Miguel

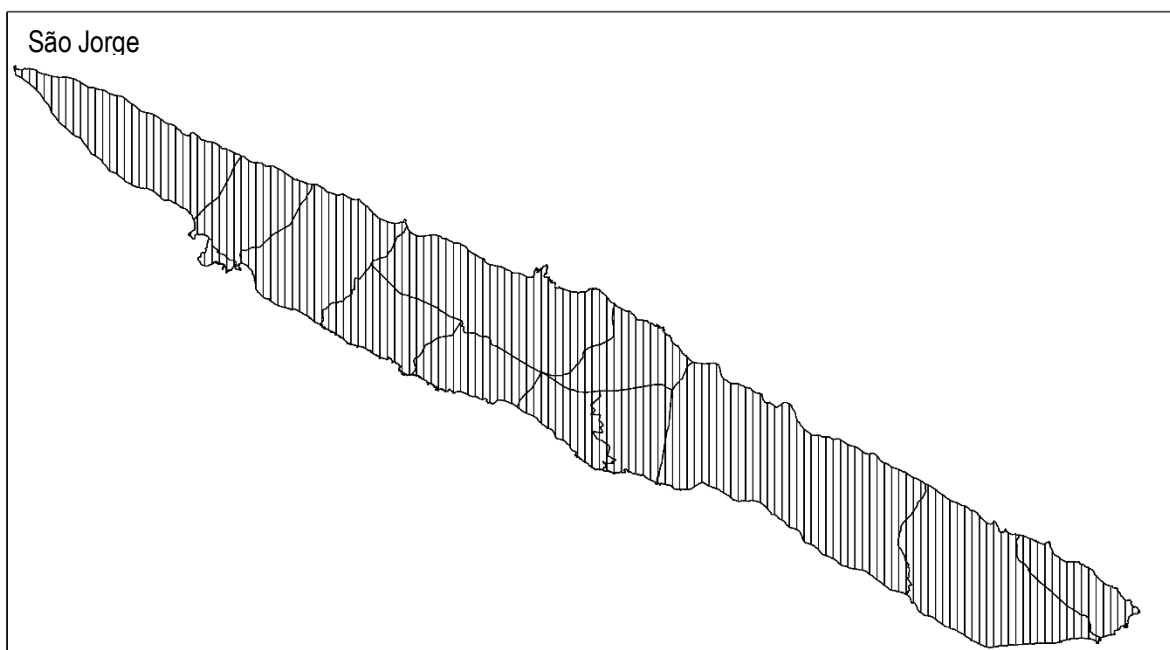


BGRI 2021 - N.º Individuos

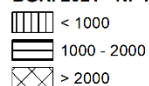


0 5 10 km

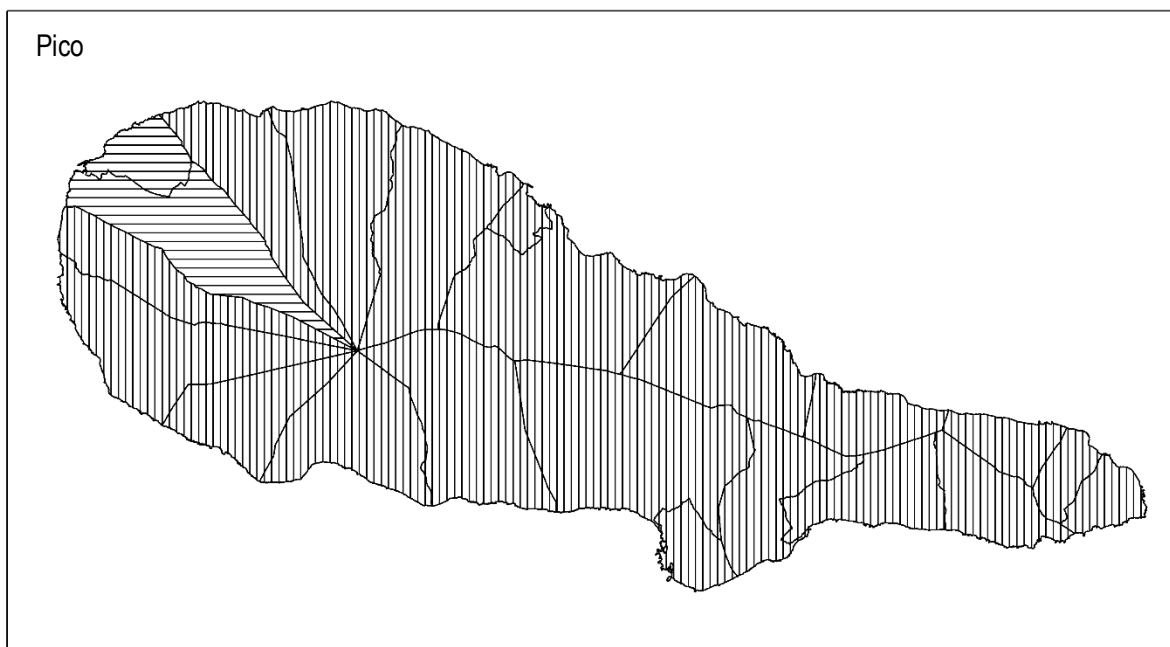




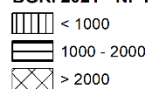
BGRI 2021 - N.º Individuos



0 4,25 8,5 km

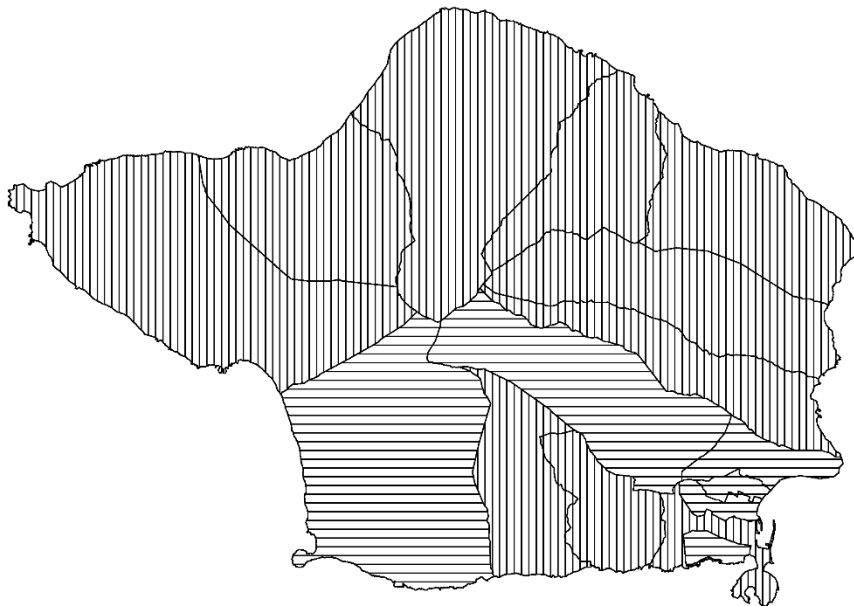


BGRI 2021 - N.º Individuos

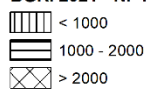


0 4 8 km

Faial

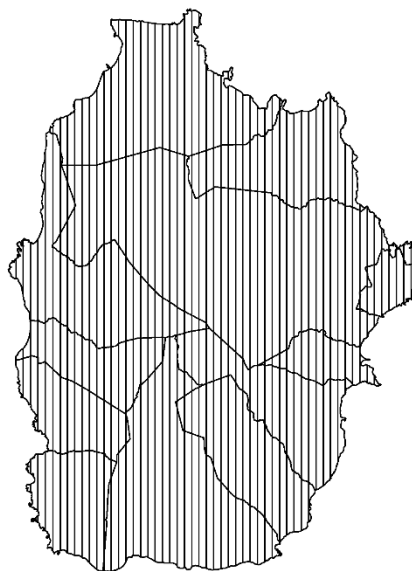


BGRI 2021 - N.º Individuos

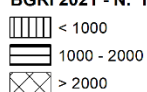


0 2,25 4,5 km

Flores



BGRI 2021 - N.º Individuos



0 3 6 km

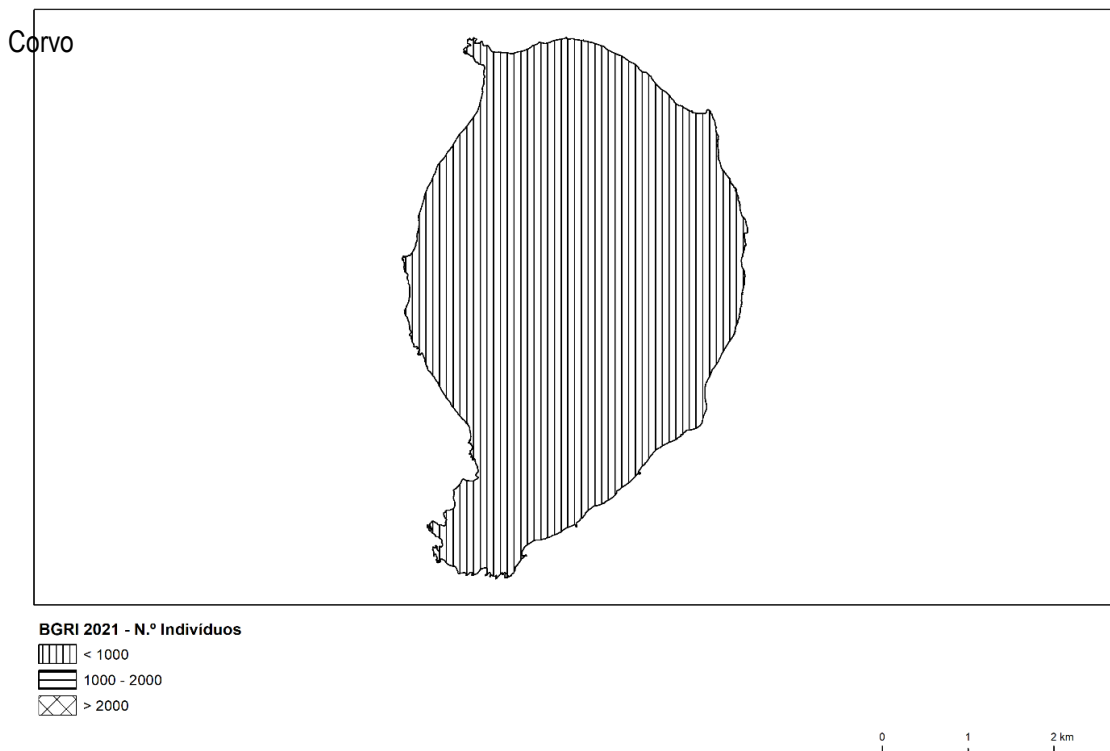


Figura 2.3 | Distribuição da população consideração as seções estatísticas da BGRI 2021 (INE, 2021).

Agrupando estes dados das seções estatísticas por freguesia, verifica-se que em 2021 existiam nos Açores 40 freguesias com 2.000 ou mais habitantes, representando cerca de 65% da população e as restantes 35% da população residente em lugares com menos de 2000 habitantes.

Contudo, e precisamente pelo facto das diferentes ilhas apresentarem características orográficas e biofísicas específicas que se repercutiram ao nível do estabelecimento e desenvolvimento dos aglomerados dispersos pelos seus territórios, considerou-se que era necessário desenvolver uma segunda análise, mais ajustada e detalhada, para a delimitação dos aglomerados que efetivamente existem no terreno. Isto porque as seções estatísticas predefinidas ao nível de freguesia e aglomerados não traduzem a realidade da ocupação nos territórios. Por exemplo, os aglomerados não se espalham de forma homogénea ou relativamente contínua no terreno e na maioria dos casos estão “isolados” relativamente a outros aglomerados das mesmas freguesias por elementos e características orográficas bastante pronunciadas e que constituem barreiras físicas significativas nas acessibilidades e continuidade territorial entre os mesmos.

Assim, foi cruzada a delimitação dos aglomerados efetivamente existentes no terreno (delimitados com base no levantamento no terreno e informação / imagem de satélite validada e resultante de cartografia homologada e da Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma dos Açores para 2018 (COS.A\2018)), com a estimativa da população que habita nesses aglomerados (tendo por base os dados da BGRI 2021), e a existência, ou não, de sistemas de tratamento de águas residuais domésticas equivalentes a tratamento secundário, com o objetivo de identificar e selecionar os aglomerados que abrangessem entre 1000 a 2000 habitantes aos quais se poderá vir a aplicar o artigo 6.º da revisão da DARU na versão de revisão proposta em fevereiro de 2024. Esta identificação prévia teve como objetivo estimar o custo-benefício da aplicação dessa proposta a esses aglomerados, relativamente à sua situação atual (Capítulo 4).

2.3. Caracterização dos Aglomerados populacionais selecionados

Na sequência das tarefas anteriores (1, 2 e 3) foram realizadas uma seleção preliminar dos aglomerados populacionais entre 1.000 a 2.000 habitantes equivalentes, que são os diretamente visados no presente projeto. Estes foram posteriormente analisados em conjunto, quer com a DRAAC, quer com as respetivas entidades gestoras, tendo sido em alguns casos preteridos (por não constituírem aglomerados que cumpriam todos os requisitos, e noutros casos os seus limites ajustados (Capítulo 2.3.1).

Com base nessa análise conjunta e validação final, foram também identificados os aglomerados de 2.000 a 10.000 habitantes que terão que passar a ter tratamento secundário, no contexto da revisão da DARU, designadamente (Capítulo 2.3.2):

- Ilha do Faial:
 - Horta
- Ilha do Pico:
 - Madalena
- Ilha Terceira:
 - Porto Judeu
 - Porto Martins
 - S. Sebastião
 - Ribeirinha
- Ilha de São Miguel:
 - Capelas e São Vicente
 - Lagoa (Rosário e Santa Cruz)
 - Povoação
 - Vila Franca do Campo (zona da vila)
 - Santa Bárbara (Ribeira Grande)
 - Arrifes
 - Pico da Pedra

2.3.1. Aglomerados 1.000 a 2.000 habitantes equivalentes

A metodologia de análise do número de indivíduos / habitantes equivalentes e delimitação dos aglomerados é apresentada em detalhe no Relatório de Progresso 1. Foram, nessa etapa, identificados 12 aglomerados, designadamente:

Ilha	Aglomerado	Habitantes abrangidos pelo aglomerado (n.º)
Flores	Santa Cruz das Flores	1 400
Pico	Lajes do Pico + Ribeira do Meio	1 726
	São Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo	1 999
São Jorge	Calheta	1 300

Ilha	Aglomerado	Habitantes abrangidos pelo aglomerado (n.º)
Graciosa	Velas	1 765
	Santa Cruz da Graciosa	1 300
Terceira	Biscoitos	1 249
	Agualva	1 235
	Porto Martins	1 173
	Santo António	1 574
São Miguel	Feteiras	1 557
	Ginetes	1 184
Total	12 Aglomerados	17 462

Importa referir que para além dos habitantes registados na BGRI, foram tidos em consideração (quando em situações consideradas significativas) os habitantes equivalentes associados a população flutuante que possa estar hospedada em alojamentos turísticos nesses aglomerados, bem como habitantes equivalentes associados a alunos de escolas que recebam um número significativo de alunos que habite fora do aglomerado em análise (desde que essas escolas se localizem dentro da área do aglomerado em estudo).

As figuras seguintes apresentam os aglomerados identificados bem como o respetivo enquadramento no território, em termos de configuração, ocupação e orografia (Figura 2.4 a Figura 2.26).

Ilha das Flores

- Santa Cruz das Flores:

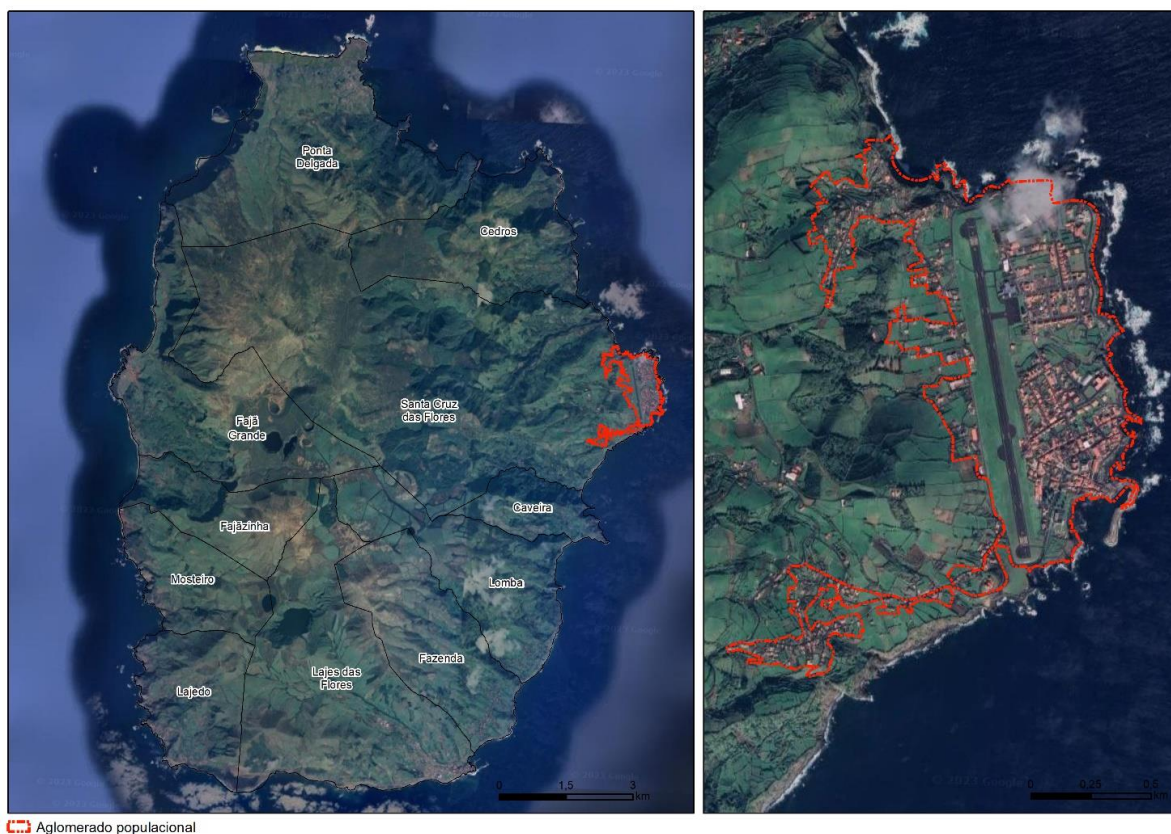


Figura 2.4 | Aglomerado Santa Cruz das Flores (ilha das Flores)



Figura 2.5 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Santa Cruz das Flores (ilha das Flores)

Ilha do Pico

- Lajes do Pico e Ribeira do Meio:



Figura 2.6 | Aglomerado Lajes do Pico e Ribeira do Meio (ilha do Pico)





Figura 2.7 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Lajes do Pico e Ribeira do Meio (ilha do Pico)

- São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo:



Figura 2.8 | Aglomerado São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo (ilha do Pico)





Figura 2.9 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo (ilha do Pico)

Ilha de São Jorge

- Velas:



Figura 2.10 | Aglomerado Velas (ilha de São Jorge)





Figura 2.11 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Velas (ilha de São Jorge)

- Calheta:



Figura 2.12 | Aglomerado Calheta (ilha de São Jorge)







Figura 2.13 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Calheta (ilha de São Jorge)

Ilha Graciosa

- Santa Cruz da Graciosa:



Figura 2.14 | Aglomerado Santa Cruz da Graciosa (ilha Graciosa)





Figura 2.15 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Santa Cruz da Graciosa (ilha Graciosa)

Ilha Terceira

- Biscoitos

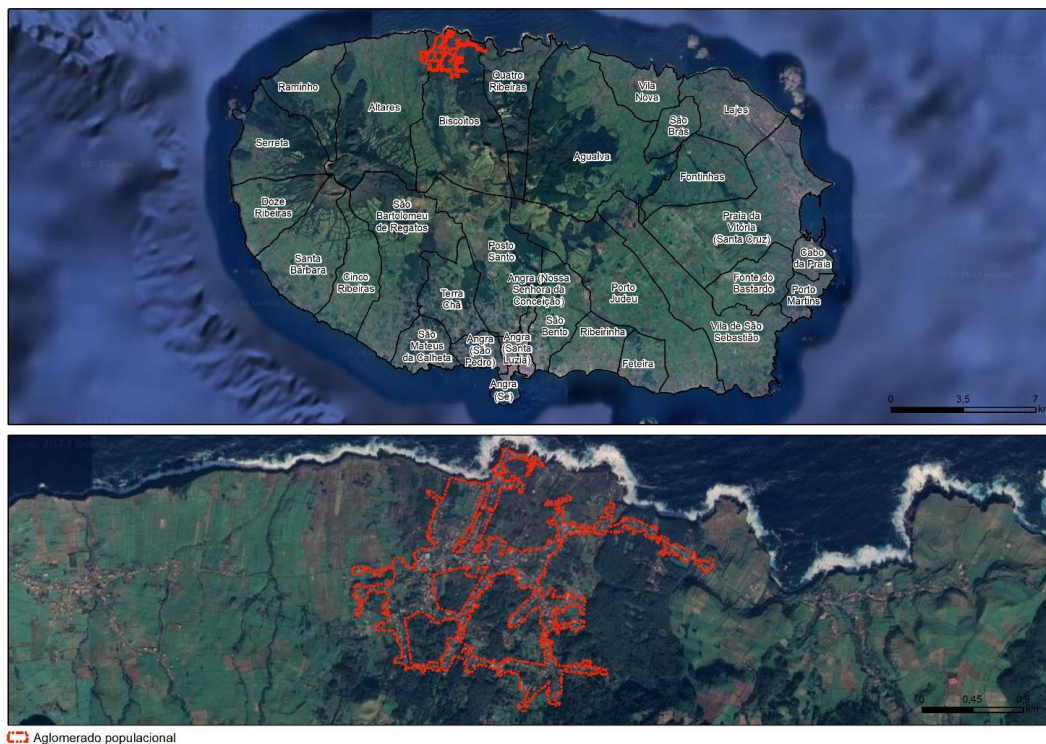


Figura 2.16 | Aglomerado Biscoitos (ilha Terceira)



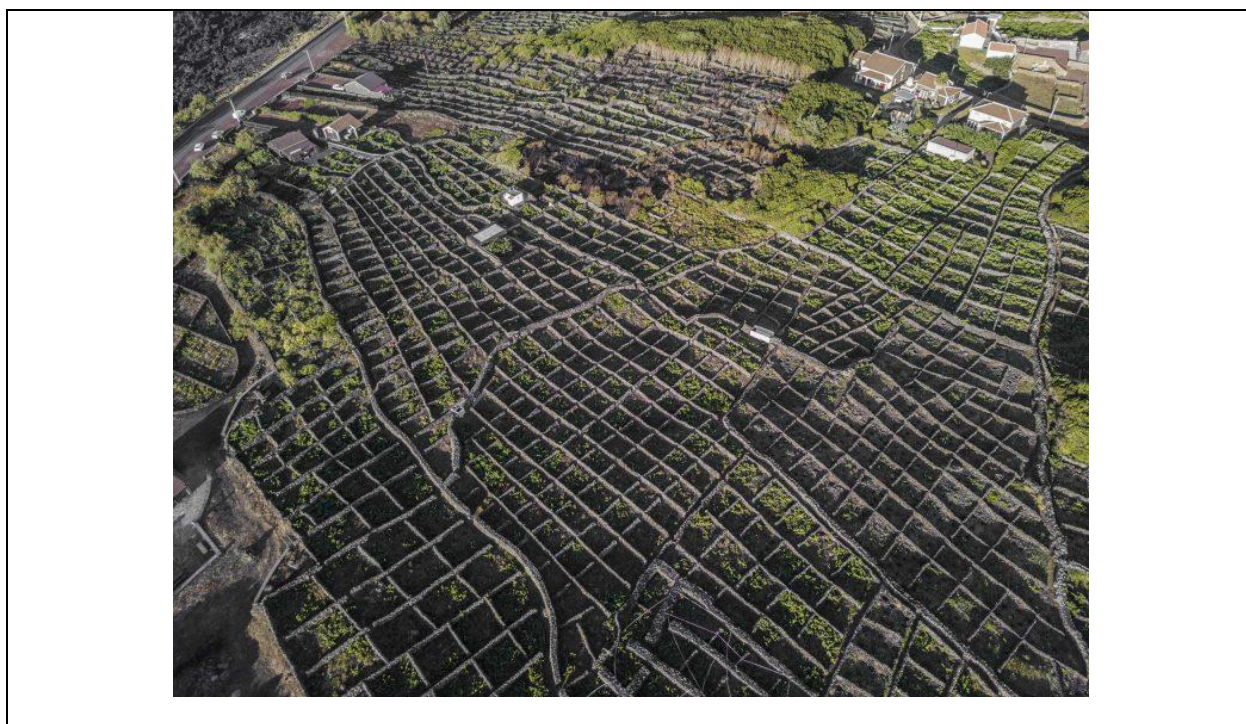


Figura 2.17 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Biscoitos (ilha Terceira)

- Agualva:



Figura 2.18 | Aglomerado Agualva (ilha Terceira)

- Porto Martins:



Figura 2.19 | Aglomerado Porto Martins (ilha Terceira)





Figura 2.20 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Porto Martins (ilha Terceira)

Ilha de São Miguel

- Santo António:



Figura 2.21 | Aglomerado Santo António (ilha de São Miguel)







Figura 2.22 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Santo António (ilha de São Miguel)

- Feteiras:



Figura 2.23 | Aglomerado Feteiras (ilha de São Miguel)





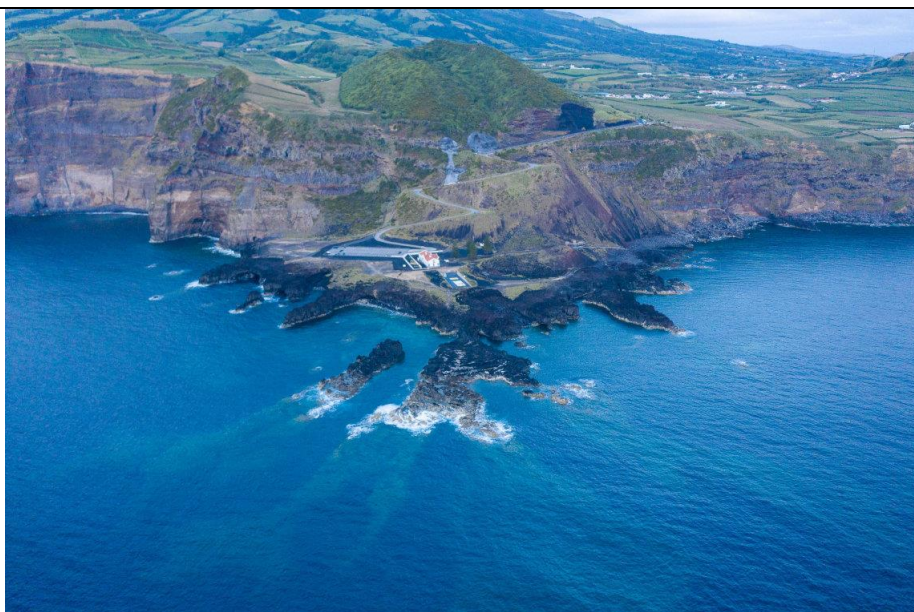
Figura 2.24 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Feteiras (ilha de São Miguel)

- Ginetes:



Figura 2.25 | Aglomerado Ginetes (ilha de São Miguel)





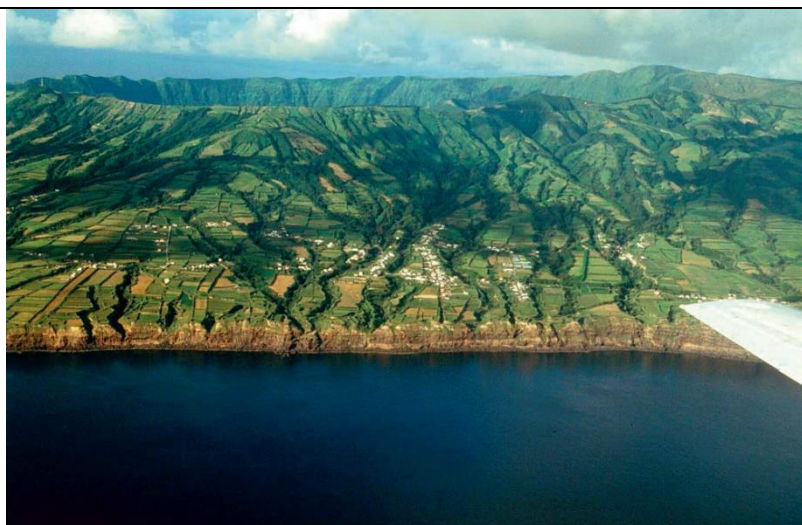






Figura 2.26 | Enquadramento orográfico e territorial do aglomerado Ginetes (ilha de São Miguel)

No Relatório de Progresso 1 é apresentada uma caracterização detalhada relativa aos usos dos solos e dos elementos e valores ambientais e à qualidade ambiental desses aglomerados.

Após reuniões com as diferentes entidades gestoras foram reajustados os limites de alguns dos aglomerados e ponderada a inclusão de alguns deles, como o caso dos Ginetes na ilha de São Miguel, que foi retirado do âmbito do estudo, por ter sido possível aferir que não atingia o limite mínimo de 1.000 hab eq.

Assim, para efeitos de aglomerados abrangidos pela proposta de soluções e análise custo-benefício, foram considerados os seguintes aglomerados identificados bem como o respetivo enquadramento no território, em termos de configuração, ocupação e orografia (Figura 2.4 a Figura 2.15).

Ilha das Flores

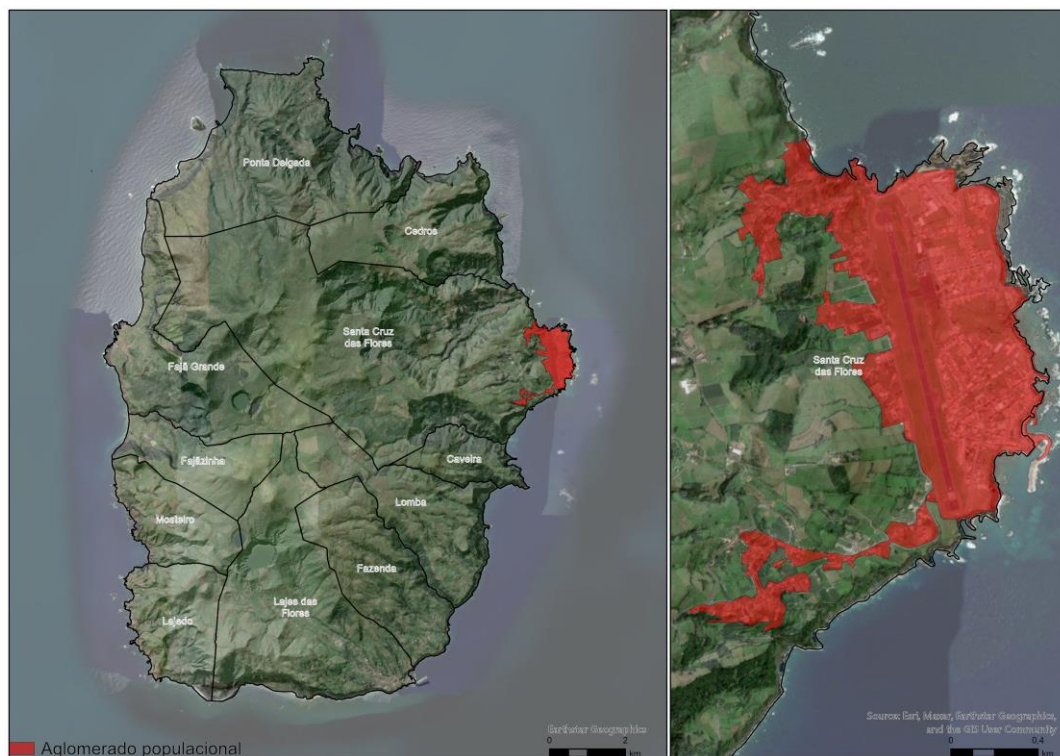


Figura 2.27 | Aglomerado Santa Cruz das Flores (ilha das Flores)

Ilha do Pico



Figura 2.28 | Aglomerado Lajes do Pico e Ribeira do Meio (ilha do Pico)



Figura 2.29 | Aglomerado São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo (ilha do Pico)

Ilha de São Jorge



Figura 2.30 | Aglomerado Velas (ilha de São Jorge)



Figura 2.31 | Aglomerado Calheta (ilha de São Jorge)

Ilha Graciosa



Figura 2.32 | Aglomerado Santa Cruz da Graciosa (ilha Graciosa)

Ilha Terceira

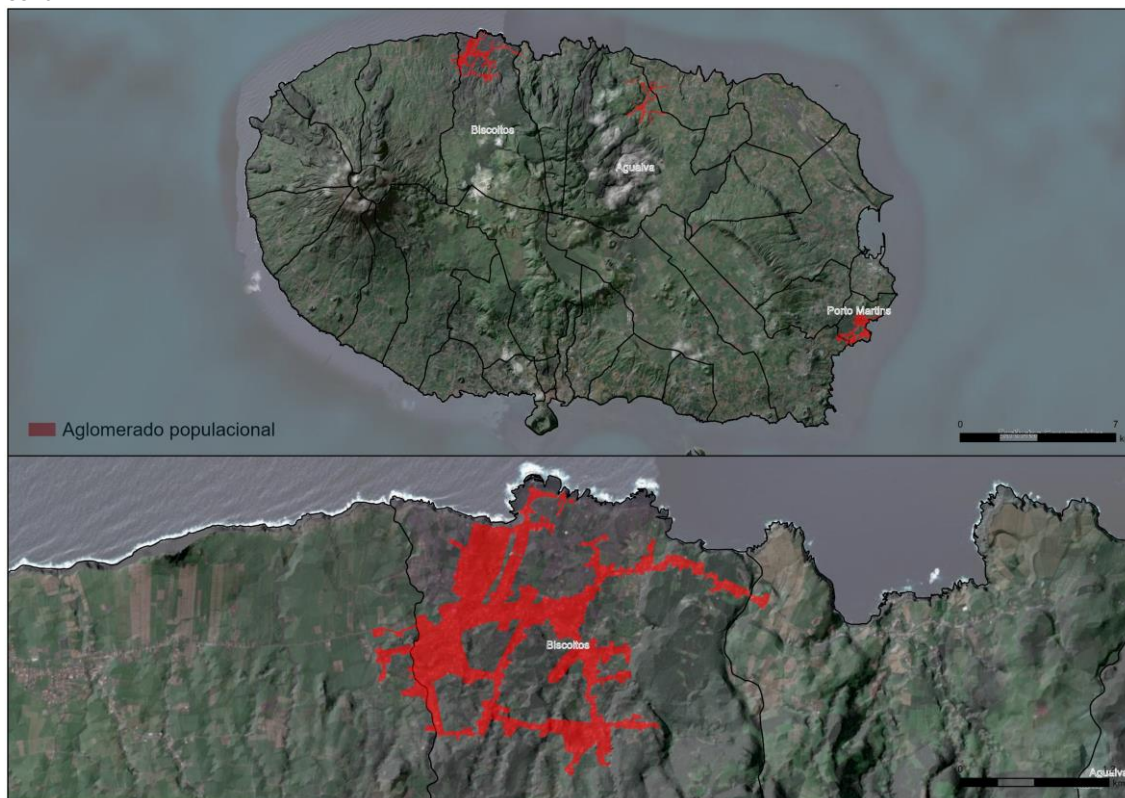


Figura 2.33 | Aglomerado Biscoitos (ilha Terceira)

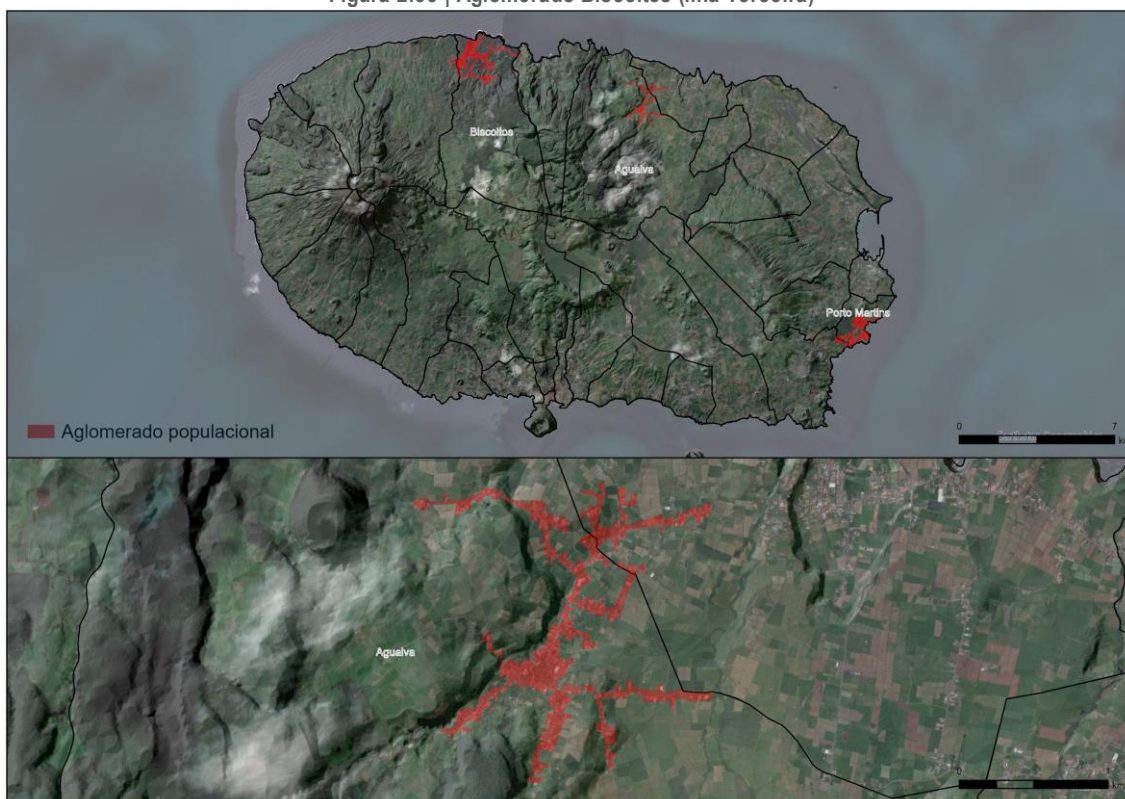


Figura 2.34 | Aglomerado Agualva (ilha Terceira)

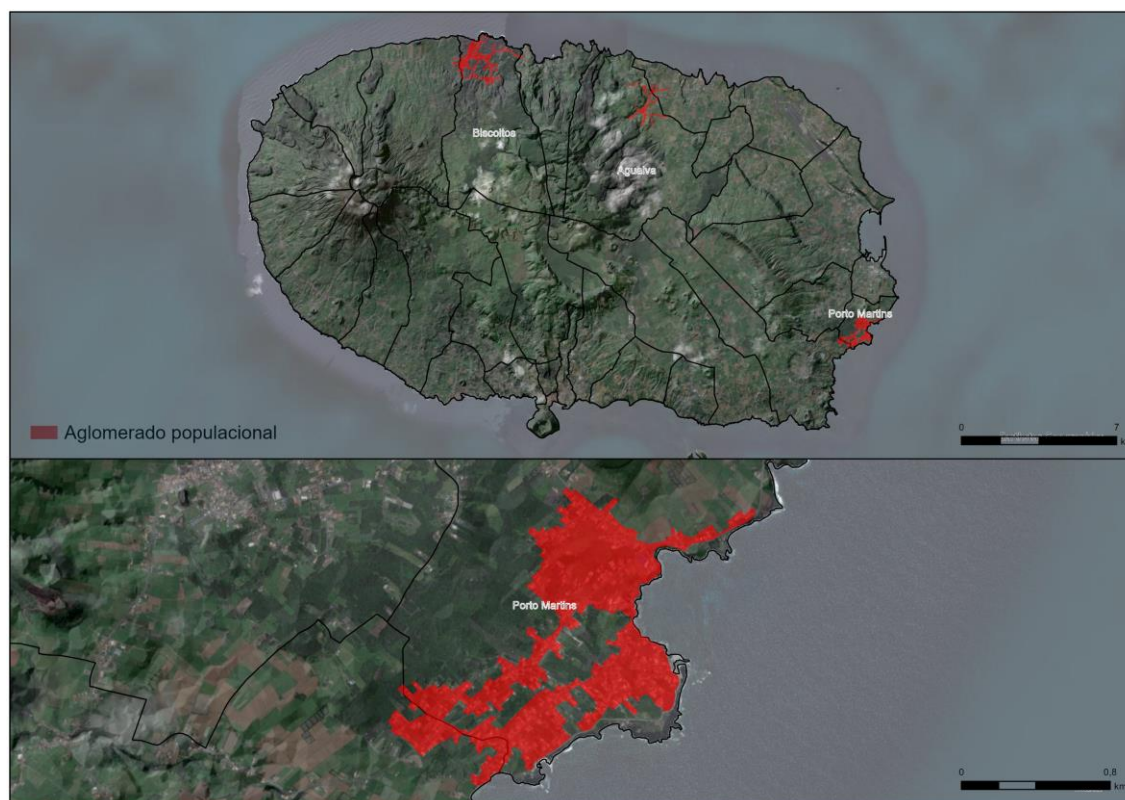


Figura 2.35 | Aglomerado Porto Martins (ilha Terceira)

Ilha de São Miguel



Figura 2.36 | Aglomerado Santo António (ilha de São Miguel)



Figura 2.37 | Aglomerado Feteiras (ilha de São Miguel)

Em suma, foram selecionados 11 aglomerados para serem abrangidos pela presente análise, designadamente:

Ilha	Aglomerado	Habitantes abrangidos pelo aglomerado (n.º)
Flores	Santa Cruz das Flores	1 400
Pico	Lajes do Pico + Ribeira do Meio	1 726
	São Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo	1 999
São Jorge	Calheta	1 300
	Velas	1 765
Graciosa	Santa Cruz da Graciosa	1 300
	Biscoitos	1 249
Terceira	Agualva	1 235
	Porto Martins	1 173
São Miguel	Santo António	1 574
	Feteiras	1 557
Total	11 Aglomerados	16 278

2.3.2. Aglomerados 2.000 a 10.000 habitantes equivalentes

No que respeita aos aglomerados de 2.000 a 10.000 habitantes equivalentes na RAA, para efeitos do cumprimento dos requisitos da

DARU, são identificados os seguintes:

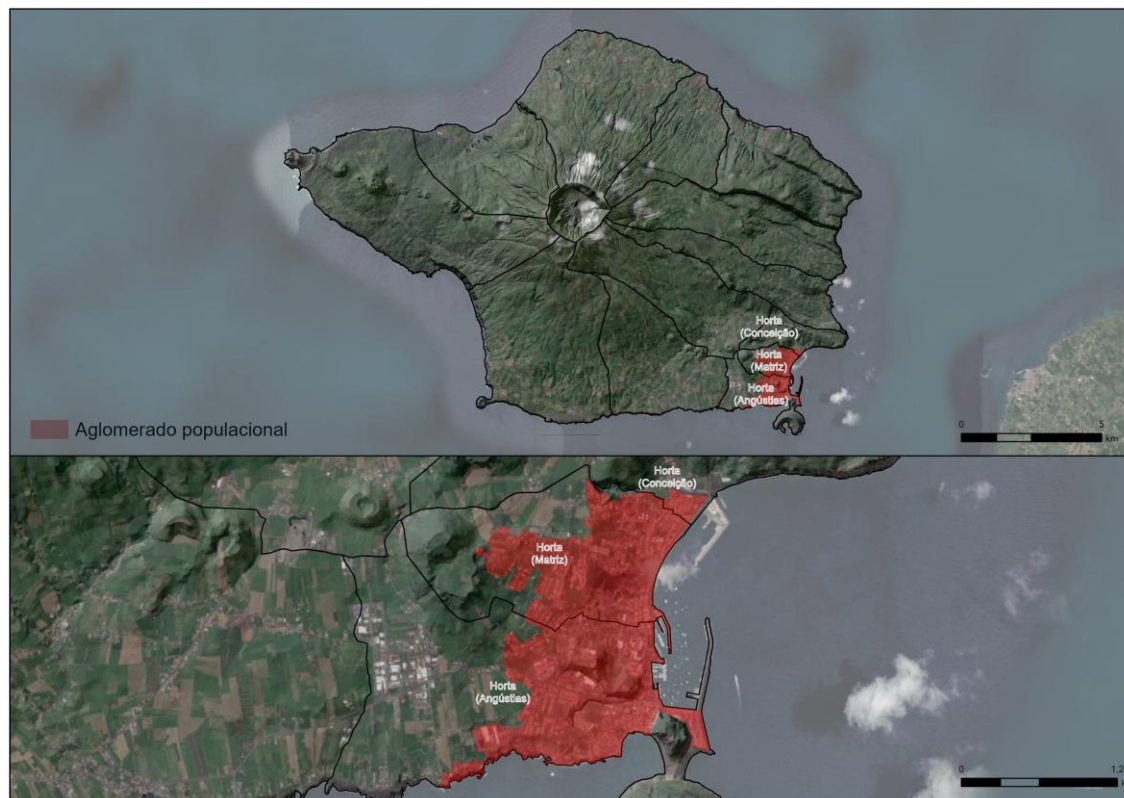


Figura 2.38 | Aglomerado Horta (ilha do Faial)

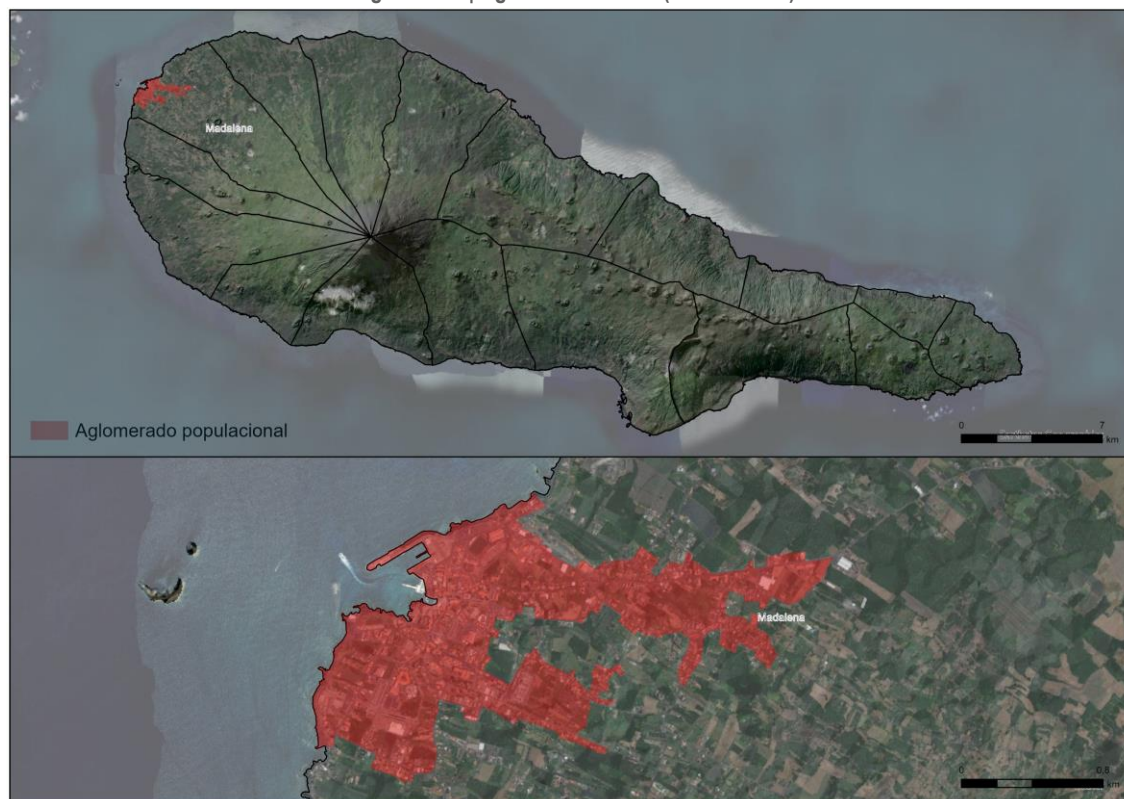


Figura 2.39 | Aglomerado Madalena (ilha do Pico)



Figura 2.40 | Aglomerado Porto Judeu (ilha Terceira)



Figura 2.41 | Aglomerado São Sebastião (ilha Terceira)



Figura 2.42 | Aglomerado Ribeirinha (ilha Terceira)

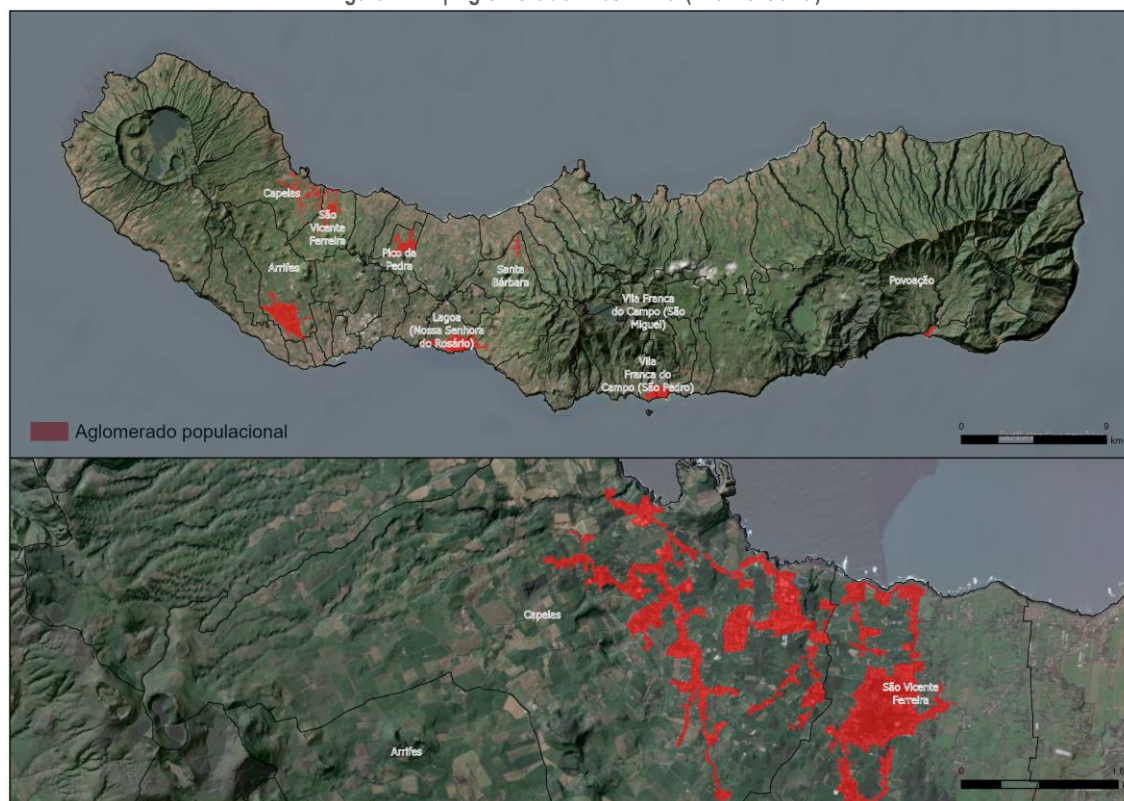


Figura 2.43 | Aglomerado Capelas (ilha de São Miguel)

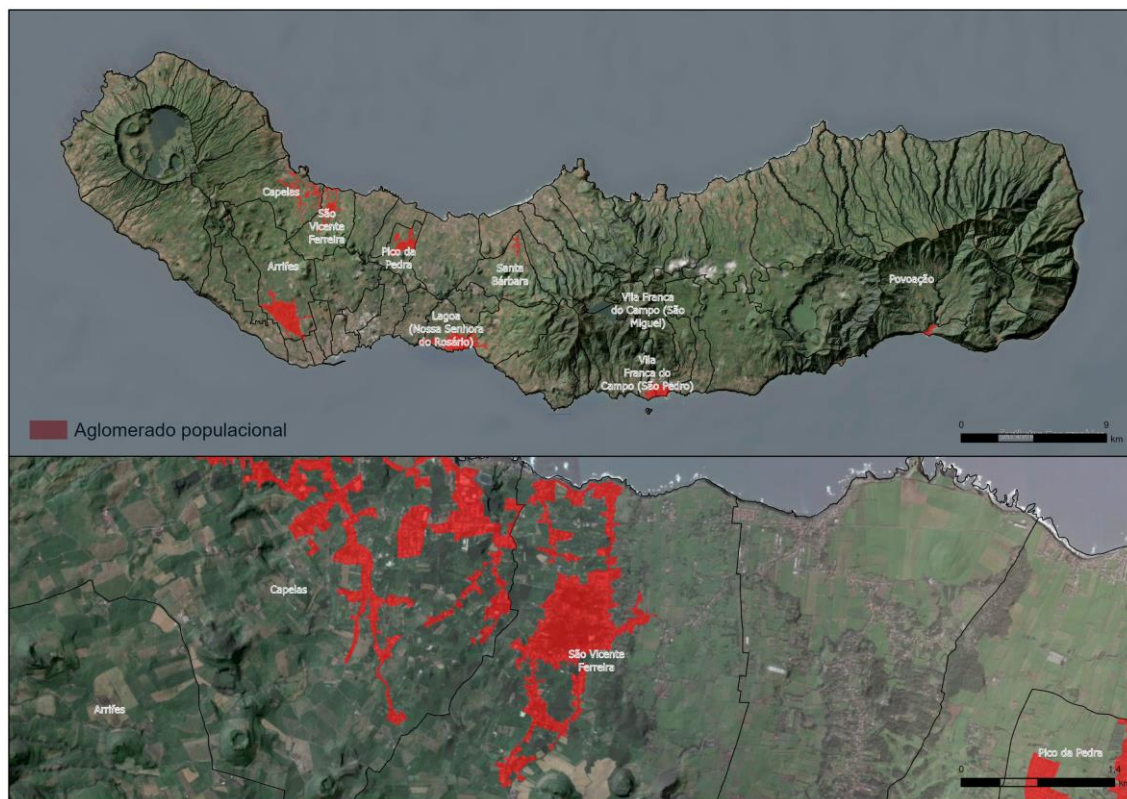


Figura 2.44 | Aglomerado São Vicente Ferreira (ilha de São Miguel)

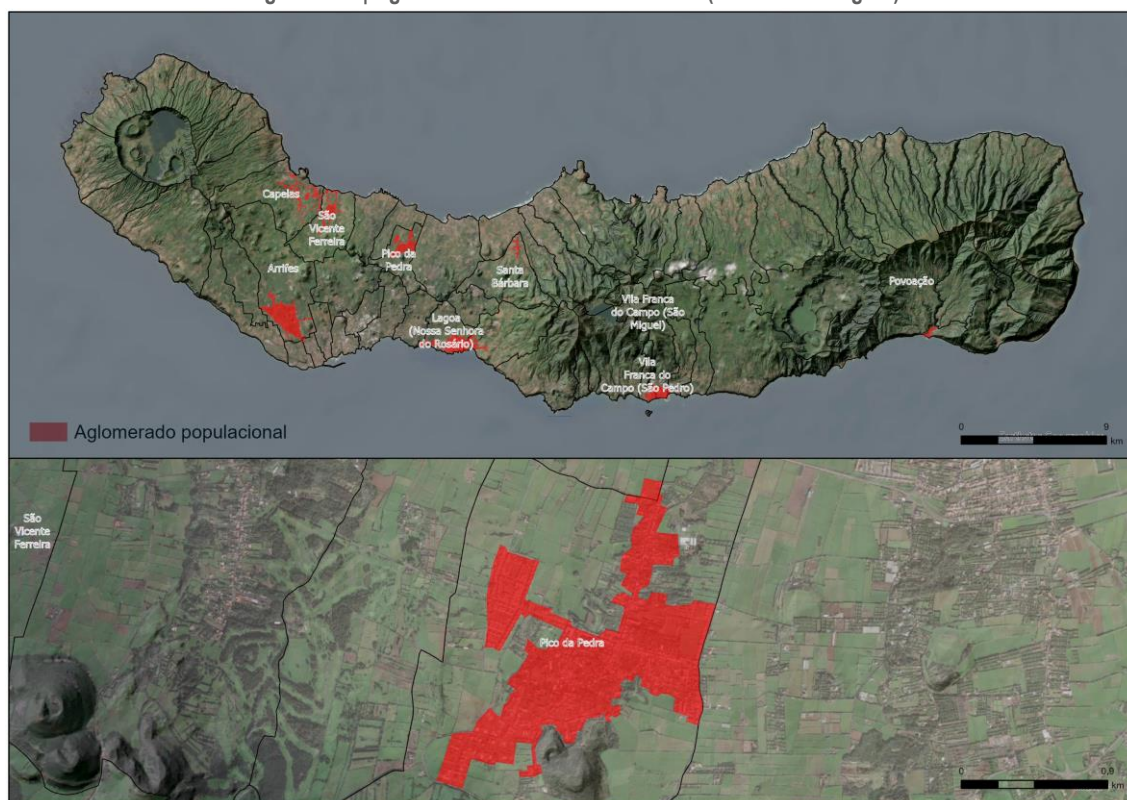


Figura 2.45 | Aglomerado Pico da Pedra (ilha de São Miguel)

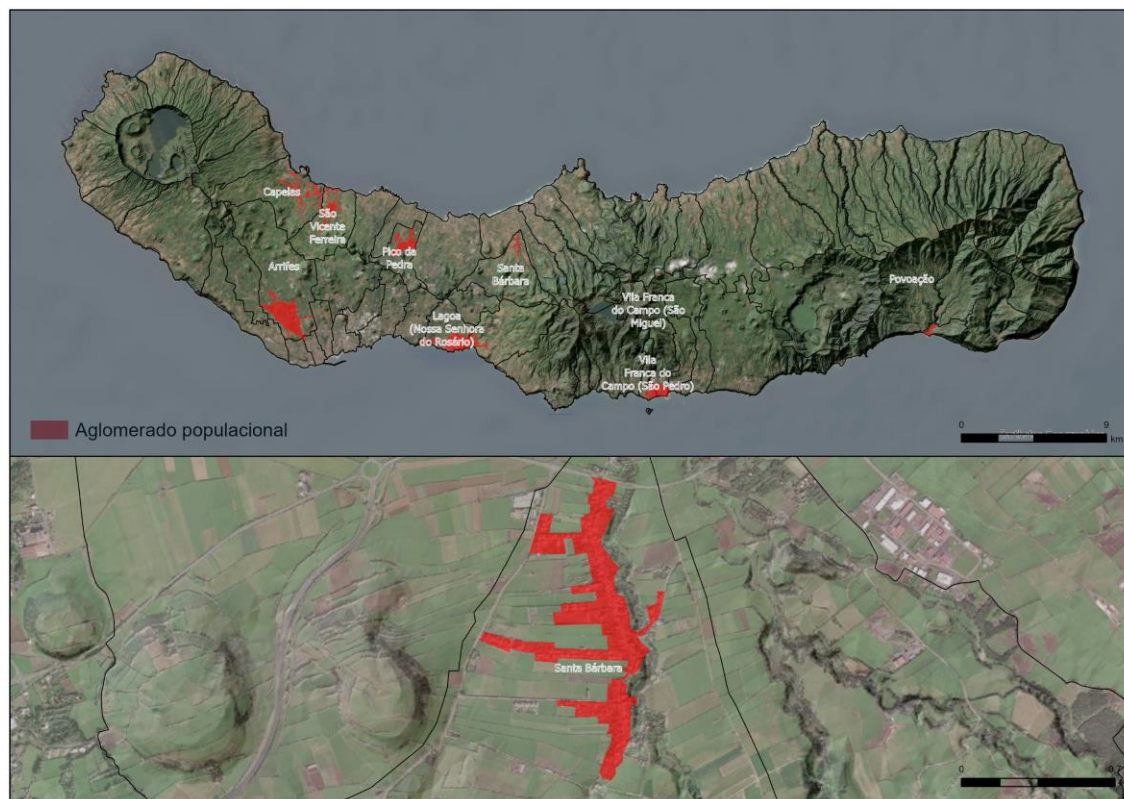


Figura 2.46 | Aglomerado Santa Bárbara (ilha de São Miguel)

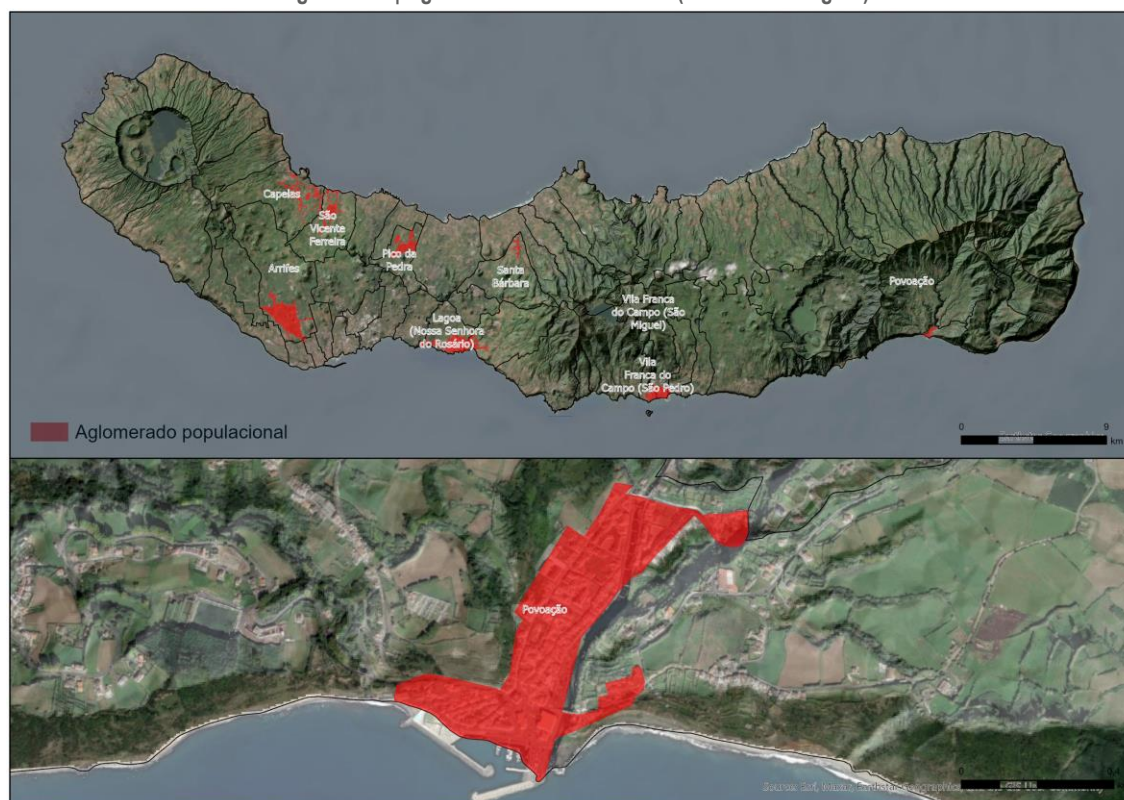


Figura 2.47 | Aglomerado Povoação (ilha de São Miguel)

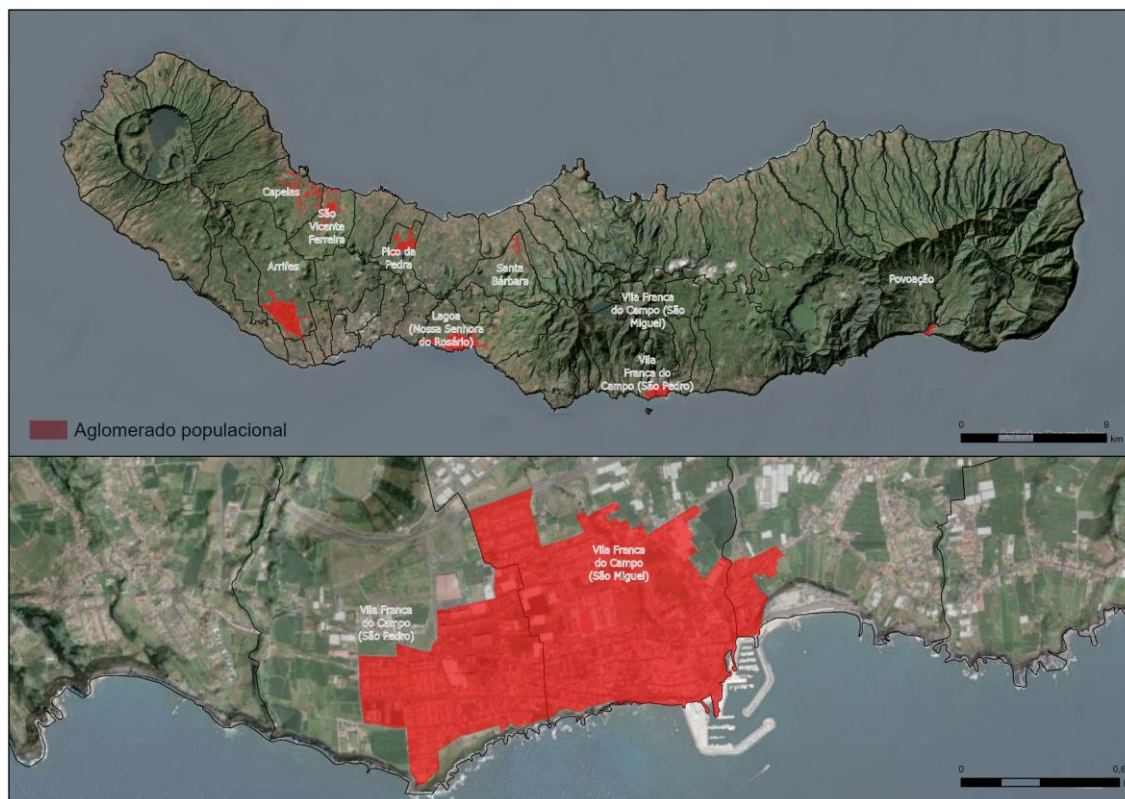


Figura 2.48 | Aglomerado Vila Franca do Campo (ilha de São Miguel)

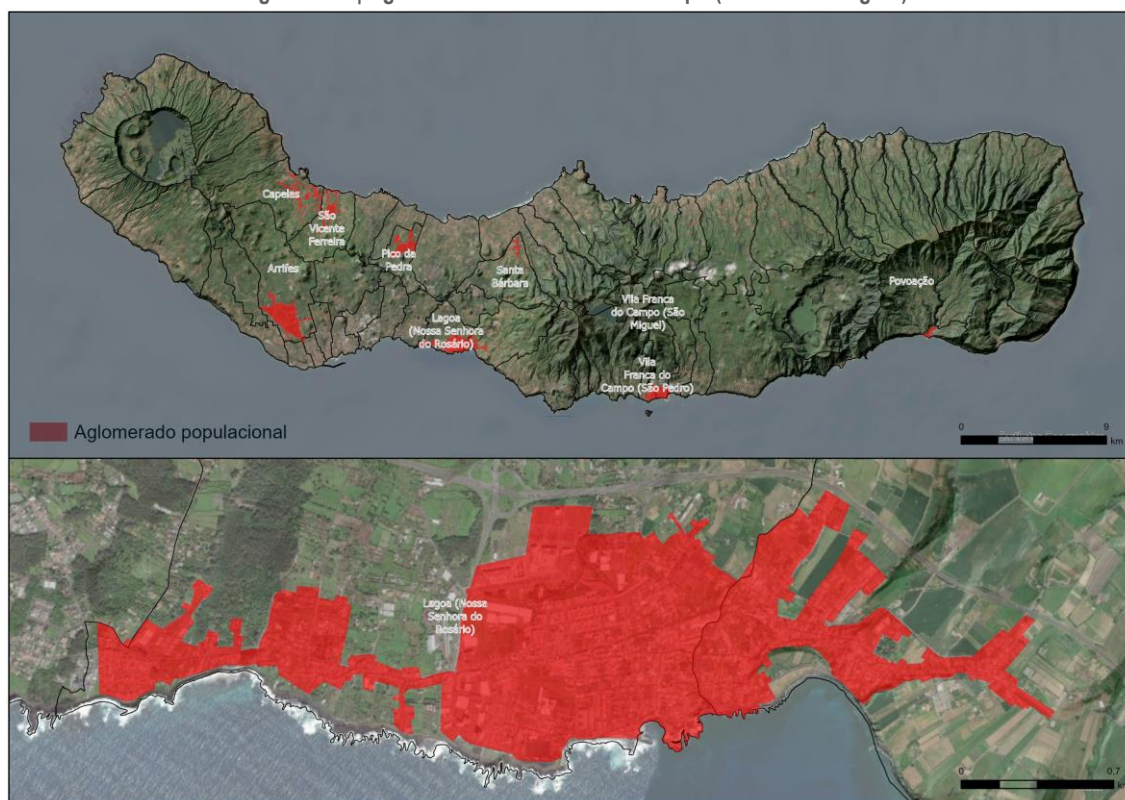


Figura 2.49 | Aglomerado Lagoa (ilha de São Miguel)

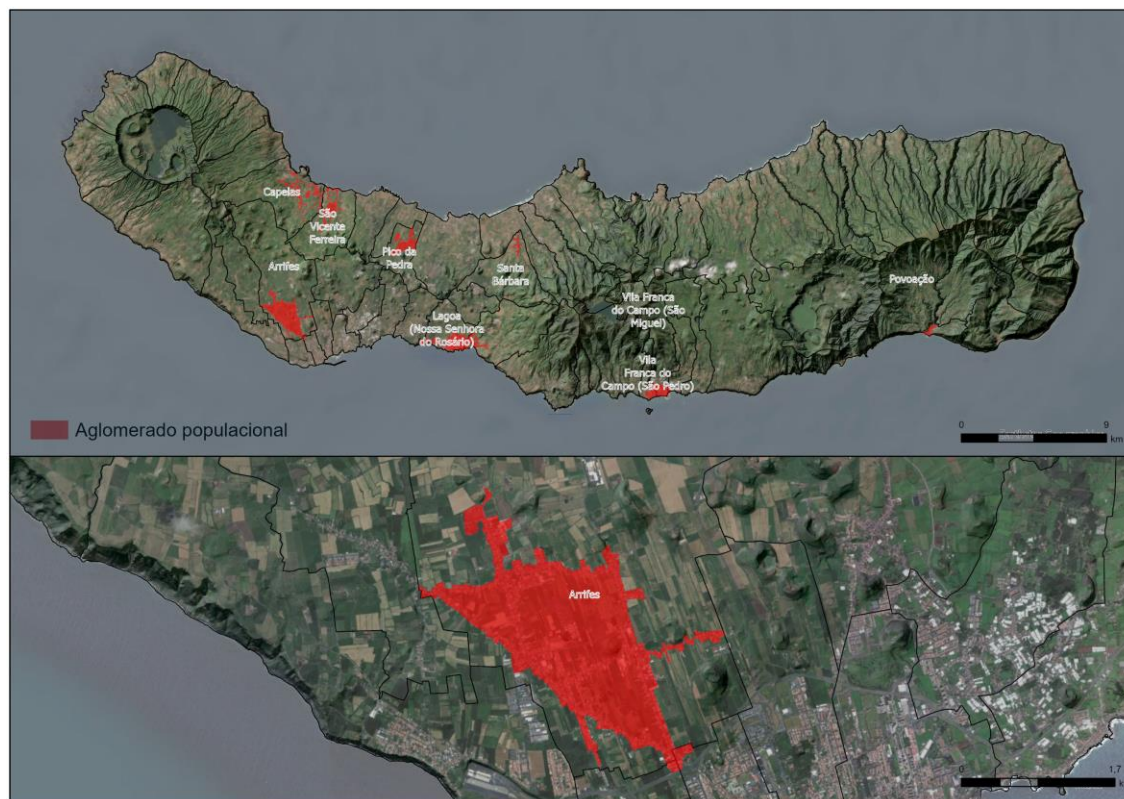


Figura 2.50 | Aglomerado Arrifes (ilha de São Miguel)

2.4. Caracterização Hidrodinâmica

2.4.1. Correntes

As correntes marítimas dos Açores têm influência do giro subtropical do Atlântico Norte, caracterizado por um elevado gradiente horizontal de temperatura, e profunda influência da Corrente do Golfo (CG) que transporta massas de água superficiais quentes de origem equatorial e tropical de oeste para as águas frias do Atlântico Norte.

A área oceânica a sul das ilhas dos Açores é dominada pela Corrente dos Açores (CA), que transporta água quente e se apresenta como um conjunto complexo de frentes, meandros e vórtices de pequena ou mesoescala, alimentados a partir de um jato principal. A norte do arquipélago dos Açores o sistema da Corrente do Atlântico Norte (CAN), que transporta água mais fria, domina a circulação. A CG é uma das mais fortes correntes oceânicas, atingindo velocidades da ordem dos 2,5 m/s (DQEM, 2014).

De acordo com a DQEM, 2014, a CAN e a CA bifurcam-se em, respetivamente, CAN1 e CAN2 e CA1 e CA2 (Alves, 1993). Em média no verão a região a norte dos Açores é influenciada pela CAN2, enquanto a sul é influenciada pela CA1. No período de inverno, na região dos Açores, passa apenas um único ramo de corrente, a CA, e que resulta da aglutinação da CA1 com a CAN2 a oeste dos Açores, aproximadamente a 35°W, 35°N (Alves, 1993). **Durante o inverno, devido à agitação marítima e ventos locais, existe também uma forte mistura vertical na coluna de água e a termoclina situa-se a cerca de 200 m, ao passo que no verão situa-se entre 30 a 60 m de profundidade (IH, 2000).**

Ao longo dos diferentes meses do ano existem consideráveis variações nestes padrões gerais de circulação oceânica (Figura 2.51). A Corrente dos Açores existe durante todo o ano, fluindo de modo geral de oeste para este, com intensidades variáveis e oscilações sazonais e semi-sazonais (ex.: Alves, 1993 *vide* SRCMT, 2014; Santos *et al.*, 1995).

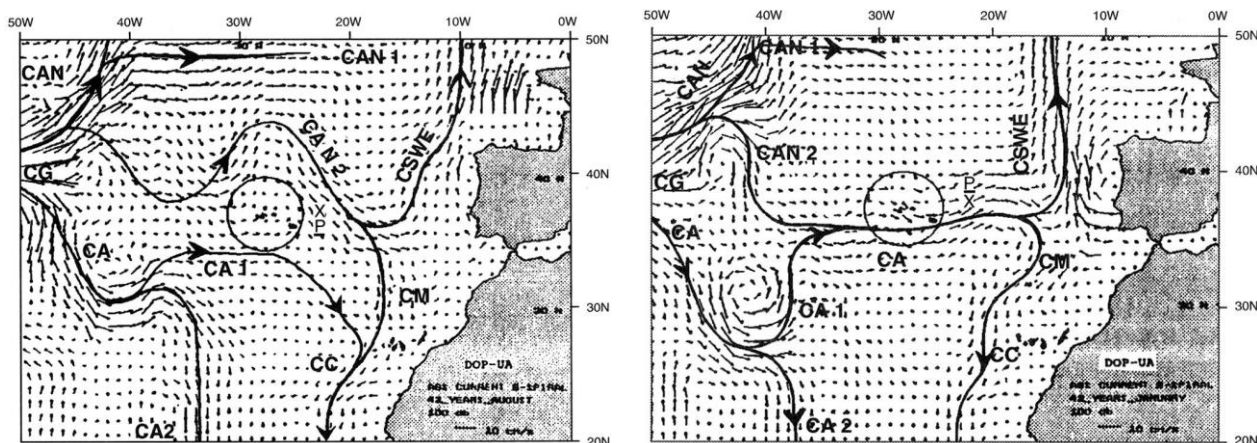


Figura 2.51 | Padrões gerais de circulação oceânica no Atlântico central / nordeste (Açores representado dentro de círculo) a cerca de 100 m de profundidade e para duas estações do ano diferentes: A – verão, B – inverno. Estes padrões médios de circulação foram derivados de dados de 42 anos, entre 1947 e 1988 (Fonte: Alves, 1993 *vide* SRCMT, 2014).

2.4.2. Marés

De acordo com dados do Instituto Hidrográfico [IH], de 2022 [<https://geomar.hidrografico.pt/>], na Região Autónoma dos Açores [RAA] existem cinco marégrafos, localizados em [Quadro 2.1]:

Quadro 2.1 - Estações Marégrafo na Região Autónoma do Açores – Localização.

Ilha	Marégrafo	Posição	Observações
Santa Maria	Vila do Porto	36° 56' 39" N - 25° 8' 56" W	Operacional
Flores	Lajes das Flores	39° 22' 42" N - 31° 10' 7" W	Operacional
Faial	Horta	38° 35' 17" N - 28° 32' 27" W	Operacional
Terceira	Angra do Heroísmo	38° 39' 00" N - 27° 13' 18" W	Operacional
São Miguel	Ponta Delgada	37° 43' 32" N - 25° 43' 17" W	Operacional

A maré na faixa costeira dos Açores é do tipo semidiurno regular, 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 [fórmula 1964] in Hayes [fórmula 1975], ou microtidal a mesotidal baixo, segundo Hayes [fórmula 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 [PGRH Açores 2016-2021, 2016].

No arquipélago dos Açores a maré enche de W e SW e na vazante propaga-se de E e NE [Instituto Hidrográfico, 1981].

A informação contida nas Tabelas de Maré sugere que, do extremo oriental para o extremo ocidental do arquipélago, se verifica que: 1] os valores da amplitude de maré diminuem; 2] as preia-mares máximas tendem a alcançar cotas inferiores; 3] as baixa-mares mínimas tendem a alcançar cotas superiores [PGRH Açores 2016-2021, 2016].

As correntes de maré são em geral fracas com exceções pontuais. As correntes oceânicas são relativamente fracas, inferiores a 0,5m/s e são essencialmente influenciadas pela Corrente do Golfo e pela Corrente subtropical do Norte. De dezembro a abril predominam as direções para SE e de maio a novembro para S [PGRH Açores 2016-2021, 2016].

Segundo o PGRH-Açores 2022-2027 [SRAAC, 2021], a maré meteorológica [sobre-elevação devido à persistência dos ventos e da

agitação ou a variações acentuadas da pressão atmosférica] assume valores ligeiramente variáveis ao longo da costa. É nas zonas de águas costeiras “encaixadas” [baías] que a maré meteorológica pode assumir valores de oscilação mais significativos. O litoral açoriano é na sua maior extensão [open coasts] um tipo de costa que, segundo Carter [1999], diminui a energia dos efeitos de sobre-elevação do nível do mar de origem meteorológica [storm surge] que raramente excedem os 0,5-0,6 m de diferença de nível, independentemente da intensidade da depressão meteorológica forçadora [Borges, 2003]. Este facto, é ilustrado pela tempestade de 25 de dezembro de 1996, que atingiu a costa sul da ilha de São Miguel, com ondas registadas de 12 m, gerou uma storm surge de 0,27 m, de acordo com registos do marégrafo do porto de Ponta Delgada [Borges, 2003; Ng *et. al*, 2014].

2.4.3. Agitação

De acordo com o Copernicus Marine Services, 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, para as últimas 24 horas. Esta informação é também disponibilizada pelo Instituto Hidrográfico, podendo 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 e da plataforma hidrográfico+ [https://geomar.hidrografico.pt/], plataforma que disponibiliza dados para os últimos 5 dias, para as quatro boias ondógrafo apresentadas na [Quadro 2.2].

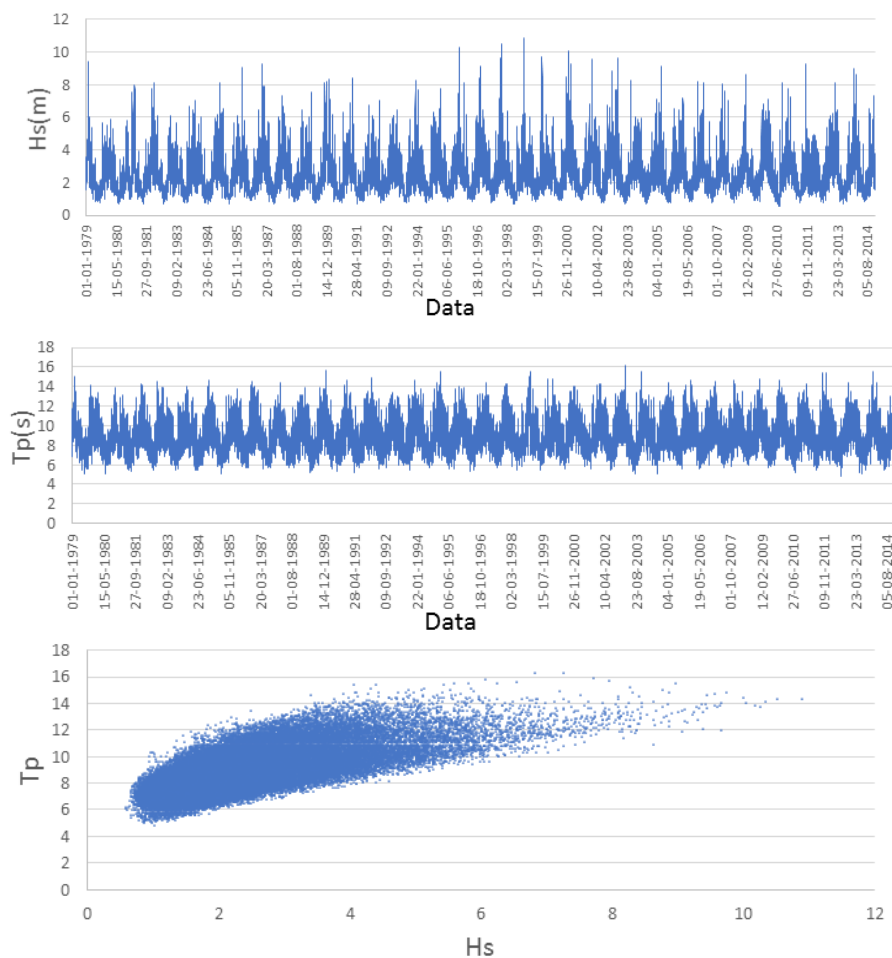
Quadro 2.2 | Registo da agitação marítima dos ondógrafos nos Açores.

Ilha	Boia	Posição	Observações
Graciosa	Graciosa [Noroeste]	39° 05' 13"N – 27°57'20"W	Operacional
Faial/Pico	No canal	38°35'17"N – 28°32'27"W	Operacional
Terceira	Praia da Vitória	38°44'53"N – 27°00'54"W	Operacional
São Miguel	Ponta Delgada	37°43'32"N – 25°43'17"W	Operacional

Fonte: Instituto Hidrográfico [2021]

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.

Segundo os dados do United States Naval Oceanographic Office [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].



Fonte: Matos, 2015.

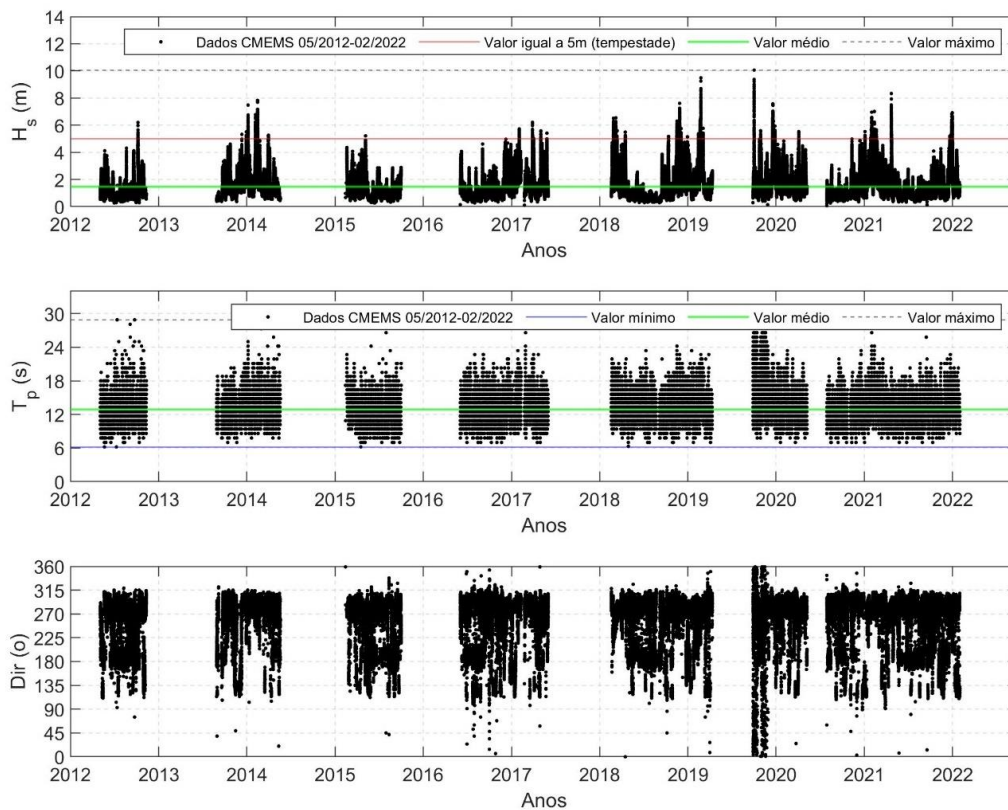
Figura 2.52 | Distribuição temporal de altura significativa [H_s [m]], período de pico [T_p [s]], e altura significativa em função do período de pico [T_p], ao longo dos 36 anos de estudo.

De acordo com estimativas fornecidas pelo modelo oceânico Wave Analysis Model - WAM [do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts - ECMWF], para o grupo central para um período de 36 anos, observa-se um comportamento constante e a existência de uma relação direta entre a altura significativa [H_s] e o período de pico [T_p], ou seja, quando há um aumento do período há um aumento da altura significativa, [Matos, 2015] [Figura 2.57].

Em complemento aos dados do United States Naval Oceanographic Office [USNOO], foram analisados dados da boia de Ponta Delgada, Faial/Pico e Flores disponíveis no Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS] [<https://marine.copernicus.eu/>], com o objetivo de caracterização cada um dos grupos da Região Autónoma dos Açores.

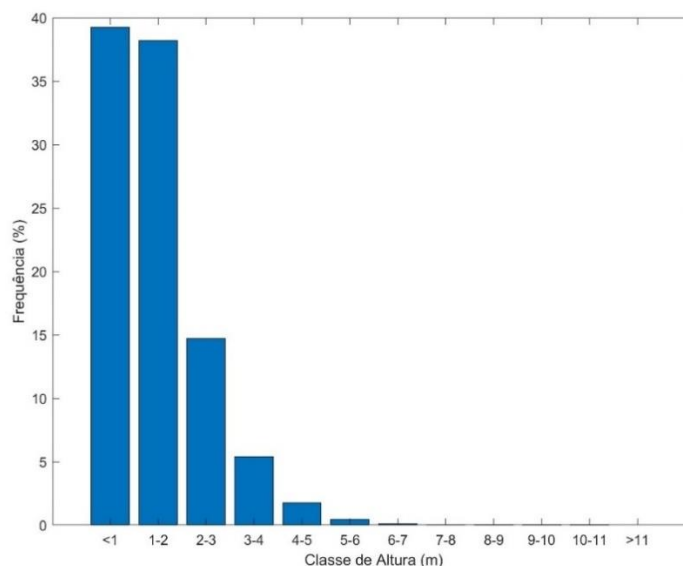
Boia ondógrafo São Miguel (Grupo Oriental)

De acordo com a boia ondógrafo de São Miguel, observa-se que a altura significativa da onda ao largo [H_0] até 2 m representa cerca de 77% dos valores registados, observando-se conduto valores máximos superiores a 10m. É possível ainda observar que existem diversos eventos com alturas de onda superior a 5m, que serve de referência da ocorrência de tempestades [Figura 2.53], segundo Costa et al. [2001], que analisa uma serie temporal de 59 anos, com registos de 6 em 6 horas, estipulando, para a costa oeste portuguesa, que os períodos de temporal ocorrem quando $H_s > 4,5$ m.



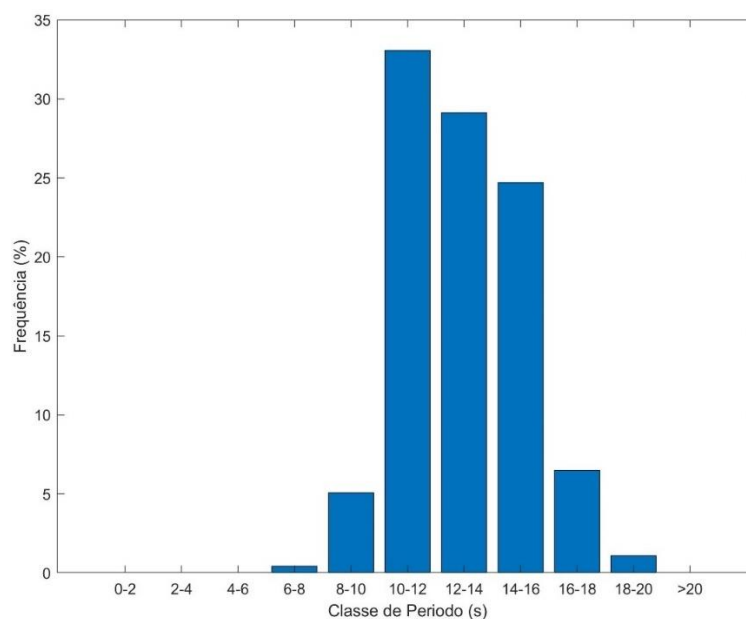
Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS].
Figura 2.53 | Altura Significativa, boia ondógrafo de Ponta Delgada.

Na Figura 2.54 verifica-se que cerca de 77% da altura das ondas [H_s] situa-se entre 0-2 m e 15% entre 2-3m. A percentagem de ondas superiores a 5m são cerca de 1%.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS].
Figura 2.54 | Frequência da altura significativa da onda, boia ondógrafo de Ponta Delgada.

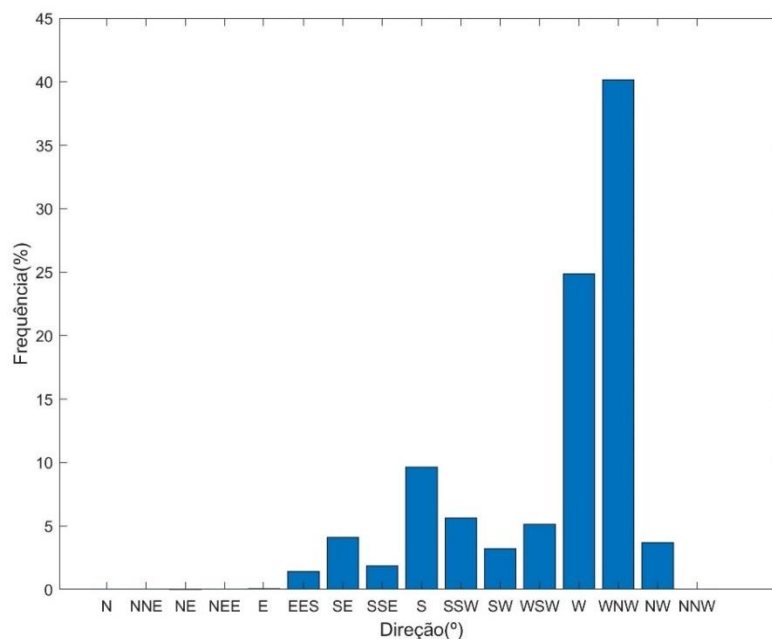
No que respeita ao período máximo, verificou-se o valor máximo de 28,9s, com o valor médio da ordem do 13s e um valor mínimo de 6,2s [Figura 2.55].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS].

Figura 2.55 | Frequência do período máximo, boia ondógrafo de Ponta Delgada.

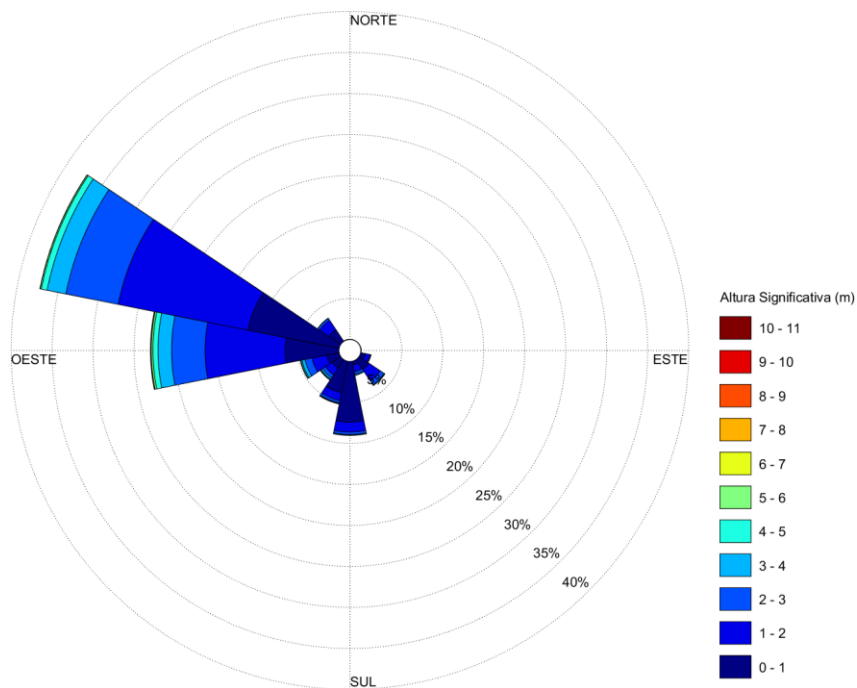
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 2.56, esta apresenta predominância de WNW, W, e S com 40%, 25% e 10%, respetivamente, perfazendo cerca de 75% do total dos registos.



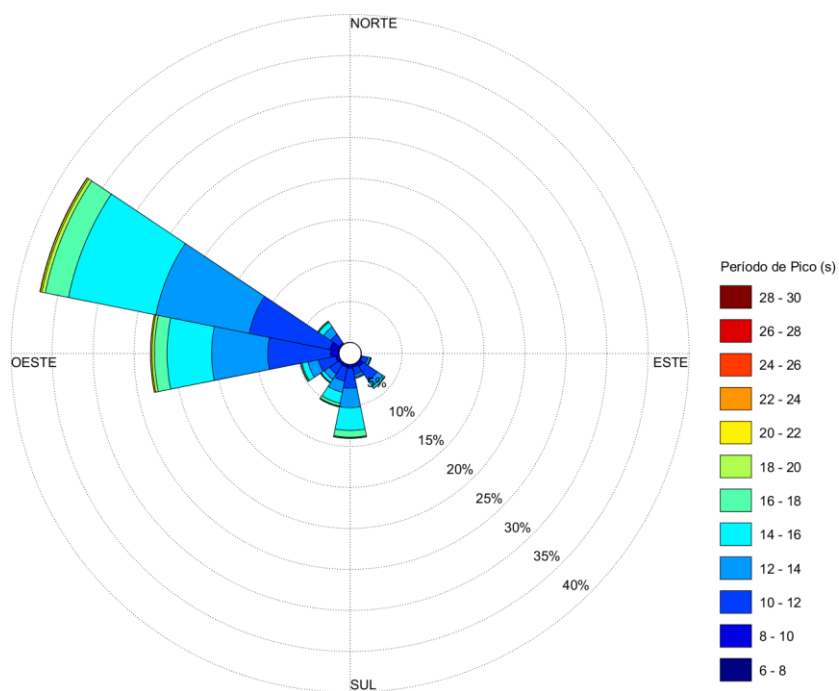
Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS].

Figura 2.56 | Frequência da direção, boia ondógrafo de Ponta Delgada.

Ainda relativamente à direção verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período máximo mais elevado, ocorrem de WNW e de W, apresentando ainda alguma expressão a agitação de S (Figura 2.57 e Figura 2.58).



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS].
Figura 2.57 | Direção e altura significativa, boia ondógrafo de Ponta Delgada.

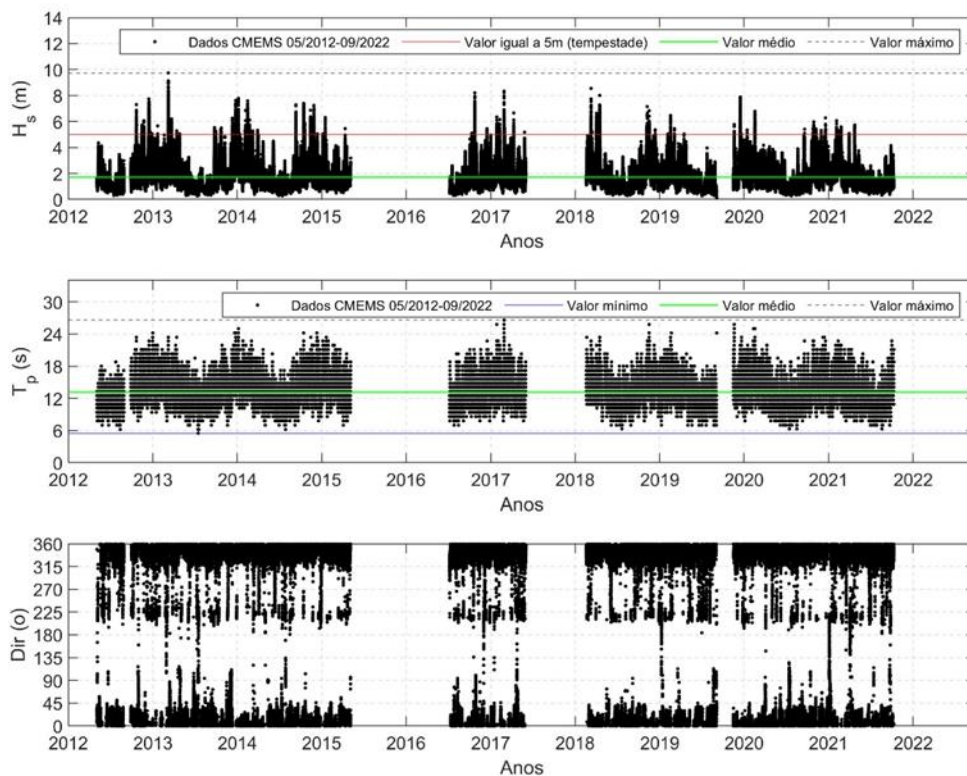


Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS].
Figura 2.58 | Direção e período máximo, boia ondógrafo de Ponta Delgada.

Boia ondógrafo Faial/Pico (Grupo Central)

No que respeita à boia ondógrafo Faial/Pico observa-se que o valor médio do terço das ondas mais altas, altura significativa [Hs], se situa nos 1,5 m e o valor máximo próximo de 10 m. É possível ainda observar que existem diversos eventos com alturas de onda

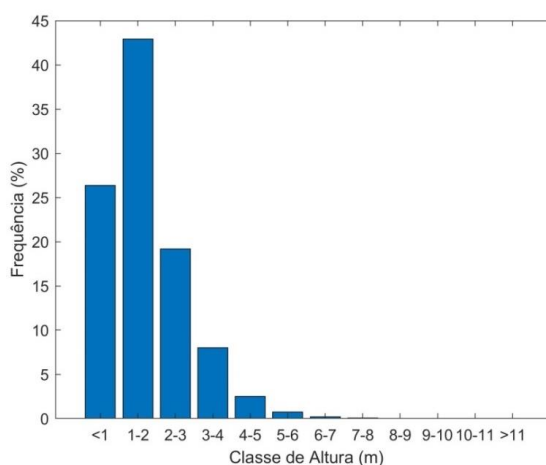
superior a 5 m, que serve de referência da ocorrência de tempestades [Figura 2.59], tendo como base o estudo de Costa et al., [2001] realizado para a costa portuguesa com dados obtidos de 6 em 6 horas, durante 59 anos, que estipula para costa oeste que os períodos de temporal ocorrem quando $H_s > 4,5$ m.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]

Figura 2.59 | Altura Significativa [Hs], Período de Pico [Tp] e Direção [°] boia ondógrafo Faial/Pico.

Na Figura 2.60 verifica-se que cerca de 26 % da altura significativa da onda situa-se entre 0-1m, cerca de 43% entre 1-2m, 19 % entre 2-3m, 8% entre 3-4m e 2,5% entre 4-5m. A percentagem de ondas superiores a 5m são cerca 1,5% do total dos registos.

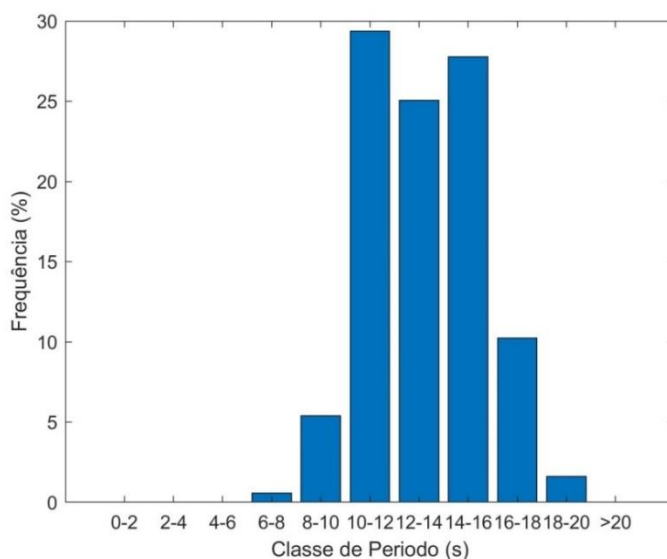


Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]

Figura 2.60 | Percentagem de ocorrências da altura significativa [Hs], boia ondógrafo Faial/Pico.

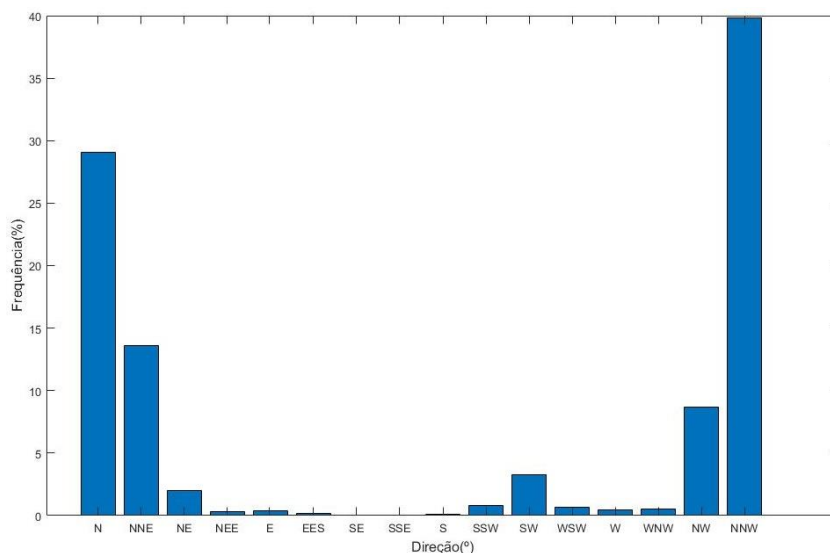
No que respeita ao período pico, de acordo com os dados analisados observa-se que o valor máximo registado foi de 26,6 s, o valor

mínimo de 5,5 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 13 s [Figura 2.61]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 10-12 s, 12-14 s e 14-16 s, com 29%, 25% e 28%, do total de registos analisados, respetivamente.



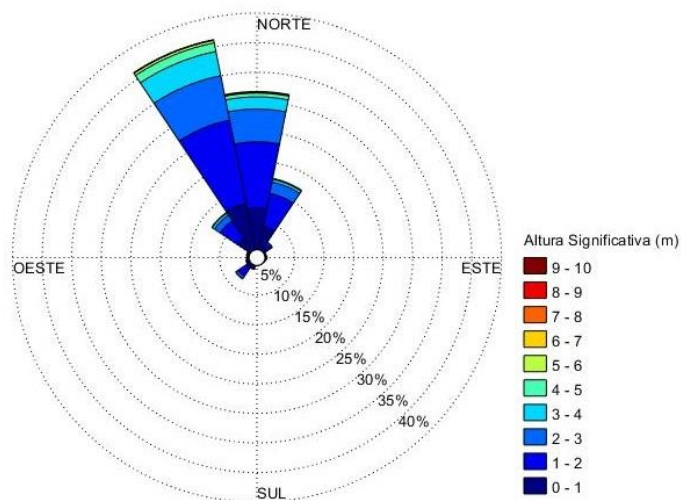
Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]
Figura 2.61 | Frequência do período pico, boia ondógrafo Faial/Pico.

Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 2.62, apresenta predominância do quadrante N em particular de NNW com 40%, N com 29%, NNE com 13,5% e NW com 9%, respetivamente, perfazendo mais de 90% do total dos registos.

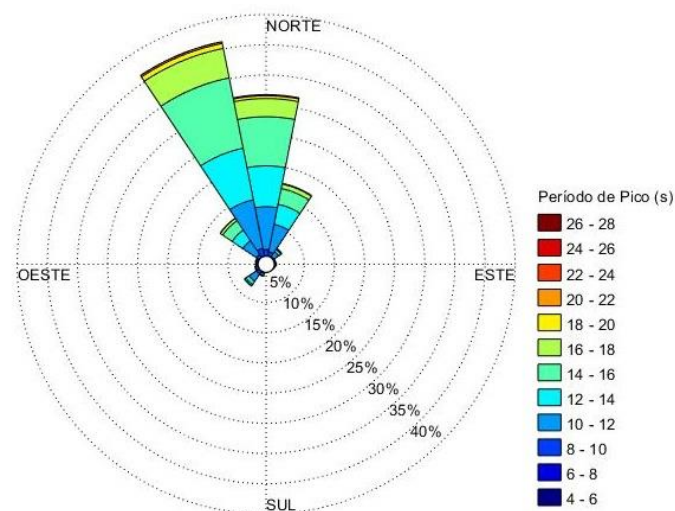


Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]
Figura 2.62 | Frequência da direção, boia ondógrafo Faial/Pico.

Ainda relativamente à direção verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevada, ocorrem de NNW e de N, apresentando ainda alguma expressão a agitação de NNE [Figura 2.63 e Figura 2.64].



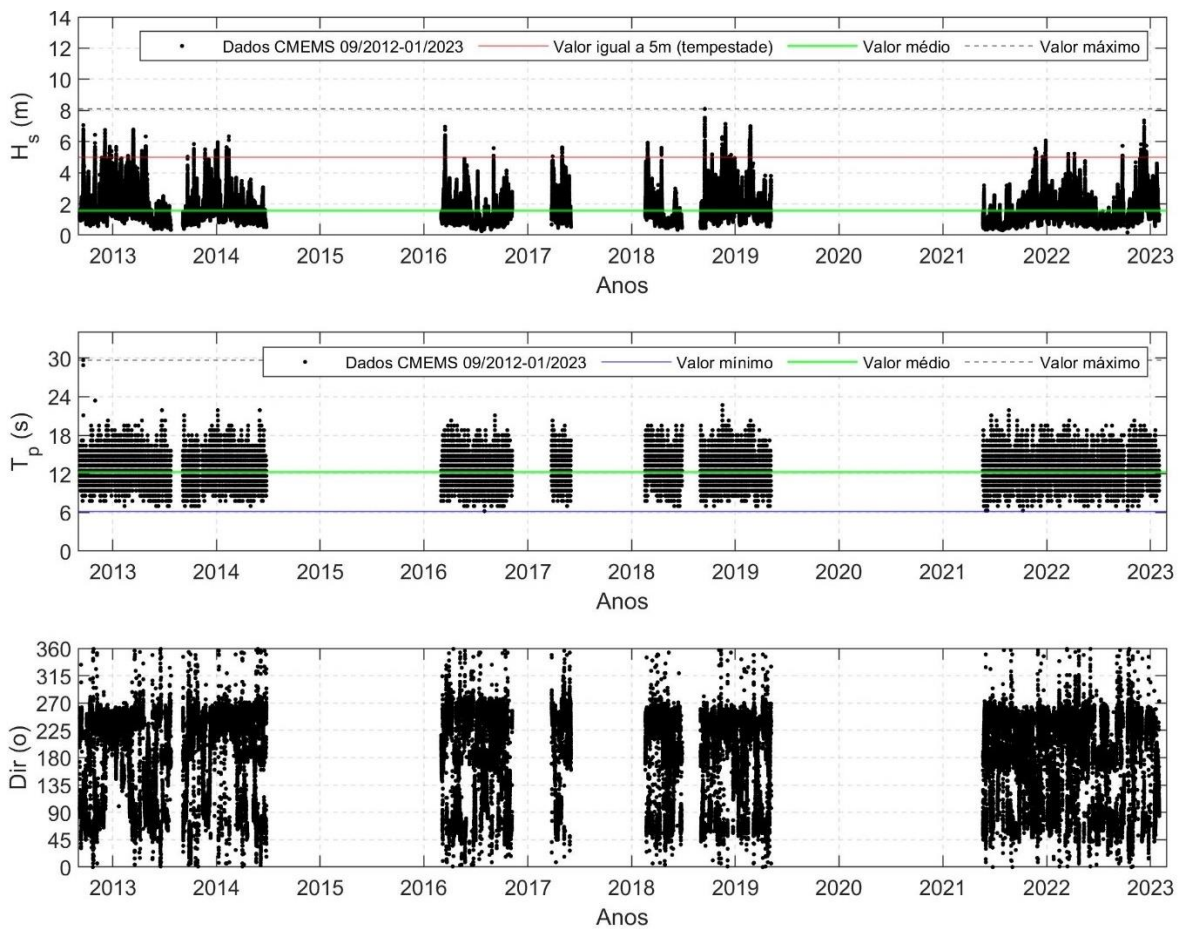
Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]
Figura 2.63 | Direção e altura significativa, boia ondógrafo Faial/Pico.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]
Figura 2.64 | Direção e período pico, boia ondógrafo Faial/Pico.

Boia ondógrafo Flores (Grupo Ocidental)

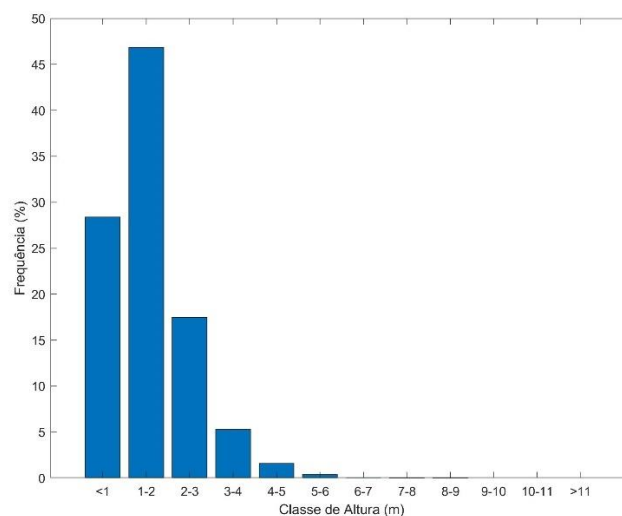
No que concerne à boia ondógrafo Flores, observa-se que o valor médio do terço das ondas mais altas, altura significativa $[H_s]$, se situa nos 1,6 m e o valor máximo de 8 m. É possível ainda observar que existem diversos eventos com alturas de onda superior a 5 m, que serve de referência da ocorrência de tempestades [Figura 2.65], tendo como base o estudo de Costa et al., [2001] realizado para a costa portuguesa com dados obtidos de 6 em 6 horas, durante 59 anos, que estipula para costa oeste que os períodos de temporal ocorrem quando $H_s > 4,5$ m.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]

Figura 2.65 | Altura Significativa [H_s], Período de Pico [T_p] e Direção [°] boia ondógrafo Flores.

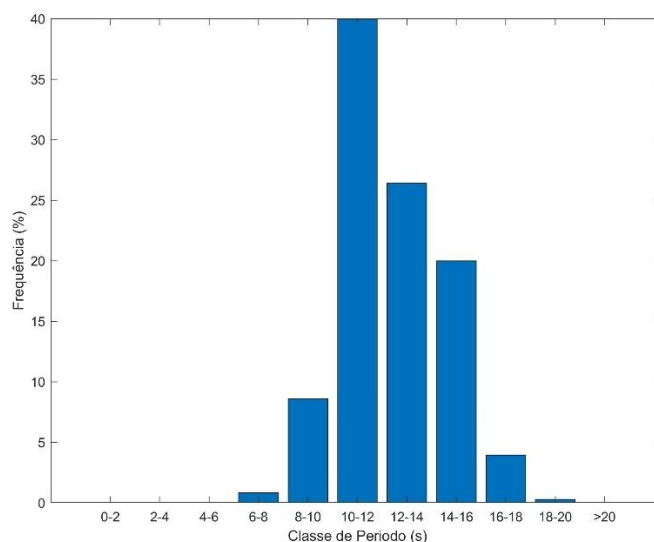
Na Figura 2.66 verifica-se que cerca de 28 % da altura significativa da onda situa-se entre 0-1m, cerca de 43% entre 1-2m, 47 % entre 2-3m, 18% entre 3-4m e 5% entre 4-5m. A percentagem de ondas superiores a 5m são cerca 2% do total dos registos.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]

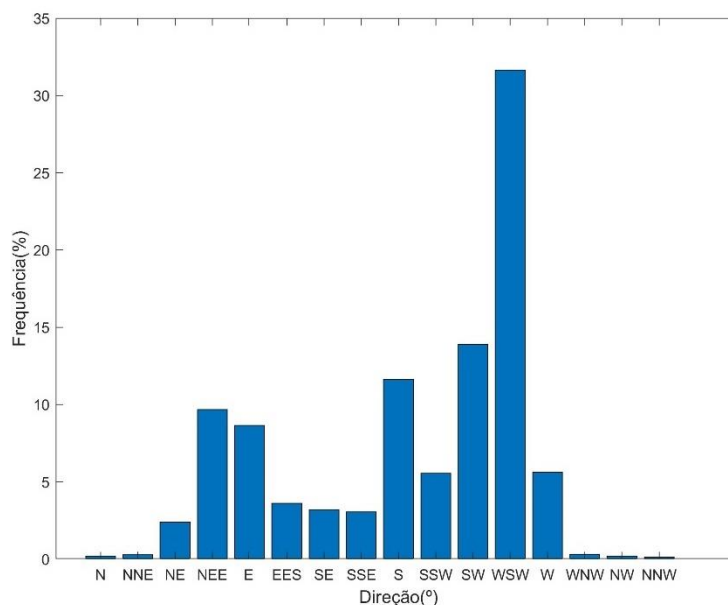
Figura 2.66 | Percentagem de ocorrências da altura significativa [H_s], boia ondógrafo Flores.

No que respeita ao período pico, de acordo com os dados analisados observa-se que o valor máximo registado foi de 29.6 s, o valor mínimo de 6,2 s, situando-se o valor médio do período máximo na ordem do 12,3 s [Figura 2.67]. De acordo com a análise por classes, verifica-se que as classes de período máximo mais representativas são as de 10-12 s, 12-14 s e 14-16 s, com 40%, 26% e 20%, do total de registos analisados, respetivamente.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]
Figura 2.67 | Frequência do período pico, boia ondógrafo Flores.

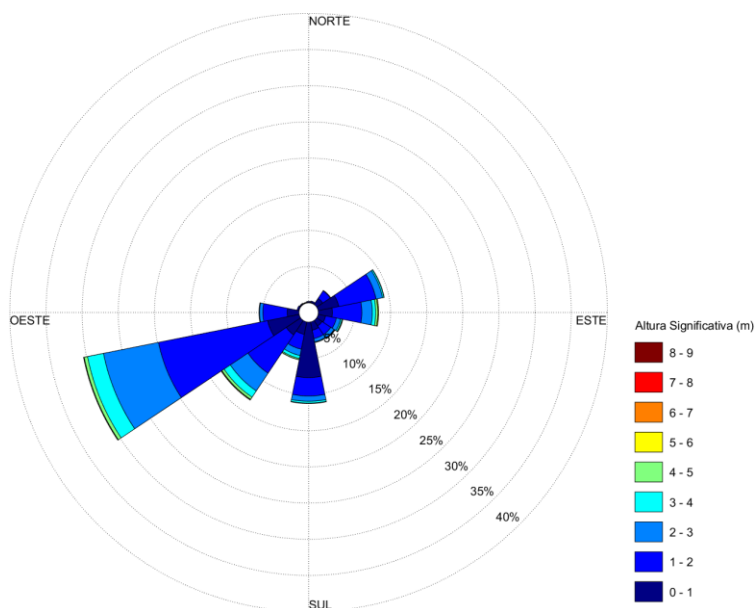
Quanto à direção da agitação, de acordo com a Figura 2.68, apresenta predominância do quadrante N em particular de WSW com 32%, SW com 14%, S com 12% e NEE com 10%, respetivamente, perfazendo mais de 90% do total dos registos.



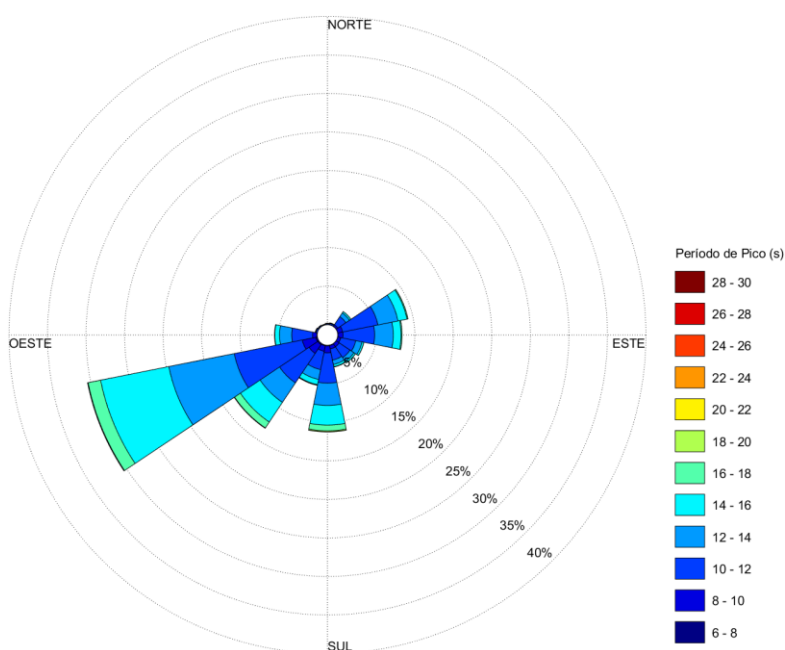
Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]
Figura 2.68 | Frequência da direção, boia ondógrafo Flores.

Ainda relativamente à direção verifica-se que as ondas de maior altura significativa e de período pico mais elevada, ocorrem de NNW

e de N, apresentando ainda alguma expressão a agitação de NNE [Figura 2.69 e Figura 2.70].



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]
Figura 2.69 | Direção e altura significativa, boia ondógrafo Flores.



Fonte: Copernicus Marine Environment Monitoring Service [CMEMS]
Figura 2.70 | Direção e período pico, boia ondógrafo Flores.

2.5. Caracterização do uso do solo e dos elementos, valores e qualidade ambiental

Nos Açores, a ocupação do território exibe um padrão semelhante em todas as ilhas, uma vez que os principais povoados implantaram-se, preferencialmente, na faixa costeira e nas imediações das baías mais abrigadas. Esta localização periférica foi mantida aos longos dos séculos, quer pelas necessidades de comunicação, quer por condicionalismos biofísicos, relacionados com

a orografia acidentada e com condições climáticas mais adversas registadas em altitude.

Com base na Carta de Ocupação do Solo da RAA (DRA/DOT, 2018) e considerando a situação global do arquipélago (Figura 2.27), verifica-se que o uso dominante é a agricultura que ocupa 48,82% da superfície regional. Por sua vez, as florestas e meios naturais e seminaturais equivalem a 42,6%, seguindo-se os territórios artificializados, com 5% e as zonas húmidas com 3,13%. Os restantes 0,45% correspondem às massas de água interiores e transição. Contudo, estes valores globais variam bastante de ilha para ilha (Figura 2.72), em função das características do território e da intensidade das atividades produtivas.

- Nas ilhas de Santa Maria e São Miguel, a classe Agricultura possui o maior peso (cerca de 58% do total), correspondendo a áreas de 5 642,9 ha e 43 907,1 ha respetivamente;
- As ilhas do Pico (61,7%), São Jorge (61,7%), Flores (57,2%) e Corvo (55,7%) assumem predominância da classe de florestas e meio naturais e seminaturais;
- As ilhas Graciosa e Terceira são aquelas que detêm maiores percentagens da classe agricultura, com 66,6% e 61,5% respetivamente;
- A ilha do Faial possui uma maior equivalência entre as classes agricultura (53,9%) e florestas (41,1%), existindo, no entanto, um predomínio da primeira.

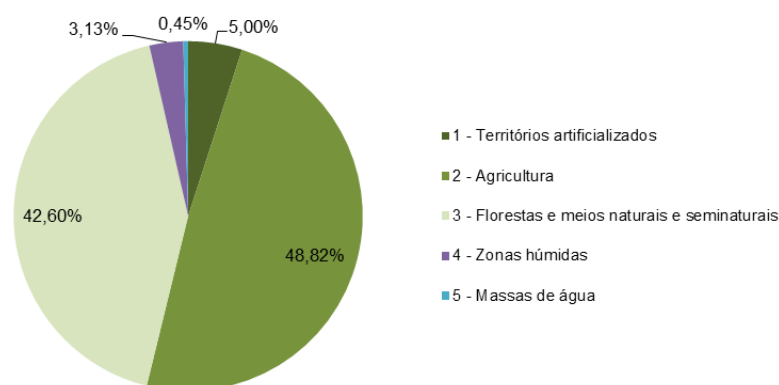


Figura 2.71 | Ocupação do uso solo no Arquipélago dos Açores (%).

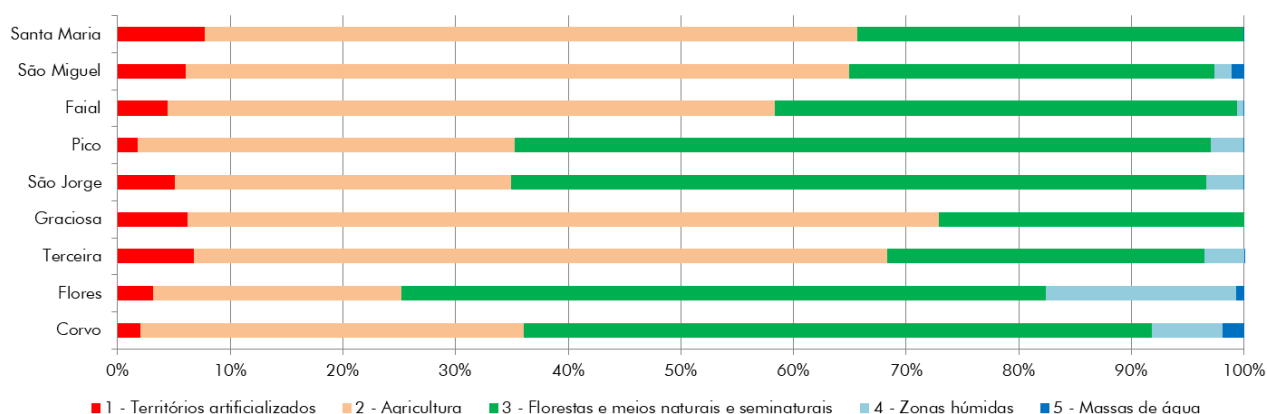


Figura 2.72 | Uso do Solo por ilha de acordo com a COS.A/2018 – Nível 1

Para além dos usos do solo, importa no âmbito da presente análise ter em consideração o enquadramento destes aglomerados

relativamente à sua qualidade ambiental atual e ao enquadramento que estes têm ao nível de áreas protegidas ou classificadas e de outros valores naturais, como por exemplo, as Reservas da Biosfera.

Assim, nas figuras seguintes é apresentado o enquadramento dos aglomerados em análise relativamente a (sempre que existam na área ou envolvente):

- Áreas protegidas e classificadas dos Parques Naturais de Ilha e Rede Natura 2000 abrangidas pela Rede de Áreas Protegidas dos Açores (terrestres e marinhas);
- Áreas RAMSAR;
- *Important Bird Areas* (IBAS);
- Águas balneares classificadas;
- Estado das massas de água subterrâneas (no âmbito da Diretiva Quadro da Água);
- Reservas da Biosfera classificadas pela UNESCO.

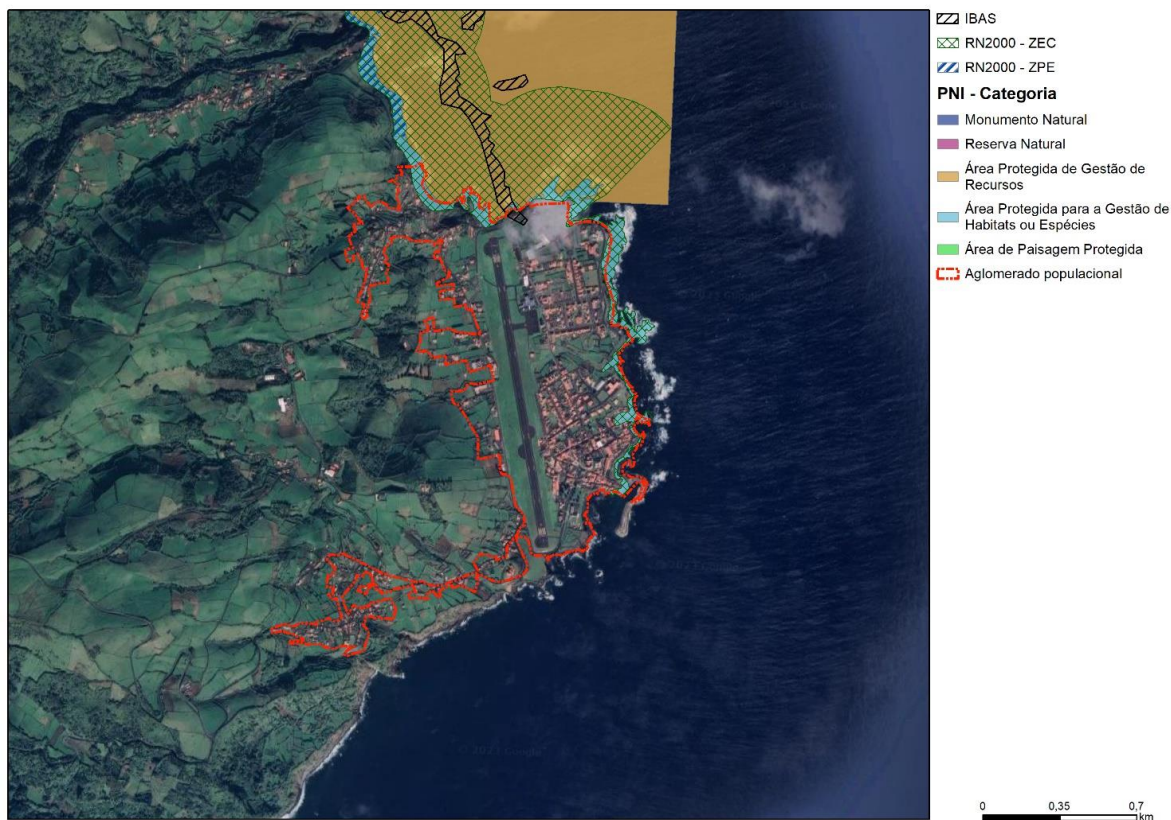


Figura 2.73 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado de Santa Cruz das Flores (ilha das Flores)

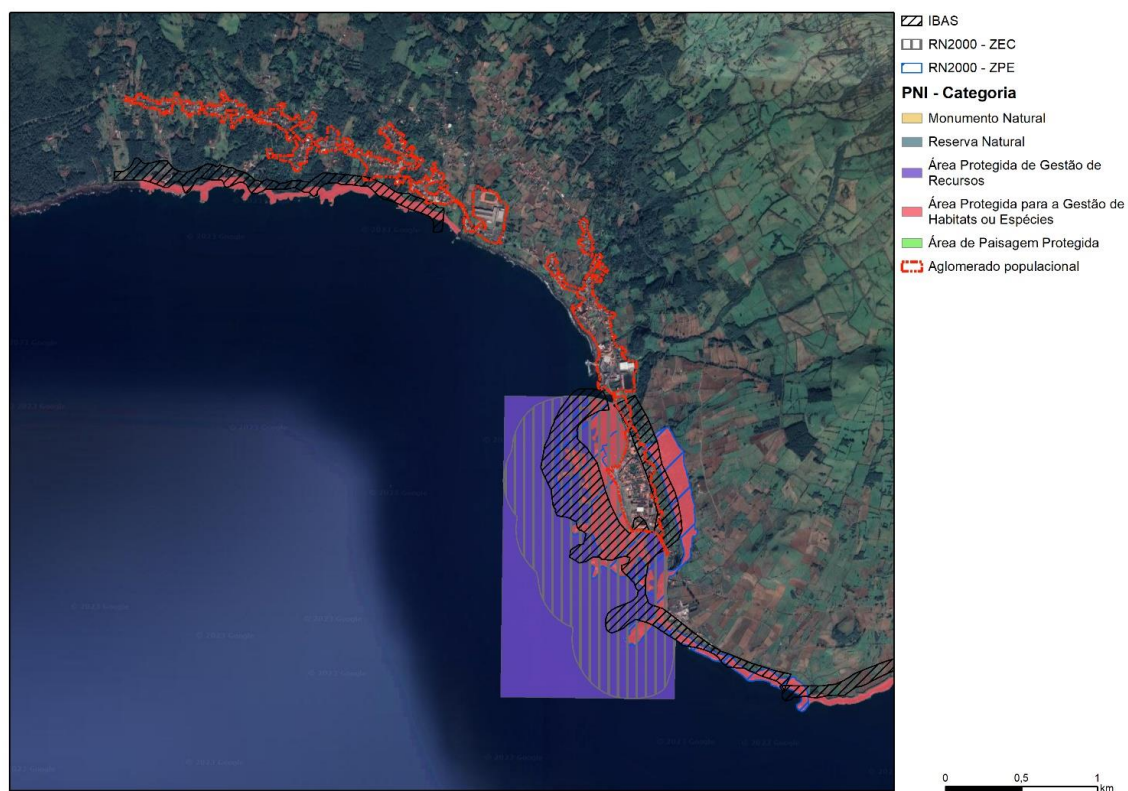


Figura 2.74 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado de Lajes do Pico e Ribeira do Meio (ilha do Pico)



Figura 2.75 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado de São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo (ilha do Pico)

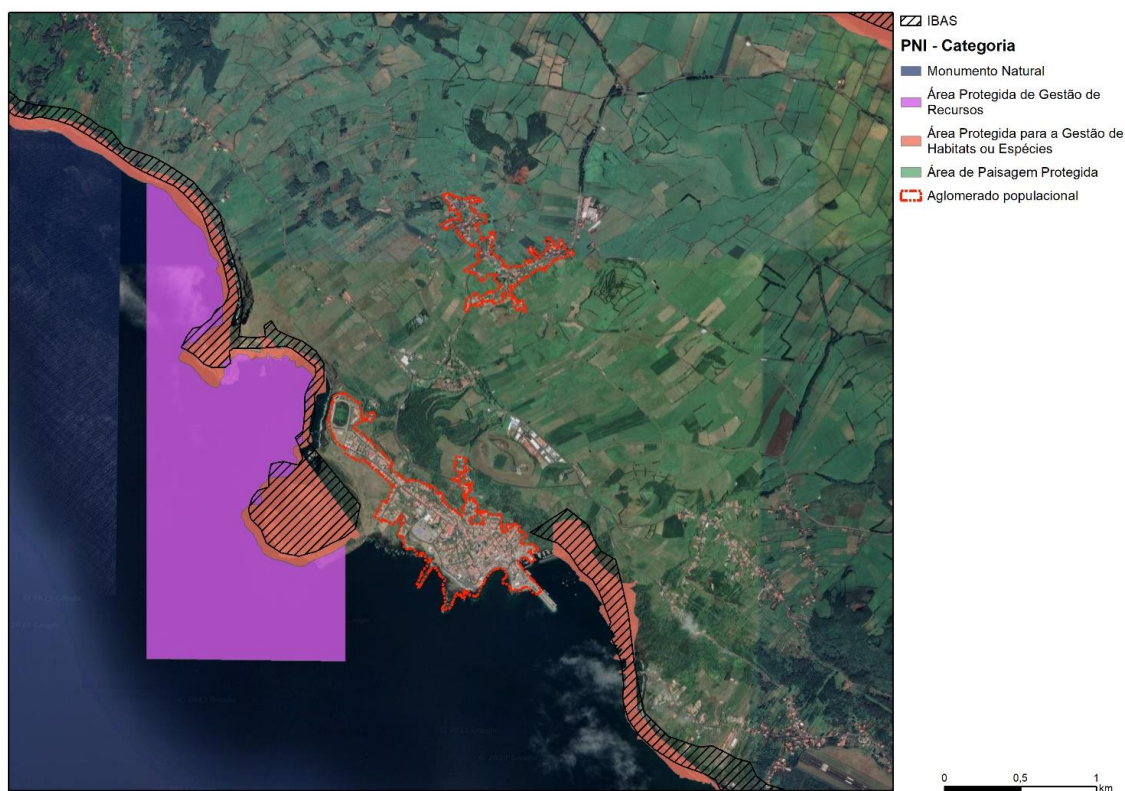


Figura 2.76 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado preliminar das Velas (ilha de São Jorge)

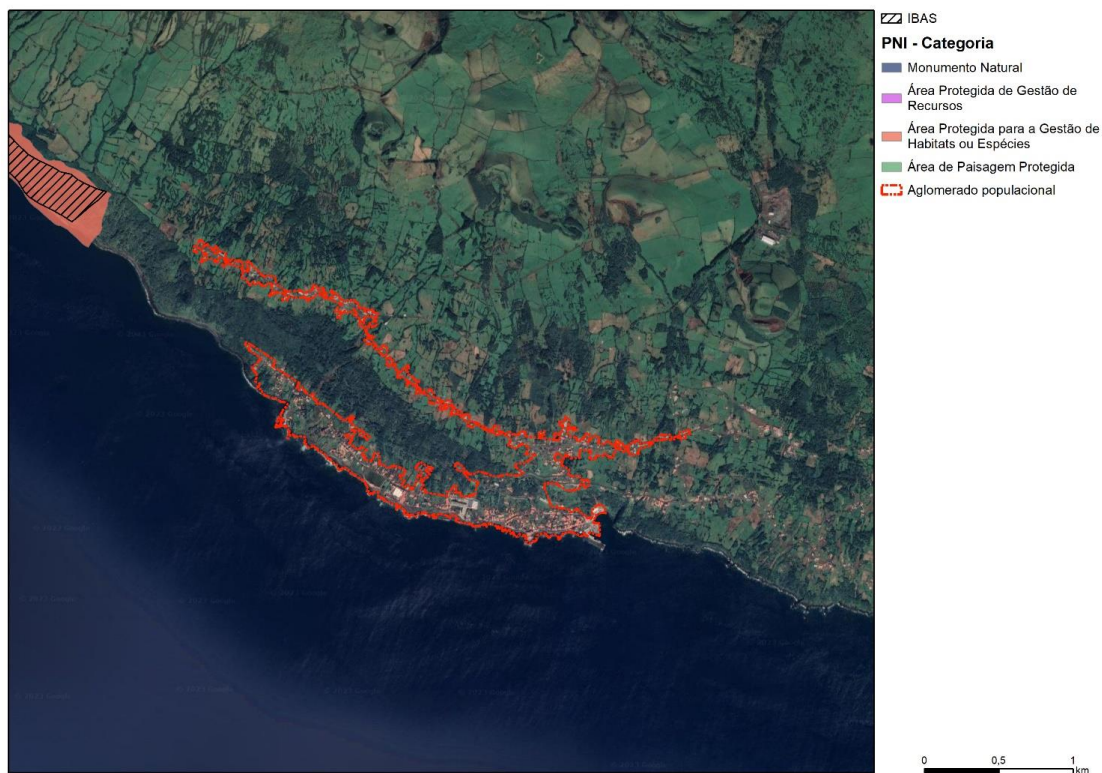


Figura 2.77 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado da Calheta (ilha de São Jorge)



Figura 2.78 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado de Santa Cruz da Graciosa (ilha Graciosa)

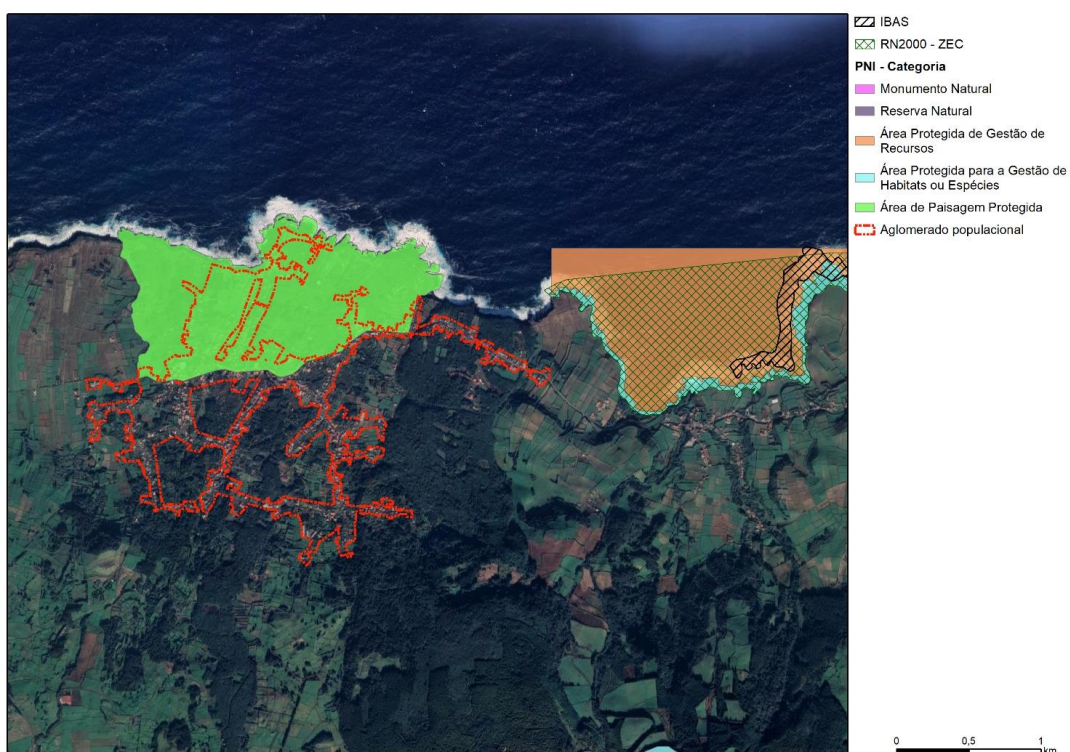


Figura 2.79 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado dos Biscoitos (ilha Terceira)

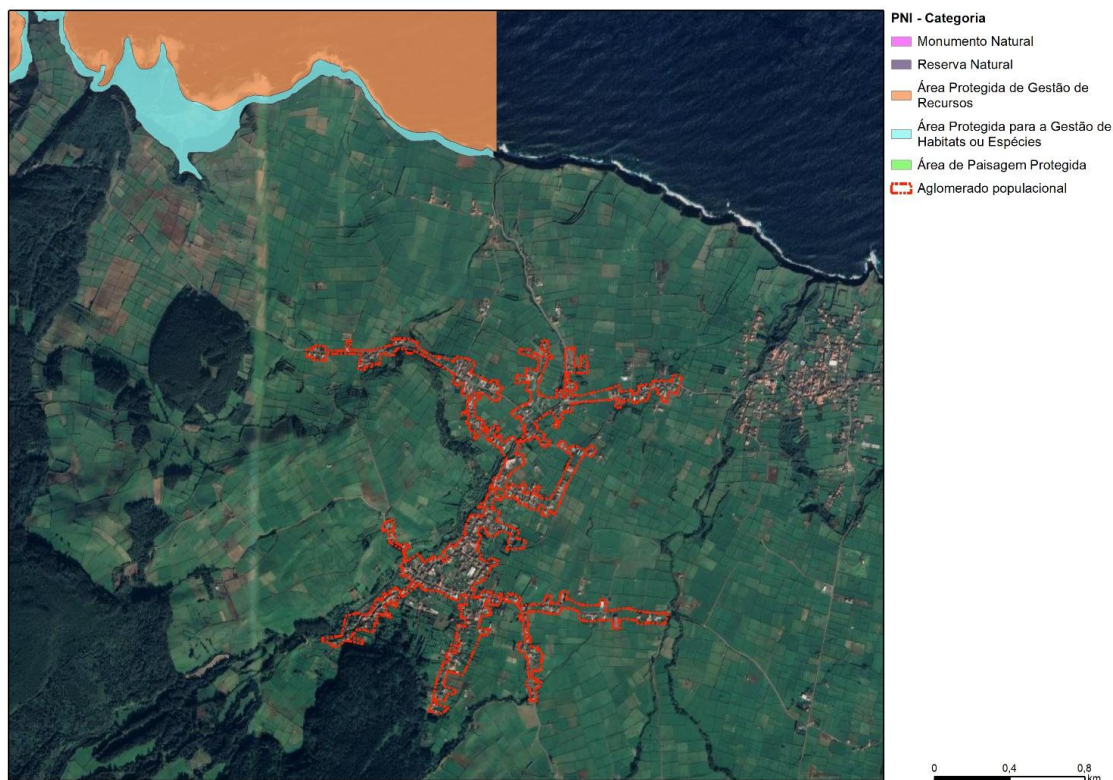


Figura 2.80 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado da Aguvalva (ilha Terceira)

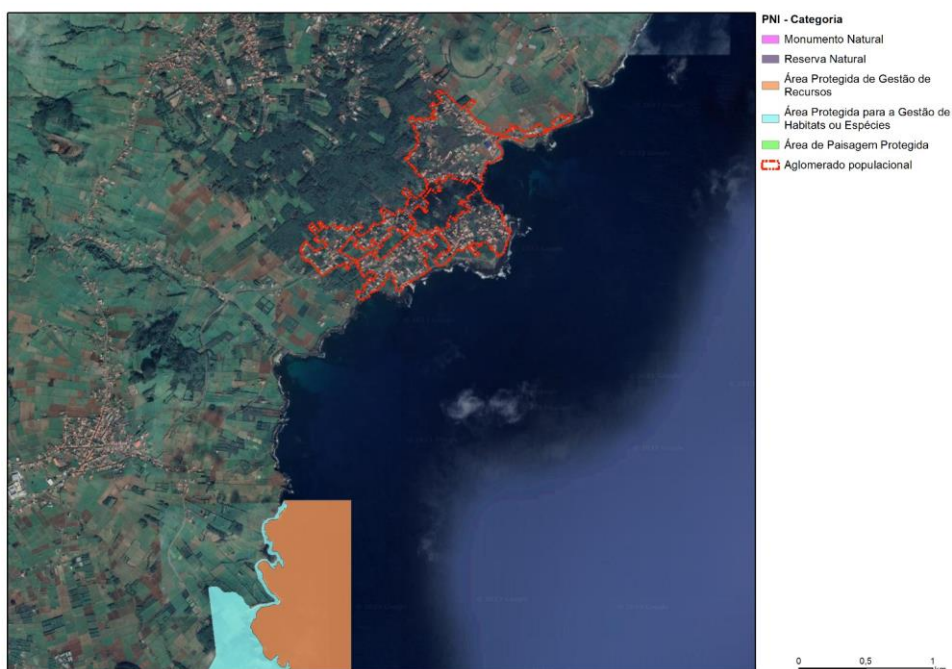


Figura 2.81 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado preliminar de Porto Martins (ilha Terceira)

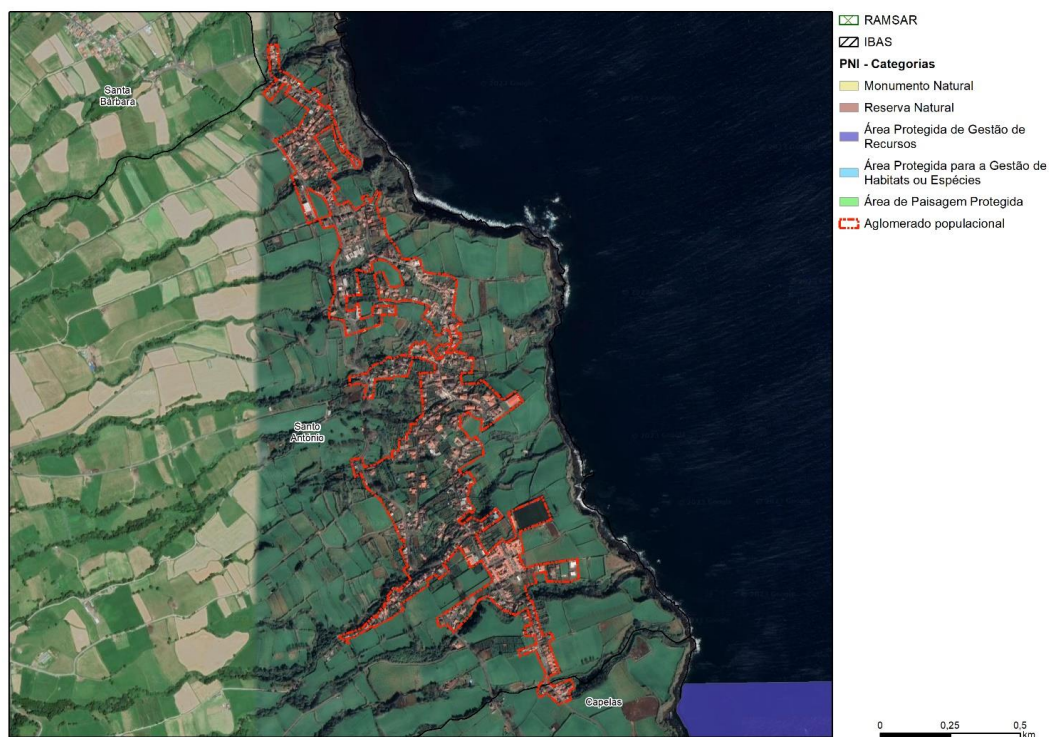


Figura 2.82 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado de Santo António (ilha de São Miguel)

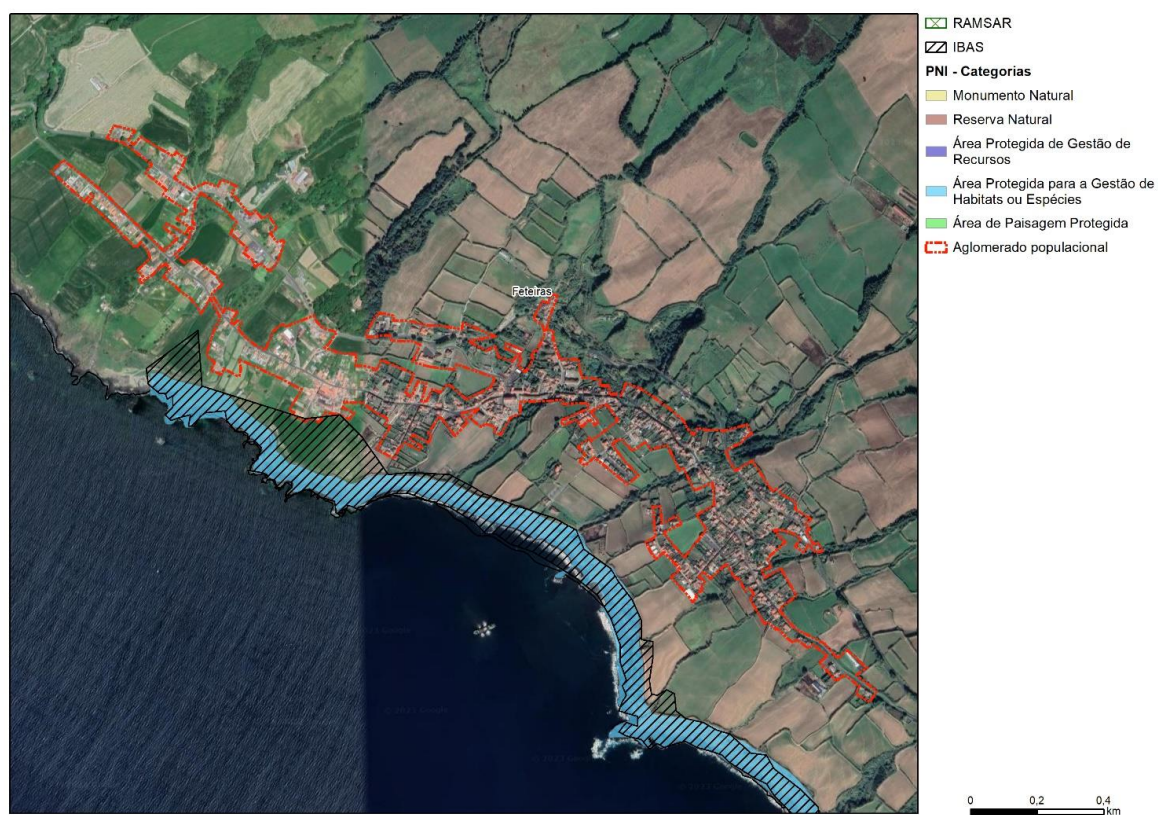


Figura 2.83 | Enquadramento de valores e elementos ambientais reconhecidos e classificados – Aglomerado de Feteiras (ilha de São Miguel)

Tendo em conta que a maioria destes aglomerados se encontra em zonas litorais e junto à linha de costa, considera-se que uma importante referência é a existência de águas balneares identificadas nas águas costeiras adjacentes a esses aglomerados (Quadro 2.3 e figuras seguintes), e a respetiva qualidade e classificação das mesmas, que, de acordo com os dados oficiais, apresenta no geral uma qualidade Excelente. De referir que em termos de requisitos de qualidade e parâmetros analisados para essa classificação, considera-se que a legislação em vigor é bastante exigente (Decreto Legislativo Regional n.º 16/2011/A, de 30 de maio, transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/7/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de fevereiro) e permite verificar a existência de potenciais pressões que possam resultar da contaminação do meio recetor de águas residuais domésticas (com especial destaque para Enterococos intestinais (em ufc/100ml) e *Escherichia coli* (em ufc/100 ml)).

Quadro 2.3 | Qualidade das águas balneares nos últimos 5 anos, na envolvente dos aglomerados considerados.

Ilha	Aglomerado	Água balnear identificada e classificada	Resultados Qualidade				
			2018	2019	2020	2021	2022
Flores	Santa Cruz das Flores	Santa Cruz das Flores	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
Pico	Lajes do Pico + Ribeira do Meio	Clube Naval das Lajes	-	-	-	Boa	*Em Validação
		Lajes (Maré)	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
	São Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo	Piscinas do cais	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
		Fuma de Santo António	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
São Jorge	Calheta	Portinhos da Fajã Grande	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
	Velas	Poça dos Frades	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
Graciosa	Santa Cruz da Graciosa	Preguiça	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
		Barro Vermelho	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
		Zona Balnear de Santa Cruz	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
		Zona Balnear de Santa Cruz (Calheta)	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
Terceira	Biscoitos	Zona Balnear dos Biscoitos	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
	Aqualva	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
	Porto Martins	Porto Martins	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
São Miguel	Santo António	Poços de S. Vicente Ferraria (na envolvente).	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	*Em Validação
	Feteiras	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

(Fonte: <https://snirh.apambiente.pt/index.php?idMain=1&idItem=2.1>, acedido a 01/06/2023)

Quadro 2.4 | Norma qualidade – Águas costeiras e de transição (Decreto-Lei n.º 135/2009, de 3 de junho)

Parâmetro	Qualidade excelente	Qualidade boa	Qualidade aceitável	Métodos de análise de referência
Enterococos intestinais em ufc/100ml	(*) 100	(*) 200	(*) 185	(**) 185 ISO 7899 1 ou ISO 7899-2
<i>Escherichia coli</i> em ufc/100 ml	(*) 250	(*) 500	(*) 500	(**) 500 ISO 9308 3 ou ISO 9308 1
Resíduos de hidrocarbonetos				Inspeção visual
Resíduos de alcatrão				Inspeção visual
Resíduos de vidro				Inspeção visual
Resíduos de plástico				Inspeção visual
Resíduos de borracha				Inspeção visual
Outros resíduos				Inspeção visual
Cianobactérias				Inspeção visual

Parâmetro	Qualidade excelente	Qualidade boa	Qualidade aceitável	Métodos de análise de referência
Cnidários				Inspeção visual
Macroalgas e/ou fitoplâncton marinho				Inspeção visual

(*) Com base numa avaliação de percentil 95. V. anexo III.

(**) Com base numa avaliação de percentil 90. V. anexo III.

No que respeita a meios recetores associados a poços absorventes (das fossas sépticas privadas / individuais), e que potencialmente poderiam resultar em contaminação por infiltração das massas de água subterrâneas sobre os quais estão localizados esses aglomerados, verifica-se que, não só a maioria das referidas massas de água subterrâneas se encontram todas em Bom Estado (Químico e Quantitativo), como as únicas exceções (aglomerados de São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo, parcialmente o aglomerado das Lajes do Pico e Ribeira do Meio (ambas na ilha do Pico) e aglomerado de Santa Cruz da Graciosa), com estado inferior a Bom, estão associadas a problemas de intrusão salina (figuras seguintes).



Figura 2.84 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado de Santa Cruz das Flores (ilha das Flores)

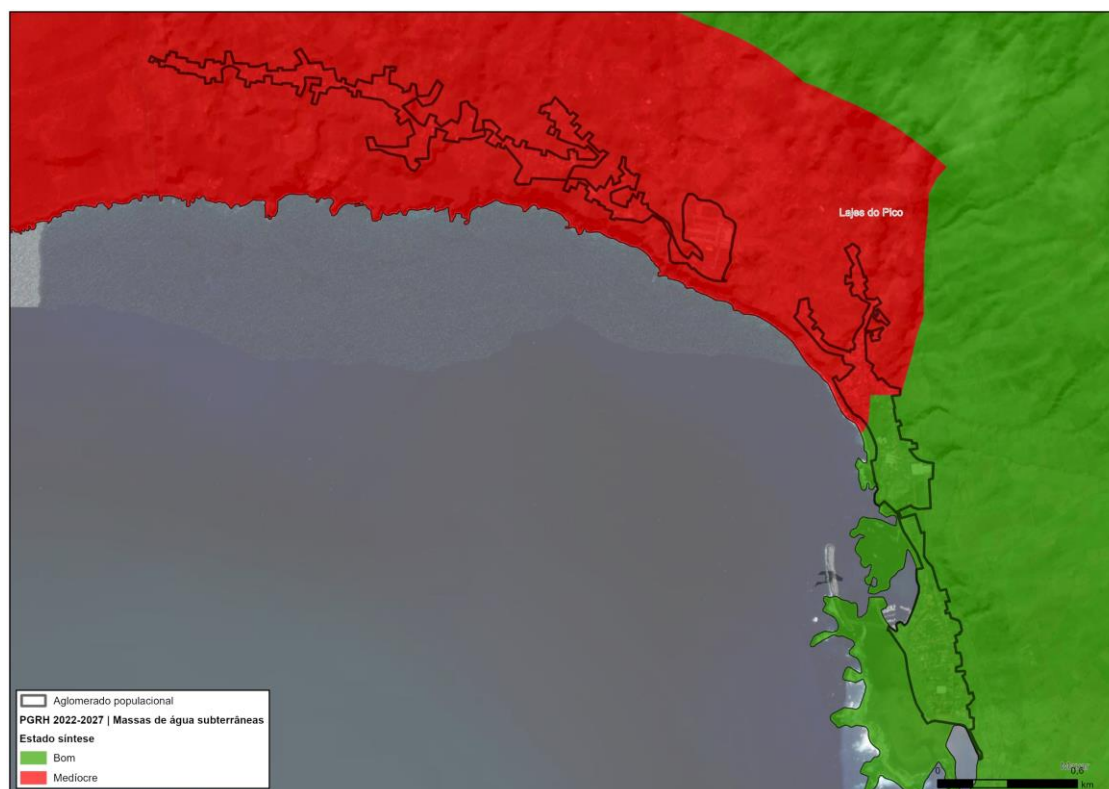


Figura 2.85 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado preliminar de Lajes do Pico e Ribeira do Meio (ilha do Pico)

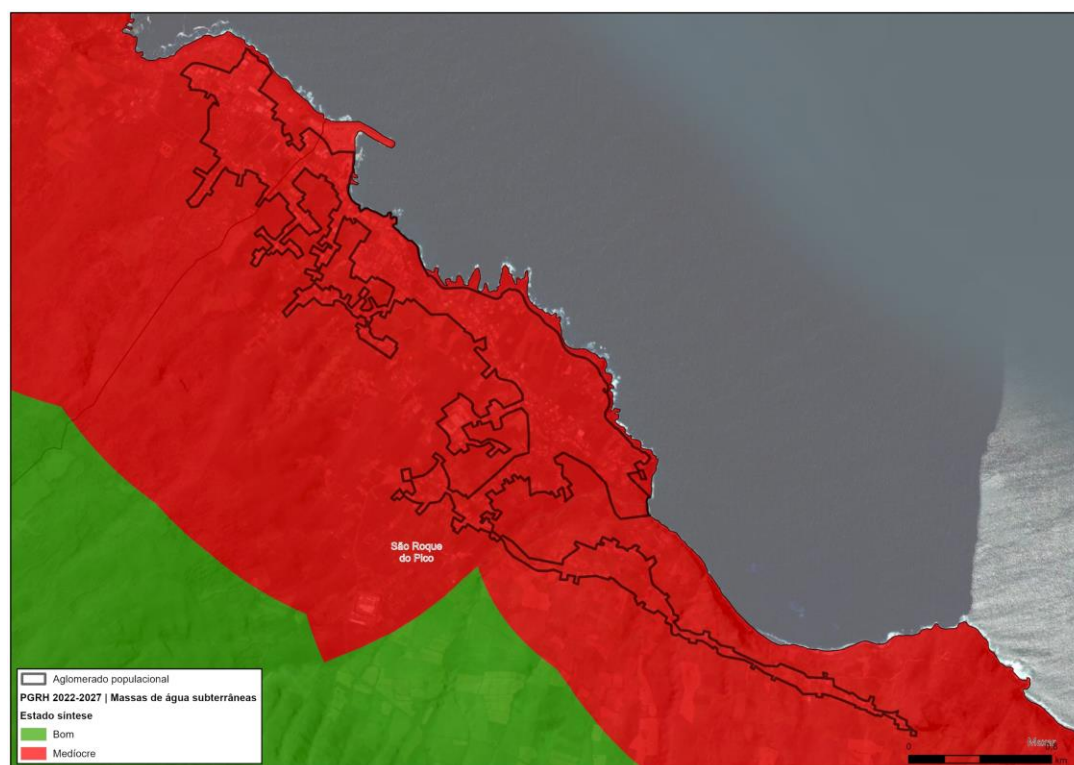


Figura 2.86 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado de São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo (ilha do Pico)



Figura 3.87 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado preliminar das Velas (ilha de São Jorge)

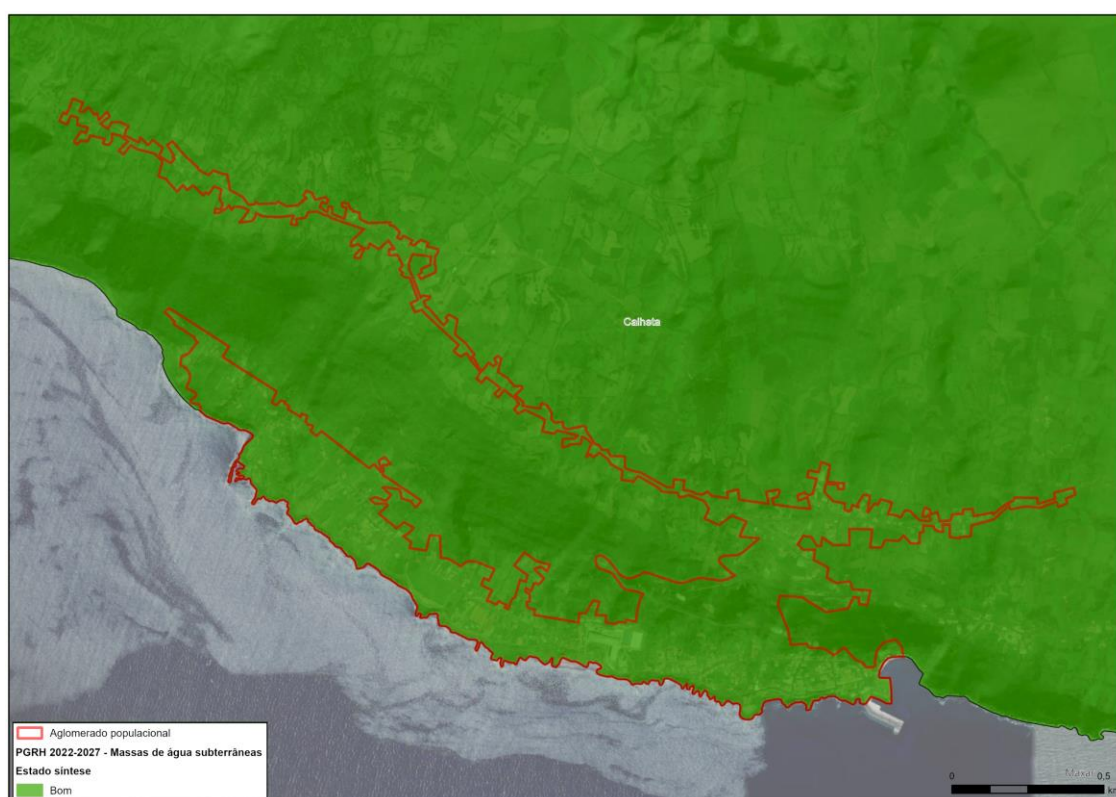


Figura 3.88 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado da Calheta (ilha de São Jorge)

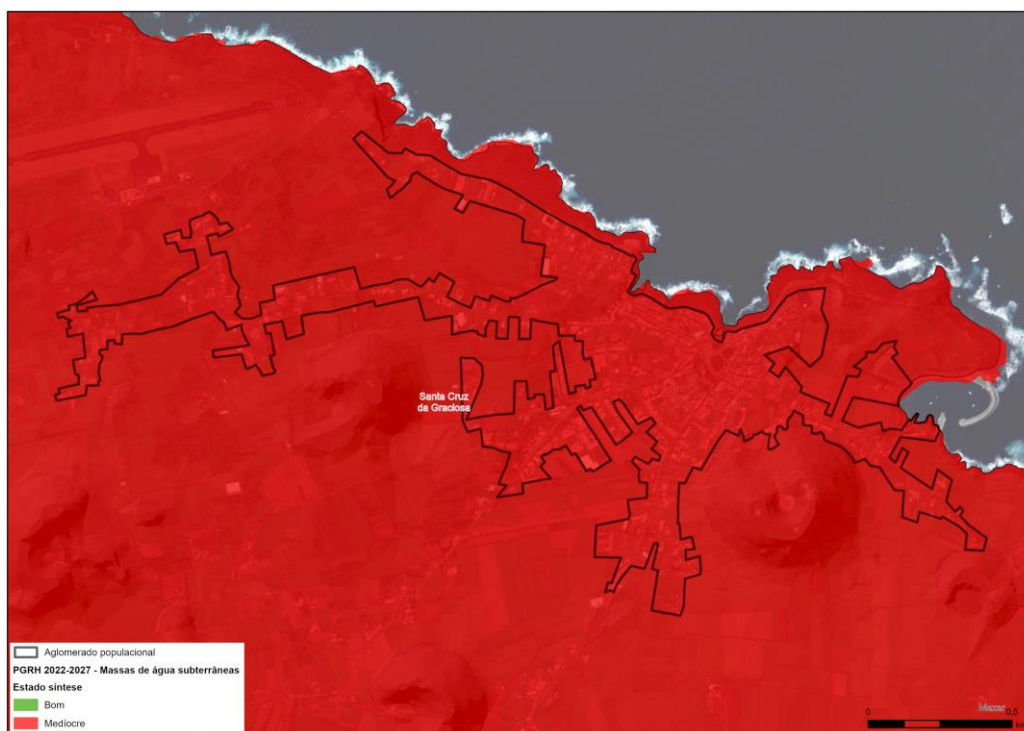


Figura 2.89 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado de Santa Cruz da Graciosa (ilha Graciosa)



Figura 2.90 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado dos Biscoitos (ilha Terceira)

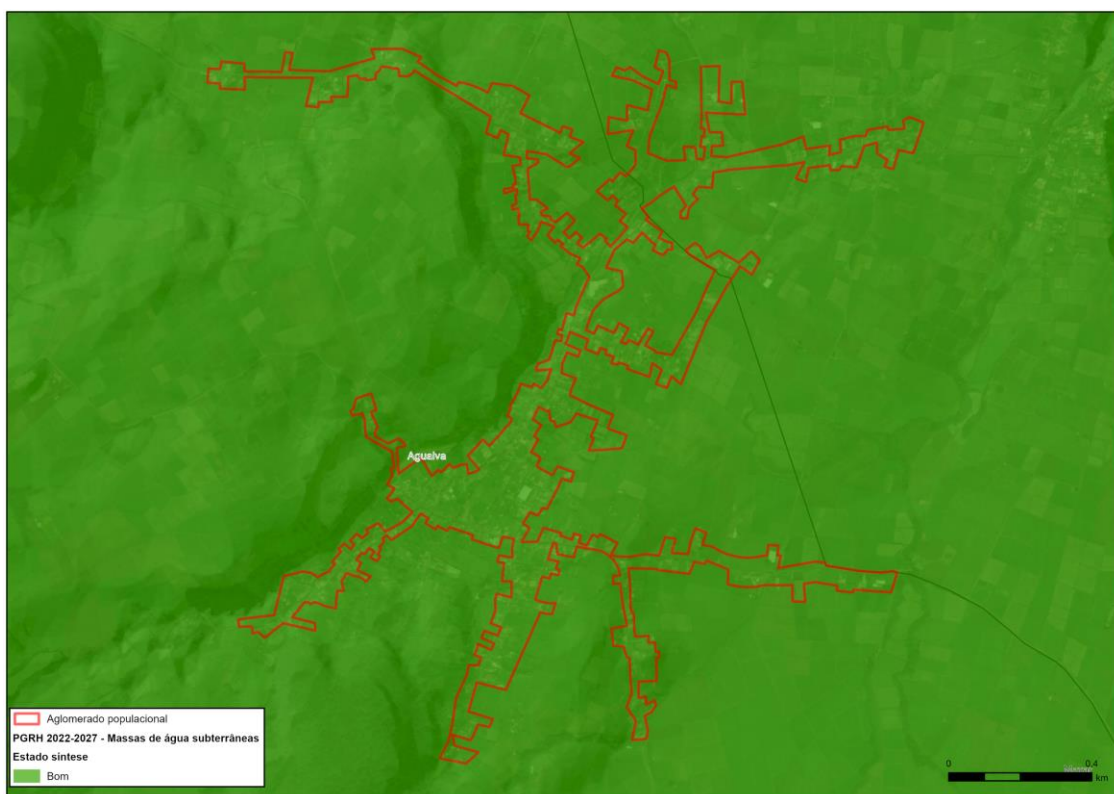


Figura 2.91 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado da Agualva (ilha Terceira)



Figura 2.92 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado preliminar de Porto Martins (ilha Terceira)



Figura 2.93 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado de Santo António (ilha de São Miguel)



Figura 2.94 | Estado das massas de água subterrâneas – aglomerado de Feteiras (ilha de São Miguel)

Os aglomerados de Santa Cruz das Flores, Velas, Calheta e Santa Cruz da Graciosa encontram-se, ainda, integrados nas Reservas da Biosfera da ilha das Flores, das Fajãs de São Jorge e da ilha Graciosa, respetivamente, classificadas pela UNESCO (Figuras 2.95, 2.96 e 2.97). As Reservas da Biosfera são territórios onde existe um mosaico de ecossistemas importantes e representativos de uma

determinada região biogeográfica que funcionam como laboratórios vivos, onde se ensaiam iniciativas de conservação, promoção e utilização sustentável dos recursos endógenos em cooperação entre as populações e os atores de desenvolvimento local. São, assim, áreas de ecossistemas terrestres ou costeiros/marinhos ou uma combinação de ambos, reconhecidas internacionalmente como tal no âmbito do Programa Man & the Biosphere (MaB). Estabelecem-se em zonas ecologicamente representativas ou de valor único, nas quais a integração da população humana e das suas atividades são essenciais e devem contribuir para preservar e manter os valores naturais e culturais através de uma gestão sustentável, apoiada em bases científicas corretas e na criatividade cultural.

Assim, estas zonas dos aglomerados são já consideradas como zonas com elevadores valores ambientais e culturais, apresentando características, como a qualidade das suas massas de água, que as distinguem, não se verificando pressões que possam resultar da existência de outros tipos de tratamento de águas residuais que não o secundário.

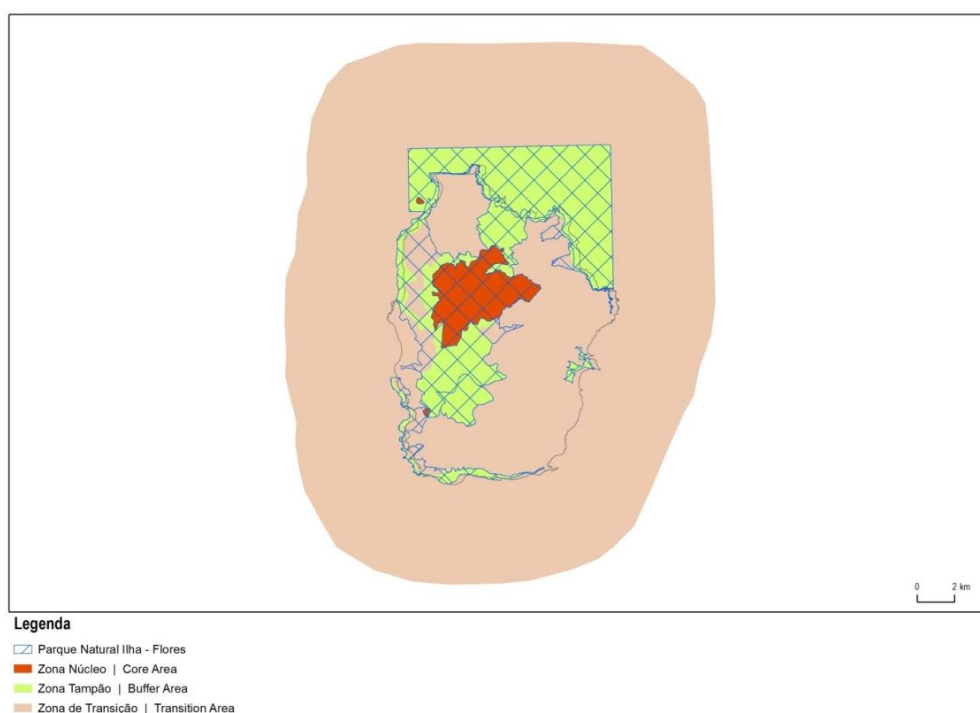


Figura 2.95 | Zonamento da Reserva da Biosfera Ilha das Flores (Fonte: Candidatura a Reserva da Biosfera da Ilha das Flores²)

² Secretaria Regional do Ambiente e do Mar/Direção Regional do Ambiente (2012). Ilha das Flores – Candidatura a Reserva da Biosfera.

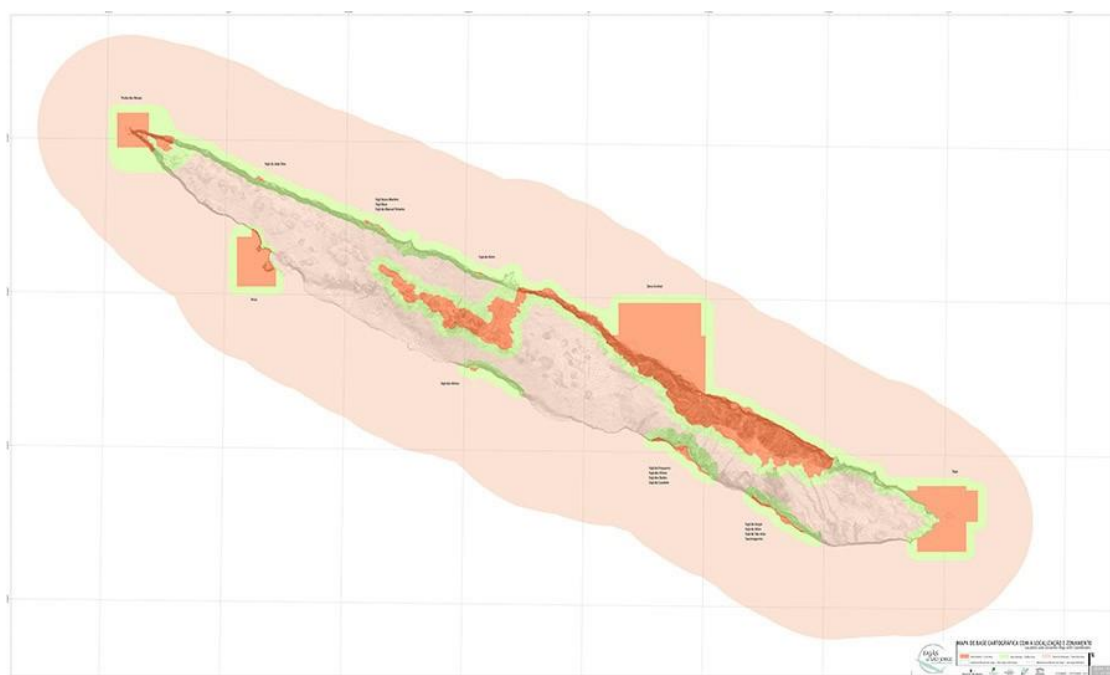


Figura 2.96 | Zonamento da Reserva da Biosfera das Fajãs de São Jorge (Fonte: Candidatura a Reserva da Biosfera das Fajãs de São Jorge)

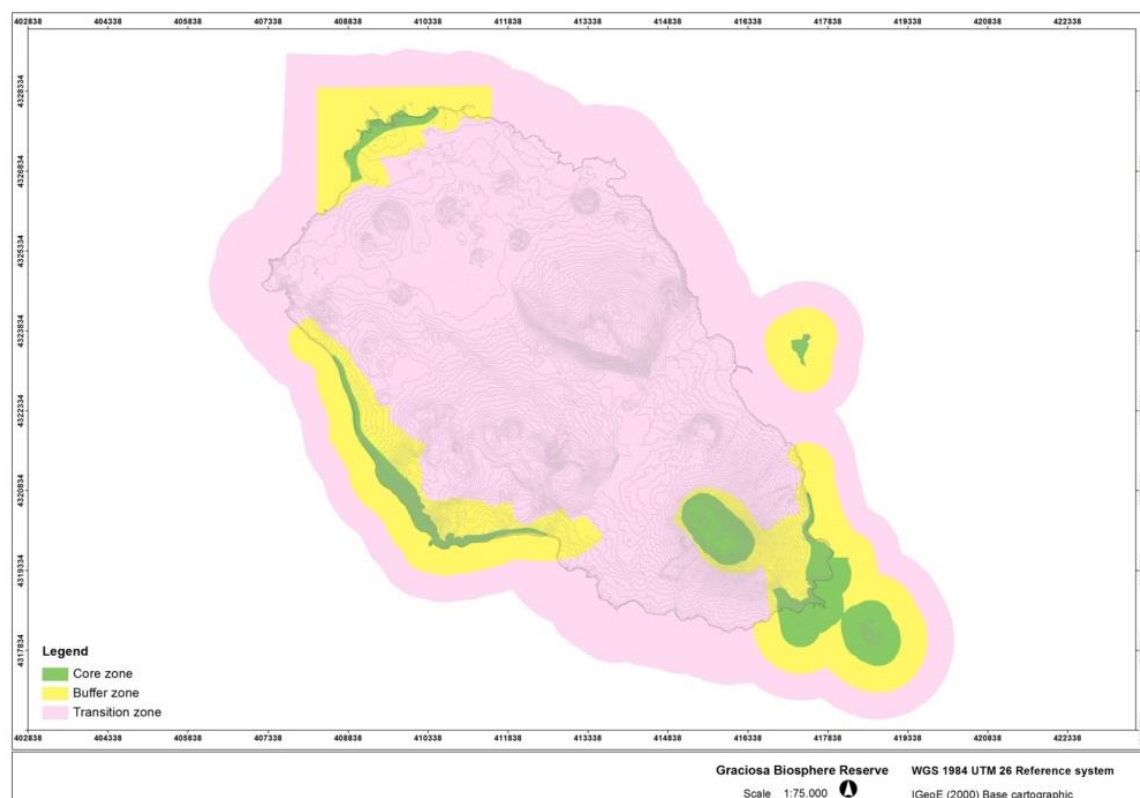


Figura 2.97 | Zonamento da Reserva da Biosfera da Ilha Graciosa (Fonte: Candidatura a Reserva da Biosfera da Ilha Graciosa)

2.6. Síntese da caracterização dos serviços de saneamento de águas residuais

2.6.1. Enquadramento normativo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

De acordo com Diretiva n.º 91/271/CEE, do Conselho, de 21 de maio de 1991, artigo 6, refere no ponto 2:

2. As descargas de águas residuais urbanas provenientes de aglomerações com um e. p. entre 10000 e 150000, efectuadas em águas costeiras, e as provenientes de aglomerações com um e. p. entre 2000 e 10000, efectuadas em estuários situados em zonas a que se refere o n.º 1, podem ser sujeitas a um tratamento menos rigoroso que o estabelecido no artigo 4.º, desde que:

- tais descargas recebam pelo menos um tratamento primário, tal como definido no n.º 7 do artigo 2.º e segundo os métodos

de controlo a que se refere o anexo I, ponto D,

- estudos exaustivos indiquem que tais descargas não irão deteriorar o ambiente.

De acordo com o INE, em 2021, região Autónoma dos Açores apresenta no geral para cada Seção Estatística = Aglomerado um número de habitantes inferior a 2000, sendo superior a 2000 em secções estatísticas urbanas e contíguas (e.g. Ponta Delgada, Angra do Heroísmo).

2.6.2. Caracterização dos serviços de saneamento de águas residuais

O presente capítulo apresenta uma breve caracterização do serviço público de saneamento de águas residuais tendo em consideração o Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores 2022-2027 (PGRH Açores 2022-2027) e os Títulos de Utilização de Recursos Hídricos atualizados para a caracterização dos restantes sistemas de tratamento, nomeadamente das atividades económicas desenvolvidas na Região Autónoma dos Açores (RAA).

De acordo com o PGRH Açores 2022-2027 os serviços de saneamento de águas residuais apresentam características distintas de acordo com a orografia de cada ilha e da distribuição da população. Assim, verifica-se que as Secções Estatísticas contíguas com maior número de habitantes, nomeadamente a Ponta Delgada, Angra do Heroísmo, Praia da Vitória e outras, estão cobertas por redes do saneamento de águas residuais e ETAR.

No quadro seguinte são apresentados os níveis de atendimento do serviço público por ilha e tipo de tratamento de águas residuais. De referir que nos aglomerados em que não estão implementados sistemas/ soluções de tratamento de águas residuais da responsabilidade / sob gestão das entidades gestoras públicas, existem sempre fossas sépticas particulares.

Quadro 2.5 | Níveis de atendimento do serviço público de drenagem e tratamento de águas residuais nos Açores (PGRH Açores 2022-2027).

Santa Maria			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Vila do Porto	66%	66%	- 4 FSC de tratamento primário; - 1 ETAR secundária (c/ remoção carga orgânica); - 1 ETAR terciária (c/ remoção carga orgânica, nutrientes e desinfecção);
São Miguel			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Lagoa	23%	23%	- EPTAR (tratamento preliminar com gradagem e tamisagem) - 3 FSC (tratamento primário) - ETAR terciária (ETAR Água de Pau);
Nordeste	0%	0%	- 25 FSC (tratamento primário);
Ponta Delgada	54%	54%	- Preliminar (Gradagem) - 56 FSC (tratamento primário); - 2 ETAR secundárias (ETAR do Livramento e Pranchinha c/ remoção carga orgânica); - 1 ETAR terciária (ETAR dos Mosteiros c/ remoção carga orgânica, nutrientes e desinfecção);
Povoação	0%	0%	- 20 FSC (tratamento primário);
Ribeira Grande	68%	68%	- 38 FSC (tratamento primário); - 2 ETAR secundárias (ETAR da Maia e Lomba da Maia c/ remoção carga orgânica); - 1 ETAR terciária (ETAR Rabo de Peixe);
Vila Franca do Campo	90%	90%	- EPTAR (tratamento preliminar com gradagem, tamisagem e estabilização de lamas); - 41 FSC (tratamento primário);
Terceira			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Angra do Heroísmo	58%	58%	- 1 ETAR secundária (ETAR Grotta do Vale)
Vila da Praia da Vitória	49%	49%	- 1 ETAR secundária (ETAR Santa Cruz)
Graciosa			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento

Santa Cruz da Graciosa	23%	23%	- Preliminar ((EPTAR do Paúl);
São Jorge			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Calheta	0%	0%	- Nenhum (existem apenas FSP)
Velas	0%	0%	- Nenhum (existem apenas FSP)
Pico			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Lajes do Pico	0%	0%	- Nenhum existem apenas FSP)
Madalena	0%	0%	- Nenhum (existem apenas FSP)
São Roque do Pico	0%	0%	- Nenhum (existem apenas FSP)
Faial			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Horta	n.d.	n.d.	- Primário (FSC)
Flores			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Lajes das Flores	n.d.	n.d.	- 10 FSC (tratamento primário);
Santa Cruz das Flores	17%	17%	- 5 FSC (tratamento primário); - 1 ETAR secundária (ETAR da Terça)
Corvo			
Município	Drenagem (%)	Tratamento (%)	Tipo de tratamento
Corvo	100%	100%	Secundário (ETAR)

De acordo com os Títulos de Utilização de Recursos Hídricos (TURH) para além do serviço público de drenagem e tratamento de águas residuais, os sistemas de tratamento para as diversas atividades económicas configuram-se na sua maioria por fossas sépticas, com poço absorvente, sendo em muitos dos casos adicionados separador de hidrocarbonetos e por ETAR compacta seguida de poço absorvente sendo adicionado separadores de hidrocarbonetos para as atividades económicas de valorização de resíduos não metálicos e comércio por grosso de produtos petrolíferos.

No que respeita as descargas de água residuais tratadas na sua maioria (378) é realizada no subsolo e 10 no mar.

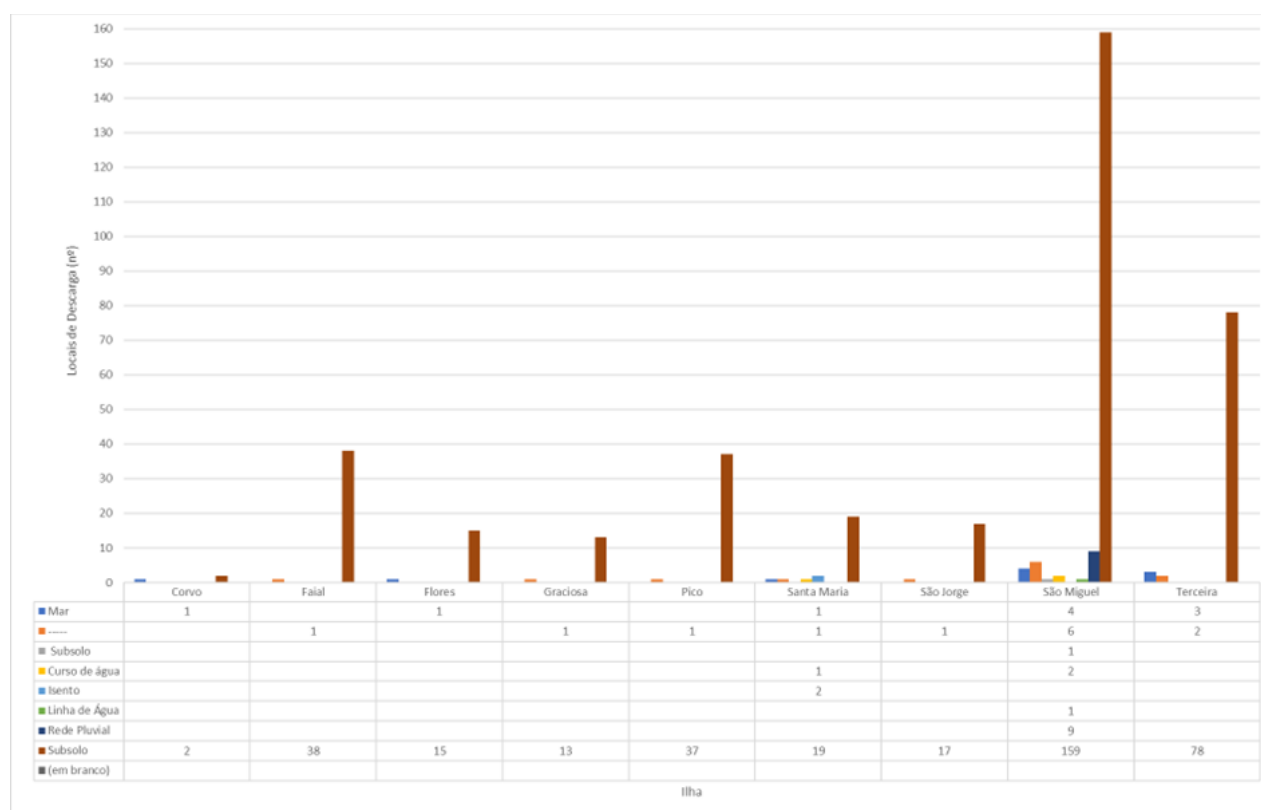
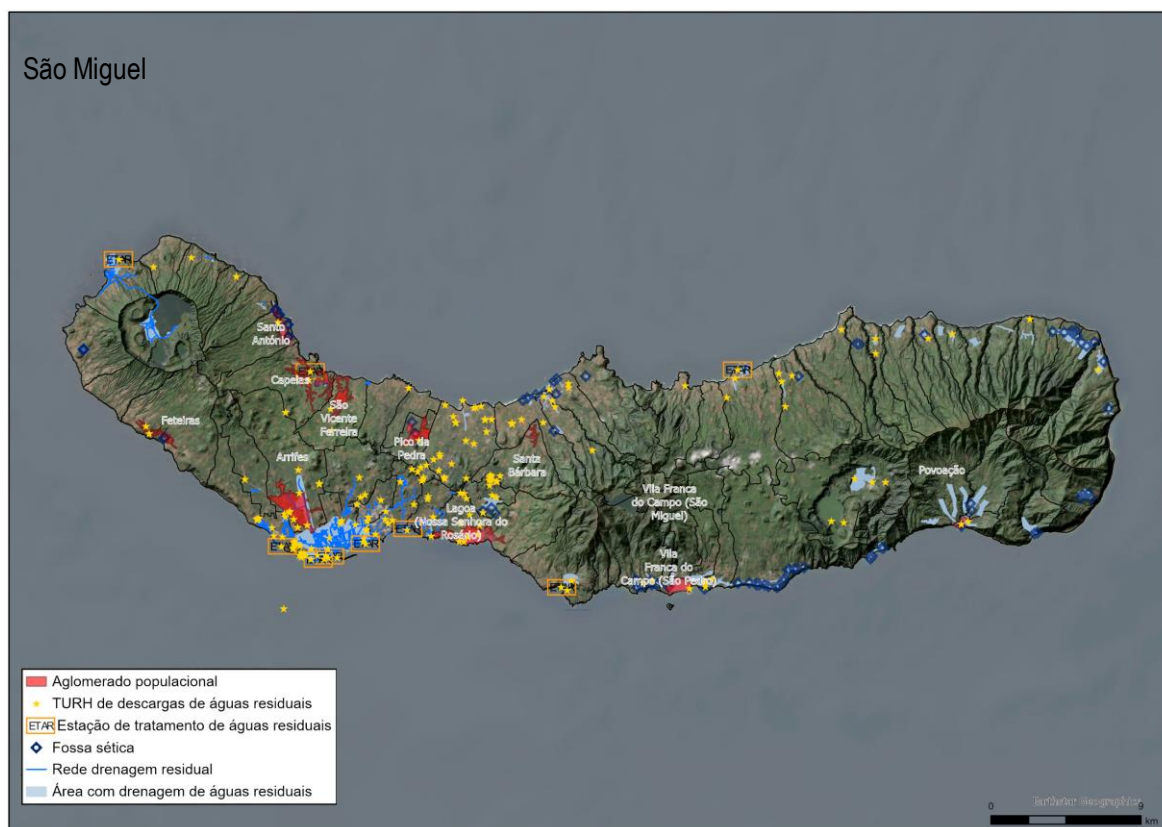


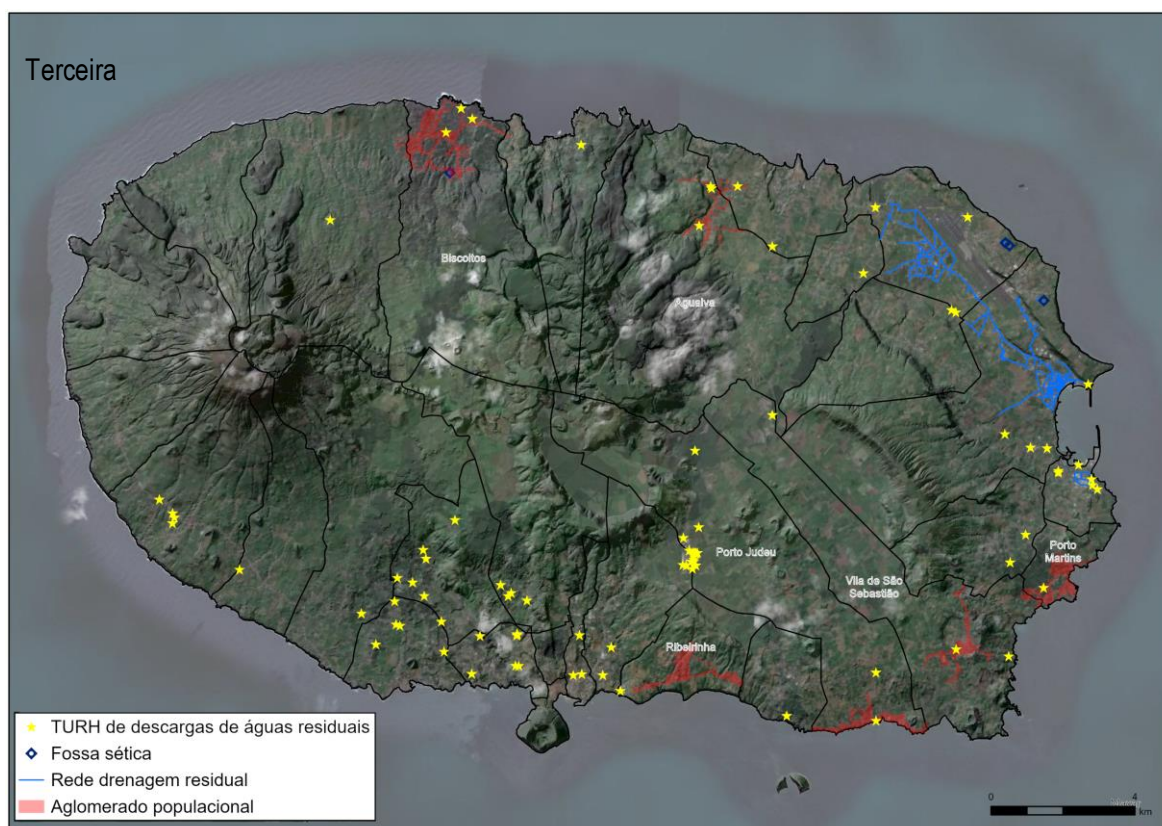
Figura 2.98 | Pontos e tipologia de locais de descarga de águas de residuais tratadas.

As localizações das áreas de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas e pontos de descarga de águas residuais domésticas tratadas, por ilha, são ilustradas na figura seguinte.

São Miguel



Terceira





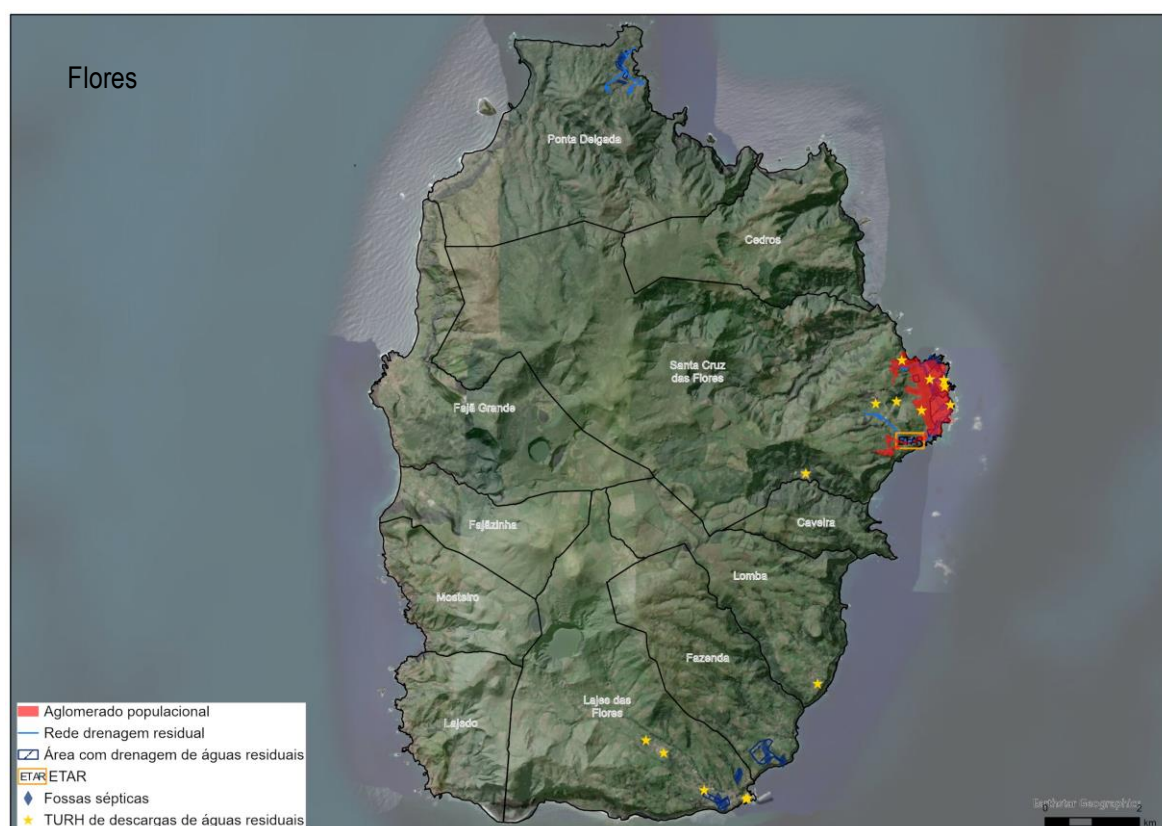


Figura 2.99 | Localização de áreas de drenagem de águas residuais e dos pontos de descarga de águas de residuais tratadas nos aglomerados em análise

3. Pressões sobre as massas de água e na qualidade do meio recetor (massa de água)

A identificação de pressões naturais e antropogénicas é um fator central na qualidade das massas de águas, dado que contribuem para a localização de possíveis pontos de maior impacto e, subsidiariamente, definir medidas para mitigar a degradação potencial das massas de água.

Neste âmbito, de acordo com o PGRH Açores 2022-2027, poderão ser identificadas e elencadas várias pressões naturais e antropogénicas com potencial impacto nas massas de água na Região Hidrográfica dos Açores, quer nas massas de água superficiais, quer nas subterrâneas, tendo sido analisadas nos capítulos anteriores aquelas que pudessem resultar da atividade / usos associados à drenagem e tratamento de águas residuais domésticas e respetiva descarga no meio recetor (massa de água) no caso dos aglomerados em estudo.

Nesse contexto, considerando a natureza e âmbito da presente análise, importou, em primeiro lugar analisar potenciais pressões que podiam resultar da contaminação dos meios recetores por águas residuais domésticas nos aglomerados em questão e que pudessem contribuir para analisar se as atuais soluções ao nível de drenagem e tratamento de águas residuais domésticas são adequadas e permitem a necessária capacidade de resposta de modo a proteger o meio recetor.

De acordo com os dados apresentados a maioria dos pontos de descarga de água residuais é realizada no subsolo (378) e no mar (10).

Assim, no que concerne às massas de água costeiras localizadas nas zonas adjacentes aos aglomerados, verifica-se que estas apresentam todas um Estado Excelente ou Bom. Tal como referido anteriormente, estas massas de água têm reportado, desde o primeiro ciclo, estados iguais ou superiores a Bom e são massas de água que apresentam uma elevada dinâmica marítima resultante, de acordo com o capítulo 2.4, do clima de agitação com elevada energia e por influência da Corrente do Golfo, atingindo velocidades da ordem dos 2,5 m/s, e da Corrente dos Açores (CA). De salientar que durante o inverno, devido à agitação marítima e ventos locais, existe também uma forte mistura vertical na coluna de água e a termoclina situa-se a cerca de 200 m, ao passo que no verão situa-se entre 30 a 60 m de profundidade (IH, 2000).

Adicionalmente, e tendo por base a informação já apresentada no capítulo 2.5 e 2.6, foi desenvolvida uma análise mais detalhada à qualidade ambiental dessas massas de água, através da análise das águas balneares identificadas nas águas costeiras adjacente a esses aglomerados, e a respetiva qualidade e classificação. A qualidade Excelente obtida para essas zonas, permite concluir que essas massas de água não sofrem pressões que resultem de águas residuais domésticas, uma vez que não seria possível obter essa qualidade se os resultados das análises aos parâmetros de Enterococos intestinais e *Escherichia coli* identificassem problemas e ultrapassagem de valores-limite.

De igual modo, o resultado do estado das massas de água subterrâneas, já reportado em todos os ciclos de planeamento do PGRH Açores, demonstra que não existem pressões associadas a poços absorventes (das fossas sépticas privadas / individuais) que potencialmente poderiam resultar em contaminação por infiltração das massas de água subterrâneas sobre as quais estão localizados esses aglomerados. Tal como referido no capítulo 2.5, verifica-se que, não só a maioria das referidas massas de água subterrâneas se encontram em Bom Estado (Químico e Quantitativo), como as únicas exceções com estado inferior a Bom (sobre as quais se

localizam os aglomerados de São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo, parcialmente o aglomerado das Lajes do Pico e Ribeira do Meio (ambas na ilha do Pico) e aglomerado de Santa Cruz da Graciosa é explicado pela presença do ião cloreto, sódio e condutividade elétrica, resultante dos efeitos da intrusão salina, e não a parâmetros associados com potenciais cargas orgânicas ou outras que possam resultar de águas residuais domésticas.

As Figuras 3.1 a 3.6 representam estes resultados.



Figura 3.1 | Estado das massas de água superficiais costeiras e massas de água subterrâneas e localização das águas balneares identificadas e classificadas com estado Excelente – aglomerado de Santa Cruz das Flores (ilha das Flores).



Figura 3.2 | Estado das massas de água superficiais costeiras e massas de água subterrâneas e localização das águas balneares identificadas e classificadas com estado Excelente – aglomerados de Lajes do Pico e Ribeira do Meio e de São Roque do Pico e São Miguel Arcanjo (ilha do Pico).



Figura 3.3 | Estado das massas de água superficiais costeiras e massas de água subterrâneas e localização das águas balneares identificadas e classificadas com estado Excelente – aglomerado de Velas e de Calheta (ilha de São Jorge).

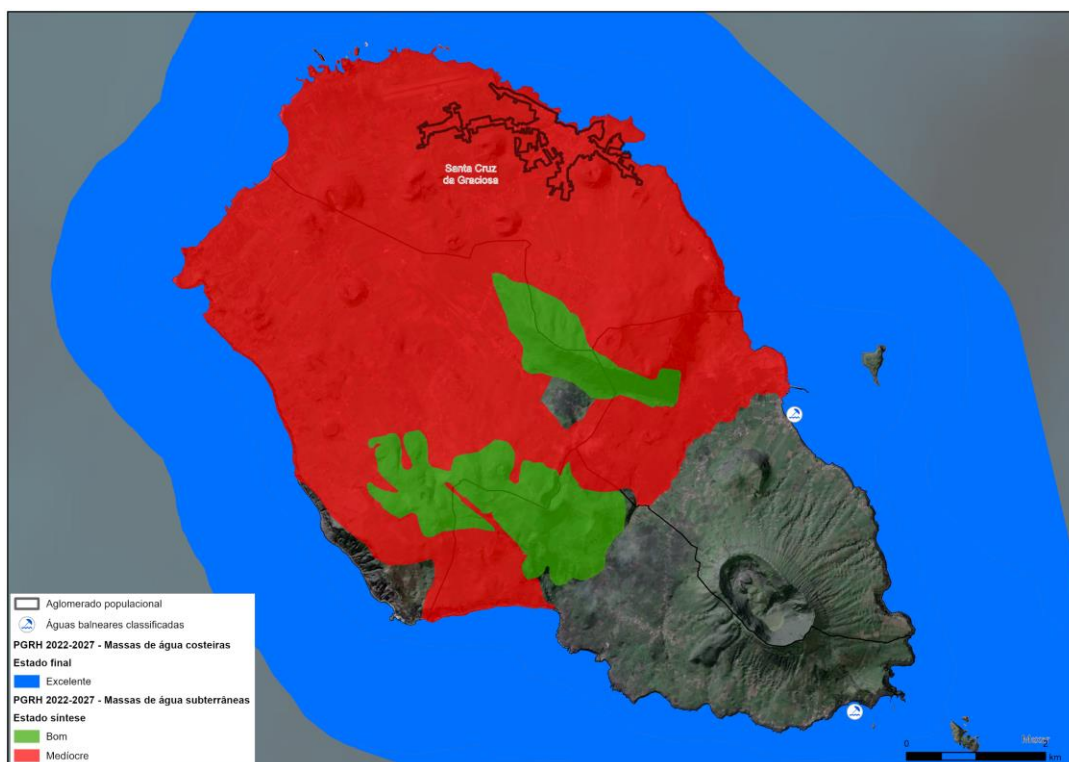


Figura 3.4 | Estado das massas de água superficiais costeiras e massas de água subterrâneas e localização das águas balneares identificadas e classificadas com estado Excelente – aglomerado de Santa Cruz da Graciosa (ilha Graciosa).



Figura 3.5 | Estado das massas de água superficiais costeiras e massas de água subterrâneas e localização das águas balneares identificadas e classificadas com estado Excelente – aglomerado de Biscoitos, de Aqualva e de Porto Martins (ilha Terceira).



Figura 3.6 | Estado das massas de água superficiais costeiras e massas de água subterrâneas e localização das águas balneares identificadas e classificadas com estado Excelente – aglomerado de Santo António, de Feteiras e de Ginetes (ilha de São Miguel).

4. Proposta de soluções de DTAR adequadas para aglomerados 1.000 a 2.000 habitantes equivalentes

Atualmente, os aglomerados baseiam o seu tratamento de águas residuais maioritariamente em soluções de fossas séticas particulares geridas por proprietários privados, existindo ainda em alguns aglomerados sistemas de fossas séticas coletivas, geridas pelas próprias entidades gestoras. De modo geral, o cadastro georreferenciado destes equipamentos é inexistente ou bastante incompleto, não existindo controlo analítico sistemático do efluente tratado ou dados relativos ao estado atual de funcionamento e integridade destes sistemas de tratamento, impossibilitando uma adequada verificação da eficiência de tratamento destes sistemas.

Em outubro de 2022 a Comissão Europeia apresentou uma proposta de revisão da DARU (Diretiva 91/271/CEE do Conselho Europeu, de 21 de maio de 1991), com um nível de ambição e de proteção das massas de água muito elevado, em linha com os objetivos preconizados na DQA e no Pacto Verde Europeu. As exigências técnicas preconizadas e os prazos previstos implicam grandes desafios, com impactes ao nível da sustentabilidade dos sistemas, não parecendo garantir sempre uma relação custo/benefício equilibrada. A opção de tratamento tendo por base unicamente a carga, poderá não ser suficiente para a obtenção do bom estado do meio recetor (conforme demonstra o estudo IMPEL – WiNE), exigindo custos desproporcionados face ao real benefício, para além de poder gerar externalidades ambientais negativas, designadamente, o aumento do consumo energético, de produtos químicos ou o incremento da produção de lamas. Por outro lado, contraria os princípios da economia circular ao promover a remoção de nutrientes das águas para reutilização que depois terão de ser compensados com fertilizantes de origem química na rega agrícola.

A DQA promove uma abordagem holística e integrada ao estabelecer um quadro para a proteção de todas as águas. No seu artigo 10.º determina que os Estados-Membros devem assegurar que as descargas em águas superficiais, incluindo as previstas na DARU, sejam controladas de acordo com uma abordagem combinada, através do estabelecimento e/ou implementação de valores limite de emissão (VLE) adequados.

Deste modo, a solução de DTAR a apresentar no presente estudo visa responder a estas novas exigências da DARU relativamente à necessidade de implementar sistemas de tratamento secundário (ou equivalente) de águas residuais em pequenos aglomerados (entre 1000 e 2000 habitantes equivalente) antes de 31 de dezembro 2035, às condicionantes especificidades territoriais atualmente presentes, atividades humanas e tipologia de águas residuais produzidas nos vários aglomerados, proporcionando um tratamento adequado através da implementação de um sistema centralizado com capacidade de depuração secundária, superior à atualmente existente em fossa sética (individual ou coletiva), e capacidade para realizar a necessária gestão operacional frequente destas instalações de tratamento (p.e. remoção e valorização de lamas, remoção de gradados, etc.) e uma monitorização periódica da qualidade do efluente tratado.

Assim, a solução de DTAR a considerar deve apresentar os seguintes requisitos técnicos:

- Conceção, dimensionamento e construção adequada à população servida (residente e flutuante) e atividades presentes em cada aglomerado, de modo a permitir o cumprimento do quadro legal e normativo vigente, e salvaguarda da qualidade ambiental do meio recetor;
- Baixa área territorial de ocupação;
- Facilidade e rapidez de instalação;

- Simplicidade de funcionamento e manutenção;
- Elevada performance (min. tratamento secundário) com possibilidade de upgrade para remoção de nutrientes;
- Possibilidade de efetuar controlo analítico dos VLE;
- Impacto visual baixo ou nulo;
- Ausência de odores desagradáveis, com existência de ventilação adequada;
- Custos de operação e manutenção sustentáveis;
- Relação custo/benefício adequada;
- Durabilidade e existência garantia dos equipamentos;
- Marcação CE do produto sempre que aplicável (existência de norma europeia harmonizada e em vigor) e/ou normas de referência.

A solução de DTAR deve permitir o tratamento dos efluentes tipicamente urbanos, provenientes das seguintes tipologias de estabelecimentos e atividades detetadas nos aglomerados a intervir:

- Residências;
- Estabelecimentos de hotelaria e restauração.
- Complexos turísticos e desportivos;
- Estabelecimentos de ensino;
- Estabelecimento comerciais e de serviços.

Tendo por base a análise pericial a várias tipologias de tratamento efetuada pelo “Guia Técnico ERSARA/FUNDEC – Sistemas de Saneamento de Pequenos Aglomerados Populacionais (maio 2023)”, que define as linhas orientadoras para o planeamento, projeto e construção de sistemas de saneamento para pequenos aglomerados com populações servidas inferiores a 1000 habitantes equivalentes na Região.

No Guia Técnico foram analisadas soluções de tratamento primário utilizando fossa séptica e tanque Imhoff, soluções de tratamento complementar de base natural como lagunagem e leitos de macrófitas, nas suas diferentes configurações, bem como diversas alternativas para a disposição final do efluente líquido decantado (poços absorventes, trincheiras e leitos de infiltração, aterros filtrantes e leitos de macrófitas) e para a desidratação, estabilização e deposição final de lamas (leitos de secagem plantados e não plantados, e o recurso a compostagem e estabilização química para higienização dos biosólidos).

O Guia Técnico recomenda que em aglomerados populacionais de pequena dimensão e com baixa densidade populacional (< 200 hab/ha) se deva privilegiar o uso de fossas sépticas com sistemas adequados e seguros para a disposição de efluentes. Para populações com densidades > 200 hab/ha pode equacionar-se o recurso a soluções de base natural (p.e. leito de macrófitas ou lagunagem), devido às vantagens económicas, sociais e ambientais, incluindo baixos requisitos e custos de operação e manutenção, que esse tipo de soluções exige. Para populações servidas superiores a 1000 habitantes equivalentes, o estudo recomenda a instalação de sistemas de tratamento secundário de leito fluidizado ou fixo, como sistema de lamas ativadas ou de leitos percoladores, respetivamente.

Tendo em consideração a exigência prevista pela revisão da DARU em se apresentar soluções de tratamento secundário (ou

equivalente) em aglomerados entre 1000 e 2000 habitantes, a adoção de soluções únicas de tratamento por fossa séptica (individuais ou coletivas) deixa de ser viável dado que são órgãos de tratamento primário que apenas atingem níveis de remoção orgânica entre 25 e 40%, inviabilizando o cumprimento dos VLE previstos pela lei. Usualmente o cumprimento dos VLE só é possível atingir para taxas de remoção superiores a 70% (min).

De acordo com as eficiências típicas de remoção em fossa séptica, o efluente (líquido) da fossa séptica apresenta geralmente uma redução de 50 a 60% dos sólidos e entre 30 a 40% de matéria orgânica, expressa em CBO₅, segundo Sasse (1998). Tendo em consideração as concentrações típicas de águas residuais urbanas não tratadas referidas por Metcalf & Eddy (2014) e Henze e Comeau (2008), estas eficiências de remoção não são suficientes para atingir cumprir os VLE estipulados legalmente. Contudo, se tivermos em consideração a capacidade de depuração do meio recetor – solo ou mar – é expectável que o impacto destas cargas poluentes emitidas sobre o solo ou massas de água seja menos significativo. Importa referir que as massas de água em presença encontram-se em estado Excelente no caso das massas de águas costeiras e Bom estado no caso das massas de água subterrâneas.

Num cenário de manutenção das fossas sépticas, e de modo a cumprir o preconizado na revisão da DARU, terá de existir um órgão de tratamento secundário a jusante que realize a degradação complementar da matéria orgânica e permita condições para um adequado controlo analítico dos parâmetros de descarga, como por exemplo sistema lamas ativadas, leitos percoladores, biodiscos, lagunagem, leito de macrófitas, entre outros, o que acarreta uma maior ocupação territorial e maiores exigências de operação e manutenção.

A eventual manutenção e apenas soluções por fossa séptica terão de ser corroboradas com uma fundamentação técnica e científica da capacidade de depuração inerente à tipologia de solo recetor, devendo ser feito um estudo hidrológico e geológico em cada um dos aglomerados de modo a comprovar que sistemas de tratamento primário são suficientes e adequados para a manutenção do bom estado das massas de água em presença. Dada a inexistência de um estudo que fundamente a adequabilidade e viabilize uma solução por fossa séptica, a única forma de assegurar os requisitos previstos pela revisão da DARU é propor uma beneficiação dos sistemas de tratamento atualmente presentes, dotando-os de capacidade de tratamento secundário.

A localização das soluções de tratamento e disponibilidade de área superficial é um fator relevante para a seleção do tipo de solução de tratamento a implementar já que poderá exigir adaptabilidade às condições locais, tais como topografia do terreno, área disponível, ocupação e densidade urbanística (p.e. proximidade a habitações), condições de acesso, integração ambiental e paisagística, natureza dos solos de fundação, níveis freáticos e distância às fontes ou poços de abastecimento público, outras condicionantes naturais ou infraestruturais existentes, titularidade privada dos terrenos ou existência de servidões administrativas. Estas limitações podem inviabilizar soluções de tratamento que exijam ocupações significativas de terreno ou exigir uma eventual remodelação ou construção de sistema de coletores.

Tendo em consideração o referido anteriormente e os pressupostos e requisitos operacionais considerado relevantes para a seleção do tipo de tratamento, considera-se que a solução que permite o cumprimento de todos os requisitos descritos é a adoção de ETAR compactas, do género SBR (*Sequencing Batch Reactor*), já que permite ser instalada em áreas mais reduzidas, tem um menor impacto visual, e permite efetuar um adequado controlo operacional do tratamento e controlo analítico do efluente. O princípio de funcionamento deste tipo de tratamento consiste na existência de uma fase de arejamento mais prolongada, conduzindo assim a uma oxidação quase total da matéria orgânica, atingindo-se remoções de CBO₅ na ordem dos 95%.

Esta solução apesar de apresentar custos operacionais potencialmente superiores às soluções de fossa séptica ou de base natural, considera-se ser um custo justificado e que garante as necessárias taxas de remoção para cumprimento dos VLE numa área de

implantação mais reduzida, e que permite o necessário controlo analítico para posterior reporte técnico às entidades responsáveis ou interessadas.

As ETAR compactas do género SBR (*Sequencing Batch Reactor*) caracterizam-se pela possibilidade de realizar todas as etapas do tratamento biológico num único reator, através de quatro etapas sequenciais temporizadas, nomeadamente o enchimento, arejamento, decantação e esvaziamento. Esta tipologia SBR é especialmente vantajosa para pequenos sistemas (< 2.000 habitantes equivalentes) uma vez que absorve de forma efetiva as perturbações de caudal introduzidas na decantação secundária, pelos elevados caudais de ponta característicos de pequenas populações. Estes sistemas SBR realizam tratamento biológico/secundário através de processo de lamas ativadas e permitem normalmente o cumprimento dos requisitos legais em matéria de qualidade das águas residuais tratadas previstos pelo Decreto Legislativo Regional 18/2009/A, de 19 de outubro, e que transpõe para o direito nacional a Diretiva do Conselho n.º 91/271/CEE, de 21 de maio de 1991 (Quadro 4.1). Usualmente, neste tipo de sistema existe ainda a possibilidade de incorporar etapas de tratamento terciário para eliminação de azoto e fósforo (sob solicitação). Contudo, a remoção de azoto e fósforo e cumprimento dos respetivos VLE apenas é obrigatória em zonas sensíveis.

Quadro 4.1 | Requisitos legais em matéria de qualidade das águas residuais tratadas (valores-limite de emissão – VLE)

Parâmetros	Decreto Legislativo Regional 18/2009/A, de 19 de outubro	Decreto-lei n.º 236/98, de 1 de agosto (Anexo XVIII)
Carência bioquímica de oxigénio (CBO ₅ a 20°C) sem nitrificação	25 mg-O ₂ /l (min. 70 a 90% de redução)	40 mg-O ₂ /l
Carência química de oxigénio (CQO)	125 mg-O ₂ /l (min. 75% de redução)	150 mg-O ₂ /l
Total de partículas sólidas em suspensão (SST)	35 mg/l (min. 90% de redução)	60 mg/l
Azoto total Método: Nitrificação/Desnitrificação (Sequência Anoxia – Aerobiose)	15 mg-N/l (min. 70 a 80% de redução)	15 mg-N/l
Fósforo total Método: Luxurious uptake (Sequência Anaerobiose – Aerobiose) + Precipitação química	2 mg-P/l (min. 80% de redução)	10 mg-P/l 3 mg-P/l (em águas que alimentem lagoas ou albufeiras) 0,5 mg-P/l (em lagoas ou albufeiras)

O sistema de tratamento por ETAR compacta SBR necessita normalmente de um tratamento preliminar do efluente prévio à entrada no reator biológico. O tratamento preliminar consiste numa sequência de operações unitárias destinadas a remoção de sólidos grosseiros, areias, gorduras e ainda, por vezes, uma equalização de caudais e de carga poluente.

O objetivo desta etapa é proteger os órgãos e processos de tratamento seguintes, bem como evitar obstruções dos circuitos hidráulicos e contaminações das águas e lamas, permitindo, desta forma, uma maior eficiência da fileira de tratamento. As operações unitárias passíveis de serem combinadas ao nível do tratamento preliminar são: a gradagem, a equalização, a desarenação e a remoção de óleos e gorduras.

Os tamisadores são tipicamente utilizados como sistemas de pré-tratamento para facilitar a exploração/manutenção e reduzir a periodicidade de limpeza das ETAR compactas, pré-tratamentos de águas industriais, hotéis, lavagem de veículos, entre outros. Usualmente os tamisadores são equipamentos concebidos para efetuar a remoção de sólidos finos (≥ 5 mm) e permitem atingir um grau de desidratação máximo de 40%.

O tratamento biológico em SBR é realizado em tanque estanque com funcionamento sequencial – sistema BATCH (*Sequencing Batch Reactor*) – construídos à base de polietileno com elevada resistência mecânica e química, podendo aguentar pelo menos 20 anos

em perfeito funcionamento, sempre que se verifique a correta instalação dos equipamentos e manutenção/exploração. Os sistemas poderão ser dimensionados de acordo com exigências regulamentares e normativas específicas, nomeadamente, dar cumprimento ao exposto na legislação aplicável vigente referida anteriormente.

Estas ETAR compactas do género SBR podem possuir instalação enterrada ou semienterrada, construídas em PE, com estrutura anelar e reforços estruturais uniformemente distribuídos em toda a sua extensão, soldaduras interiores e exteriores integralmente executadas por extrusão. Possuem construção septada permitindo o escoamento tipo pistão para otimização da eficiência de tratamento.

As ETAR compactas SBR são constituídas pelo reator biológico que opera em descontínuo, e os seguintes equipamentos:

- Entradas de Homem com abertura útil de 600 mm e tampas em PE diâmetro 790;
- Eletrobomba submersível, instalada no reator biológico para extração de efluente tratado, em aço inox, turbina vórtex, boia de nível mínimo incorporada própria para águas residuais, eletrobomba instalada em modo suspenso com mangueira flexível, permitindo a sua integral remoção do conjunto a partir do exterior;
- Soprador de canal lateral para fornecimento de ar ao sistema, construído em fundição de alumínio, incluindo kit de instalação completo, composto por filtro de partículas, válvula de alívio, válvula antirretorno e manómetro de pressão;
- Rede de difusão de ar, com difusores de elastómero circulares, ou equivalente, (anti-colmatação) para transformação do fluxo contínuo de ar em microbolha fina de fácil assimilação pela flora bacteriana presente no reator biológico, incluindo sistema de purga de condensados.

A instalação é relativamente expedita, podendo ser realizada numa área superficial relativamente reduzida – ver dimensões de referência. A instalação é enterrada em terreno estabilizado sob laje nivelada de betão armado. A zona de instalação deverá ser devidamente impermeabilizada com material drenante e colocação de uma manta geotêxtil. Entre o tanque e a laje deverá existir uma camada de areia de forma a criar uma almofada, e o preenchimento dos espaços vazios deverá ser feito com argamassa de modo a se concluir o aterro do tanque da ETAR. Concluir o aterro com areia à superfície, não devendo ultrapassar 30 cm de altura, ou através da colocação de uma laje de betão armado caso venham a existir cargas superiores sobre o tanque, nomeadamente, viaturas ou profundidades de instalação superiores a 30 cm. Deve ser instalada uma entrada de homem com uma abertura suficiente na laje para abertura da tampa do reservatório da ETAR.

Além do eventual aterro para instalação do reservatório da ETAR poderá ser necessário executar obras de construção de um tanque de equalização prévio ao sistema de tratamento, câmaras de visita para o tamisador e à saída do efluente tratado, e um casinhoto de apoio para instalação do quadro elétrico e soprador e execução de todas as instalações elétricas e hidráulicas necessárias, incluindo o circuito de ar comprimido desde o soprador até à ETAR.

O tratamento é realizado por sistema de lamas ativadas, regime de baixa carga/arejamento prolongado (oxidação total), sendo o arejamento e agitação assegurados por um único componente em condições de alto rendimento. O tratamento baseia-se em períodos intermitentes de ausência ou não de arejamento (Figura 4.1).

Funcionamento

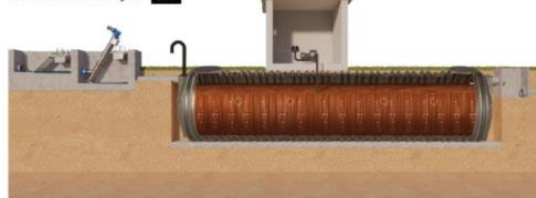
AREJAMENTO E MISTURA

SOPRADOR

ON

BOMBA DE EXTRACÇÃO

OFF



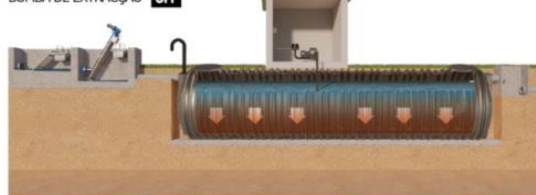
DECANTAÇÃO

SOPRADOR

OFF

BOMBA DE EXTRACÇÃO

OFF



EXTRACÇÃO DE EFLUENTE TRATADO

SOPRADOR

OFF

BOMBA DE EXTRACÇÃO

ON



Figura 4.1 | Sequência de funcionamento de reator SBR (Fonte: Ecodepur, S.A.).

O reservatório da ETAR permite aumentar a concentração da matéria sólida, por diferença gravítica durante a fase de decantação. A matéria sólida (lamas) irá depositar-se no fundo do reservatório, enquanto a componente líquida do sobrenadante regressará ao tratamento biológico, à cabeça do reservatório. O refluxo da componente líquida é automático, efetuada pela bomba submersível existente no reservatório da ETAR e acionada automaticamente pelo quadro elétrico, fornecido com o sistema de tratamento.

A construção cilíndrica do reservatório da ETAR e a existência de septos internos otimiza o tempo de retenção, impedindo a ocorrência de zonas mortas e de curtos-circuitos hidráulicos. Este efeito combinado permite alcançarem-se concentrações de até 3% de sólidos, o que corresponde a uma diminuição de volume superior a 10 vezes face ao extraído do reservatório. As lamas concentradas deverão ser retiradas periodicamente do fundo do reservatório para tratamento final adequado.

A simplicidade de funcionamento e manutenção é uma das principais vantagens do sistema SBR. O funcionamento de todo o sistema é automático, e a manutenção prevê as seguintes ações:

- Remoção periódica das lamas (por operador licenciado);
- Substituição do filtro de ar do soprador;
- Inspeção periódica e manutenção dos componentes eletromecânicos;
- Controlo analítico do efluente (à entrada e saída).

Quando os equipamentos ou respetivos componentes de equipamento atingirem o seu tempo de vida útil deve ser substituído, de acordo com o plano de inspeção e manutenção previsto.

O material eletromecânico dos equipamentos (eletrobombas, sopradores, quadros elétricos, etc.) bem como os equipamentos eletromecânicos (p.e. tamisadores, grelhas rotativas, etc.), devem ser encaminhadas como resíduos valorizáveis (REEE) utilizando os operadores licenciados para recolha e encaminhamento para destino final adequado e legalmente previsto.

O reservatório em polietileno e partes em chapa de aço inox devem ser reencaminhados para reciclagem, acordo com a legislação vigente.

Os filtros contaminados devem ser alvo de reencaminhamento específico para operadores de resíduos licenciados para gestão deste tipo de resíduos.

Prevê-se a existência de uma rede de drenagem capaz de servir a totalidade da população residente e flutuante contabilizada para os vários aglomerados. A rede de drenagem a instalar depende da rede de drenagem já existente, tendo esta sido aferida com base no cadastro georreferenciado facultado pelas entidades gestoras.

Caracterização/Avaliação das áreas de estudo – Volumes AR

O dimensionamento do novo sistema de tratamento a implementar em cada um dos aglomerados teve por base a necessidade de servir 100% da população residente e flutuante, e considera dois cenários possíveis:

- **Cenário A:** considera-se a necessidade de implementar uma remodelação parcial do sistema de tratamento do aglomerado, implementando apenas sistemas novos para a população atualmente não servida, aproveitando a rede de drenagem e sistemas de tratamento já existentes (assumindo-se que estejam plenamente funcionais e em cumprimentos dos VLE);
- **Cenário B:** considera-se a remodelação integral dos sistemas de tratamento existentes no aglomerado por sistemas totalmente novos, aproveitando apenas a rede de drenagem já existente e construindo nova rede de drenagem complementar para a população não servida.

Tendo em consideração a população equivalente a servir e respetivos volumes de águas residuais produzidas foram definidas as quantidades e dimensões de ETAR compactas tipo SBR a instalar em cada aglomerado. Assim, entre o Quadro 4.2 e Quadro 4.12 caracteriza-se a população residente, flutuante e servida, bem como o dimensionamento da rede de drenagem e sistemas de tratamento existentes ou a construir em cada um dos aglomerados e considerando os dois cenários A e B estabelecidos.

Assume-se que a população residente e flutuante não irá sofrer alterações significativas durante o período de análise de 30 anos e que corresponde ao tempo de vida expectável para a solução de tratamento a implementar, já que não foram identificados projetos de desenvolvimento ou orientações estratégicas que definissem empreendimentos futuros relevantes nos aglomerados e que fundamentassem alterações significativas da população residente e flutuante. De resto, as projeções populacionais consideradas no PGRH Açores 2022-2027 assumem uma tendência generalizada de estagnação ou ligeiramente regressiva da população até 2040 em todos os municípios da Região, perspetivando-se assim que os sistemas de tratamento a dimensionar para o efetivo atual se manterão corretamente dimensionados durante todo o seu período de vida de 30 anos.

Quadro 4.2 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Feteiras (São Miguel)

Feteiras (São Miguel)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 557 hab	População equivalente (a servir): 1 507 hab _{eq}	População equivalente (a servir): 1 557 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 0 hab _{eq}	Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 196,6 m ³ /dia	Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 203,2 m ³ /dia
População servida ⁽⁵⁾ : 50 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 128 m	Rede de drenagem (a implementar): 5 285 m	Rede de drenagem (a implementar): 5 285 m
Tipo de tratamento centralizado existente: FSC (primário)	Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 120 m ³	Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 120 m ³

Quadro 4.3 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Santo António (São Miguel)

Santo António (São Miguel)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 627 hab	População equivalente (a servir): 1 128 hab _{eq}	População equivalente (a servir): 1 627 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 0 hab _{eq}	Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 147,3 m ³ /dia	Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 212,3 m ³ /dia
População servida ⁽⁵⁾ : 499 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 2 564 m	Rede de drenagem (a implementar): 6 981 m	Rede de drenagem (a implementar): 6 981 m
Tipo de tratamento centralizado existente: FSC (primário)	Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 90 m ³	Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 120 m ³

Quadro 4.4 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Agualva (Terceira)

Agualva (Terceira)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 434 hab	N.A.	População equivalente (a servir): 1 434 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 0 hab _{eq}		Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 187,1 m ³ /dia
População servida ⁽⁵⁾ : 0 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 0 m		Rede de drenagem (a implementar): 10 106 m
Tipo de tratamento centralizado existente: Nenhum		Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 110 m ³

Quadro 4.5 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Biscoitos (Terceira)

Biscoitos (Terceira)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 547 hab	N.A.	População equivalente (a servir): 1 547 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 0 hab _{eq}		Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 201,9 m ³ /dia
População servida ⁽⁵⁾ : 0 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 228 m		Rede de drenagem (a implementar): 16 203 m
Tipo de tratamento centralizado existente: Nenhum		Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 120 m ³

³ Estimada com base nos dados Censos / BGRI, 2021.

⁴ Estimada com base na capacidade hoteleira local, ou residentes temporários para fins de trabalho ou estudo detetados.

⁵ Estimada com base em informação de base facultada por entidade gestora.

⁶ Considerando uma captação de 90 l/hab.dia de águas residuais produzidas e assumindo um acréscimo de 45% de águas pluviais indevidas, o que equivale a 130,5 l/hab.dia de águas residuais recolhidas pela rede de drenagem e encaminhadas para sistema de tratamento.

Quadro 4.6 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Porto Martins (Terceira)

Porto Martins (Terceira)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 245 hab	N.A.	População equivalente (a servir): 1 245 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 0 hab _{eq}		Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 162,5 m³/dia
População servida ⁽⁵⁾ : 0 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 0 m		Rede de drenagem (a implementar): 10 316 m
Tipo de tratamento centralizado existente: Nenhum		Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 100 m³

Quadro 4.7 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Santa Cruz da Graciosa (Graciosa)

Santa Cruz da Graciosa (Graciosa)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 440 hab	N.A.	População equivalente (a servir): 1 440 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 0 hab _{eq}		Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 187,9 m³/dia
População servida ⁽⁵⁾ : 0 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 5 223 m		Rede de drenagem (a implementar): 6 520 m
Tipo de tratamento centralizado existente: Nenhum		Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 100 m³

Quadro 4.8 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Velas (São Jorge)

São Jorge (Velas)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 735 hab	N.A.	População equivalente (a servir): 1 897 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 162 hab _{eq}		Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 247,6 m³/dia
População servida ⁽⁵⁾ : 0 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 0 m		Rede de drenagem (a implementar): 7 001 m
Tipo de tratamento centralizado existente: Nenhum		Capacidades de tratamento (a implementar): 3 módulos SBR de 100 m³

Quadro 4.9 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Calheta (São Jorge)

Calheta (São Jorge)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 240 hab	N.A.	População equivalente (a servir): 1 240 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 162 hab _{eq}		Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 161,8 m³/dia
População servida ⁽⁵⁾ : 0 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 0 m		Rede de drenagem (a implementar): 11 307 m
Tipo de tratamento centralizado existente: Nenhum		Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 100 m³

Quadro 4.10 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de S. Roque do Pico e S. Miguel Arcanjo (Pico)

S. Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo (Pico)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 612 hab	N.A.	População equivalente (a servir): 1 612 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 0 hab _{eq}		Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 210,4 m³/dia
População servida ⁽⁵⁾ : 0 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 4 273 m		Rede de drenagem (a implementar): 20 387 m

Tipo de tratamento centralizado existente: Nenhum	Capacidades de tratamento (a implementar): 3 módulos SBR de 90 m ³
---	---

Quadro 4.11 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Lajes do Pico e Ribeira do Meio (Pico)

Lajes do Pico + Ribeira do Meio (Pico)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 512 hab	População equivalente (a servir): 1 701 hab _{eq}	População equivalente (a servir): 1 812 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 300 hab _{eq}	Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 222 m ³ /dia	Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 236,5 m ³ /dia
População servida ⁽⁷⁾ : 111 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 0 m	Rede de drenagem (a implementar): 10 071 m	Rede de drenagem (a implementar): 10 071 m
Tipo de tratamento centralizado existente: FSC (primário)	Capacidades de tratamento (a implementar): 3 módulos SBR de 90 m ³	Capacidades de tratamento (a implementar): 3 módulos SBR de 100 m ³

Quadro 4.12 | Caracterização da situação atual e dimensionamento da solução proposta de drenagem e tratamento secundário de águas residuais no aglomerado de Santa Cruz das Flores (Flores)

Santa Cruz das Flores (Flores)		
Situação atual	Cenário A – Remodelação parcial	Cenário B – Remodelação total
População residente ⁽³⁾ : 1 316 hab	População equivalente (a servir): 971 hab _{eq}	População equivalente (a servir): 1 316 hab _{eq}
População flutuante ⁽⁴⁾ : 0 hab _{eq}	Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 126,7 m ³ /dia	Água residual drenada (a tratar) ⁽⁶⁾ : 171,7 m ³ /dia
População servida ⁽⁵⁾ : 345 hab _{eq}		
Rede de drenagem existente: 7 040 m	Rede de drenagem (a implementar): 5 534 m	Rede de drenagem (a implementar): 5 534 m
Tipo de tratamento centralizado existente: FSC (primário)	Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 90 m ³	Capacidades de tratamento (a implementar): 2 módulos SBR de 110 m ³

No Quadro 4.13 apresentam-se as dimensões expectáveis dos modelos de reator biológico previstos para cada um dos aglomerados, referidos acima. A estas dimensões acresce ainda as dimensões inerentes à construção de um eventual reservatório de equalização, tamizador / compactador, casinhoto do quadro elétrico e soprador, e câmaras de visita.

Quadro 4.13 | Dimensões dos módulos SBR a implementar nos aglomerados considerados (Fonte: Ecodepur, S.A.)

Módulos SBR	Área superficial (m ²)	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
SBR - 90 m ³	43,74	14,68	2,98	3,05
SBR - 100 m ³	48,33	16,22	2,98	3,05
SBR - 110 m ³	52,92	17,76	2,98	3,05
SBR - 120 m ³	57,51	19,3	2,98	3,05

A seleção dos locais de implantação das soluções de tratamento nos vários aglomerados deverá ser alvo de avaliação e definição pela entidade gestora, já que depende de diversas opções relacionadas com o controlo operacional do sistema de drenagem e tratamento (p.e. número e dimensão das ETAR compactas a implementar, critérios de eficiência e gradiente hidráulico), bem como diversos fatores sociais e características territoriais ou biofísicas (p.e. orografia, titularidade dos terrenos que impliquem expropriações ou compensações, condicionantes naturais ou artificiais existentes, infraestruturas detetadas, servidões, áreas classificadas, ou outras restrições de utilidade pública). Estas definições deverão ser tomadas durante a fase de projeto, podendo suscitar alterações nos custos totais do sistema a implementar em cada aglomerado.

O Guia Técnico ERSARA/FUNDEC apresenta os principais aspetos de seleção dos locais de implantação das soluções de tratamento

⁷ População equivalente abrangida por uma estação de tratamento de águas residuais (tipo Ecodepur) associada a um estabelecimento comercial – Informação disponibilizada pela entidade gestora.

e de construção, bem como recomendações para o controlo operacional e manutenção dos sistemas. É ainda dada ênfase ao aproveitamento de subprodutos resultantes do processo de recolha e tratamento das águas residuais, nomeadamente de efluentes líquidos e de biosólidos.

5. Análise da relação custo-benefício

Após a definição das soluções de tratamento a dotar em cada um dos aglomerados procedeu-se a uma análise da relação custo-benefício através dos custos de investimento, de operação e manutenção, bem como dos benefícios ambientais, económicos e sociais possíveis de quantificar tendo por base os seguintes pressupostos de preços médios unitários apresentados no Quadro 5.1.

Quadro 5.1 | Preços médios unitários considerados

Equipamento	Custo unitário ⁽¹⁾	Fontes / Observações
Eletricidade	0,1650 €/kWh	Assumindo tarifa simples de energia ativa. Fonte: Tarifário EDA, 2024.
	0,6394 €/dia	Considerando potência contratada de 13,8 kVA, necessária para satisfazer a potência máxima admissível de instalação de 1 soprador (7,5 kW) e 2 bombas por reator biológico (1,1 kW/unid). Fonte: Tarifário EDA, 2024.
Rede de drenagem	150 €/m	Custo de infraestruturação (incl. mão-de-obra). Valor estimado tendo em consideração as taxas atuais de inflação e preços praticados no mercado regional.
Fossa séptica	164,61 €/hab	Custo de aquisição. Preço médio por habitante aferido com base em preços base facultados por fabricante para várias dimensões de fossa séptica convencional.
Medidor de caudal	2 795,18 €/un	Custo de aquisição. Preços facultados por fabricante.
Tamisador / compactador	9 186,84 €/un	Custo de aquisição. Preços facultados por fabricante.
Estação elevatória	100 000 €/un	Assume-se a instalação de uma estação elevatória por sistemas de drenagem (ou aglomerado).
ETAR - 90 m³	39 940,20 €/un	Preços de ETAR compacta, tipo SBR, facultados por fabricante.
ETAR - 100 m³	43 149,15 €/un	Não inclui custos de licenciamento e renovação de TURH, adjudicação de eventuais serviços de inspeção e manutenção da ETAR, ou serviços de contratação de operador de gestão de resíduos e respetiva taxa de gestão de resíduos (19 08 05 – Lamas do tratamento de águas residuais urbanas).
ETAR - 110 m³	52 298,55 €/un	
ETAR - 120 m³	55 955,30 €/un	Tempo de vida estimado de 30 anos, assumindo-se correta instalação dos equipamentos e manutenção/exploração adequada.
Filtro de ar (soprador)	200 €/un	Assume-se a substituição anual do filtro de entrada de ar do soprador de canal lateral.
Cotações (emissões GEE)	83,24 €/t-CO ₂	Preço médio anual do carbono no Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS) durante o ano de 2023. Para aferir o custo das emissões de CO ₂ associadas à produção de energia elétrica consumida pelos sistemas de tratamento.
	50 €/t-CO ₂	Custo social das emissões de CO ₂ para a atmosfera, devido às mudanças climáticas, e respetivos danos à saúde e em ecossistemas.
Fatores de emissão de CH ₄	0,27 kg-CH ₄ /kg-CQO	Valor médio de emissão de metano (CH ₄) em ETAR compactas tipo SBR ⁽²⁾ com 4 dias de tempo de retenção hidráulica por unidade de carga orgânica em águas residuais sujeitas a tratamento, representada por CQO (Carência Química de Oxigénio).
	0,3 kg-CH ₄ /kg-CQO	Valor típico de emissão de metano (CH ₄) em fossas sépticas ⁽³⁾ por unidade de carga orgânica em águas residuais sujeitas a tratamento, representada por CQO (Carência Química de Oxigénio).
CBOs removido	0,058 €/kg	Ganho financeiro pela remoção de cargas poluentes, reflete o dano ambiental evitado, ou o benefício ambiental. A definição destes valores baseia-se na reutilização após tratamento das águas residuais, descarga no solo (irrigação). Fonte: Hernández-Sancho <i>et al.</i>
CQO removido	0,140 €/kg	
SST removido	0,010 €/kg	

⁽¹⁾ Nota: Valores sem IVA.

⁽²⁾ Fonte: Nuansawan, N., Sombatsompop, K., & Witthayaphirom, C. (2019). Evaluation of Greenhouse Gas Emission from Municipal Solid Waste Leachate by two-stage Sequencing Batch Reactor. Global Journal of Engineering and Technology Review Vol.4 (2) April-June. 2019. [https://doi.org/10.35609/gjetr.2019.4.2\(3\)](https://doi.org/10.35609/gjetr.2019.4.2(3)).

⁽³⁾ Fonte: Conselho Nacional da Água (CNA). Os fatores de emissão reais observados em fossas sépticas podem variar com base nas condições operacionais, na atividade microbiana e na composição dos resíduos. Os dados empíricos reportam frequentemente fatores de emissão de metano que variam entre 0,20 e 0,35 litros de CH₄ por grama de CQO removido, segundo este organismo.

5.1. Estimativas de custos e benefícios associados ao cumprimento dos requisitos da proposta de revisão da DARU - art. 6.º

No Quadro 5.2 são apresentados custos de investimento para a expansão da rede de drenagem existente em cada um dos aglomerados de modo a atingir cobertura total da área afeta. Não foi possível estimar custos de operação e manutenção da rede de drenagem.

No Quadro 5.3 apresenta-se os custos de investimento e de operação e manutenção dos sistemas de tratamento sugeridos – ETAR compactas SBR – para um cenário A de remodelação parcial prevendo-se a manutenção dos atuais sistemas de tratamento e assumindo um adequado funcionamento dos mesmos, e para um cenário B de remodelação integral dos sistemas de tratamento, desativando os atualmente existentes e instalando sistemas de tratamento totalmente novos em todo o aglomerado. Para cada um dos cenários considerados, foi possível executar dois tipos de soluções de tratamento, uma solução descentralizada (com os módulos em locais distintos do aglomerado) e uma solução centralizada (com os módulos em paralelo num único local de implantação). Qualquer que seja o cenário ou solução a apresentar, os locais de implantação deverão ser definidos em fase posterior pelas entidades gestoras e equipa responsável pelo projeto, tendo informação mais concreta quanto às condições biofísicas ou de ordenamento, condicionantes territoriais, infraestruturais ou hidráulicas em presença.

Quadro 5.2 | Previsão da rede de drenagem e respetivos custos de investimento (CAPEX) para aglomerados considerados

Rede de drenagem					
Ilha	Aglomerado	Rede existente (m)	Rede prevista ⁽²⁾ (m)	Rede de coletores - CAPEX (€) ⁽¹⁾	Estações elevatórias - CAPEX (€) ⁽³⁾
Flores	Santa Cruz das Flores	7 040	5 534	830 100 €	100 000 €
	Lajes do Pico + Ribeira do Meio	0	10 071	1 510 650 €	100 000 €
Pico	São Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo	4 273	20 387	3 058 050 €	100 000 €
	Calheta	0	11 307	1 696 050 €	100 000 €
São Jorge	Velas	0	7 001	1 050 150 €	100 000 €
	Santa Cruz da Graciosa	5 223	6 520	978 000 €	100 000 €
Graciosa	Agualva	0	10 106	1 515 900 €	100 000 €
	Biscoitos	228	16 203	2 430 450 €	100 000 €
Terceira	Porto Martins	0	10 316	1 547 400 €	100 000 €
	Santo António	2 564	6 981	1 047 150 €	100 000 €
São Miguel	Feteiras	128	5 285	792 750 €	100 000 €
Total (RAA)		19 456	109 711	16 456 650 €	1 100 000 €

⁽¹⁾ Não inclui custos de aquisição e instalação de bombas ou estações elevatórias, e custos de construção de ramais ou emissários.

⁽²⁾ Estimativa considerando a cobertura total do aglomerado com rede de drenagem (100% de atendimento).

⁽³⁾ De forma conservativa, assume-se a inclusão de uma estação elevatória por rede de drenagem ou aglomerado. A necessidade de inclusão e número de estações elevatórias a incluir, deverão ser definidas em fase de projeto tendo em consideração o número e localização das ETAR compactas, orografia, e outras condicionantes territoriais e operacionais eventualmente em presença.

Quadro 5.3 | Dimensionamento do sistema de tratamento e custo de investimento (CAPEX) e de operação e manutenção (OPEX) para cada cenário e aglomerados considerados

Cenário A – Remodelação parcial							
Cenário que considera a remodelação parcial do aglomerado, através da implantação de ETAR compactas para a população atualmente não servida, mantendo os sistemas de tratamento já existentes (fossas sépticas coletivas)							
Ilha	Aglomerado	Módulos (n.º)	Volume útil (m³)	Área ocupada (m²)	Custos de aquisição - CAPEX (€) ⁽¹⁾		Custos O&M - OPEX (€/ano) ⁽⁴⁾
					Solução centralizada ⁽²⁾	Solução descentralizada ⁽³⁾	
Flores	Santa Cruz das Flores	2	180	88	91 862 €	183 725 €	9 355 €
Pico	Lajes do Pico +	3	270	131	131 803 €	395 408 €	14 033 €

Cenário A – Remodelação parcial							
Cenário que considera a remodelação parcial do aglomerado, através da implantação de ETAR compactas para a população atualmente não servida, mantendo os sistemas de tratamento já existentes (fossas sépticas coletivas)							
Ilha	Aglomerado	Módulos (n.º)	Volume útil (m³)	Área ocupada (m²)	Custos de aquisição - CAPEX (€) ⁽¹⁾		Custos O&M - OPEX (€/ano) ⁽⁴⁾
					Solução centralizada ⁽²⁾	Solução descentralizada ⁽³⁾	
	Ribeira do Meio						
	São Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo	3	270	131	131 803 €	395 408 €	14 033 €
São Jorge	Calheta	2	200	97	98 280 €	196 561 €	9 355 €
	Velas	3	300	145	141 429 €	424 288 €	14 033 €
Graciosa	Santa Cruz da Graciosa	2	220	106	116 579 €	233 158 €	15 679 €
Terceira	Aqualva	2	220	106	116 579 €	233 158 €	15 679 €
	Biscoitos	2	240	115	123 893 €	247 785 €	15 679 €
	Porto Martins	2	200	97	98 280 €	196 561 €	9 355 €
São Miguel	Santo António	2	180	88	91 862 €	183 725 €	9 355 €
	Feteiras	2	240	115	123 893 €	247 785 €	15 679 €
Total (RAA)		25	2 520	1218	1 266 264 €	2 937 562 €	142 238 €

Cenário B – Remodelação total							
Cenário que considera a remodelação integral dos sistemas de tratamento existentes através da implantação de ETAR compactas em todo o aglomerado (desativando os sistemas de tratamento atualmente existentes).							
Ilha	Aglomerado	Módulos (n.º)	Volume útil (m³)	Área ocupada (m²)	Custos de aquisição - CAPEX (€) ⁽¹⁾		Custos O&M - OPEX (€/ano) ⁽⁴⁾
					Solução centralizada ⁽²⁾	Solução descentralizada ⁽³⁾	
Flores	Santa Cruz das Flores	2	220	106	116 579 €	233 158 €	15 679 €
	Lajes do Pico + Ribeira do Meio	3	300	145	141 429 €	424 288 €	14 033 €
Pico	São Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo	3	270	131	131 803 €	395 408 €	14 033 €
São Jorge	Calheta	2	20	97	98 280 €	196 561 €	9 355 €
	Velas	3	300	145	141 429 €	424 288 €	14 033 €
Graciosa	Santa Cruz da Graciosa	2	220	106	116 579 €	233 158 €	15 679 €
Terceira	Aqualva	2	220	106	116 579 €	233 158 €	15 679 €
	Biscoitos	2	240	115	123 893 €	247 785 €	15 679 €
	Porto Martins	2	200	97	98 280 €	196 561 €	9 355 €
São Miguel	Santo António	2	240	115	123 893 €	247 785 €	15 679 €
	Feteiras	2	240	115	123 893 €	247 785 €	15 679 €
Total (RAA)		25	2 650	1277	1 332 637 €	3 079 936 €	154 885 €

⁽¹⁾ Considerando modelo de ETAR compacta tipo SBR. Não inclui custos com instalação, serviços de construção civil (incluindo casinhoto de apoio para instalação do quadro elétrico e soprador), movimentos de terras e todos os trabalhos de construção civil, ligações elétricas e hidráulicas incluindo o circuito de ar comprimido desde o soprador até à ETAR, o equipamento para descarga e implantação da ETAR (p.e. grua, guindaste ou equivalente), serviço de colocação e fornecimento de materiais para assentamento e aterro da ETAR, custos com eventuais aquisições de terrenos, e custos com licenciamentos de descarga de efluentes provenientes do sistema de tratamento (TURH) ou taxa de gestão de resíduos para lamas de ETAR (TGR).

⁽²⁾ Solução centralizada com módulos em paralelo. Considera o custo de aquisição dos módulos de tratamento, 1 medidor de caudal e 1 tamisador por aglomerado (s/ IVA). Não contempla a aquisição de módulo concentrador de lamas ou módulo de filtração, desidratação e ensacagem de lamas.

⁽³⁾ Solução descentralizada c/ módulos em locais distintos. Considera o custo de aquisição dos módulos de tratamento, 1 medidor de caudal e 1 tamisador para cada módulo de tratamento (s/ IVA). Não contempla a aquisição de módulo concentrador de lamas ou módulo de filtração, desidratação e ensacagem de lamas.

⁽⁴⁾ Inclui custos energéticos e substituição anual do filtro de soprador. Não inclui custos com pessoal ou com adjudicação de serviços de inspeção, manutenção ou de gestão de lamas.

Este exercício permite concluir que as diferenças entre o cenário A e B e respetivas soluções são pouco significativas em termos financeiros, quer seja do ponto de vista do investimento a realizar com a aquisição dos módulos de tratamento e equipamentos acessórios, como relativamente aos custos de operação e manutenção.

No cenário A de remodelação parcial estima-se que o custo de aquisição do sistema de tratamento possa ficar entre 1,27 e 2,9 M€, considerando uma solução centralizada ou descentralizada, respetivamente. No cenário B de remodelação total esse mesmo custo

de aquisição poderá ficar entre 1,3 e 3,0 M€. Relativamente aos custos de operação e manutenção (O&M), estima-se que as diferenças entre cenários sejam também pouco relevantes, prevendo-se que os custos anuais atinjam os 142 mil € para o cenário A e os 151 mil € para o cenário B.

Tendo em consideração as diferenças pouco significativas nos custos de investimento e custos O&M entre ambos os cenários, considera-se que a solução mais vantajosa seja optar por uma remodelação total dos sistemas de tratamento existentes (cenário B), de modo a assegurar a beneficiação tecnológica dos sistemas e respetivas eficiências de tratamento e permitir um efetivo controlo analítico da descarga.

O custo mais significativo prende-se com a obra de expansão da rede de drenagem de modo a cobrir toda a população residente nos vários aglomerados. Prevê-se que o investimento para esta expansão ronde os 16,5 M€, sem considerar eventuais custos com a implementação de bombas e estações elevatórias, se vier a ser necessário em fase de projeto. No caso de implementação de uma estação elevatória em cada um dos aglomerados, o custo de investimento acresce 1,1 M€, relativo ao custo de aquisição destes equipamentos (Quadro 5.2).

Relativamente às externalidades foi possível aferir os custos externos relacionados com as emissões de gases com efeito de estufa (GEE) indexadas aos consumos energéticos realizados pelos sistemas de tratamento, bem como os custos associados ao dano ambiental evitado (ou não ocorrido) com a descarga das cargas poluentes removidas do meio ambiente (CBOs, CQO e SST), podendo-se considerar este custo evitado como um benefício ambiental dos sistemas de tratamento implementados (Quadro 5.4).

Verifica-se assim que também não existem diferenças significativas nos custos externos associados à compensação das emissões carbónicas entre ambos os cenários, atingindo-se para o cenário A um custo de 176 €/ano e para o cenário B um custo de 159 €/ano, relacionado com o consumo elétrico e respetivas emissões. Já o benefício ambiental relacionado com a remoção de cargas poluentes atinge os 54 047 €/ano no cenário A de remodelação parcial e os 55 671 €/ano no cenário B de remodelação integral dos sistemas de tratamento existentes nos aglomerados.

Quadro 5.4 | Custos externos e evitados relacionados com o benefício ambiental proporcionado pelos sistemas de tratamento para cada cenário e aglomerados considerados

Cenário A – Remodelação parcial							
Cenário que considera a remodelação parcial do aglomerado, através da implantação de ETAR compactas para a população atualmente não servida, mantendo os sistemas de tratamento já existentes (fossas sépticas coletivas)							
Ilha	Aglomerado	Custos externos ⁽¹⁾					Custos evitados / Benefício ambiental (€/ano) ⁽²⁾
		Consumo elétrico		Tratamento águas residuais		Custos sociais (€/ano)	
		GEE emitidos (kg-CO ₂)	Custo (€/ano)	GEE emitidos (kg-CO ₂)	Custo (€/ano)		
Flores	Santa Cruz das Flores	3 940	21 €	17 605	1 465 €	1 135 €	3 822 €
Pico	Lajes do Pico + Ribeira do Meio	5 911	14 €	50 603	4 212 €	2 832 €	5 852 €
	São Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo	5 911	14 €	45 332	3 773 €	2 562 €	5 365 €
São Jorge	Calheta	3 940	21 €	26 824	2 233 €	1 538 €	4 127 €
	Velas	5 911	14 €	62 779	5 226 €	3 434 €	6 314 €
Graciosa	Santa Cruz da Graciosa	6 723	12 €	36 174	3 011 €	2 145 €	4 793 €
Terceira	Agualva	6 723	12 €	35 874	2 986 €	2 130 €	4 773 €
	Biscoitos	6 723	12 €	41 750	3 475 €	2 424 €	5 149 €
	Porto Martins	3 940	21 €	27 041	2 251 €	1 549 €	4 144 €
São Miguel	Santo António	3 940	21 €	24 628	2 050 €	1 549 €	4 609 €
	Feteiras	6 723	12 €	39 643	3 300 €	2 320 €	5 101 €
Total (RAA)		60 385	176 €	408 253	33 983 €	23 618 €	54 049 €

Cenário B – Remodelação total							
Cenário que considera a remodelação integral dos sistemas de tratamento existentes através da implantação de ETAR compactas em todo o aglomerado (desativando os sistemas de tratamento atualmente existentes).							
Ilha	Aglomerado	Custos externos ⁽¹⁾					Custos evitados / Benefício ambiental (€/ano) ⁽²⁾
		Consumo elétrico		Tratamento águas residuais		Custos sociais (€/ano)	
		GEE emitidos (kg-CO ₂)	Custo (€/ano)	GEE emitidos (kg-CO ₂)	Custo (€/ano)		
Flores	Santa Cruz das Flores	6 723	12 €	30 213	2 515 €	1 847 €	4 380 €
Pico	Lajes do Pico + Ribeira do Meio	5 911	14 €	57 279	4 768 €	3 159 €	6 031 €
	São Roque do Pico + S. Miguel Arcanjo	5 911	14 €	45 332	3 773 €	2 562 €	5 365 €
São Jorge	Calheta	3 940	21 €	26 824	2 233 €	1 538 €	4 127 €
	Velas	5 911	14 €	62 779	5 226 €	3 434 €	6 314 €
Graciosa	Santa Cruz da Graciosa	6 723	12 €	36 174	3 011 €	2 145 €	4 793 €
Terceira	Agualva	6 723	12 €	35 874	2 986 €	2 130 €	4 773 €
	Biscoitos	6 723	12 €	41 750	3 475 €	2 424 €	5 149 €
	Porto Martins	3 940	21 €	27 041	2 251 €	1 549 €	4 144 €
São Miguel	Santo António	6 723	12 €	46 180	3 844 €	2 645 €	5 415 €
	Feteiras	6 723	12 €	42 292	3 520 €	2 451 €	5 182 €
Total (RAA)		65 950	159 €	451 736	37 603 €	25 884 €	55 671 €

⁽¹⁾ Considerados os custos de carbono relacionados com os consumos energéticos do sistema de tratamento, que são aferidos com base no preço médio dos créditos de carbono (83,24€/t-CO₂) aferido pelo Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS) para 2023. Aferidos também os custos relacionados com as emissões GEE ocorridas durante o processo de tratamento, nomeadamente, biogás produzido em etapas de anaerobiose e libertado para a atmosfera, e custos sociais das emissões de CO₂ para a atmosfera, devido às mudanças climáticas e respetivos danos à saúde e em ecossistemas.

⁽²⁾ Reflete o dano ambiental evitado ou benefício ambiental relacionado com as cargas poluentes removidas do meio ambiente (CBO_s, CQO e SST). Não contempla os benefícios para a saúde humana.

No Quadro 5.5 apresenta-se um balanço aos custos e benefícios possíveis de aferir para a totalidade dos aglomerados e para cada cenário (A e B), tendo-se estimado igualmente o custo-benefício da manutenção de sistemas de tratamento baseados em fossas sépticas (cenário “FS”). Assume-se que a manutenção de sistemas por fossa séptica não implique custos ou alterações infraestruturais significativas já que, segundo as entidades gestoras, todos os aglomerados já se encontram servidos por fossas sépticas (individuais ou coletivas), mas que não são passíveis de realizar qualquer controlo analítico.

Quadro 5.5 | Análise custo-benefício aos sistemas de tratamento previstos e comparativo com cenário de tratamento integral por fossa séptica (Cenário “FS”)

Análise Custo-Benefício ⁽¹⁾	Cenário A (ETAR compacta SBR + FSC existentes)		Cenário B (ETAR compacta SBR)		Cenário “FS”
	Solução centralizada	Solução descentralizada	Solução centralizada	Solução descentralizada	
CAPEX (Rede de coletores)	16 456 650 €				0 €
CAPEX (Estações elevatórias)	1 100 000 €				0 €
CAPEX (Sistema de tratamento)	1 266 264 €	2 937 562 €	1 332 637 €	3 079 936 €	0 € ⁽⁴⁾
OPEX (€/ano)	142 238 €		150 745 €		0 € ⁽⁵⁾
Custos externos (€/ano) ⁽²⁾	57 777 €		63 646 €		33 545 €
Emissões GEE - consumo elétrico (€/ano)	176 €		159 €		0 € ⁽⁶⁾

Análise Custo-Benefício ⁽¹⁾	Cenário A (ETAR compacta SBR + FSC existentes)		Cenário B (ETAR compacta SBR)		Cenário "FS"
	Solução centralizada	Solução descentralizada	Solução centralizada	Solução descentralizada	
Emissões GEE – tratamento de águas residuais (€/ano)	33 983 €		37 603 €		20 957 €
Custos sociais (€/ano)	23 618 €		25 884 €		12 588 €
Custos totais (30 anos)	24 823 372 €	26 494 670 €	25 321 002 €	27 068 301 €	1 006 358 €
Benefício ambiental (€/ano) ⁽³⁾	54 049 €		55 671 €		28 639 €
Benefício ambiental (30 anos)	1 621 422 €		1 670 123 €		859 170 €
Rácio Custo-Benefício (30 anos)	-23 201 950 €	-24 873 248 €	-23 650 879 €	-25 398 178 €	-147 188 €
Rácio Custo-Benefício (30 anos) (s/ rede de drenagem)	-7 845 300 €	-9 516 598 €	-8 294 229 €	-10 041 528 €	

⁽¹⁾ Valores sem IVA.

⁽²⁾ Considerados os custos de carbono relacionados com os consumos energéticos do sistema de tratamento, que são aferidos com base no preço médio dos créditos de carbono (83,24€/t-CO₂) aferido pelo Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU ETS) para 2023. Aferidos também os custos relacionados com as emissões GEE ocorridas durante o processo de tratamento, nomeadamente, biogás produzido em etapas de anaerobiose e libertado para a atmosfera, e custos sociais das emissões de CO₂ para a atmosfera, devido às mudanças climáticas e respetivos danos à saúde e em ecossistemas.

⁽³⁾ Reflete o dano ambiental evitado ou benefício ambiental relacionado com as cargas poluentes removidas do meio ambiente (CBOs, CQO e SST). É de admitir que possa haver alguma remoção de nutrientes, principalmente nitrificação, durante os ciclos de aerobiose, anoxia e anaerobiose da solução de tratamento considerada (ETAR compacta – SBR). Não foi possível aferir as quantidades removidas de nutrientes e respetivo benefício ambiental já que a solução apresentada não foi desenhada e dimensionada para esse efeito e depende sempre da gestão operacional efetuada (p.e. tempos de residência praticados entre ciclos). Contudo, e se solicitado, existe a possibilidade de incorporar módulos para realizar as etapas de eliminação de azoto e fósforo.

⁽⁴⁾ Assume-se que os aglomerados já estejam todos cobertos por fossa séptica (individuais ou coletivas), não havendo necessidade de investimento em novos equipamentos.

⁽⁵⁾ Não foi possível contabilizar o custo associado à manutenção das fossas sépticas, nomeadamente, operações de reparação, limpeza ou gestão de lamas.

⁽⁶⁾ Ausência de emissões GEE devido ao consumo elétrico nulo das fossas sépticas.

De acordo com os resultados obtidos patentes no Quadro 5.5, verifica-se que os cenários estudados (A e B) apresentam, no final do tempo de vida considerado (30 anos), um saldo negativo entre 23,2 e 25,4 M€ devido essencialmente à necessidade de reforço da rede de drenagem. Caso não houvesse necessidade de beneficiar a rede de coletores, o resultado seria bem mais favorável, apesar de continuar com saldo negativo, atingindo-se prejuízos entre 7,8 M€ e 10,0 M€ para ambos os cenários. O cenário de manutenção de sistemas de tratamento baseados em fossas sépticas seria o mais favorável, tendo em conta os resultados da análise custo-benefício realizada, apresentando apenas um prejuízo de 147 mil €.

Importa referir, contudo, que os prejuízos aferidos na análise custo-benefício realizada em ambos os cenários poderão ser agravados caso se considerem outros custos que não foram possíveis de aferir e que devem ser ponderados na escolha final da solução adotada, tais como:

- Custo com pessoal;
- Custos com serviços de construção civil da ETAR (incluindo casinhoto de apoio para instalação do quadro elétrico e soprador), movimentos de terras e todos os trabalhos de construção civil, ligações elétricas e hidráulicas incluindo o circuito de ar comprimido desde o soprador até à ETAR, o equipamento para descarga e implantação da ETAR (p.e. grua, guindaste ou equivalente), serviço de colocação e fornecimento de materiais para assentamento e aterro da ETAR;
- Custos com aquisições de terrenos;
- Custos com licenciamentos de descarga de efluentes provenientes do sistema de tratamento (TURH);

- Custos com a aquisição de módulo concentrador de lamas ou módulo de filtração, desidratação e ensacagem de lamas;
- Custos com a adjudicação de serviços de inspeção e manutenção;
- Custos com substituição de equipamentos;
- Custos com gestão de resíduos de equipamentos e componentes devido a avaria e fim de vida útil (encaminhamento para reciclagem);
- Custos com gestão de resíduos de ETAR (lamas);
- Custos com a adjudicação de serviços de controlo analítico periódico.

Em contraponto existe um conjunto de benefícios ambientais, sociais e económicos que poderão compensar ou justificar os custos, mas que não são propriamente passíveis de contabilizar e que vão bastante além dos referenciais existentes, por exemplo, ao nível dos benefícios ambientais relacionados com as cargas poluentes removidas do meio ambiente (CBO5, CQO e SST), dos quais se podem destacar os seguintes:

- **Proteção de Ecossistemas:** A redução de poluentes nas águas tratadas ajuda a manter a qualidade e estado das massas de água, beneficiando a flora e a fauna terrestre e aquática. O tratamento de águas residuais ajuda a manter os habitats aquáticos livres de poluentes, o que é essencial para a sobrevivência de diversas espécies, bem como para a sua resiliência face aos desafios das alterações climáticas. A biodiversidade é beneficiada pela melhoria da qualidade da água, em particular em sistemas em mudança e fragilizados com alterações de temperatura, pH, entre outros;
- **Recuperação e Valorização de Recursos Naturais:** Alguns processos de tratamento, caso implementados, permitem a recuperação de recursos valiosos, como nutrientes (azoto e fósforo), que podem ser reutilizados, por exemplo, na agricultura como fertilizantes;
- **Saúde Pública:** O tratamento adequado das águas residuais reduz o risco e propagação de doenças com origem em água contaminada ou solos, protegendo a saúde pública;
- **Qualidade de Vida:** A disponibilização de água potável e o saneamento básico adequado são fundamentais para a qualidade de vida das populações, proporcionando ambientes mais saudáveis, aprazíveis e seguros e constituindo um dos principais Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030;
- **Educação e Sensibilização:** O investimento em sistemas de tratamento de águas residuais pode servir como motivo para se realizarem campanhas de sensibilização e educação ambiental da comunidade local, aumentando a conscientização sobre a importância da conservação da água e práticas sustentáveis e da importância deste tipo de investimentos nos territórios, cuja visibilidade e benefícios, por vezes, não são tão óbvios;
- **Resiliência Contra Alterações Climáticas:** O tratamento eficiente das águas residuais é uma componente importante do desenvolvimento sustentável, promovendo o uso responsável dos recursos hídricos e dos solos e contribuindo para a resiliência dos territórios, comunidades e meio natural contra as mudanças climáticas e das condições de base dos ecossistemas e dos serviços que estes podem proporcionar;
- **Valorização Imobiliária:** Áreas com adequado tratamento de águas residuais tendem a ser mais procuradas e valorizadas economicamente, pois oferecem um ambiente mais saudável e sustentável para se viver, aumentando o valor das propriedades, em especial num contexto de procura mais consciente por parte de potenciais clientes e cada

vez mais globais, especialmente tendo em consideração as características pelas quais os Açores e as suas ilhas são cada vez mais procuradas não só por cidadãos de outros países, mas também importantes para a fixação e manutenção dos atuais residentes e gerações mais jovens (qualidade ambiental e de vida das populações);

- **Valorização Turística:** Áreas com adequado tratamento de águas residuais proporcionam condições ambientais, de salubridade, e de apazibilidade ou qualidade de vida que concorrem positivamente para a promoção e desenvolvimento turístico assumidos como estratégicos para a Região, assentes na qualidade ambiental e na natureza, fatores distintivos e identitários destas ilhas, bem como o desenvolvimento de toda a economia local;
- **Transparência e Reputação:** Com a implementação de sistemas de tratamento que possibilitem a realização de controlo analítico periódico da qualidade do efluente tratado, permitirá cumprir com o reporte analítico exigido pela legislação às entidades responsáveis ou interessadas, quer regionais, nacionais e comunitárias, demonstrando transparência no cumprimento com a legislação em vigor, e que se traduzem, não apenas em benefícios ambientais, mas também económicos através do cumprimento sem coimas e sanções afetas às obrigações nacionais e comunitárias (como por exemplo a inibição do acesso a fundos comunitários), bem como um conjunto de benefícios reputacionais que não são facilmente quantificáveis, mas que são bastante importantes para a valorização da imagem da Região no exterior, demonstrando capacidade de cumprimento dos compromissos assumidos e desejo de liderança através do exemplo.

6. Análise da adequabilidade das soluções de DTAR existentes e a implementar e metas

Tendo em consideração os resultados obtidos na análise custo-benefício considera-se que a adoção do cenário A ou B terá que ser apoiada, do ponto de vista económico, através de mecanismos de financiamento (ou subsídioção), principalmente, para o reforço da rede de drenagem dos aglomerados. Complementarmente, um eventual aumento da receita tarifária poderá contribuir para mitigar os custos elevados destas soluções. O princípio da recuperação total dos custos, bem como o princípio do poluidor-pagador, deverão ser seguidos de modo a garantir a sustentabilidade financeira do serviço, devendo existir uma tarifa que reflita todos os custos, devendo ser recalculada e introduzida após qualquer reformulação dos sistemas de tratamento.

A recuperação total dos custos poderá implicar um aumento tarifário significativo. Para garantir uma sustentabilidade financeira a curto prazo, os custos operacionais, incluindo, se aplicável, os custos do serviço da dívida, devem ser totalmente cobertos após o início das operações da estação de tratamento. Uma vez que os projetos de saneamento não devem ser apenas economicamente viáveis, mas também socialmente acessíveis, as autoridades e entidades gestoras devem considerar os custos e benefícios económicos e financeiros, bem como a capacidade de certos grupos de consumidores pagarem pelo serviço prestado.

Poderá ainda existir uma terceira opção, a ser analisada em conjunto com as entidades gestoras, de uma reformulação dos limites do aglomerado a serem abrangidos pela rede de drenagem, de forma a equilibrar o investimento às áreas dos aglomerados que estarão associados ao maior volume de cargas geradas. Contudo, essa análise deverá ser desenvolvida pelas próprias entidades gestoras, uma vez que se enquadra numa escala de projeto e de detalhe de informação não possível de obter no presente estudo.

Não obstante, apesar disso, não é possível concluir que a solução de manutenção da situação atual nestes aglomerados (maioritariamente assente em fossas sépticas individuais, e mesmo em alguns casos coletivas, mas onde não é possível realizar controlo analítico), é a que apresentaria melhor custo-benefício, uma vez que apesar dos baixos custos, não garante nem o obrigatório controlo analítico para fundamentar perante a Comissão Europeia a exceção de não implementação de uma solução de tratamento secundário, nem os índices de qualidade ambiental das massas de água. Apesar do estado atual das massas de água costeiras estar classificado como “Bom”, importa referir que a monitorização das mesmas, no âmbito da DQA, é considerada atualmente como não adequada (por não integrar a monitorização de todos os parâmetros necessários) e como não representativa (por ser pouco representativa ao nível de pontos de monitorização), para além de reportar atualmente a monitorizações realizadas entre 2010 e 2012. Ou seja, poderão existir algumas ocorrências de contaminação associadas a este tipo de descargas, sem serem identificadas.

Adicionalmente, os novos requisitos da revisão da DARU não permitem a manutenção da situação atual, já que não permitirá atingir o pretendido grau de tratamento equivalente a secundário para populações > 1000 e.p. Neste sentido, e partindo do princípio que existe a necessidade de implementação de um sistema de tratamento secundário e da respetiva rede de drenagem, a solução menos danosa do ponto de vista da análise custo-benefício seria realizar uma remodelação parcial dos aglomerados, mantendo as soluções atualmente existentes por fossa séptica coletiva (caso a atual capacidade operacional e de tratamento sejam as adequadas), e implantação de uma solução centralizada de ETAR compacta para a população não servida, atualmente com fossa séptica particular. Não obstante, a diferença de custo-benefício entre a solução de remodelação parcial e uma remodelação total deverá fixar-se entre os 450 e 525 mil € ao final de 30 anos o que, caso as atuais FSC não apresentem eficiências de remoção adequadas, será a opção recomendada dado o baixo esforço anual de despesa adicional que a remodelação integral exigirá, entre 15 a 17,5 mil € por ano, face à remodelação parcial.

Importa assinalar que as soluções adotadas pela Diretiva têm como pressuposto a recuperação integral dos custos em conformidade com o princípio do poluidor-pagador consagrado no artigo 191.º, n.º 2, do Tratado sobre o Funcionamento da União Europeia (TFUE). Por sua vez, a implementação na RAA de níveis de tratamento mais exigentes em aglomerados entre os 1 000 e 2 000 habitantes equivalentes poderá, inicialmente, percecionar-se como não se traduzindo em ganhos ambientais imediatos (ou não tão perceptíveis ou visíveis de imediato). Contudo, a situação de referência do estado das massas de água costeiras carece de aprofundamento e atualização dos dados relativamente ao seu estado ambiental, não sendo possível afirmar e comprovar ser essa a situação (estado “Excelente” ou “Bom”), mesmo perante a Comissão Europeia. Sendo importante referir que, para a aplicação de uma metodologia de análise de risco, atualmente, seria necessário dispor dos dados mais atualizados das monitorizações das águas costeiras (relativamente a nutrientes – nitratos e fosfatos; organismos biológicos - *Escherichia coli*; e Outros poluentes – Substâncias prioritárias, poluentes específicos) e com pontos representativos relativamente aos aglomerados em causa, para além de um conjunto bastante complexo de dados associados a capacidades de depuração de cargas nos solos (com dados específicos sobre a sua composição e características) antes das cargas provenientes das FSI ou de FSC atingirem as zonas costeiras.

Por outro lado, estima-se que os custos globais do período de 30 anos sejam superiores aos apresentados, ao serem complementados com outros custos mínimos de operação (não passíveis de apurar nesta etapa por dependerem de variáveis ainda não definidas, dependentes dos tipos de sistemas, estações elevatórias, etc), como os custos energéticos e de substituição anual do filtro de soprador e custos externos com a emissão de CO₂ relacionada com os consumos energéticos e tratamento, e custos sociais, ou seja, sem contabilizar custos de construção civil (da instalação da ETAR compacta, sendo que os referentes à rede de drenagem foram contabilizados no exercício), custos com pessoal, outros custos de manutenção e inspeção dos sistemas de tratamento, ou custos com a gestão de lamas. Como tal, numa análise apenas na perspetiva de custos e com os benefícios mais significativos não passíveis de serem contabilizados/traduzidos num valor monetário, perspetiva-se que a pretensão da revisão da DARU em implementar sistema de tratamento secundário em aglomerados superiores a 1000 e.p., no caso da RAA, não será proporcional nem respeitará a intenção prevista pela revisão da DARU em atingir a recuperação integral dos custos, devido à mais que provável ocorrência de custos excessivos. Não obstante, esta análise ou conclusão preliminar, não pode ser assumida tendo a consciência dos referidos benefícios ambientais pois envolvem fatores intangíveis e maioritariamente de médio e longo prazo que são difíceis de quantificar economicamente, ou não são diretamente mensuráveis.

A título excecional, caso se demonstre que o estabelecimento de um sistema coletor centralizado para as águas residuais urbanas não traga qualquer benefício ambiental ou implique custos excessivos, a DARU prevê a possibilidade de utilizar sistemas individuais para tratar as águas residuais urbanas, desde que assegurem o mesmo nível de tratamento que os tratamentos secundário e terciário.

Para este efeito, a DARU exige que as entidades gestoras estabeleçam procedimentos de registo para identificar os sistemas individuais utilizados no seu território e tomem todas as medidas necessárias para garantir que a conceção desses sistemas é adequada, que os mesmos são devidamente mantidos e que são sujeitos periodicamente a um controlo de conformidade, bem como garantir que os sistemas individuais utilizados para a recolha e o armazenamento de águas residuais urbanas sejam impermeáveis e estanques e que a monitorização e a inspeção dos sistemas sejam realizadas a intervalos regulares e fixos.

A opção de manter os sistemas atualmente existentes, apesar de significativamente menos dispendiosa, de forma direta e tendo apenas em consideração a componente económica, carece de fundamentação que permita apurar objetivamente e com elevado grau de fiabilidade a não existência de pressões nas massas de água costeiras e solos resultantes de cargas orgânicas provenientes de águas residuais destes aglomerados. Para tal seria necessária a realização de estudos de monitorização da qualidade das massas de água costeiras em conformidade com os critérios de adequabilidade e representatividade definidos pela DQA já anteriormente

referidos, e análise custo-benefício assente em dados mais concretos o nível dos benefícios / situação ambiental de base. Adicionalmente, há um ponto crucial que está associado aos resultados diretos e inequívocos relacionados com a possibilidade de realizar controlo analítico periódico da qualidade do efluente tratado e monitorização dos seus impactes na qualidade das massas de água recetoras ou nos solos, possibilitando o reporte às entidades responsáveis ou interessadas e demonstrando transparência e cumprimento com a legislação em vigor, mas que não é possível com a manutenção da situação atual, e que se traduzem em benefícios ambientais, económicos (cumprimento sem coimas e sanções de obrigações comunitárias) e reputacionais que não são tangíveis.

Por fim, considera-se que um sistema como um dos dois cenários colocados (ou eventualmente uma solução intermédia na delimitação da zona do aglomerado a abranger por esses sistemas) apresenta uma opção mais adequada, quer em termos de custo, quer de benefício ambiental, já que permite atingir tratamento secundário tal como referenciado e exigido pela proposta de revisão da DARU, com capacidade para assegurar a gestão das cargas afluentes nestes aglomerados, tendo em conta que, à partida:

- De acordo com o PGRH Açores 2022-2027 as massas de águas da RAA apresentam no geral Bom estado (subterrâneas) e Excelente estado (costeiras) (apesar de carecerem de atualização e maior representatividade de pontos a monitorizar e adequabilidade dos parâmetros);
- O estado Mediocre de 3 massas de água subterrâneas na ilha Graciosa e de duas na ilha do Pico resulta de intrusão salina e não de parâmetros associados a cargas orgânicas ou outras que resultem de contaminação por águas residuais domésticas;
- No que respeita às águas costeiras, a elevada hidrodinâmica marítima resultante do clima de agitação com elevada energia, a profundidade do oceano que atinge as centenas de metros muito perto da linha de costa e a influência da Corrente do Golfo, atingindo velocidades da ordem dos 2,5 m/s, e da Corrente dos Açores (CA), traduz-se numa elevada taxa de renovação e de depuração destas massas de água;
- Durante o inverno, devido à agitação marítima e ventos locais, existe também uma forte mistura vertical na coluna de água e a termoclina situa-se a cerca de 200 m, ao passo que no verão situa-se entre 30 a 60 m de profundidade;
- Apesar de tudo, com a evolução previstas e os cenários previstos para as alterações climáticas, torna-se necessário a monitorização da coluna de água para avaliar possíveis alterações nestas dinâmicas e que ao nível da termoclina que poderão traduzir-se em alterações nestas condições e pressupostos, sendo importante assegurar que os objetivos e requisitos ambientais continuam a ser salvaguardados nestas condições;
- Os valores e qualidade ambiental associados e reconhecidos nas áreas e envolventes dos aglomerados em estudo demonstram um elevado, reconhecido e classificado nível de qualidade ambiental, que é, ele próprio, alvo de outras regulamentações e requisitos legais de elevada exigência, que pretendem salvaguardar a manutenção dessa mesma qualidade. Tal demonstra que as soluções de tratamento de águas residuais propostas no presente estudo têm capacidade para assegurar a adequada capacidade de resposta à manutenção e salvaguarda da qualidade ambiental dos meios recetores, permitindo, em simultâneo, o controlo e reporte analítico adequado e fundamentado perante os requisitos comunitários;
- A grande maioria dos aglomerados em estudo localizam-se em zonas onde o território é por si bastante exíguo e limitado, em fajãs lávicas encaixadas, bordeadas a montante por arribas e vertentes elevadas, e com o seu território densamente ocupado, não existindo espaço para a implementação de sistemas de tratamento secundário típicos com as características, dimensões e áreas que têm que ser asseguradas nesses casos;

- A implementação de novos sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais apresenta um investimento inicial significativamente elevado (especificamente pela necessidade de ampliação das redes de drenagem) devido à orografia das ilhas e à insularidade (“dupla insularidade” em alguns casos) (maiores custos na deslocação de recursos humanos e materiais). De igual modo, os custos de exploração desses sistemas revelam-se, também, elevados. Contudo, a implementação de um dos cenários propostos permite não só um sistemas que ocupa um espaço muito reduzido nestes territórios, como um controlo analítico efetivo (atualmente inexistente) das cargas geradas e deteção de pressões e causas de potenciais pressões, bem como a gestão adequada do aumento de cargas (por exemplo, como resultado do aumento de turismo nesses aglomerados, com geração de mais cargas), assegurando assim, de forma inequívoca e objetivo, a salvaguarda dos requisitos de qualidade ambiental dos meios recetores, demonstrado e fundamentado perante o necessário reporte comunitário do Estado-Membro;

Por último, considera-se que que ao nível da gestão das águas residuais, bem como em qualquer outro domínio, deve ser seguida uma abordagem baseada no risco, permitindo que não se desperdicem recursos com questões não relevantes, ou que não resultam em qualquer benefício e apresentam um racional de custo – benefício significativamente desproporcional e desequilibrado. Recomenda-se uma alocação de recursos (humanos e financeiros) à minimização de riscos efetivamente existentes (calculados com base em metodologias de referência e validadas a este nível) e se que adotem medidas com uma eficaz e eficiente relação custo-benefício.

Neste contexto, as metas a implementar deverão estar associadas ao cumprimento dos parâmetros do Bom estado, ou superior, das massas de água costeiras (adjacentes aos aglomerados identificados), relacionados com as cargas orgânicas e SST provenientes de águas residuais e à implementação de sistemas e soluções nesses aglomerados que permitam o controlo e reporte analítico das cargas geradas e descarregadas para os meios recetores, quer seja em terra, quer seja no mar. Essas metas poderão traduzir-se num atendimento de 80% em DTAR nesse tipo de soluções para os aglomerados de 1.000 a 2.000 habitantes equivalentes analisados.

7. Bibliografia consultada

- Borges, P., (2003). Ambientes litorais nos grupos Central e Oriental do arquipélago dos Açores, conteúdos e dinâmica de micro escala. Ponta Delgada, Portugal: University of the Azores, Ph.D. thesis, 413p.
- Costa, M., Silva, R., e Vitorino, J., (2001). Contribuição para o Estudo do Clima de Agitação Marítima na Costa Portuguesa. 2 as Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária – Associação Internacional de Navegação, Pp. 20.
- Eletricidade dos Açores (EDA). Tarifário 2024.
- ECODEPUR. Informação técnica relativa a estações de tratamento compactas, 2024.
- ERSARA / FUNDEC. Guia Técnico – Sistemas de Saneamento de Pequenos Aglomerados Populacionais, 2023.
- Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. [2016]. Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores 2016-2021.
- SRMCT (2014). Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores. Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Secretaria Regional dos Recursos Naturais. Outubro de 2014
- PGRH 2022-2027, [2023], Secretaria Regional do Ambiente e Alterações Climáticas. Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores 2022-2027.
- Djukic M., Jovanoski I., Ivanovic O., Lazic M., Bodroza D. Cost-benefit analysis of an infrastructure project and a cost-reflective tariff: A case study for investment in wastewater treatment plant in Serbia. Elsevier - Renewable and Sustainable Energy Reviews 59 (2016) 1419–1425.
- Hernández-Sancho F, Molinos-Senante M, Sala-Garrido R. Economic valuation of environmental benefits from wastewater treatment processes: an empirical approach for Spain. Sci Total Environ 2010;408(4):953–7.
- Ng, K., (2013). Feasibility study on multifunctional artificial reefs for the Azores. Ponta Delgada, Portugal: University of the Azores, Ph.D. thesis, 125p
- Nuansawan, N., Sombatsompop, K., & Witthayaphirom, C. (2019). Evaluation of Greenhouse Gas Emission from Municipal Solid Waste Leachate by two-stage Sequencing Batch Reactor. Global Journal of Engineering and Technology Review Vol.4 (2) April-June. 2019. [https://doi.org/10.35609/gjetr.2019.4.2\(3\)](https://doi.org/10.35609/gjetr.2019.4.2(3)).
- Santos, R. S., Hawkins, S. J., Monteiro, L. R., Alves, M., & Isidro, E. J. (1995). Marine research, resources and conservation in the Azores. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 5(4), 311-354

